

DIN EN ISO 7539-9



ICS 77.060

**Korrosion von Metallen und Legierungen –
Prüfung der Spannungsrisskorrosion –
Teil 9: Vorbereitung und Anwendung von angerissenen Proben für die
Prüfung mit zunehmender Kraft oder zunehmender Verformung
(ISO 7539-9:2003);
Deutsche Fassung EN ISO 7539-9:2008**

Corrosion of metals and alloys –
Stress corrosion testing –
Part 9: Preparation and use of pre-cracked specimens for tests under rising load or rising
displacement (ISO 7539-9:2003);
German version EN ISO 7539-9:2008

Corrosion des métaux et alliages –
Essais de corrosion sous contrainte –
Partie 9: Préparation et utilisation des éprouvettes préfissurées pour essais sous charge
croissante ou sous déplacement croissant (ISO 7539-9:2003);
Version allemande EN ISO 7539-9:2008

Gesamtumfang 36 Seiten

Normenausschuss Materialprüfung (NMP) im DIN

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO 7539-9:2008) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 156 „Corrosion of metals and alloys“ erarbeitet, dessen Sekretariat von GOST R (Russische Föderation) gehalten wird, und von CEN/TC 262 „Metallische und andere anorganische Überzüge“, dessen Sekretariat von BSI (Vereinigtes Königreich) gehalten wird, im Rahmen des einstufigen Annahmeverfahrens übernommen.

Das zuständige deutsche Gremium ist der Arbeitsausschuss NA 062-01-71 AA „Korrosion und Korrosionsschutz“ im Normenausschuss Materialprüfung (NMP).

EN ISO 7539 mit dem Haupttitel *„Korrosion der Metalle und Legierungen — Prüfung der Spannungsrisskorrosion“* besteht aus den folgenden Teilen:

- *Teil 1: Allgemeine Richtlinien für Prüfverfahren*
- *Teil 2: Vorbereitung und Anwendung von Biegeproben*
- *Teil 3: Vorbereitung und Anwendung von Bügelproben*
- *Teil 4: Vorbereitung und Anwendung von einachsigt belasteten Zugproben*
- *Teil 5: Vorbereitung und Anwendung von C-Ring-Proben*
- *Teil 6: Vorbereitung und Anwendung von angerissenen Proben für die Prüfung unter konstanter Kraft oder konstanter Verformung*
- *Teil 7: Prüfung mit langsamer Dehngeschwindigkeit*
- *Teil 8: Vorbereitung und Anwendung von Proben zur Bewertung von Schweißverbindungen*
- *Teil 9: Vorbereitung und Anwendung von angerissenen Proben für die Prüfung mit zunehmender Kraft oder zunehmender Verformung*

Für die in Abschnitt 2 zitierten Internationalen Normen wird im Folgenden auf die entsprechenden Deutschen Normen hingewiesen:

ISO 7539-1:1987	siehe	DIN EN ISO 7539-1
ISO 7539-6:2003	siehe	DIN EN ISO 7539-6
ISO 7539-7:2005	siehe	DIN EN ISO 7539-7
ISO 11782-2:1998	siehe	E DIN EN ISO 11782-2

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN ISO 7539-1, *Korrosion der Metalle und Legierungen — Prüfung der Spannungsrisskorrosion — Teil 1: Allgemeine Richtlinien für Prüfverfahren*

DIN EN ISO 7539-6, *Korrosion der Metalle und Legierungen — Prüfung der Spannungsrisskorrosion — Teil 6: Vorbereitung und Anwendung von angerissenen Proben für die Prüfung unter konstanter Kraft oder konstanter Verformung*

DIN EN ISO 7539-7, *Korrosion der Metalle und Legierungen — Prüfung der Spannungsrisskorrosion — Teil 7: Prüfung mit langsamer Dehngeschwindigkeit*

E DIN EN ISO 11782-2, *Korrosion von Metallen und Legierungen — Schwingungsrisskorrosion — Teil 2: Prüfung des Risswachstums mittels angerissener Proben*

Deutsche Fassung

Korrosion der Metalle und Legierungen —
Prüfung der Spannungsrissskorrosion —
Teil 9: Vorbereitung und Anwendung von angerissenen Proben
für die Prüfung mit zunehmender Kraft oder
zunehmender Verformung
(ISO 7539-9:2003)

Corrosion of metals and alloys —
Stress corrosion testing —
Part 9: Preparation and use of pre-cracked specimens for
tests under rising load or rising displacement
(ISO 7539-9:2003)

Corrosion des métaux et alliages —
Essais de corrosion sous contrainte —
Partie 9: Préparation et utilisation des éprouvettes
préfiessurées pour essais sous charge croissante ou sous
déplacement croissant
(ISO 7539-9:2003)

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 21. März 2008 angenommen.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist. Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim Management-Zentrum des CEN oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Management-Zentrum mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

Management-Zentrum: rue de Stassart, 36 B- 1050 Brüssel

Inhalt

	Seite
Vorwort	3
1 Anwendungsbereich	4
2 Normative Verweisungen	4
3 Begriffe	5
4 Kurzbeschreibung	5
5 Probenarten	6
6 Einleitung und Ausbreitung von Ermüdungsanrissen	20
7 Durchführung	22
8 Prüfbericht	28
Anhang A (informativ) Bestimmung einer geeigneten Verformungsgeschwindigkeit, um aus den Prüfungen mit konstanter Verformungsgeschwindigkeit den K_{ISCC}-Wert zu ermitteln	30
Anhang B (informativ) Bestimmung der Risswachstumsgeschwindigkeit	32
Anhang C (informativ) Angaben zu indirekten Verfahren zum Messen der Risslänge	33

Vorwort

Der Text von ISO 7539-9:2003 wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 156 „Corrosion of metals and alloys“ der Internationalen Organisation für Normung (ISO) erarbeitet und als EN ISO 7539-9:2008 durch das Technische Komitee CEN/TC 262 „Metallische Überzüge“ übernommen, dessen Sekretariat vom BSI gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Oktober 2008, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Oktober 2008 zurückgezogen werden.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Texte dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CEN [und/oder CENELEC] sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Entsprechend der CEN/CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, Schweiz, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO 7539-9:2003 wurde vom CEN als EN ISO 7539-9:2008 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

1 Anwendungsbereich

1.1 Dieser Teil von ISO 7539 behandelt Verfahren für die Gestaltung, Vorbereitung und Anwendung von angerissenen Proben zur Untersuchung der Beständigkeit von Metallen gegen Spannungsrisskorrosion mithilfe von Prüfungen, die mit zunehmender Kraft oder zunehmender Verformung durchgeführt werden. Prüfungen mit konstanter Kraft oder konstanter Verformung werden in ISO 7539-6 behandelt.

In diesem Teil von ISO 7539 werden mit der Benennung „Metall“ auch Legierungen erfasst.

1.2 Für die Bewertung dünner Produkte, z. B. Feinbleche oder Drähte, sind angerissene Proben nicht geeignet, weil die Notwendigkeit besteht, die Plastizität auf die Rissspitze zu beschränken; sie werden im Allgemeinen zur Bewertung dickerer Produkte angewendet, zu denen Grobbleche, Stangen und Schmiedestücke gehören. Sie können auch zur Bewertung von Schweißverbindungen angewendet werden.

1.3 Zur quantitativen Beanspruchung der angerissenen Proben darf eine Prüfeinrichtung angewendet werden, die an den Kraftangriffspunkten eine monoton zunehmende Kraft oder Verformung aufbringt.

1.4 Ein besonderer Vorteil angerissener Proben mit bekannter Geometrie, die bekannten Spannungen ausgesetzt werden, ist die Möglichkeit zur Ermittlung von Daten zur Abschätzung kritischer Fehlergrößen, bei deren Überschreitung das Auftreten von Spannungsrissen möglich ist. Mithilfe von angerissenen Proben ist es ferner möglich, die Ausbreitungsgeschwindigkeit von Spannungskorrosionsrissen zu bestimmen.

1.5 Der wichtigste Vorteil dieser Prüfung ist, dass der potentielle Einfluss einer dynamischen Verformung auf den Grenzwert zur Auslösung von durch Spannungskorrosion erzeugten Rissen berücksichtigt wird.

1.6 Nach diesem Verfahren können bei einer ausreichend niedrigen Beanspruchungsgeschwindigkeit kleinere oder gleich große K_{ISSC} -Werte rascher ermittelt werden als nach dem Verfahren mit konstanter Kraft oder Verformung.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

ISO 7539-1:1987, *Corrosion of metals and alloys — Stress corrosion testing — Part 1: General guidance on testing procedures*

ISO 7539-6:2003, *Corrosion of metals and alloys — Stress corrosion testing — Part 6: Preparation and use of pre-cracked specimens for tests under constant load or constant displacement*

ISO 7539-7:2005, *Corrosion of metals and alloys — Stress corrosion testing — Part 7: Method for slow strain rate testing*

ISO 11782-2:1998, *Corrosion of metals and alloys — Corrosion fatigue testing — Part 2: Crack propagation testing using precracked specimens*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach ISO 7539-6 und die folgenden Begriffe.

3.1

Geschwindigkeit der Änderung der Rissöffnungsverschiebung in der Beanspruchungsebene

$\dot{V}_{LL}$

Auslenkung, die am Kraftangriffspunkt über eine bestimmte Zeit gemessen wird

3.2

Spannungsintensitätsfaktor bei Risseinleitung

K_{I-init}

Spannungsintensität, die zu Beginn des messbaren Risswachstums wirksam ist

3.3

Bereich des Spannungsintensitätsfaktors bei Ermüdung

ΔK_f

innerhalb eines Lastspiels die algebraische Differenz aus dem größten und dem kleinsten Wert für den Spannungsintensitätsfaktor

3.4

Verformungsgeschwindigkeit

dq/dt

Rate der zunehmenden Verformung, die entweder an oder außerhalb der Kraftangriffslinie gemessen wird

4 Kurzbeschreibung

4.1 Bei Anwendung angerissener Proben muss unbedingt sichergestellt werden, dass weder bei der Herstellung noch beim anschließenden Einsatz rissähnliche Fehler eingebracht werden. Das Vorhandensein dieser Fehler kann außerdem eine erhöhte Anfälligkeit für Spannungsrisskorrosion verursachen, die bei bestimmten Werkstoffen (z. B. Titan) bei Prüfungen an glatten Proben unter konstanter Belastung möglicherweise nicht erkennbar ist. Die Grundsätze der linearelastischen Bruchmechanik können angewendet werden, um den Spannungszustand an der Risspitze in einer angerissenen Probe bzw. einem angerissenen Bauteil über die Spannungsintensitäten des ebenen Dehnungszustands quantitativ zu erfassen.

4.2 Bei der Prüfung wird eine Probe, in die ausgehend von einer maschinell gefertigten Kerbe ein Ermüdungsanriss (Daueranriss) eingebracht wurde, entweder einer zeitlich zunehmenden Belastung oder einer zeitlich zunehmenden Verformung unter gleichzeitiger Einwirkung eines chemisch angreifenden Mediums ausgesetzt. Der Zweck der Prüfung besteht darin, zum einen die Bedingungen quantitativ zu erfassen, unter denen eine durch die Umgebungsbedingungen begünstigte Risserweiterung auftreten kann, wozu die für das Auftreten von Rissen durch Spannungskorrosion kritische Spannungsintensität K_{ISCC} angewendet wird und zum anderen in der quantitativen Bewertung der Risswachstumskinetik.

4.3 Die Prüfungen können unter Anwendung einer Zug- oder Biegebeanspruchung durchgeführt werden. Das wichtigste Merkmal der Prüfung ist die Anwendung einer geringen Geschwindigkeit bei der Kraftaufbringung/Verformung.

4.4 Wegen der dynamischen Verformung, die bei diesem Verfahren stattfindet, können sich die ermittelten Daten von den Ergebnissen unterscheiden, die für angerissene Proben unter einer statischen Beanspruchung in der gleichen Kombination Prüfmedium/Werkstoff bestimmt werden.

4.5 Die empirischen Daten können bei der Auslegung von Bauteilen oder zur Vorhersage ihrer Lebensdauer angewendet werden, um sicherzustellen, dass entweder die Spannungen in großen Bauteilen nicht so hoch werden, dass die Entstehung von durch die Umgebungsbedingungen hervorgerufenen Rissen unabhängig von der Art der existierenden Fehler gefördert wird, oder aber, dass das Ausmaß des Risswachstums, das innerhalb der geplanten Lebensdauer oder in den Überprüfungsintervallen auftreten könnte, ohne das Risiko eines instabilen Bruchs toleriert werden kann.

4.6 Die Rissbildung durch Spannungskorrosion unterliegt sowohl mechanischen als auch elektrochemischen Einflüssen. Die elektrochemischen Wirkungen können in Abhängigkeit von der Tiefe, der Öffnung oder der Form des Risses, bedingt durch Änderungen der Risspitzen-Chemie und des Elektrodenpotentials, schwanken, sodass nur mithilfe des Spannungsintensitätsfaktors und der Bruchmechanik keine eindeutige Beschreibung von Spannungskorrosionsrissen möglich ist.

4.7 Zu den mechanischen Wirkungen gehören sowohl von außen aufgebrachte als auch innere Spannungen. Der mögliche Einfluss dieser Eigenspannungen sollte bei der Laborprüfung und auch bei Prüfungen an Proben mit komplizierteren geometrischen Formen berücksichtigt werden. Die Gradienten der Eigenspannung in einer Probe können zu einem ungleichmäßigen Risswachstum entlang der Rissfront führen.

4.8 Der Spannungsintensitätsfaktor K_{ISCC} ist eine Funktion der Umgebung und der Beanspruchungsbedingungen, wobei die beim Einsatz vorliegende Umgebung simuliert werden sollte.

5 Probenarten

5.1 Allgemeines

5.1.1 Eine große Anzahl von Proben mit Normmaßen, die für Risszähigkeitsprüfungen vorgesehen sind, darf angewendet werden. Die am häufigsten verwendeten Proben werden in ISO 7539-6 beschrieben. Der jeweils anzuwendende Probentyp hängt von der Art, der Festigkeit und der Anfälligkeit des zu untersuchenden Werkstoffs für Rissbildung durch Spannungskorrosion sowie vom Zweck der Prüfung ab.

5.1.2 Eine grundlegende Anforderung besteht darin, dass die Maße der Proben ausreichend sein müssen, um überwiegend dreiaxiale Bedingungen (ebener Dehnungszustand) beizubehalten, bei denen die plastische Verformung im Bereich der Risspitze beschränkt ist. Die bei Risszähigkeitsprüfungen gewonnenen Erfahrungen haben gezeigt, dass für eine korrekte Messung des K_{Ic} -Wertes sowohl die Risslänge a als auch die Dicke B nicht kleiner sein dürfen als

$$2,5 \left(\frac{K_{\text{Ic}}}{R_{\text{p0,2}}} \right)^2$$

und dass nach Möglichkeit größere Proben angewendet werden müssen, bei denen die Werte sowohl für a als auch für B mindestens die folgende Gleichung erfüllen müssen,

$$4 \left(\frac{K_{\text{Ic}}}{R_{\text{p0,2}}} \right)^2$$

um eine ausreichende Verformungsbeschränkung sicherzustellen,

Vom Standpunkt der Bruchmechanik kann eine Mindestdicke, ab der ein unveränderlicher Wert für K_{ISCC} erhalten wird, gegenwärtig nicht festgelegt werden. Die Anwesenheit eines aggressiven Mediums während der Spannungsrissskorrosion kann den Grad der mit dem Bruch einhergehenden Plastizität verringern, sodass Probenmaße erforderlich sind, die eine plastische Verformung begrenzen. Um jedoch das Risiko einer nicht ausreichenden Verformungsbeschränkung auf ein Minimum zu verringern, wird empfohlen, ähnliche Kriterien wie bei der Risszähigkeitsprüfung auch auf die Probenmaße anzuwenden, d. h., die Werte sowohl für a als auch für B dürfen nicht kleiner sein als

$$2,5 \left(\frac{K_{\text{I}}}{R_{\text{p0,2}}} \right)^2$$

und vorzugsweise nicht kleiner als

$$4 \left(\frac{K_I}{R_{p0,2}} \right)^2$$

wobei K_I die während der Prüfung wirksame Spannungsintensität ist, die in Megapascal je Meter (MPa/m) angegeben wird.

Der letztendlich ermittelte kritische Wert der Spannungsintensität muss bei einer Prüfung zur Ermittlung seiner Gültigkeit in den ersten dieser Ausdrücke für K_I eingesetzt werden.

5.1.3 Wenn die Proben für die Bestimmung des K_{ISCC} -Wertes anzuwenden sind, muss die anfängliche Größe der Probe basierend auf einem geschätzten K_{ISCC} -Wert des Werkstoffs ausgewählt werden (es ist zunächst günstiger, den K_{ISCC} -Wert etwas höher anzusetzen und folglich eine größere Probe anzuwenden als die, die sich schließlich als notwendig erweist). Wenn die Einsatzbedingungen die Verwendung eines Werkstoffs mit einer Dicke verlangen, die nicht ausreichend ist, um die Gültigkeitsbedingungen zu erfüllen, dürfen Proben mit einer ähnlichen Dicke unter der Voraussetzung geprüft werden, dass eindeutig festgelegt wird, dass sich der für die Spannungsintensität ermittelte Grenzwert K_{QSCC} nur auf diese spezifische Anwendung bezieht. Wenn das Risswachstum als eine Funktion der Spannungsintensität zu bestimmen ist, sollte die Probengröße basierend auf einem Schätzwert der höchsten Spannungsintensität ausgewählt werden, bei der die Risswachstumsgeschwindigkeiten zu messen sind.

5.1.4 Eine große Auswahl von Probengeometrien ist verfügbar, um eine Anpassung an die Art des Prüfwerkstoffs, die verfügbaren Prüfeinrichtungen und die Zwecke der Prüfung zu ermöglichen. Es können zwei Grundarten von Proben angewendet werden:

- a) Proben, die durch Zugkraft beansprucht werden;
- b) Proben, die durch Biegekraft beansprucht werden.

Das bedeutet, dass das Risswachstum unter Biegebeanspruchungsbedingungen oder unter Zugbeanspruchungsbedingungen untersucht werden kann. Die Proben können entweder zur Bestimmung des K_{ISCC} -Wertes durch das Auslösen eines Spannungskorrosionsrisses ausgehend von einem zuvor vorhandenen Ermüdungsriss an einer Reihe von Proben angewendet werden und zu Messungen der Risswachstumsgeschwindigkeiten. Weil die Proben während der Einwirkung des Prüfmediums belastet werden, wird ein Risiko durch unnötige Inkubationszeiten vermieden.

5.1.5 Risslängenmessungen können einfach durch eine Anzahl kontinuierlicher Überwachungsverfahren durchgeführt werden, z. B. durch Verfahren unter Ausnutzung des elektrischen Widerstands.

5.1.6 Biegeproben können grundsätzlich in einer relativ einfachen Prüfeinrichtung für Biegebalken geprüft werden, dagegen ist für Proben, die einer Zugbeanspruchung ausgesetzt sind, eine Zugprüfmaschine erforderlich.

5.2 Form der Proben

5.2.1 Die Proben können entweder einer Zug- oder einer Biegebeanspruchung ausgesetzt werden. In Abhängigkeit von der Form können in zugbeanspruchten Proben an der Risspitze überwiegend Zugspannungen entstehen (in Zugproben, in denen eine entfernte Lastaufbringung erfolgt, z. B. in einem Blech mit einem in der Mitte vorhandenen Anriss), oder sie enthalten eine signifikante Biegekomponente (wie bei den in der Rissebene beanspruchten Proben, z. B. den kompakten Zugproben). Das Vorhandensein einer signifikanten Biegespannung an der Risspitze kann sich nachteilig auf die Stabilität des Rissverlaufs während der Spannungskorrosionsprüfung auswirken und kann in bestimmten Werkstoffen eine Verzweigung der Risse erleichtern. Biegeproben können durch eine 3-Punkt-, 4-Punkt-Biegung oder mittels eines Hebelsystems beansprucht werden.

5.2.2 Das Auftreten einer Biegebeanspruchung in der Rissebene mit einer Tendenz zur Rissablenkung aus der Ebene heraus kann durch das Anbringen seitlicher Einkerbungen eingeschränkt werden.

5.2.3 Eine Anzahl der oben beschriebenen Probenformen hat bestimmte Vorteile, die dazu geführt haben, dass sie häufig für die Prüfung der Spannungsrissskorrosion mit zunehmender Kraft/Verformung angewendet werden. Es handelt sich dabei um folgende Probenformen:

- a) kompakte Zugproben (CTS = CT-Proben), die den Materialaufwand für Prüfungen minimieren;
- b) Hebelarm-Biegeproben, die leicht zu bearbeiten und mit geringem Kostenaufwand zu prüfen sind;
- c) C-Proben, die aus dickwandigen Zylindern maschinell gefertigt werden können, um die radiale Ausbreitung von in Längsrichtung verlaufenden Rissen zu untersuchen.

Einzelheiten für genormte Probeformen für jede dieser Probenarten werden in den Bildern 1 bis 3 angegeben.

5.2.4 Bei Bedarf, wenn z. B. die Auslösung und/oder Ausbreitung eines Ermüdungsrissses nur schwierig zufrieden stellend zu überwachen ist, darf eine Probe mit Chevron-Kerbe nach Bild 4 angewendet werden. Falls erforderlich, darf der eingeschlossene Winkel von 90° auf 120° vergrößert werden.

5.2.5 Wenn Rissöffnungsverschiebungen zu messen sind, können die Messkanten der Wegaufnehmer nach Bild 5a) in den Bereich der Kerböffnung eingearbeitet werden. Spezielle Messkanten können aber auch an die Proben an den einander gegenüberliegenden Kerbseiten nach Bild 5b) entweder aufgeschraubt oder aufgeklebt werden. Einzelheiten zu einem geeigneten Wegaufnehmer sind in Bild 6 angegeben.

5.3 Betrachtungen zum Spannungsintensitätsfaktor

5.3.1 Unter Anwendung der Elastizitätstheorie kann gezeigt werden, dass der Spannungsintensitätsfaktor K_I , der an der Rissspitze in Proben oder Bauteilen mit unterschiedlichen geometrischen Formen wirkt, über Beziehungen von Größen in der folgenden Art angegeben werden kann:

$$K_I = Q \cdot \sigma \cdot \sqrt{a}$$

Dabei ist

- Q eine dimensionslose geometrische Konstante;
- σ die erzeugte Spannung, in Megapascal (MPa);
- a die Risslänge, in Meter (m).

5.3.2 Die mathematischen Lösungen für K_I -Werte für Proben mit einer bestimmten Geometrie und für besondere Beanspruchungsverfahren können mithilfe einer Spannungsanalyse nach der Finite-Element-Methode oder entweder durch eine experimentelle oder eine theoretische Bestimmung der elastischen Nachgiebigkeit (Compliance) der Probe ermittelt werden.

5.3.3 Die K_I -Werte können nach der folgenden Gleichung mithilfe eines dimensionslosen Spannungsintensitätskoeffizienten Y berechnet werden, der auf die mithilfe des Quotienten a/W angegebene Risslänge bezogen wird:

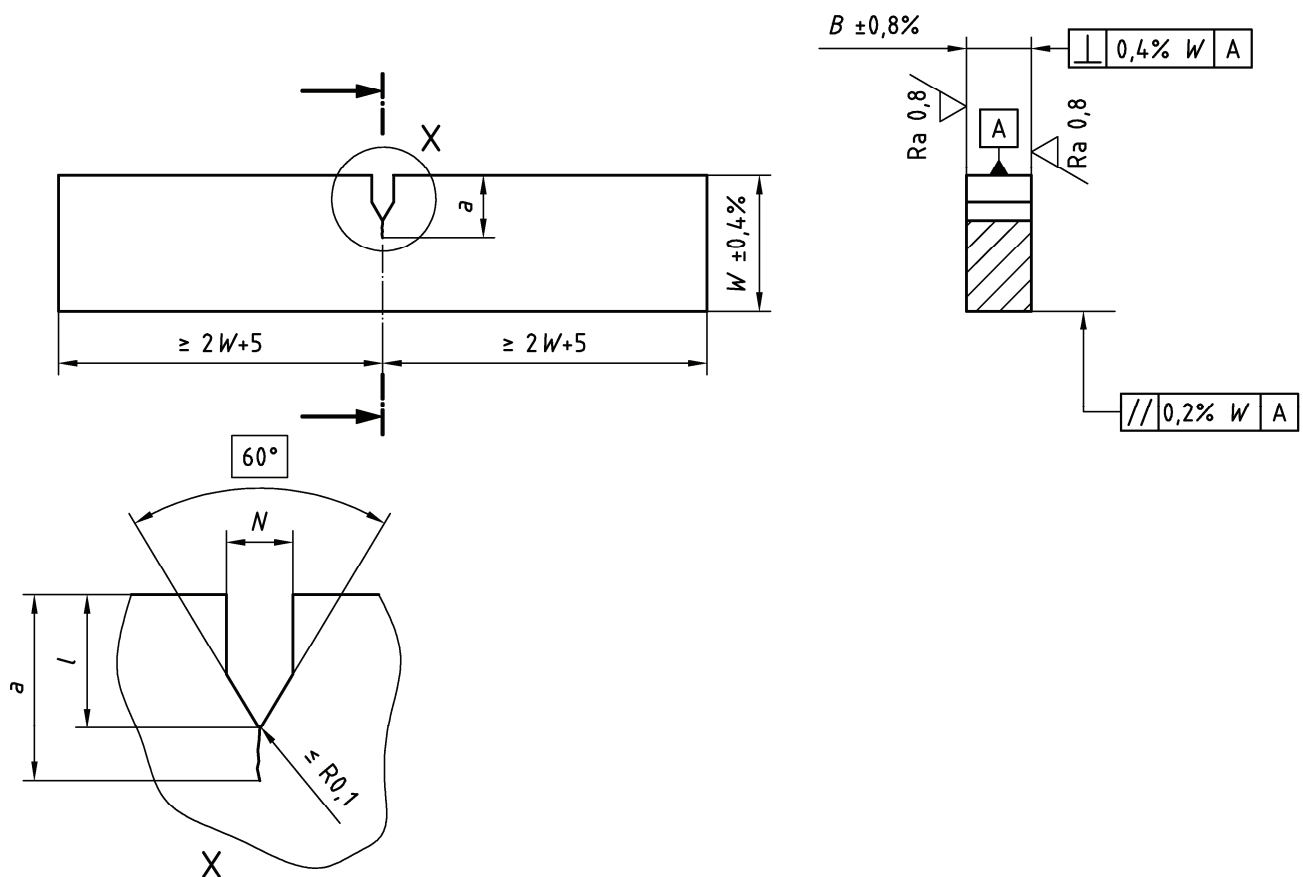
$$K_I = \frac{Y P}{B \sqrt{W}}$$

für kompakte Zugproben und für C-Proben, wobei W die Breite der Probe in Meter und P die aufgebrachte Kraft ist.

5.3.4 Wenn es erforderlich ist, Proben mit seitlichen Kerben zu verwenden, um die Neigung zur Rissverzweigung usw. einzuschränken, können seitliche Einkerbungen mit geringer Tiefe (im Allgemeinen 5 % der Probendicke an beiden Seiten der Probe) eingebracht werden. Es können entweder halbkreisförmige Kerben oder V-förmige Kerben mit einem Öffnungswinkel von 60° eingearbeitet werden; es sollte jedoch erwähnt werden, dass selbst bei halbkreisförmigen seitlichen Kerben mit einer Tiefe von bis zu 50 % der Probendicke der Riss nicht immer in der gewünschten Ausbreitungsebene zu halten ist. Wenn seitliche Kerben angewendet werden, kann der Einfluss der durch die Kerben verringerten Dicke B_n auf die Spannungsintensität berücksichtigt werden, indem im oben angegebenen Ausdruck B durch $\sqrt{BB_n}$ ersetzt wird. Der Einfluss der seitlichen Einkerbungen auf den Spannungsintensitätsfaktor ist jedoch absolut noch nicht geklärt, und Korrekturfaktoren sollten mit Vorsicht behandelt werden, besonders dann, wenn tiefe seitliche Einkerbungen angewendet werden.

5.3.5 Die Lösungen für Y für Proben mit Formen, die häufig für die Prüfung der Spannungsrisskorrosion verwendet werden, sind in den Bildern 7 bis 9 angegeben.

Maße in Millimeter



Legende

Breite	= W
Dicke, B	= $0,5 W$
Kerbbreite, N	= $0,065 W$ maximal (falls $W > 25$ mm) oder $1,5$ mm maximal (falls $W \leq 25$ mm)
effektive Kerblänge, l	= $0,25 W$ bis $0,45 W$
effektive Risslänge, a	= $0,45 W$ bis $0,55 W$

Bild 1 — Maßverhältnisse und Grenzabmaße für Hebelarm-Biegeproben