

DIN EN ISO 7539-6



ICS 77.060

Ersatz für
DIN EN ISO 7539-6:2012-01

**Korrosion der Metalle und Legierungen –
Prüfung der Spannungsrisskorrosion –
Teil 6: Vorbereitung und Anwendung von angerissenen Proben für die
Prüfung unter konstanter Last oder konstanter Auslenkung
(ISO 7539-6:2018);
Deutsche Fassung EN ISO 7539-6:2018**

Corrosion of metals and alloys –
Stress corrosion testing –
Part 6: Preparation and use of precracked specimens for tests under constant load or constant displacement (ISO 7539-6:2018);
German version EN ISO 7539-6:2018

Corrosion des métaux et alliages –
Essais de corrosion sous contrainte –
Partie 6: Préparation et utilisation des éprouvettes préfissurées pour essais sous charge constante ou sous déplacement constant (ISO 7539-6:2018);
Version allemande EN ISO 7539-6:2018

Gesamtumfang 49 Seiten

DIN-Normenausschuss Materialprüfung (NMP)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO 7539-6:2018) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 156 „Corrosion of metals and alloys“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 262 „Metallische und andere anorganische Überzüge, einschließlich des Korrosionsschutzes und der Korrosionsprüfung von Metallen und Legierungen“ erarbeitet, dessen Sekretariat von BSI (Vereinigtes Königreich) gehalten wird.

Für die deutsche Mitarbeit ist der Arbeitsausschuss NA 062-01-77 AA „Korrosionsprüfverfahren“ im DIN-Normenausschuss Materialprüfung (NMP) verantwortlich.

Für die in diesem Dokument zitierten internationalen Dokumente wird im Folgenden auf die entsprechenden deutschen Dokumente hingewiesen:

ISO 7539-1	siehe DIN EN ISO 7539-1
ISO 7539-9	siehe DIN EN ISO 7539-9
ISO 11782-2	siehe DIN EN ISO 11782-2

Änderungen

Gegenüber DIN EN ISO 7539-6:2012-01 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Aktualisierungen im Zusammenhang mit Bild 14;
- b) redaktionelle Anpassungen.

Frühere Ausgaben

DIN EN ISO 7539-6: 1995-08, 2003-07, 2012-01

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

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

DIN EN ISO 7539-9, *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*

DIN EN ISO 11782-2, *Korrosion von Metallen und Legierungen — Prüfung der Schwingungskorrosion — Teil 2: Rissausbreitungsprüfung an angerissenen Proben*

Deutsche Fassung

Korrosion der Metalle und Legierungen —
Prüfung der Spannungsrisskorrosion —
Teil 6: Vorbereitung und Anwendung von angerissenen
Proben für die Prüfung unter konstanter Last oder
konstanter Auslegung
(ISO 7539-6:2018)

Corrosion of metals and alloys —
Stress corrosion testing —
Part 6: Preparation and use of precracked specimens
for tests under constant load or constant displacement
(ISO 7539-6:2018)

Corrosion des métaux et alliages —
Essais de corrosion sous contrainte —
Partie 6: Préparation et utilisation des éprouvettes
préfiessurées pour essais sous charge constante ou sous
déplacement constant
(ISO 7539-6:2018)

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 27. August 2018 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 CEN-CENELEC-Management-Zentrum 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, der ehemaligen jugoslawischen Republik Mazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, Serbien, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, der Türkei, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



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

CEN-CENELEC Management-Zentrum: Rue de la Science 23, B-1040 Brüssel

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	3
Vorwort	4
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen	5
3 Begriffe	5
4 Kurzbeschreibung	8
5 Proben	9
5.1 Allgemeines	9
5.2 Probenform	11
5.3 Betrachtungen zum Spannungsintensitätsfaktor	23
5.4 Herstellung der Proben	29
5.5 Kennzeichnung der Proben	31
6 Einleitung und Ausbreitung von Ermüdungsanrissen	31
7 Verfahren	33
7.1 Allgemeines	33
7.2 Betrachtungen zum Prüfmedium	33
7.3 Prüfzelle	34
7.4 Prüfung und Überwachung des Prüfmediums	35
7.5 Bestimmung des K_{ISCC} -Wertes durch Rissstopp	35
7.6 Bestimmung des K_{ISCC} -Wertes durch Risseinleitung	38
7.7 Messung der Rissgeschwindigkeit	41
8 Prüfbericht	42
Anhang A (informativ) Anwendung von gekerbten Proben bei Prüfungen der Spannungsrissskorrosion	43
Anhang B (informativ) Bestimmung der Risswachstumsgeschwindigkeit	46
Literaturhinweise	47

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO 7539-6:2018) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 156 „Corrosion of metals and alloys“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 262 „Metallische und andere anorganische Überzüge, einschließlich des Korrosionsschutzes und der Korrosionsprüfung von Metallen und Legierungen“ erarbeitet, dessen Sekretariat von BSI gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis März 2019, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis März 2019 zurückgezogen werden.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CEN ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Dieses Dokument ersetzt EN ISO 7539-6:2011.

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

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO 7539-6:2018 wurde von CEN als EN ISO 7539-6:2018 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

Vorwort

ISO (die Internationale Organisation für Normung) ist eine weltweite Vereinigung nationaler Normungsorganisationen (ISO-Mitgliedsorganisationen). Die Erstellung von Internationalen Normen wird üblicherweise von Technischen Komitees von ISO durchgeführt. Jede Mitgliedsorganisation, die Interesse an einem Thema hat, für welches ein Technisches Komitee gegründet wurde, hat das Recht, in diesem Komitee vertreten zu sein. Internationale staatliche und nichtstaatliche Organisationen, die in engem Kontakt mit ISO stehen, nehmen ebenfalls an der Arbeit teil. ISO arbeitet bei allen elektrotechnischen Themen eng mit der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) zusammen.

Die Verfahren, die bei der Entwicklung dieses Dokuments angewendet wurden und die für die weitere Pflege vorgesehen sind, werden in den ISO/IEC-Direktiven, Teil 1 beschrieben. Es sollten insbesondere die unterschiedlichen Annahmekriterien für die verschiedenen ISO-Dokumentenarten beachtet werden. Dieses Dokument wurde in Übereinstimmung mit den Gestaltungsregeln der ISO/IEC-Direktiven, Teil 2 erarbeitet (siehe www.iso.org/directives).

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. ISO ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren. Details zu allen während der Entwicklung des Dokuments identifizierten Patentrechten finden sich in der Einleitung und/oder in der ISO-Liste der erhaltenen Patenterklärungen (siehe www.iso.org/patents).

Jeder in diesem Dokument verwendete Handelsname dient nur zur Unterrichtung der Anwender und bedeutet keine Anerkennung.

Für eine Erläuterung des freiwilligen Charakters von Normen, der Bedeutung ISO-spezifischer Begriffe und Ausdrücke in Bezug auf Konformitätsbewertungen sowie Informationen darüber, wie ISO die Grundsätze der Welthandelsorganisation (WTO) hinsichtlich technischer Handelshemmnisse (TBT) berücksichtigt, enthält der folgende Link: www.iso.org/iso/foreword.html.

Dieses Dokument wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 156, *Corrosion of metals and alloys* in Zusammenarbeit mit dem National Physics Laboratory (Vereinigtes Königreich) erarbeitet.

Diese vierte Ausgabe ersetzt die dritte Ausgabe (ISO 7539-6:2011), die technisch in Bezug auf Bild 14 überarbeitet wurde.

Eine Auflistung aller Teile der Normenreihe ISO 7539 ist auf der ISO-Internetseite abrufbar.

Rückmeldungen oder Fragen zu diesem Dokument sollten an das jeweilige nationale Normungsinstitut des Anwenders gerichtet werden. Eine vollständige Auflistung dieser Institute ist unter www.iso.org/members.html zu finden.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt Verfahren für die Gestaltung, Vorbereitung und Anwendung von angerissenen Proben zur Untersuchung der Beständigkeit von Metallen gegen Spannungsrisskorrosion fest. Es enthält Empfehlungen für die Gestaltung, Vorbereitung und Anwendung von angerissenen Proben zur Untersuchung der Beständigkeit gegen Spannungsrisskorrosion. Empfehlungen für gekerbte Proben werden im Anhang A angegeben.

In diesem Dokument werden mit der Benennung „Metall“ auch Legierungen erfasst.

Für die Bewertung dünner Erzeugnisse, z. B. Feinblech oder Draht, sind angerissene Proben wegen der Notwendigkeit, die Plastizität auf die Rissspitze zu beschränken, nicht geeignet; sie werden im Allgemeinen für die Bewertung dickerer Erzeugnisse angewendet, zu denen Blech, Stangen und Schmiedestücke gehören. Sie können auch auf miteinander verschweißte Teile angewendet werden.

Zur Beanspruchung der angerissenen Proben können Prüfeinrichtungen angewendet werden, die eine konstante Last aufbringen oder die eine Vorrichtung aufnehmen können, mit der eine konstante Auslenkung an den Kraftangriffspunkten erzeugt wird. Prüfungen mit ansteigender Auslenkung oder ansteigender Last werden in ISO 7539-9 behandelt.

Ein spezieller Vorteil der angerissenen Proben besteht darin, dass mit ihrer Hilfe Daten erhalten werden können, mit denen kritische Fehlergrößen, bei deren Überschreiten Spannungsrisskorrosionsanfälligkeit auftreten kann, für Teile mit bekannter Geometrie, die bekannten Spannungen ausgesetzt sind, ermittelt werden können. Mit Hilfe von angerissenen Proben ist es ferner möglich, die Ausbreitungsgeschwindigkeit von Spannungskorrosionsrissen zu bestimmen. Diese Daten können für die Überwachung von Teilen herangezogen werden, in denen beim Einsatz Fehler auftreten.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. 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, *Corrosion of metals and alloys — Stress corrosion testing — Part 1: General guidance on testing procedures*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach ISO 7539-1 und die folgenden Begriffe.

ISO und IEC stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

— ISO Online Browsing Platform: unter <http://www.iso.org/obp>

— IEC Electropedia: unter <http://www.electropedia.org/>

3.1

Risslänge

a

Abstand von der Rissspitze entweder bis zum Beginn der Kerbe oder bis zur Lastangriffslinie, je nach der Probengeometrie

3.2

Probenbreite

W

Abstand von der Proben-Rückseite entweder bis zu der gekerbten Probenfläche oder bis zur Lastangriffsebene, je nach der Probengeometrie

3.3

Probendicke

B

Maß des Seitenabstands der untersuchten Probe

3.4

reduzierte Dicke im Bereich der seitlichen Kerben

B_n

kleinstes Maß des Seitenabstands zwischen den Einkerbungen seitlich gekerbter Proben

3.5

halbe Probenhöhe

H

50 % des Abstands zwischen beiden Seiten der Probe, gemessen parallel zur Richtung der Aufbringung der *Last* (3.6) für CT-Proben (kompakte Zugproben), DCB-Proben (Doppelhebelarm-Biegeproben) und T-WOL-Proben (durch einen Keil belastete Proben)

3.6

Last

P

auf die Probe aufgebrachte Kraft, die als positiv angesehen wird, wenn sie bewirkt, dass sich die Rissflanken voneinander wegbewegen

3.7

Auslenkung an der Lastangriffslinie

V_{LL}

während der Aufbringung der *Last* (3.6) auf eine Probe, die unter konstanter Auslenkung zu prüfen ist, an der Kraftangriffslinie erzeugte Rissaufweitung

3.8

Auslenkung außerhalb der Kraftangriffslinie

V_0

während der Aufbringung der *Last* (3.6) auf eine Probe, die unter konstanter Auslenkung zu prüfen ist, außerhalb der Kraftangriffsebene erzeugte Rissaufweitung, z. B. an Messkanten, die am Beginn der Kerbe angeordnet sind

3.9

Elastizitätsmodul

E

Verhältnis der Spannung zur Dehnung ohne Abweichung von der Proportionalität der Spannung zur Dehnung (Hookesches Gesetz)

3.10

Spannungsintensitätsfaktor

K_I

Funktion von aufgebrachter *Last* (3.6), *Risslänge* (3.1) und Probengeometrie mit der Dimension Spannung $\times \sqrt{\text{Länge}}$, die allein die Intensivierung des elastischen Spannungsfeldes an der Spitze eines Risses definiert, der einer bestimmten Art (Modus I) der Rissaufweitung ausgesetzt ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Es ist festgestellt worden, dass Spannungsintensitätsfaktoren, die unter der Annahme errechnet wurden, dass sich die Proben rein elastisch verhalten, mit dem Verhalten von tatsächlich angerissenen Körpern unter der Voraussetzung korrelieren, dass die Größe der Plastizitätszone an der Rissspitze im Vergleich zur Risslänge und der Länge des nicht angerissenen Steges klein ist. In diesem Dokument wird davon ausgegangen, dass Modus I vorliegt, und der Index I ist immer inbegriffen.

3.11

anfänglicher Spannungsintensitätsfaktor

K_{Ii}

Spannungsintensität, die zu Beginn der Spannungsrissskorrosionsprüfung aufgebracht wird

3.12

Risszähigkeit bei ebenem Dehnungszustand

K_{Ic}

kritischer Wert für K_I , bei dem die erste signifikante, von dem Medium unabhängige Ausbreitung des Risses unter dem Einfluss einer zunehmenden Spannungsintensität unter Bedingungen einer starken Einschränkung der plastischen Auslenkung auftritt

3.13

vorläufiger Wert für K_{Ic}

K_Q

$K_Q = K_{Ic}$, wenn die Gültigkeitskriterien für einen überwiegend ebenen Dehnungszustand erfüllt sind

3.14

kritischer Spannungsintensitätsfaktor für die Anfälligkeit für Spannungsrissskorrosion

K_{ISCC}

Spannungsintensitätsfaktor (3.10), bei dessen Überschreitung Spannungsrissskorrosion ausgelöst wird und Risse wachsen unter den festgelegten Prüfbedingungen und unter den Bedingungen einer starken Einschränkung der plastischen Auslenkung, d. h. unter Bedingungen eines überwiegend ebenen Dehnungszustandes

3.15

vorläufiger Wert für K_{ISCC}

K_{QSCC}

$K_{QSCC} = K_{ISCC}$, wenn die Gültigkeitskriterien für einen überwiegend ebenen Dehnungszustand erfüllt sind

3.16

maximaler Spannungsintensitätsfaktor

K_{max} bei Ermüdung

höchster algebraischer Wert für den *Spannungsintensitätsfaktor* (3.10) innerhalb eines Lastspieles bei Aufbringung der maximalen *Last* (3.6)

3.17

0,2 %-Dehngrenze

$R_{p0,2}$

Spannung, die beim Zugversuch einer bleibenden Dehnung von 0,2 % entspricht

3.18**aufgebrachte Spannung** σ

Spannung, die aus der Aufbringung einer *Last* (3.6) auf die Probe resultiert

3.19**Geometriefunktion des Spannungsintensitätsfaktors** Y

aus der Spannungsanalyse für eine bestimmte Probengeometrie abgeleiteter Faktor, der eine Beziehung zwischen dem *Spannungsintensitätsfaktor* (3.10) für eine bestimmte *Risslänge* (3.1) und der *Last* (3.6) sowie den Maßen der Probe herstellt

3.20**Spannungsverhältnis bei Ermüdungsbelastung** R

algebraisches Verhältnis der Minimallast zur Maximallast (3.6) in einem Lastspiel:

$$R = \frac{P_{\min}}{P_{\max}} = \frac{K_{\min}}{K_{\max}}$$

3.21**Rissausbreitungsgeschwindigkeit**

momentane Geschwindigkeit des Risswachstums, die mit Hilfe eines Verfahrens zur kontinuierlichen Rissüberwachung gemessen wird

3.22**durchschnittliche Rissausbreitungsgeschwindigkeit**

durchschnittliche Geschwindigkeit des Risswachstums, die durch Dividieren der Änderung der *Risslänge* (3.1) eines durch Spannungsrisskorrosion erzeugten Risses durch die Versuchsdauer berechnet wird

3.23**Probenorientierung**

Bruchebene der Probe, die erstens durch die Belastungsrichtung und zweitens durch die Richtung des Risswachstums gekennzeichnet und auf drei Bezugsachsen gekennzeichnet durch die Buchstaben X, Y und Z bezogen wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Dabei sind X, Y und Z wie folgt definiert:

- X ist die Auslenkungsrichtung des Gefüges (Längsachse);
- Z ist die Richtung der Hauptbearbeitungskraft, die während der Herstellung des Materials angewendet wird (kurze Querrichtung);
- Y ist die zur X- und Z-Achse senkrechte Achse.

4 Kurzbeschreibung

4.1 Die Anwendung angerissener Proben trägt der Schwierigkeit Rechnung, dass rissähnliche Fehler, die während der Produktion oder beim anschließenden Einsatz entstehen, vollständig im Aufbau fehlen. Außerdem kann das Vorhandensein derartiger Fehler eine erhöhte Anfälligkeit für Spannungsrisskorrosion verursachen, die bei bestimmten Werkstoffen (z. B. Titan) bei Prüfungen unter konstanter Last an glatten Proben möglicherweise nicht erkennbar sein kann. Die Grundsätze der linearelastischen Bruchmechanik können angewendet werden, um den Spannungszustand an der Rissspitze in einer angerissenen Probe bzw. einem Bauteil über die Spannungsintensitäten des ebenen Dehnungszustandes quantitativ zu erfassen.

4.2 Bei der Prüfung wird eine Probe, in die ausgehend von einem maschinell gefertigten Kerb ein Ermüdungsanriss eingebracht wurde, entweder einer konstanten Last oder einer konstanten Auslenkung an den Lastangriffspunkten unter gleichzeitiger Einwirkung eines chemisch angreifenden Mediums ausgesetzt. Der Zweck besteht darin, die Bedingungen, unter denen ein durch das Medium gefördertes Risswachstum eintreten kann, mit Hilfe der kritischen Spannungsintensität für das Auftreten von Spannungsrissskorrosion K_{ISCC} zu quantifizieren und die Kinetik des Risswachstums zu bestimmen.

4.3 Die empirischen Daten können bei der Auslegung der Bauteile oder zur Vorhersage ihrer Lebensdauer angewendet werden, um sicherzustellen, dass entweder die Spannungen in großen Bauteilen nicht so hoch werden, dass eine durch das Medium geförderte Rissbildung hervorgerufen wird, unabhängig davon welche existierenden Fehler vorhanden sein können, oder aber, dass das Ausmaß des Risswachstums innerhalb der geplanten Lebensdauer oder der Überprüfungsintervalle ohne das Risiko eines instabilen Bruches toleriert werden kann.

4.4 Spannungsrissskorrosion unterliegt sowohl mechanischen als auch elektrochemischen Einflüssen. Die elektrochemischen Einflüsse können in Abhängigkeit von Tiefe, Öffnung oder Form des Risses durch Änderungen der Risspitzen-Chemie und des Elektrodenpotentials schwanken, und dürfen nicht allein mit Hilfe des Spannungsintensitätsfaktors der Bruchmechanik beschrieben werden.

4.5 Zu den mechanischen Einflüssen gehören sowohl die von außen aufgetragenen als auch die Eigenspannungen. Der mögliche Einfluss von Eigenspannungen muss bei der Laborprüfung und 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.

5 Proben

5.1 Allgemeines

5.1.1 Ein großer Teil von Proben mit Normmaßen, die für Risszähigkeitsprüfungen angewendet werden, dürfen benutzt werden. Der jeweils anzuwendende Probentyp hängt von der Form, der Festigkeit und der Anfälligkeit des zu untersuchenden Werkstoffs für Spannungsrissskorrosion sowie auch 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) aufrechtzuerhalten, bei denen die plastische Auslenkung auf den Bereich der Risspitze beschränkt ist. Die bei Risszähigkeitsprüfungen gewonnenen Erfahrungen zeigen, dass für eine korrekte Messung des K_{IC} -Wertes sowohl die Risslänge a als auch die Dicke B nicht kleiner sein dürfen als:

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

und dass nach Möglichkeit größere Proben angewendet werden müssen, bei denen die Werte a und B mindestens gleich:

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

sind, um eine hinreichende Auslenkungsbeschränkung sicherzustellen.

Vom Standpunkt der Bruchmechanik kann eine Mindestdicke, ab der ein unveränderlicher K_{ISCC} -Wert erhalten wird, gegenwärtig nicht angegeben werden. Die Anwesenheit eines aggressiven Mediums während der Spannungsrissskorrosion kann den Grad der mit dem Bruch einhergehenden Plastizität reduzieren, und somit die Probenmaße, die erforderlich sind, um eine plastische Auslenkung zu begrenzen. Um jedoch das Risiko einer nicht hinreichenden Auslenkungsbeschränkung auf ein Minimum zu reduzieren, wird empfohlen, dass ähnliche Kriterien, wie sie bei der Risszähigkeitsprüfung angewendet werden, auch für die Probenmaße gelten, d. h. die Werte für a und B dürfen nicht kleiner sein als:

$$2,5 \left(\frac{K_I}{R_{p0,2}} \right)^2$$

und vorzugsweise sollten sie nicht kleiner als:

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

sein, wobei K_I die bei der Prüfung aufzubringende Spannungsintensität ist.

Der schließlich ermittelte kritische Wert für die Spannungsintensität sollte in den ersten dieser Ausdrücke bei Prüfungen zur Ermittlung seiner Gültigkeit für K_I eingesetzt werden.

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

5.1.4 Es können zwei Grundtypen von Proben angewendet werden:

- a) Proben, die für eine Prüfung unter konstanter Auslenkung vorgesehen und durch Spannschrauben unveränderlich eigenbelastet sind;
- b) Proben, die für eine Prüfung unter konstanter Last vorgesehen sind, für die Einrichtungen zur Aufbringung einer äußeren Last erforderlich sind.

5.1.5 Proben für eine Prüfung unter konstanter Auslenkung, die eigenbelastet sind, haben den Vorteil hoher Wirtschaftlichkeit, da keine Einrichtungen zur Aufbringung einer äußeren Last erforderlich sind. Ihre kompakten Maße erleichtern außerdem ihre Auslagerung unter Betriebsbedingungen. Sie können für die Bestimmung des K_{ISCC} -Wertes durch die Auslösung von Spannungsrissskorrosionsrissen ausgehend von Ermüdungsanrissen benutzt werden; in diesem Fall muss eine Reihe von Proben angewendet werden, um den Grenzwert genau bestimmen zu können; eine andere Möglichkeit besteht im Stoppen eines sich ausbreitenden Risses, da unter den Prüfbedingungen der konstanten Auslenkung die Spannungsintensität progressiv mit dem Risswachstum abnimmt. In diesem Fall ist im Prinzip eine einzige Probe ausreichend, in der Praxis wird jedoch unter Berücksichtigung der in 5.1.6 beschriebenen Nachteile häufig die Anwendung mehrerer Proben (mindestens 3) empfohlen.

5.1.6 Die Nachteile der Proben für die Prüfung unter konstanter Auslenkung sind wie folgt:

- a) die aufgebrachte Last kann nur indirekt durch Änderungen der Auslenkung gemessen werden;
- b) die Bildung von Oxiden oder Korrosionsprodukten kann entweder durch Keilwirkung zu einer Aufweitung der Rissflanken und damit zur einer Veränderung der angewendeten Auslenkung und Last führen, oder sie kann durch Blockieren der Rissöffnung das Eindringen des korrosiven Mediums verhindern und die Präzision der Risslängenmessungen mit Hilfe elektrischer Widerstandsverfahren beeinträchtigen;
- c) eine Verzweigung, Abschwächung oder Abzweigung des Risses aus der Rissebene kann die aus dem Stoppen des Risses zu gewinnenden Daten ungültig machen;
- d) das Stoppen des Risses muss als eine Wachstumsgeschwindigkeit des Risses unterhalb einer bestimmten, willkürlich anzusetzenden Wachstumsgeschwindigkeit definiert werden, deren genaue Messung schwierig sein kann;
- e) die elastische Relaxation der Einrichtung zur Lastaufbringung während des Risswachstums kann eine verstärkte Auslenkung und höhere Last als erwartet hervorrufen;
- f) die innerhalb der Probe durch zeitabhängige Prozesse ablaufende plastische Relaxation kann eine geringere Last als erwartet verursachen;
- g) es ist manchmal unmöglich, das Prüfmedium vor Aufbringen der Last einwirken zu lassen, wodurch sich die Rissauslösung während der anschließenden Prüfung verzögern kann.

5.1.7 Proben unter konstanter Last haben den Vorteil, dass die Spannungswerte zuverlässig quantitativ bestimmt werden können. Da das Risswachstum eine Rissaufweitung mit sich bringt, ist es wenig wahrscheinlich, dass Oxidfilme den Riss entweder blockieren oder ihn keilförmig aufweiten. Die Messungen der Risslänge können leicht mit einer Anzahl von kontinuierlichen Messverfahren vorgenommen werden. Proben für eine konstante Last sind in den verschiedensten Formen verfügbar, so dass es keine Schwierigkeiten macht, sie den Formen des Prüfmaterials sowie den vorhandenen Prüfeinrichtungen und den Zielen der Prüfung anzupassen. Das bedeutet, dass das Risswachstum sowohl bei Biegebeanspruchung als auch bei Zugbeanspruchung untersucht werden kann. Die Proben können sowohl für die Bestimmung des K_{ISCC} -Wertes durch Auslösen eines Spannungskorrosionsrisses ausgehend von einem bereits existierenden Ermüdungsanriss an einer Reihe von Proben als auch für Messungen der Risswachstumsgeschwindigkeit angewendet werden. Proben für eine Prüfung unter konstanter Last können bei gleichzeitigem Einwirken des korrosiven Mediums belastet werden, um das Risiko unnötiger Inkubationszeiten zu umgehen.

5.1.8 Die prinzipiellen Nachteile der Proben für eine Prüfung unter konstanter Last sind die Kosten, die benötigte hohe Anzahl sowie die Notwendigkeit einer Einrichtung zur Aufbringung einer äußeren Last. Biegeproben können in einer relativ einfachen Hebelarm-Prüfvorrichtung geprüft werden, dagegen erfordern Zugproben Prüfgeräte für die Bestimmung der Zeitstandfestigkeit bei konstanter Last oder ähnliche Prüfmaschinen. In diesem Fall können die Kosten minimiert werden, indem die Prüfung an einer Kette von Proben erfolgt, die durch Belastungsglieder so miteinander verbunden sind, dass eine Entlastung bei Bruch einer Probe verhindert wird. Die Maße dieser Belastungssysteme machen es schwierig, Proben unter konstanter Last unter den tatsächlichen Betriebsbedingungen zu prüfen, sie können jedoch unter simulierenden praxisnahen Bedingungen geprüft werden.

5.2 Probenform

5.2.1 Bild 1 zeigt einige Gestaltungsmöglichkeiten für angerissene Proben, die zur Prüfung der Beständigkeit gegen Spannungsrisskorrosion angewendet werden.

5.2.2 Für Prüfungen unter konstanter Last können zwei Probentypen unterschieden werden:

- a) Proben, bei denen die Spannungsintensität mit wachsender Risslänge zunimmt;
- b) Proben, bei denen die Spannungsintensität weitgehend unabhängig von der Risslänge ist.

Der Probentyp a) ist für Bestimmungen des K_{ISCC} -Wertes und für Untersuchungen der Risswachstumsgeschwindigkeit als Funktion von K_I geeignet, während der Probentyp b) für Grundlagenuntersuchungen des Mechanismus der Spannungsrisskorrosion vorteilhaft ist.

5.2.3 Proben für eine Prüfung unter konstanter Last mit zunehmendem K -Wert können entweder einer Zug- oder einer Biegebeanspruchung unterworfen werden. In Abhängigkeit von der Form können in zugbeanspruchten Proben an der Rissspitze überwiegend Zugspannungen entstehen (wie in den Zugproben mit entfernter Lastaufbringung, z. B. dem in der Mitte mit einem Riss versehenen Blech) oder sie können eine signifikante Biegekomponente enthalten (wie bei den in der Rissebene belasteten Proben, z. B. den CT-Proben). Das Vorhandensein einer signifikanten Biegespannung an der Rissspitze kann sich nachteilig auf die Stabilität des Rissverlaufs während der Spannungsrisskorrosionsprüfung auswirken und kann bei bestimmten Werkstoffen die Verzweigung des Risses erleichtern. Biegeproben können durch eine Drei- oder Vier-Punkt-Biegung oder mittels eines Hebelsystems belastet werden.

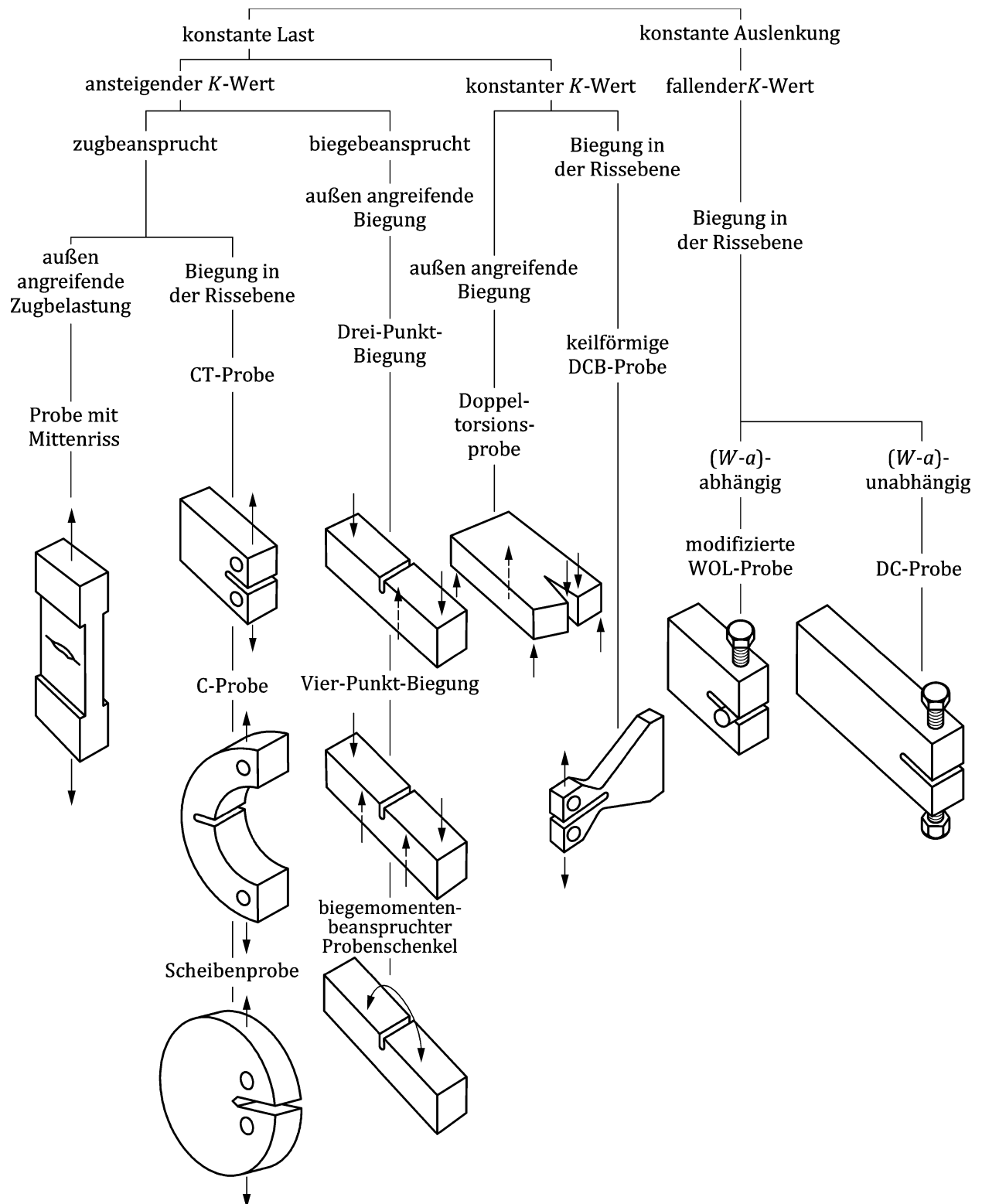
5.2.4 Proben für eine Prüfung unter konstanter Last mit gleichbleibendem K -Wert können entweder einer Torsionsbeanspruchung unterworfen werden, wie die einseitig angerissene Doppeltorsions-Blechprobe, oder einer Zugbeanspruchung, wie die speziell geformte (konturierte) Doppelhebelarm-Biegeprobe. Obgleich zugbeansprucht, wird durch die Form der letztgenannten Probe eine Biegebeanspruchung in der Rissebene erzeugt, mit der eine Tendenz zur Rissablenkung aus der Ebene verknüpft ist, die durch die Einbringung von seitlichen Einkerbungen eingeschränkt werden kann.

5.2.5 Proben für eine Prüfung unter konstanter Auslenkung sind im Allgemeinen durch eine Spannschraube eigenbelastet, die in einen Probenschenkel eingeschraubt wird und entweder auf ein Widerlager oder eine zweite Spannschraube im gegenüberliegenden Probenschenkel einwirkt. Es gibt zwei Probentypen:

- a) (W - a)-abhängige Proben, wie z. B. die durch einen Keil belastete Probe (T-WOL-Probe), bei der die Nähe der Rückfläche zur Rissspitze das Spannungsfeld im Bereich der Rissspitze beeinflusst;
- b) (W - a)-unabhängige Proben, wie z. B. die Doppelhebelarm-Biegeprobe (DCB-Probe), bei der die Rückfläche von der Rissspitze weit genug entfernt ist, um sicherzustellen, dass sie einen vernachlässigbaren Einfluss auf das Spannungsfeld an der Rissspitze hat.

5.2.6 Eine Reihe der oben beschriebenen Probenformen hat spezifische Vorteile, die der Grund für ihre häufige Anwendung bei Prüfungen der Spannungsrisskorrosion ist. Es handelt sich dabei um folgende Probenformen:

- a) Hebelarm-Biegeproben, die leicht zu fertigen und bei einer Prüfung unter konstanter Last kostengünstig sind;
- b) kompakte Zugproben (CT-Proben), die den Materialaufwand bei Prüfungen unter konstanter Last minimieren;
- c) eigenbelastete Doppelhebelarm-Biegeproben (DCB-Proben), die besonders für Prüfungen unter konstanter Auslenkung unter Betriebsbedingungen geeignet sind;



ANMERKUNG Die Geometriefunktionen der Spannungsintensitätsfaktoren für die oben dargestellten Proben sind der Literatur zu entnehmen.

Bild 1 — Formen angerissener Proben für Spannungsrissskorrosionsprüfungen