

DIN EN 10247

ICS 77.040.99

Einsprüche bis 2016-03-29
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN 10247:2007-07

Entwurf

**Metallographische Prüfung des Gehaltes nichtmetallischer Einschlüsse in
Stählen mit Bildreihen;
Deutsche und Englische Fassung prEN 10247:2016**

Micrographic examination of the non-metallic inclusion content of steels using standard pictures;

German and English version prEN 10247:2016

Détermination micrographique de la teneur en inclusions non-métalliques des aciers à l'aide d'images-types;

Version allemande et anglaise prEN 10247:2016

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2016-01-29 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfes besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal des DIN unter www.entwuerfe.din.de bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an nmp@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/stellungnahme oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an den DIN-Normenausschuss Materialprüfung (NMP), 10772 Berlin (Hausanschrift: Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin).

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 154 Seiten

DIN-Normenausschuss Materialprüfung (NMP)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN 10247:2016) wurde vom Technischen Komitee ECISS/TC 101 „Prüfverfahren für Stahl (andere als chemische Analysen)“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom AFNOR (Frankreich) gehalten wird.

Die nationalen Interessen bei der Erarbeitung wurden vom Arbeitsausschuss NA 062-01-31 GA „Gemeinschaftsarbeitsausschuss NMP/FES: Metallographische Prüfverfahren“ im Fachbereich Metalle des DIN-Normenausschusses Materialprüfung (NMP) wahrgenommen.

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung der prEN 10247 beigelegt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen Text.

Die in diesem Dokument zitierten Europäischen Normen sind als DIN-EN-ISO/IEC-Norm mit gleicher Zählnummer veröffentlicht.

Für die zitierten Internationalen Normen gibt es keine nationalen Entsprechungen.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 10247:2007-07 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Die Grenze für das Verhältnis zwischen Länge und Breite von globularen Einschlüssen wurde von 1,3 auf 3 geändert (Anhang I);
- b) eindeutiger Definition der den Richtreihenbildern zugrunde gelegten mathematischen Grundsätze;
- c) zahlreiche numerische Änderungen in Tabelle 2 und Bild 11;
- d) Auswertungsregeln wurden geändert, (3.1.2; Anhang B, Abschnitt 4, Anhänge A und B);
- e) Umgestaltung der Formblätter zur Auswertung und zum Aufzeichnen, für vereinfachte Handhabung (Anhänge K, L und M).

Metallographische Prüfung des Gehaltes nichtmetallischer Einschlüsse in Stählen mit Bildreihen

Détermination micrographique de la teneur en inclusions non-métalliques des aciers à l'aide d'images-types

Micrographic examination of the non-metallic inclusion content of steels using standard pictures

ICS:

Deskriptoren

Dokument-Typ: Europäische Norm

Dokument-Untertyp:

Dokument-Stage: CEN-Umfrage

Dokument-Sprache: D

STD Version 2.7g

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	5
Einleitung	6
1 Anwendungsbereich	7
2 Normative Verweisungen	7
3 Begriffe	7
3.1 Allgemeine Begriffe	7
3.2 Abstand	8
3.3 Parameter	8
3.4 Klassen	9
3.5 Sonstiges	9
4 Symbole und Abkürzungen	10
5 Grundlagen	12
6 Kurze praktische Anleitung	13
6.1 Grundregeln der Prüfung	13
6.2 Auswertung nach den Standardverfahren	14
7 Probenahme	14
7.1 Allgemeines	14
7.2 Mindestumformgrad	15
7.3 Größe und Anordnung der Messfläche	15
7.4 Anzahl der Proben	15
7.5 Probenvorbereitung	16
8 Prüfverfahren	16
8.1 Vergrößerung	16
8.2 Mikroskopeinstellungen für die bildanalytische und die manuelle Auswertung	16
8.3 Gesichtsfeld	17
8.4 Festlegung der Richtreihenbilder	17
8.4.1 Größe und Form	17
8.4.2 Parameter	17
8.4.3 Anordnung der Bilder	17
8.5 Durchführung	18
8.5.1 Allgemeines	18
8.5.2 Mehrere Einschlüsse unterschiedlicher Größe in einem Gesichtsfeld	18
8.5.3 Abrastern der Probe	19
8.5.4 Ermittlung und Auswertung	19
8.5.5 Beurteilung unterschiedlicher Arten von Einschlüssen	19
8.5.6 Aufzeichnung der Ergebnisse	19
9 Arten der Auswertung	20
9.1 Ermittlung der größten Einschlüsse: Verfahren P	20
9.1.1 Grundlage	20
9.1.2 Auswertung von P_L (größte Länge)	20
9.1.3 Auswertung von P_d (größter Durchmesser)	20
9.1.4 Auswertung von P_a (größte Fläche)	20

9.2	Ermittlung des Messfeldes mit den größten Einschlussparametern: Verfahren M.....	20
9.2.1	Grundlage.....	20
9.2.2	Auswertung von M_n (Auswertung nach Anzahl).....	21
9.2.3	Auswertung von M_L (Auswertung nach Länge).....	21
9.2.4	Auswertung von M_d (Auswertung nach Durchmesser)	21
9.2.5	Auswertung von M_a (Auswertung nach Fläche).....	21
9.3	Ermittlung des mittleren Einschlussgehaltes: Verfahren K.....	21
9.3.1	Grundlage.....	21
9.3.2	Abrastern einer Probe für die Ermittlung des mittleren Einschlussgehaltes.....	22
9.3.3	Auswertung.....	22
9.3.4	Auswertung von K_n , K_L für gestreckte sowie K_n , K_d für globulare Einschlüsse	22
9.3.5	Auswertung von K_n und K_a	22
10	Prüfbericht.....	23
Anhang A (normativ) Art der Einschlüsse.....		34
Anhang B (normativ) In Abwesenheit anderer Festlegungen anzuwendende Parameter und Auswertarten.....		36
Anhang C (informativ) Beispiele für unterschiedliche Einschlussarten.....		37
Anhang D (informativ) Formfaktor		41
Anhang E (informativ) Beispiele für Vergrößerungen		42
Anhang F (informativ) Einzelheiten der Okulareinsätze.....		44
Anhang G (normativ) Herstellung der Okulareinsätze.....		45
G.1	Allgemeines	45
G.2	Mikroskope mit normalem Gesichtsfeld.....	45
G.3	Großfeldmikroskope.....	47
Anhang H (normativ) Grundlagen für die Berechnung der Richtreihenbilder		48
Anhang I (normativ) Regeln für die Klassierung.....		50
I.1	Definition von Klassen.....	50
I.2	Klassierung der Länge	50
I.3	Klassierung der Breite.....	50
I.4	Klassierung des Durchmessers	50
Anhang J (informativ) Vergleich von Einschlussarten in unterschiedlichen Normen.....		51
Anhang K (informativ) Ermittlung der größten Einschlüsse		52
Anhang L (informativ) Ermittlung des Messfeldes mit den größten Einschlussparametern.....		56
L.1	Allgemeines	56
L.2	Auswertung von M_n	56
L.3	Auswertung von M_n , M_L und M_d	56
L.4	Auswertung von M_n und M_a	56
Anhang M (informativ) Ermittlung des mittleren Einschlussgehaltes		60
M.1	Allgemeines	60
M.2	Auswertung von K_n , K_L und K_d	60
M.3	Auswertung von K_n und K_a	60
M.4	Begrenzte Auswertung.....	61
Anhang N (normativ) Berechnungsgrundlage für die Auswertung		71
N.1	Ermittlung der größten Einschlüsse	71
N.2	Ermittlung des Messfeldes mit den größten Einschlussparametern	71

N.2.1	Allgemeines	71
N.2.2	Berechnung von M_n	71
N.2.3	Berechnung von M_L	72
N.2.4	Berechnung von M_d	72
N.2.5	Berechnung von M_a	72
N.3	Ermittlung des mittleren Einschlussgehaltes	72
Anhang O (informativ) Randfehlerkorrektur		74
0.1	Allgemeines	74
0.2	Messung	74
0.3	Große Einschlüsse	74
Anhang P (normativ) Berechnung von Mittelwerten der Parameter für eine Klasse		76
Anhang Q (normativ) Mittelwerte der Parameter		77
Literaturhinweise		78

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN 10247:2016) wurde vom Technischen Komitee ECISS/TC 101 „Prüfverfahren für Stahl (andere als chemische Analysen)“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom AFNOR gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur CEN-Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument wird EN 10247:2007 ersetzen.

Die zahlreichen Änderungen in der aktuellen Überarbeitung ergeben sich aus nur wenigen grundlegenden Anpassungen. Die Grenze für das Verhältnis zwischen Länge und Breite von globularen Einschlüssen wurde von 1,3 auf 3 geändert (Anhang I) und die den Richtreihenbildern zugrunde gelegten mathematischen Grundsätze wurden eindeutiger definiert (Anhang H). Diese beiden Änderungen haben zu zahlreichen numerischen Änderungen in Tabelle 2 und Bild 11 geführt, wobei zusätzlich einige Klassen gelöscht und andere hinzugefügt wurden. Die Auswertungsregeln wurden geändert, insbesondere um die Bildung von Einschlusszeilen ab zwei Teilchen aufwärts zu ermöglichen (3.1.2, Anhang B), um die Bildung von Einschlusszeilen zwischen einer Einschlusszeile und einem einzelnen Teilchen auszuschließen (3.1.2) und die Klassierung von Einschlüssen nach Form, Anordnung und Farbe einheitlich zu definieren (Abschnitt 4, Anhänge A und B). Abschließend wurden die Formblätter zur Auswertung und zum Aufzeichnen umgestaltet, um die Handhabung zu vereinfachen (Anhänge K, L und M).

Einleitung

Dieses Dokument beschreibt Verfahren für die Auswertung von Einschlüssen in Stahl aufgrund ihrer Morphologie unter Verwendung von Richtreihenbildern.

Die Auswerteverfahren beruhen auf physikalischen Grundlagen, sodass die Ergebnisse mit Messungen von Einschlüssen verglichen werden können.

Die Richtreihenbilder sind über mathematische Gleichungen ermittelt worden. Gegenüber anderen Normen zur Auswertung von Einschlüssen beginnt in dieser Norm die Schreibweise der Klassenbezeichnung mit der Länge (Zeilenindex q).

Die Ergebnisse dürfen unmittelbar aus den Auswertungen der einzelnen Messfelder abgeleitet werden. Die erreichte Genauigkeit ist bei manueller Auswertung und rechnergesteuerten Messungen gleich.

Die Ergebnisse werden in physikalischen Einheiten angegeben: Länge in $\mu\text{m}/\text{mm}^2$, Anzahl/ mm^2 , Flächen in $\mu\text{m}^2/\text{mm}^2$.

1 Anwendungsbereich

Dieser Europäische Normentwurf legt ein Verfahren zur mikroskopischen Kennzeichnung von nichtmetallischen endogenen Einschlüssen unter Verwendung von Richtreihenbildern fest.

Das Verfahren gilt nicht für Teilchen mit einer Länge oder einem Durchmesser kleiner als 3,0 µm oder einer Breite kleiner als 2,0 µm. Sofern in einer Produktnorm oder durch Vereinbarung zwischen den Beteiligten für spezielle Produkte festgelegt, können Einschlüsse mit einer Breite kleiner als 2,0 µm ausschließlich nach ihrer Länge bewertet werden. Einschlüsse, deren Maße die in Tabelle 2 angegebenen oberen Grenzen überschreiten, werden als zugehörig zur größten Klasse gewertet und gesondert mit ihren tatsächlichen Maßen aufgezeichnet (siehe 7.5.6).

Es wird vorausgesetzt, falls Teilchen gestreckt sind oder falls zeilenförmige Anordnungen von Teilchen auftreten diese parallel zueinander liegen. Andere Anordnungen werden durch diesen Normentwurf nicht berücksichtigt. Dieser Europäische Normentwurf gilt für Proben mit mikroskopischen Agglomerationen unter der Annahme einer makroskopisch regellosen Verteilung.

Aus den mit den hier beschriebenen Verfahren erzielten Messwerten kann eine Auswertung nach anderen Normen abgeleitet werden.

Dieser Europäische Normentwurf gilt nicht für Automatenstähle.

ANMERKUNG Das Grundprinzip dieses Europäischen Normentwurfes ermöglicht die Bestimmung des Gehaltes an nichtmetallischen Einschlüssen mittels Bildanalysetechnik.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, sind normative Verweise und 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).

EN ISO/IEC 17025, *Allgemeine Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien (ISO/IEC 17025)*

ISO 9042, *Steels — Manual point counting method for statistically estimating the volume fraction of a constituent with a point grid*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

3.1 Allgemeine Begriffe

3.1.1

Teilchen

Grundeinheit für die Auswertung, im Allgemeinen nichtmetallisch

3.1.2

Einschlusszeile

Anordnung von mindestens 2 Teilchen, die normalerweise in einer Zeile liegen und die Abstandsbedingungen $e \leq 40 \mu\text{m}$ und $t \leq 10 \mu\text{m}$ erfüllen (siehe Bild 4 zu Abstandsbedingungen; Beispiele sind Anhang C zu entnehmen).

Anmerkung 1 zum Begriff: Teilchen mit $L < 3 \mu\text{m}$ oder $w < 2 \mu\text{m}$ werden nicht berücksichtigt (siehe Bild 5)

3.1.3

Einschluss

allgemeine Bezeichnung eines zu bewertenden Gebildes, das mindestens aus einem Teilchen besteht, in Verbindung mit Größe und Abstand der jeweiligen Bestandteile. Die Bezeichnung kann ein einzelnes Teilchen, eine einzelne Einschlusszeile oder eine Agglomeration von Einschlusszeilen beschreiben.

Anmerkung 1 zum Begriff: Einschlusszeilen, welche die Abstandsbedingungen $e \leq 40 \mu\text{m}$ und $t \leq 10 \mu\text{m}$ erfüllen, bilden eine Agglomeration von Einschlusszeilen (siehe Bild 4). Die Bildung von Einschlüssen durch Kombination von Einschlusszeilen und einzelnen Teilchen ist unzulässig.

Anmerkung 2 zum Begriff: Zusammengewachsene, gestreckte und globulare Teilchen (siehe Bild 6) werden in der Regel als ein Einschluss behandelt.

3.1.4

Messfläche

auf der polierten Oberfläche der Probe auszuwertende Fläche

3.2 Abstand

3.2.1

Abstand zwischen den Teilchen

Abstand e zwischen den Teilchen in Hauptverformungsrichtung und Abstand t senkrecht dazu (siehe Bild 3)

3.2.2

Abstand zwischen Einschlusszeilen

entspricht derjenigen Definition für die Abstände zwischen Teilchen (siehe Bild 4)

3.2.3

regellos

regellose Anordnung von Teilchen

Anmerkung 1 zum Begriff: Ein Beispiel ist Anhang C zu entnehmen. Diese Anordnung ist definiert für ein Gesichtsfeld.

3.3 Parameter

3.3.1

Länge

Abmessung eines Einschlusses in der Hauptverformungsrichtung, gewöhnlich größer als die Breite

3.3.2

Durchmesser

maximale Abmessung eines Einschlusses, der in Spalte 6 klassiert wurde (globulare Einschlüsse)

3.3.3

Breite

Abmessung des Einschlusses senkrecht zur Hauptverformungsrichtung

Anmerkung 1 zum Begriff: Bei Einschlüssen, die aus einem einzelnen Teilchen bestehen, ist die Breite die größte Abmessung senkrecht zur Hauptverformungsrichtung (siehe Bild 1).

Bei Einschlüssen, die aus einer einzelnen Einschlusszeile bestehen, ist die Breite die Breite des begrenzenden Rechtecks (siehe Bild 2).

Bei Einschlüssen, die aus einer Agglomeration von Einschlusszeilen bestehen, gelten drei Fälle:

- Fall a), zwei Einschlusszeilen für die gilt $0 \leq e \leq 40 \mu\text{m}$, $t \leq 10 \mu\text{m}$: die Breite dieses Einschlusses ist die Breite der breitesten Einschlusszeile [$w_{\text{total}} = w_1$; $w_1 > w_2$; siehe Bild 4 a)].

- Fall b), zwei Einschlusszeilen für die gilt $e < 0 \mu\text{m}$, $t \leq 10 \mu\text{m}$: die Breite dieses Einschlusses ist die Summe der Breiten der Einschlusszeilen und des Abstands t [$w_{\text{total}} = w_1 + w_2 + t$; siehe Bild 4 b)].
- Fall c), eine Agglomeration von mehr als zwei Einschlusszeilen: die Breite dieses Einschlusses ist die größte, durch Anwendung der Regeln der Fälle a) und b) erzielte Breite [siehe Bild 4 c)].

3.3.4 Fläche

Fläche der äquivalenten Ellipse, berechnet als $a = \frac{\pi}{4} \times L \times w_{\text{total}}$, oder, im Fall globularer Teilchen, $a = \frac{\pi}{4} \times d^2$ (siehe 3.3.3 und Bilder 1 und 2)

3.3.5 Formfaktor

der Formfaktor ist definiert als der Exponent f in der Gleichung

$$\frac{\pi/4 \times L^2}{a} = \left(\frac{L}{1\mu\text{m}} \right)^f \quad (3)$$

Anmerkung 1 zum Begriff: Zu Einzelheiten siehe Anhang D.

3.4 Klassen

3.4.1 gestrecktes Teilchen

Teilchen mit einem Verhältnis $L/w \geq 3$ (siehe Bild 1)

3.4.2 globulares Teilchen

Teilchen mit einem Verhältnis $L/w < 3$ (siehe Bild 1)

3.4.3 Art

Unterscheidung von Einschlüssen entsprechend ihrer Form, Anordnung und Farbe, sowie, wenn erwünscht, nach ihrer scheinbaren chemischen Zusammensetzung (siehe Anhang A)

3.5 Sonstiges

3.5.1 Schmelze

Menge eines Werkstoffs, die gleichzeitig hergestellt wurde und ähnlichen Arbeitsbedingungen unterlegen hat

3.5.2 begrenzte Auswertung

Ergebnisse der Ermittlung des mittleren Einschlussgehaltes, begrenzt auf Einschlüsse, die einen vorgegebenen Wert von Länge, Durchmesser oder Fläche über- und/oder unterschreiten oder auf Einschlüsse festgelegter Arten begrenzt sind

4 Symbole und Abkürzungen

Für die Anwendung dieses Dokuments, gelten die folgenden Symbole und Abkürzungen.

Symbol	Einheit	Benennung
a	μm^2	Fläche von Einschlüssen
b	mm	Breite eines Bleches
b		schwarz
c		farbig (rosa oder gelb) (gewöhnlich Nitride)
d	μm	Durchmesser von Einschlüssen
e	μm	Abstand zwischen den Teilchen (Längsrichtung)
f		Formfaktor
g		grau (gewöhnlich Sulfide)
i		Index für Einschlüsse
j		Index für Messfelder
k		Spaltennummer
m		Index für die Art der Einschlüsse
$\max$		Index für größte Werte von n, L, w, d, a (für j oder s)
n		Anzahl der ausgewerteten Teilchen, Einschlüsse
n_s		Anzahl der ausgewerteten Einschlüsse je Probe
p		Index für Teilchen
q		Zeilennummer
s		Index für Proben
t	μm	Abstand zwischen den Teilchen (Querrichtung)
u	μm	Skaleneinheit in einem Messokular eines Mikroskops
v	mm	Breite der polierten Fläche
w	μm	Breite von Einschlüssen
x		Variable
$\bar{a}$ oder $\bar{a}$		mittlerer Wert von $n, L, w, a...$

Symbol	Einheit	Benennung
α		regellos, Art der Einschlüsse: gestreckt
α_b		regellos, Art der Einschlüsse: gestreckt, schwarz
α_c		regellos, Art der Einschlüsse: gestreckt, farbig
α_g		regellos, Art der Einschlüsse: gestreckt, grau
β		zeilige Anordnung, Art der Einschlüsse: globular
β_b		zeilige Anordnung, Art der Einschlüsse: globular, schwarz
β_c		zeilige Anordnung, Art der Einschlüsse: globular, farbig
β_g		zeilige Anordnung, Art der Einschlüsse: globular, grau
γ		zeilige Anordnung, Art der Einschlüsse: gestreckt
γ_b		zeilige Anordnung, Art der Einschlüsse: gestreckt, schwarz
γ_c		zeilige Anordnung, Art der Einschlüsse: gestreckt, farbig
γ_g		zeilige Anordnung, Art der Einschlüsse: gestreckt, grau
δ		regellos, Art der Einschlüsse: globular
δ_b		regellos, Art der Einschlüsse: globular, schwarz
δ_c		regellos, Art der Einschlüsse: globular, farbig
δ_g		regellos, Art der Einschlüsse: globular, grau
A	μm^2	Fläche des Gesichtsfeldes auf der Probe
B	mm^2	polierte Oberfläche
D		Durchmesser eines Produktes
MD		Hauptverformungsrichtung (z. B. Walzrichtung)
G		Vergrößerung
H	μm	Länge des Messfeldes der Probe
K	$-, \mu\text{m}, \mu\text{m}^2/\text{mm}^2$	mittlerer Einschlussgehalt
L	μm	Länge eines Einschlusses
M	$-, \mu\text{m}, \mu\text{m}^2/\text{mm}^2$	Messfeld mit den meisten Einschlüssen

Symbol	Einheit	Benennung
N_j		Anzahl der Messfelder
N_s		Anzahl der Proben
P		größter Einschluss
Q		Faktor für Auswerteverfahren K
R		begrenzte Auswertung

Kombinierte Symbole können als Index oder in einer Linie geschrieben werden.

BEISPIEL	K_L, KL	Ermittlung des mittleren Einschlussgehaltes nach der Länge;
	n_j, nj	Anzahl der Einschlüsse in einem Feld;
	$\overline{n_j}, \overline{nj}$	mittlere Anzahl der Einschlüsse in einem Feld.

5 Grundlagen

Diese Norm besteht in einem Vergleich zwischen den in einem Gesichtsfeld beobachteten Einschlüssen und den Bildern einer Richtreihe. Die Richtreihe unterteilt Einschlüsse in vier unterschiedliche Arten nach ihrer Form (7.4/Anhang H). Die minimalen Voraussetzungen, um eine Auswertung durchzuführen, sind ein in das Beobachtungsfeld eingeblendetes Messfeld mit den Abmessungen 0,71 mm × 0,71 mm bei Vergrößerung 100 : 1 (siehe Bild 9), sowie die Bildrichtreihe oder alternativ eine Messskala im Beobachtungsfeld und Tabelle 2 dieses Normentwurfes.

Ein zu bewertender Einschluss nach dieser Norm kann ein Teilchen, eine Einschlusszeile oder ein Einschlusszeilenagglomerat sein. Alle Einschlüsse werden zu Ellipsen vereinfacht (siehe Bild 1), wobei für Einschlusszeilenagglomerate Sonderregeln gelten (3.1.2/Bild 4). Die Einschlüsse werden nach Morphologie, Anordnung und Einschlussgröße bewertet (Anhang A). Eine Bewertung nach Farbe und damit scheinbarer chemischer Zusammensetzung ist ebenfalls zulässig (Anhang A), obwohl diese Bewertung keinerlei Rückschlüsse über die Kristallstruktur und über die tatsächliche chemische Zusammensetzung liefert.

Die Länge des Einschlusses wird durch die Zuordnung zu Zeilen und die Breite zu Spalten der Richtreihenbilder abgeschätzt. Die Richtreihenbilder stellen die oberen Klassengrenzen dar. Nach der erfolgten Klassierung werden für alle weiteren Berechnungen die Klassenwerte der Tabelle 2 herbeigezogen.

Diese Norm liefert in Abhängigkeit vom gewählten Verfahren verschiedene Ergebnisse: Die größten Einschlüsse (Ermittlung der größten Einschlüsse), die größten Einschlussparameter in einem Gesichtsfeld (Ermittlung des Messfeldes mit den größten Einschlussparametern) und einen mittleren Einschlussgehalt (Ermittlung des mittleren Einschlussgehaltes). Sofern nicht in Produktnormen bestimmt, muss das vorzuziehende Verfahren für die jeweilige Stahlsorte von den Beteiligten vereinbart werden. Die Standardbewertungsverfahren sind die Ermittlung der größten Einschlüsse ($P_{L/d}$) und die Ermittlung des mittleren Einschlussgehaltes ($K_n, K_{L/d}$). Unabhängig vom Verfahren haben alle Ergebnisse physikalische Größen.

Die Anhänge M, N und P enthalten Beispiele für das Aufzeichnen und das Berechnen von Ergebnissen. Der nachstehende Abschnitt enthält eine kurze praktische Anleitung für die in dieser Norm festgelegte Auswertung.

6 Kurze praktische Anleitung

6.1 Grundregeln der Prüfung

a) Prüfungsvorbereitung

- 1) Proben sind zu entnehmen und vorzubereiten nach Abschnitt 7, Probenahme.
- 2) Die Messfläche und ein Anfangspunkt für die Messung sind festzulegen.

b) Untersuchung der Messfläche

- 1) Die gesamte Messfläche ist mit gewählter Vergrößerung (gewöhnlich 100:1) abzurastern.
- 2) Sämtliche Einschlüsse sind unter Verwendung des eingeblendeten Messfeldes oder eines Maßstabs auszuwerten.

c) Ausschluss Teilchen außerhalb des Anwendungsbereichs

- 1) Von der Auswertung sind sämtliche Teilchen mit einer Länge oder einem Durchmesser $< 3 \mu\text{m}$ oder einer Breite $< 2 \mu\text{m}$ auszuschließen (siehe 3.1.3, Einschluss).

d) Regeln für die Bewertung der Einschlüsse

- 1) Gestreckte sind von globularen Teilchen anhand des Verhältnisses zwischen Länge und Breite zu unterscheiden. Entsprechend den Klassen nach 3.4 sind Teilchen mit $L/w \leq 3$ globular und Teilchen mit $L/w > 3$ gestreckt.
- 2) Einschlüsse können aus einem einzelnen Teilchen, einer Einschlusszeile oder einem Einschlusszeilenagglomerat bestehen.
- 3) Die Abstandsbedingungen für das Zusammenschließen von Teilchen oder Einschlusszeilen sind $e \leq 40 \mu\text{m}$ und $t \leq 10 \mu\text{m}$ (siehe 3.1.3, Einschluss).
- 4) Einzelne Teilchen, die die Abstandsbedingungen nicht erfüllen, werden als einzelne Einschlüsse gewertet.
- 5) Eine Einschlusszeile wird zusammengefasst und als Einschluss gewertet, wenn mindestens zwei Teilchen die Abstandsbedingungen erfüllen.
- 6) Einschlusszeilen, die den Abstandsbedingungen entsprechen, werden zu einer Agglomeration von Einschlusszeilen zusammengefasst. Die Agglomeration wird als ein Einschluss gewertet (nicht die einzelnen Einschlusszeilen).
- 7) Einschlüsse, die aus unterschiedlichen Arten von Teilchen bestehen, werden entsprechend der vorherrschenden Fläche zuerst in Bezug auf die Morphologie und dann, wenn notwendig, nach der Farbe einem Einschlusstyp zugeordnet.
- 8) Einschlüsse, die länger als das Messfeld sind, werden entsprechend ihrer gesamten Abmessungen und nur einmal gewertet.
- 9) Einschlüsse mit einer Länge oder Breite außerhalb der Klassen nach dem Anwendungsbereich dieser Norm (oversized) werden der höchsten möglichen Klasse zugeordnet und gesondert mit ihren tatsächlichen Maßen im Bericht angegeben.

e) Bewertung der Einschlüsse

- 1) Unter Verwendung eines Maßstabs und der Richtreihe (oder Tabelle 2) werden die festgestellten Einschlüsse nach Morphologie, Anordnung und Größe klassiert und entsprechend den Parametern des gewählten Verfahrens ausgewertet (siehe Abschnitt 8, Arten der Auswertung).
- 2) Die Einschlüsse werden entsprechend ihrer Morphologie und Anordnung den Arten α , β , γ und δ zugeordnet. Ist eine Unterscheidung nach Farbe erforderlich, werden Einschlüsse den Arten EA, EC, EAB, EB, EAD und ED zugeordnet (siehe Anhang A).
- 3) Die Länge und die Breite eines Einschlusses werden anhand der Werte für die Klasse in der jeweiligen Zeile und Spalte des Richtreihenbildes abgeschätzt. Die Richtreihenbilder stellen die oberen Klassengrenzen dar.
- 4) Ein Einschluss wird in Zeile q eingeordnet, wenn für seine Länge L_x gilt:

$$L_{q-1} < L_x \leq L_q \text{ [}\mu\text{m]}$$

- 5) Ein Einschluss wird in Zeile k eingeordnet, wenn für seine Breite w_x gilt:

$$w_{q,k-1} < w_x \leq w_{q,k} \text{ [}\mu\text{m]}$$

Nach der Klassierung nach Länge und Breite beziehen sich alle weiteren Berechnungen (z. B. der Einschlussfläche) auf die Werte der Klasse nach Tabelle 2.

6.2 Auswertung nach den Standardverfahren

Verfahren P_L , P_d – Ermittlung der größten Einschlüsse anhand von Länge und Durchmesser (siehe 8.1, Verfahren P)

Für jede Art von Einschluss (α , β , γ , δ oder EA, EAD, EB, EAB, EC, ED) ist der Einschluss mit dem höchsten Wert des gewählten Parameters (L oder d) zu bewerten und aufzuzeichnen. Das Aufzeichnungsformblatt K.1 kann für die Dokumentation verwendet werden (siehe Anhang K).

Das Ergebnis ist der Mittelwert der Einzelwerte aller geprüften Proben.

Verfahren K_n , K_L und K_n , K_d – Ermittlung des mittleren Einschlussgehaltes nach Anzahl sowie nach Länge und Durchmesser (siehe 8.3 und Anhang M)

Jeder Einschluss der gewählten Arten (α , β , γ , δ oder EA, EAD, EB, EAB, EC, ED) ist entsprechend des gewählten Parameters (L oder d) zu bewerten und aufzuzeichnen. Es sorgfältig darauf zu achten, dass jeder Einschluss genau einmal aufgezeichnet wird. Die untersuchte Fläche ist aufzuzeichnen. Das Aufzeichnungsformblatt M.2 kann für die Dokumentation verwendet werden (siehe Anhang M).

Das Ergebnis ist ein mittlerer Einschlussgehalt. Das Berechnungsformblatt M.3 kann für die Bestimmung dieses Ergebnisses verwendet werden (siehe Anhang M).

7 Probenahme

7.1 Allgemeines

Soweit in den Technischen Lieferbedingungen nicht anders festgelegt, gelten die folgenden Anforderungen.

7.2 Mindestumformgrad

Die Form der Einschlüsse hängt sehr stark von dem Umformgrad des Stahls ab. Die Richtreihe kann nur verwendet werden, wenn die Form der Einschlüsse in der Probe mit derjenigen in den Richtreihenbildern verglichen werden kann.

ANMERKUNG Je geringer der Umformgrad, desto höher ist die Wahrscheinlichkeit, dass Poren im Metall verbleiben. Eine unzureichende Unterscheidung zwischen Poren und Einschlüssen wird das Endergebnis beeinflussen.

7.3 Größe und Anordnung der Messfläche

Die polierte Oberfläche der zur Ermittlung des Einschlussgehaltes verwendeten Probe sollte mindestens 200 mm² umfassen (z. B. 20 mm × 10 mm) und muss parallel zur Hauptverformungsrichtung (z. B. der Walzrichtung) liegen.

Die Probenahme und die Anzahl der Proben müssen in der Produktnorm festgelegt oder zwischen den Beteiligten vereinbart werden.

Liegt keine Vereinbarung vor, muss die Probenahme wie folgt vorgenommen werden, siehe Bild 8:

- a) Stabstahl oder Knüppel mit einem Durchmesser von über 50 mm: Die Messfläche muss mittig zwischen Oberfläche und Mitte liegen. Die längere Seite muss senkrecht und die kürzere Seite muss parallel zur Hauptverformungsrichtung liegen (siehe Bild 8 a);
- b) Stabstahl mit einem Durchmesser kleiner gleich 50 mm, aber größer als 25 mm: Die zu prüfende Fläche umfasst den halben Querschnitt (von der Mitte bis zur Außenkante der Probe) (siehe Bild 8 b);
- c) Stabstahl mit einem Durchmesser kleiner gleich 25 mm: Die zu prüfende Fläche umfasst den gesamten Querschnitt (siehe Bild 8 c);
- d) Bleche mit einer Dicke kleiner als 25 mm: Die Probe umfasst die gesamte Dicke (siehe Bild 8 d);
- e) Bleche mit einer Dicke zwischen 25 mm und 50 mm: Die Probe umfasst die halbe Dicke, Lage zwischen Oberfläche und Mitte;
- f) Bleche mit einer Dicke größer als 50 mm: Die Probe umfasst ein Viertel der Dicke. Die Probenlage ist nicht festgelegt.

Die Anordnungen der Messflächen bei Rohren sind in Bild 8 e angegeben.

Für dünne Produkte könnte eine Probe aus mehreren Einzelblechen zusammengesetzt sein. In diesem Fall ist die Messfläche eines Bleches kleiner als 200 mm².

Für alle anderen Produkte müssen die Probenahmeverfahren zwischen den Beteiligten vereinbart werden.

7.4 Anzahl der Proben

Einzelne Proben ergeben keinen kennzeichnenden Wert für den Gehalt an Einschlüssen einer Schmelze oder eines Loses. Aus diesem Grund müssen die Prüfungen mit mehreren Proben durchgeführt werden. Falls die Anzahl der auszuwertenden Proben nicht in der Produktnorm oder durch besondere Vereinbarung festgelegt ist, muss der Einschlussgehalt an mindestens sechs Proben geprüft werden.

7.5 Probenvorbereitung

Die Probe muss so geschnitten werden, dass eine für die Prüfung geeignete Oberfläche entsteht. Um eine ebene Oberfläche zu erzeugen und Abrundungen der Kanten beim Polieren der Proben zu vermeiden, dürfen die Proben mechanisch eingefasst oder eingebettet werden.

Beim Polieren der Proben ist es wichtig, jegliches Verformen oder Herausreißen von Einschlüssen oder Fremdschichten auf der polierten Fläche zu vermeiden, sodass die Oberfläche so sauber wie möglich ist und das Erscheinungsbild der Einschlüsse nicht beeinflusst wird. Diese Vorsichtsmaßnahmen sind vor allem bei kleinen Einschlüssen von besonderer Bedeutung. Es wird empfohlen, Diamantpaste für das Polieren zu verwenden. Die Art des Schmiermittels kann von der Art der Einschlüsse abhängen (Wasser kann ein unzulässiges Schmiermittel für einige Arten von Einschlüssen, z. B. Sulfide sein). Teilchen des Schleif- und Poliermittels dürfen nicht in die polierte Oberfläche eingedrückt werden. In bestimmten Fällen kann es notwendig sein, die Proben vor dem Polieren zu härten, damit die Einschlüsse nicht herausgerissen werden.

8 Prüfverfahren

8.1 Vergrößerung

Die Länge des Messfeldes von 710 µm ist zu verwenden, sofern nicht anders festgelegt. Ist es nicht möglich, diesen Wert zu verwenden, können andere Vergrößerungen gewählt werden; dies muss im Prüfbericht angegeben werden. Die Vergrößerung darf während einer Auswertung nicht geändert werden.

Bei der Auswertung von Bildern muss die Auflösung des Bildes höher sein als die kürzeste zu bestimmende Länge. Bei hundertfacher Vergrößerung (10×-Linse) sollte der Kalibrierfaktor 1 µm/Pixel oder genauer betragen und an die optische Auflösung des vollständigen Systems angepasst werden, die im Idealfall bis zu 0,3 µm beträgt.

Die Vergrößerung G ist nur durch die Größe des Messfeldes auf der Probe definiert. Für die Auswertung nach der Richtreihe mit unterschiedlichen Vergrößerungen wird die Länge H der Kante des Messfeldes auf der Probe einen drei folgenden Werte aufweisen: $H = 355 \mu\text{m}$, $H = 710 \mu\text{m}$, $H = 1\,420 \mu\text{m}$.

Diese Werte müssen mit einer Messgenauigkeit von $\pm 0,02 \text{ mm}$ für die manuelle Auswertung eingehalten werden. Die Fläche A eines Messfeldes auf der Probe ist in Tabelle 1 angegeben:

Tabelle 1 — Fläche A abhängig von der Länge des Messfeldes

H µm	A mm ²	Vergrößerung -
355	0,13 (0,126)	200:1
710	0,50 (0,504)	100:1
1 420	2,0 (2,016)	50:1

BEISPIEL Siehe Anhang E.

Zur Unterscheidung von Teilchen nach ihrer Farbe ist auch Abrastern zulässig. Die kleinsten zu bestimmenden Teilchen sollten mit mindestens 10 Pixeln abgebildet sein.

8.2 Mikroskopeinstellungen für die bildanalytische und die manuelle Auswertung

Für die automatische Teilchenerkennung sollte der gesamte dynamische Bereich von 8-Bit-Grauwerten und/oder -Farbwerten eingesetzt werden. Für das Erreichen der größtmöglichen Bilddynamik sollten das

Mikroskop und die digitale Bildquelle entsprechend den Herstellerempfehlungen eingestellt werden. Die Bildquelle sollte, sofern sie über eine Gammaeinstellung (Gammakorrektur) verfügt, auf einen Gamma-korrekturwert von 1 eingestellt werden.

Die Matrix sollte am oberen Ende der Graustufenskala (> 200) als annähernde Normalverteilung liegen. Alles außerhalb dieser Matrixnormalverteilung in Richtung Graustufe 0 (schwarz) sollte als Teilchen angesehen werden. Für den Fall der Unterscheidung zwischen grauen und schwarzen Teilchen darf dieser Bereich erneut unterteilt werden. In der Regel wird schwarz als der Bereich von 0 bis 130 und grau als der Bereich von 131 bis etwa 180 definiert. Diese Bereiche sind weder absolut noch normativ. Die Segmentierung sollte im Graustufenbild überprüft werden. Das Flickerverfahren ist ein für diesen Zweck anerkanntes Verfahren.

Die Farbbildauswertungen sollten vergleichbar gehandhabt werden.

8.3 Gesichtsfeld

Bei einer Vergrößerung entsprechend $H = 710 \mu\text{m}$ ist das quadratische Messfeld definiert durch ein entsprechend geätztes Glas im Okular wie in Bild 9 festgelegt. Für Großfeldmikroskope dürfen ein geätztes Glas entsprechend den Definitionen in Bild 10 verwendet werden.

In dieses geätzte Glas sind zusätzliche Informationen eingearbeitet (siehe Anhang F), und Angaben zur Herstellung dieser Messeinsätze sind in Anhang G gegeben.

Eine Skaleneinheit in dem Okulareinsatz beträgt $10 \mu\text{m}$ für $H = 710 \mu\text{m}$. Der genaue Wert muss durch eine Kalibrierung ermittelt werden.

Bei bildanalytischer Auswertung kann bei Einsatz des Auswerteverfahrens K (siehe 8.3) das Gesichtsfeld die gesamte Bildfläche der Kamera einnehmen. In diesem Fall ist eine geeignete Randkorrektur vorzusehen.

8.4 Festlegung der Richtreihenbilder

8.4.1 Größe und Form

Als Form der Einschlüsse wird eine Ellipse angenommen, siehe Bild 1 und Bild 2. Von dieser idealen Form abweichend sind die tatsächlichen Bilder der Richtreihe so gezeichnet worden, dass sie möglichst wirklichkeitsgetreu erscheinen mit entsprechenden Änderungen von Größe und Form (siehe Bild 11).

ANMERKUNG Die kleinen Einschlüsse sind nur in den Richtreihenbildern der Originalgröße der offiziellen Richtreihe sichtbar, nicht in Bild 11.

8.4.2 Parameter

Einschlüsse können unter Verwendung der Parameter Anzahl n , Länge L , Breite w und Fläche a beschrieben werden. Die Parameter n , L und w werden direkt gemessen oder geschätzt, während a unter Verwendung der Werte nach Tabelle 2 berechnet wird.

8.4.3 Anordnung der Bilder

Die Bilder der Richtreihe sind in horizontalen Zeilen q und vertikalen Spalten k angeordnet (siehe Bild 11). Die Spalten 1 bis 5 enthalten Ellipsen mit unterschiedlichen Breiten, womit gestreckte Einschlüsse wiedergegeben werden. Spalte 6 enthält Kreise zur Kennzeichnung globularer Einschlüsse. Die Spalten 7 bis 11 geben globulare Einschlüsse wieder, die in Zeilen angeordnet sind. Die Abmessungen entsprechen den Werten, die für die Spalten 1 bis 5 angegeben sind. Spalte 12 zeigt unterschiedliche Anzahlen von Einschlüssen je Messfeld, um das Zählen durch eine Schätzung ersetzen zu können (siehe 8.4.2).

Die Spalte links der Spalte 1 zeigt Einschlüsse mit einer Breite von 2 µm und einer Länge, die der größten Länge der jeweiligen Zeile entspricht. Oberhalb der Richtreihenbilder sind die Arten der Einschlüsse nach Anhang A angezeigt.

Die Bilder stellen die oberen Klassengrenzen dar. Eine Klasse ist gekennzeichnet durch die Nummer der Zeile q und der Spalte k in dieser Reihenfolge.

BEISPIEL Die Klassenbezeichnung 3.4 kennzeichnet die Klasse, Zeile 3 und Spalte 4.

Zu Einzelheiten siehe Anhang I.

8.5 Durchführung

8.5.1 Allgemeines

Die vorbereitete Probe wird unter das Mikroskop gelegt, gewöhnlich bei einer Vergrößerung von 100:1. Zur einfacheren Handhabung dürfen Okulareinsätze entsprechend der Beschreibung in Bild 9 und Bild 10 verwendet werden. In jedem Gesichtsfeld werden die Einschlüsse nach Form, Anordnung und Größe im Vergleich mit den Bildern der Richtreihe klassiert, wobei für jeden Einschluss zunächst die Nummer der Zeile und daraufhin die Nummer der Spalte der Klasse bestimmt wird. Für diesen Vergleich müssen die Richtreihenbilder in Originalgröße verwendet werden, nicht die Bilder in Bild 11. Einschlüsse dürfen zusätzlich nach Farbe klassiert werden.

Statt der Verwendung der Richtreihenbilder dürfen Einschlüsse ebenfalls durch Messen und Vergleichen mit den Werten nach Tabelle 2 bewertet werden.

8.5.2 Mehrere Einschlüsse unterschiedlicher Größe in einem Gesichtsfeld

8.5.2.1 Allgemeines

Um die Auswertung mehrerer Einschlüsse in einem Gesichtsfeld zu vereinfachen, können folgende Vorgehensweisen für Länge, Breite oder Fläche (indirekt) angewendet werden.

8.5.2.2 Gestreckte Einschlüsse

Bis zu drei gestreckte Einschlüsse werden getrennt ausgewertet. Falls mehr als 3 Einschlüsse in einem Gesichtsfeld vorliegen, muss die Auswertung in drei Schritten durchgeführt werden.

- a) Einschlüsse mit einer Länge größer als ein Viertel der Länge des längsten vorliegenden Einschlusses werden entsprechend der Richtreihe einzeln ausgewertet.
- b) Für den Rest der Einschlüsse werden die mittlere Länge aller Einschlüsse und deren mittlere Breite geschätzt. Anhand dieser Parameter erfolgt die Klassierung entsprechend der Richtreihe (Zeile, Spalte und Nummer).
- c) Die Anzahl der Einschlüsse wird für die in Schritt b) festgelegte Klasse aufgezeichnet. Diese Anzahl kann unter Verwendung von Spalte 12 geschätzt werden (siehe Bild 11).

8.5.2.3 Globulare Einschlüsse

Einschlüsse größer gleich 11 µm müssen einzeln ausgewertet werden. Andernfalls hat die Auswertung in drei Schritten zu erfolgen:

- a) Einschlüsse mit einem Durchmesser größer als die Hälfte des Durchmessers des größten Einschlusses im Messfeld werden entsprechend der Richtreihe einzeln ausgewertet.

- b) Für den Rest der Einschlüsse wird der mittlere Durchmesser geschätzt und dieser Wert durch Vergleich mit den Bildern der Spalte 6 der Richtreihe klassiert.
- c) Die Anzahl der Einschlüsse wird für diese Klasse ermittelt und aufgezeichnet. Diese Anzahl kann unter Verwendung der Spalte 12 geschätzt werden (siehe Bild 11).

8.5.3 Abrastern der Probe

Für alle Ermittlungen muss die gesamte Messfläche abgerastert werden.

8.5.4 Ermittlung und Auswertung

Drei Arten der Ermittlung sind festgelegt und werden entsprechend der Vereinbarung mit dem Kunden oder der Produktnorm angewendet:

- a) Ermittlung der größten Einschlüsse (siehe 8.1);
- b) Ermittlung des Messfeldes mit den größten Einschlussparametern (siehe 8.2);
- c) Ermittlung des mittleren Einschlussgehaltes (siehe 8.3).

Für die Ermittlung des mittleren Einschlussgehaltes kann die Auswertung nach 3.5.2 begrenzt sein oder für jede Spalte einzeln durchgeführt werden. Diese Begrenzungen müssen in den Produktnormen festgelegt sein.

8.5.5 Beurteilung unterschiedlicher Arten von Einschlüssen

Dieser Europäische Norm-Entwurf bezieht sich lediglich auf die Größe, die Form und die Anordnung von Einschlüssen. Als zusätzliche Kennzeichnung können die Farben berücksichtigt werden (siehe Anhang A.) Weitere Angaben und Beispiele sind in Anhang C gegeben.

Klassen der Arten und Anordnungen von Einschlüssen können mit denen anderer Normen verglichen werden (siehe Anhang J).

8.5.6 Aufzeichnung der Ergebnisse

Für die Aufzeichnung und abschließende Berechnung der Ergebnisse wird empfohlen, die Formblätter nach Anhang K, Anhang L und Anhang M oder davon abgeleitete Formblätter zu verwenden, die den Anforderungen der jeweiligen Prüfstellen angepasst sind.

Im Normalfall müssen heterogene Einschlüsse, die teilweise oder vollständig umschlossen sind, als jeweils ein Einschluss betrachtet werden.

Ob Einschlüsse mit unterschiedlichen Teilchen nach Bild 6, Beispiel 2, als getrennte Arten oder als ein Teilchen oder als 2 Arten gemischter Teilchen bewertet werden sollen, muss in der Produktnorm oder durch Vereinbarung zwischen den Beteiligten festgelegt werden. Ohne Vereinbarung muss ein Einschluss der sowohl aus gestreckten als auch aus globularen Teilchen besteht, nach der überwiegenden Fläche in Bezug auf Form und anschließend, wenn erforderlich, nach der überwiegenden Fläche in Bezug auf Farbe ausgewertet werden.

Zahlenwerte kleiner als 10 werden auf zwei Stellen hinter dem Komma genau angegeben, alle anderen Zahlenwerte werden mathematisch auf ganze Zahlen gerundet.

In Abwesenheit besonderer Vereinbarungen werden Einschlüsse, deren Länge und/oder Breite den Höchstwert der jeweiligen Klasse überschreitet/-n, der größtmöglichen Klasse zugeordnet. Während der nachfolgenden Auswertung werden sie unter Verwendung der Parameter jener Klasse berücksichtigt, der sie

zugeordnet wurden. Darüber hinaus werden sie im Prüfbericht gesondert als übergroße Einschlüsse mit ihrer tatsächlichen Länge und Breite angegeben.

Statt der Bezeichnungen der Arten α , β , γ , δ (grau/schwarz, farbig) können die Gruppenbezeichnungen EA, EB, EC, ED, EAB, EAD und EF (EFB, EFD) verwendet werden. Die Verwendung der Gruppenbezeichnungen kann zum Verlust von Informationen bezüglich der Anordnung von Einschlüssen (regellos oder zeilig) führen.

9 Arten der Auswertung

9.1 Ermittlung der größten Einschlüsse: Verfahren P

9.1.1 Grundlage

Die gesamte Messfläche muss Messfeld für Messfeld abgerastert werden. Die Messfeldgröße beträgt in jedem Fall $H = 710 \mu\text{m}$, siehe 7.1. In jeder Messfläche wird für jede Art von Einschlüssen lediglich der Einschluss mit dem größten Wert des ausgewählten Parameters (L , d oder a) durch Vergleich mit den Richtreihenbildern ausgewertet und aufgezeichnet.

Ein Einschluss, der den Messfeldrand schneidet, muss durch Verfahren der Probe mit dem Mikroskoptisch in das Messfeld verschoben werden.

Das Ergebnis der Auswertung ist der Mittelwert der an N_s Proben gemessenen Einzelwerte.

Die diesem Auswerteverfahren zu Grunde liegenden Gleichungen sind in Anhang N zusammengestellt.

Formblätter zum Aufzeichnen und Berechnen sind mit Erläuterungen und Beispielen in Anhang K zusammengestellt.

9.1.2 Auswertung von P_L (größte Länge)

Die Auswertung kann als Zählung der größten Länge P_L durchgeführt werden. Bei dieser Auswertung wird nur die Zeilennummer des größten Einschlusses in der Messfläche entsprechend den Richtreihenbildern aufgezeichnet. Das Endergebnis P_L ist der Mittelwert von N_s Proben.

9.1.3 Auswertung von P_d (größter Durchmesser)

Diese Auswertung gilt für globulare Einschlüsse. Die Auswertung ist mit der von P_L vergleichbar, allerdings begrenzt auf Spalte 6.

9.1.4 Auswertung von P_a (größte Fläche)

Die Auswertung kann als Zählung der größten Fläche P_a durchgeführt werden. Es wird lediglich der Einschluss mit der größten Fläche aufgezeichnet. Dies wird erreicht durch eine Klassierung nach Länge und Breite und durch Verwendung der entsprechenden Zeilen- und Spaltennummer, um die jeweilige Fläche aus Tabelle 2 zu entnehmen.

9.2 Ermittlung des Messfeldes mit den größten Einschlussparametern: Verfahren M

9.2.1 Grundlage

Der Wert entsprechend Verfahren M wird durch Abrastern der gesamten Messfläche ermittelt. Die Messfeldgröße beträgt in jedem Fall $H = 710 \mu\text{m}$ (100:1), siehe 7.1.

Für jede Probe und für jede Art von Einschlüssen wird nur das Messfeld ausgewertet, in dem Einschlüsse mit dem größten Wert des gewählten Parameters (n , L , w oder a) vorliegen, und die entsprechende Zeilen- und Spaltennummer werden aufgezeichnet.

Ein Einschluss, der den Messfeldrand schneidet, muss durch Verfahren der Probe mit dem Mikroskopisch in das Messfeld verschoben werden.

Das Ergebnis der Auswertung ist der Mittelwert der an N_s Proben gemessenen Einzelwerte.

Formblätter zum Aufzeichnen und Berechnen mit Kommentaren und Beispielen sind in Anhang L zusammengestellt. Die diesem Verfahren zu Grunde liegenden Gleichungen sind in Anhang N angegeben.

9.2.2 Auswertung von M_n (Auswertung nach Anzahl)

Für jede Probe wird für jede Art der Einschlüsse lediglich die größte in einem Messfeld festgestellte Anzahl M_{ns} aufgezeichnet.

Liegen nur wenige Einschlüsse vor, werden sie gezählt. Andernfalls kann ihre Anzahl unter Verwendung von Bild 11, Spalte 12, geschätzt werden. Für N_s Proben ist M_n der Mittelwert der einzelnen Werte M_{ns} .

9.2.3 Auswertung von M_L (Auswertung nach Länge)

Für die gesamten Messflächen jeder Probe s wird nur das Messfeld ausgewertet, das die größte kumulierte Länge aller Einschlüsse einer bestimmten Einschlussart enthält. Für eine Probe ist dieser Wert M_{Ls} .

Die Längen aller Einschlüsse müssen berücksichtigt werden.

Für N_s Proben ist M_L der Mittelwert der einzelnen Werte M_{Ls} .

9.2.4 Auswertung von M_d (Auswertung nach Durchmesser)

Für N_s Proben ist M_d der Mittelwert der Einzelwerte M_{ds} , die wie die Werte M_{Ls} ausgewertet werden.

9.2.5 Auswertung von M_a (Auswertung nach Fläche)

Es wird lediglich das Messfeld mit der größten Flächensumme aller Einschlüsse einer bestimmten Art ausgewertet. Für eine Probe ist dieser Wert M_{as} .

9.3 Ermittlung des mittleren Einschlussgehaltes: Verfahren K

9.3.1 Grundlage

Das Auswerteverfahren K ergibt einen Mittelwert eines Parameters für gesamte Messfläche. Der Messwert K wird durch Abrastern der gesamten Messfläche ausgewertet.

Im Auswerteverfahren K können berechnet werden:

- a) die Anzahl (K_n) oder Anzahl und Länge (K_n , K_L) oder Anzahl und Fläche (K_n , K_a) für gestreckte Einschlüsse;
- b) die Anzahl (K_n) oder Anzahl und Durchmesser (K_n , K_d) oder Anzahl und Fläche (K_n , K_a) für globulare Einschlüsse.

Die Gesamtanzahl der ausgewerteten Messfelder N_j muss einschließlich der leeren Messfelder gezählt werden.

Die Gleichungen, die diesem Auswerteverfahren zu Grunde liegen, sind in Anhang N, Anhang P und Anhang Q zusammengestellt. Formblätter zur Auswertung und zum Berechnen sind mit Kommentaren und Beispielen in Anhang M gegeben.

9.3.2 Abrastern einer Probe für die Ermittlung des mittleren Einschlussgehaltes

Die Messfläche wird Messfeld für Messfeld abgerastert. Für jede Auswertung von Werten, die eine Größe beinhalten, muss eine Randfehlerkorrektur durchgeführt werden, um sicherzustellen, dass jeder Einschluss nur einmal erfasst wird (siehe Anhang O).

9.3.3 Auswertung

9.3.3.1 Vollständige Auswertung

Die Werte der für die Klassierung definierten Parameter (siehe Tabelle 2) sind obere Grenzwerte (siehe Anhang I). Für die Auswertung der Mittelwerte werden die Parameter jeder Klasse unter Verwendung des Faktors Q gemittelt (siehe Tabelle Q.1). Unabhängig von der verwendeten Vergrößerung ergibt das in Anhang I beschriebene Verfahren unter Anwendung von Tabelle 2 stets die korrekte Klassierung. Für die Klassierung anhand des Vergleichs mit Richtreihenbildern wird eine Vergrößerung von 100:1 empfohlen.

9.3.3.2 Begrenzte Auswertung

Vor der Auswertung darf entschieden werden, ausschließlich Einschlüsse innerhalb eines festgelegten Größenbereichs aufzuzeichnen. Einzelheiten sind in Anhang M, Tabellen M.6 und M.7, angegeben.

9.3.4 Auswertung von K_n , K_L für gestreckte sowie K_n , K_d für globulare Einschlüsse

Für jede Probe wird die Anzahl für jede Art von Einschlüssen entsprechend den Zeilen der Richtreihenbilder aufgezeichnet. Ein Beispiel ist in Tabelle M.2 gegeben.

Nach Abschluss der Abrasterung wird die gesamte Anzahl der Einschlüsse je Zeile wie in Tabelle M.2 aufgezeichnet und die abgerasterte Gesamtfläche ermittelt.

Die Ergebnisse können unter Verwendung eines zweiten Formblattes berechnet werden, z. B. nach Tabelle M.3.

Dieses zweite Formblatt enthält alle Angaben zur Berechnung von K_n und K_L für gestreckte Einschlüsse der Arten α , γ und β sowie von K_n und K_d für globulare Einschlüsse der Art δ . Diese Formblätter ermöglichen auch eine Berechnung der mittleren Einschlussgrößen je nach Einschlusstyp.

9.3.5 Auswertung von K_n und K_a

Jede Probe wird durch Ermitteln der Anzahl von Einschlüssen entsprechend der Zeile und Spalte ausgewertet.

Einzelheiten der Auswertung können Anhang M entnommen oder anhand der in Anhang N, Anhang P und Anhang Q aufgeführten Gleichungen hergeleitet werden.

Das Verfahren zur Ermittlung von K_a kann nicht angewendet werden, um den wahren Volumenanteil zu ermitteln. Dies ist in ISO 9042 festgelegt.

10 Prüfbericht

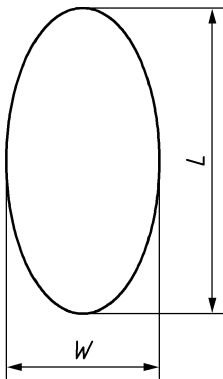
Die Prüfergebnisse müssen entsprechend den diesbezüglichen Festlegungen nach EN ISO/IEC 17025 angegeben werden, und der Prüfbericht muss die folgenden Angaben enthalten:

- Verweisung auf diesen Europäischen Norm-Entwurf;
- Stahlsorte und, sofern anwendbar, Angabe des Herstellungsprozesses;
- Form und Abmessung des Produktes, aus dem die Proben entnommen wurden;
- angewendetes Auswerteverfahren nach Abschnitt 8 unter Angabe jeglicher besonderer Bedingung;
- Ergebnis der Auswertung entsprechend der Anforderung der Produktnorm oder entsprechend besonderer Vereinbarungen zwischen den Beteiligten;
- jede Besonderheit, die möglicherweise während der Prüfung aufgetreten ist;
- die verwendete Vergrößerung, wenn sie nicht 100:1 beträgt;
- Verweisung auf die bildanalytische Auswertung.

Tabelle 2 — Länge L , Breite w und Fläche a für die Richtreihenbilder

			Einzelne und zusammenhängende gestreckte Einschlüsse sowie Einschlusszeilen globularer Einschlüsse Spalten 1 bis 5 und 7 bis 11					Globulare Einschlüsse Spalte 6
			Länge $L \geq 3 \mu\text{m}$ und Breite $w \geq 2 \mu\text{m}$					$d \geq 3 \mu\text{m}$
Zeile q	$L \mu\text{m}$		1 oder 7	2 oder 8	3 oder 9	4 oder 10	5 oder 11	6
1	5,50	$w \mu\text{m}$						5,50
		$a \mu\text{m}^2$						24
2	11	$w \mu\text{m}$			3,00	8,00		11
		$a \mu\text{m}^2$			25	70		97
3	22	$w \mu\text{m}$			4,00	11		22
		$a \mu\text{m}^2$			70	197		387
4	44	$w \mu\text{m}$			6,00	16		44
		$a \mu\text{m}^2$			197	558		
5	89	$w \mu\text{m}$		3,00	8,00	23	64	89
		$a \mu\text{m}^2$		197	558	1577	4461	6186
6	178	$w \mu\text{m}$		4,00	11	32	91	178
		$a \mu\text{m}^2$		558	1577	4461	12618	24745
7	355	$w \mu\text{m}$		6,00	16	45	128	355
		$a \mu\text{m}^2$		1577	4461	12618	35688	98980
8	710	$w \mu\text{m}$	3,00	8	23	64	181	
		$a \mu\text{m}^2$	1577	4461	12618	35688	100942	
9	1420	$w \mu\text{m}$	4,00	11	32	91	256	
		$a \mu\text{m}^2$	4461	12618	35688	100942	285508	

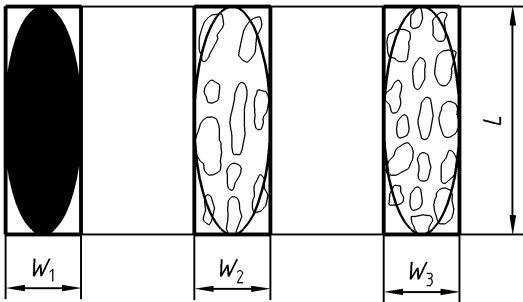
ANMERKUNG Einschlüsse mit einem Verhältnis $L/w < 3,0$ werden als globulare Einschlüsse betrachtet, siehe Bild 1a. Die Werte in Tabelle 2 sind für sämtliche Auswertungen bindend.



Legende

L/w	Form	a
< 3	globular	$\frac{\pi}{4} L^2$
≥ 3	gestreckt	$\frac{\pi}{4} Lw$

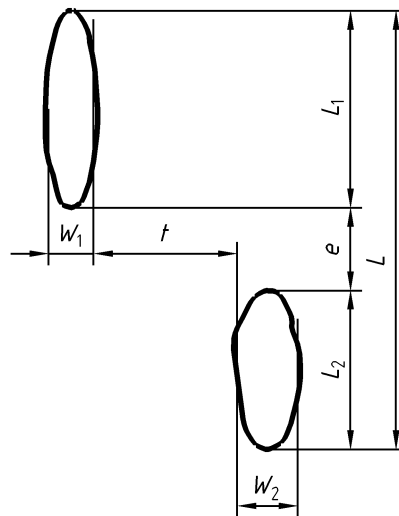
Bild 1 — Definition von Standardformen



Legende

$w_1 = w_2 = w_3 = w$ $a_1 = a_2 = a_3 = a = L \times w \times \frac{\pi}{4} \approx 0,8 \times L \times w$

Bild 2 — Drei unterschiedliche Einschlüsse mit derselben Länge L , Breite w und Fläche a der umschlossenen Bereiche



Legende

Falls $e \leq 40 \mu\text{m}$ und $t \leq 10 \mu\text{m}$

$$L = L_1 + e + L_2$$

$$w = w_1 + t + w_2$$

2 Teilchen – 1 Einschlusszeile – 1 Einschluss

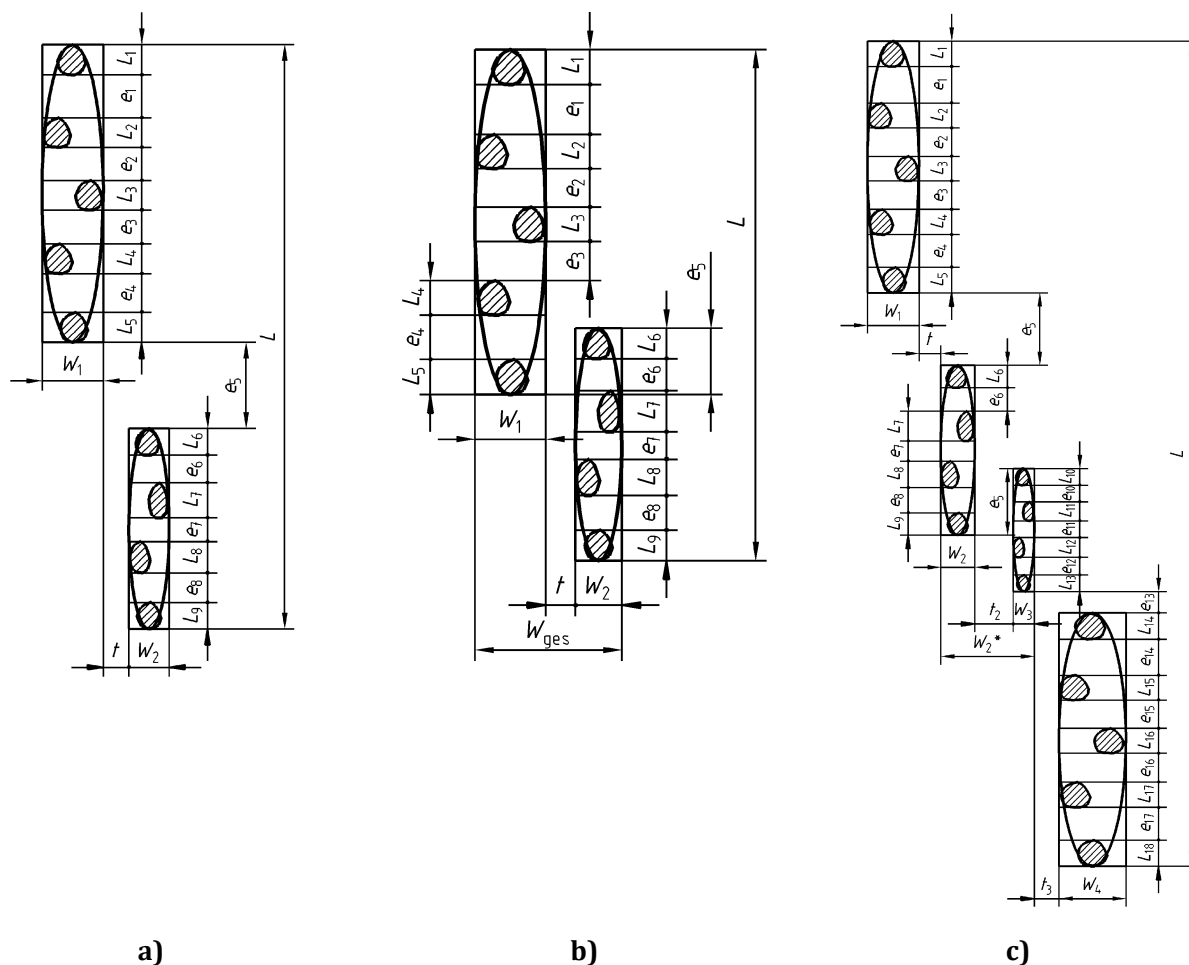
Falls $e > 40 \mu\text{m}$ oder $t > 10 \mu\text{m}$

$$L_1 = L_1 \quad w_1 = w_1$$

$$L_2 = L_2 \quad w_2 = w_2$$

2 Teilchen – keine Einschlusszeile – 2 Einschlüsse

Bild 3 — Definition von Einschlüssen auf der Grundlage von Abstandsbedingungen



Legende

$$w_1 > w_2$$

$$0 \leq e_5 \leq 40 \mu\text{m}$$

$$t \leq 10 \mu\text{m}$$

$$w_{\text{total}} = w_1$$

w = Breite der in das begrenzende Rechteck eingeschriebenen Ellipse mit derselben Länge wie die Einschlusszeile

n = Anzahl der Teilchen

Falls alle $t \leq 10 \mu\text{m}$ und falls e_1 bis e_{17} alle $\leq 40 \mu\text{m}$

$$L = L_1 + e_1 + L_2 + e_2 \dots e_{17} + L_{18}$$

$$L = L_n + \sum_{x=1}^{n-1} (L_x + e_x)$$

$$w_1 > w_2$$

$$e_5 < 0 \mu\text{m}$$

$$t \leq 10 \mu\text{m}$$

$$w_{\text{total}} = w_1 + t + w_2$$

$$w_2^* = w_2 + t_2 + w_3$$

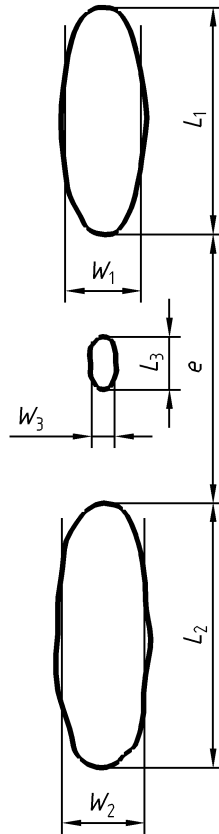
$$w_2^* \Rightarrow w_4 > w_1 > w_2 > w_3$$

$$e_9 < 0, 0 \leq e_5, e_{13} < 40 \mu\text{m}$$

$$t_1, t_2, t_3 \leq 10 \mu\text{m}$$

$$w_{\text{total}} = w_2^*$$

Bild 4 — Definition von Agglomerationen von Einschlusszeilen auf der Grundlage von Abstandsbedingungen



Legende

$L_1 > 3 \mu\text{m}$

$w_1 > 2 \mu\text{m}$

$L_3 < 3 \mu\text{m}$

$w_3 < 2 \mu\text{m}$

$L_2 > 3 \mu\text{m}$

$w_2 > 2 \mu\text{m}$

Falls $e > 40 \mu\text{m}$

2 Einschlüsse

Bild 5 — Definition von Einschlüssen: Handhabung von Teilchen unterhalb der Mindestgröße

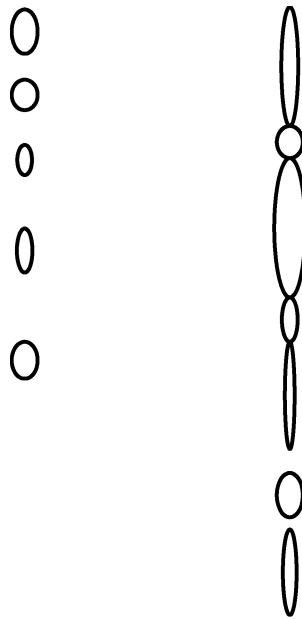
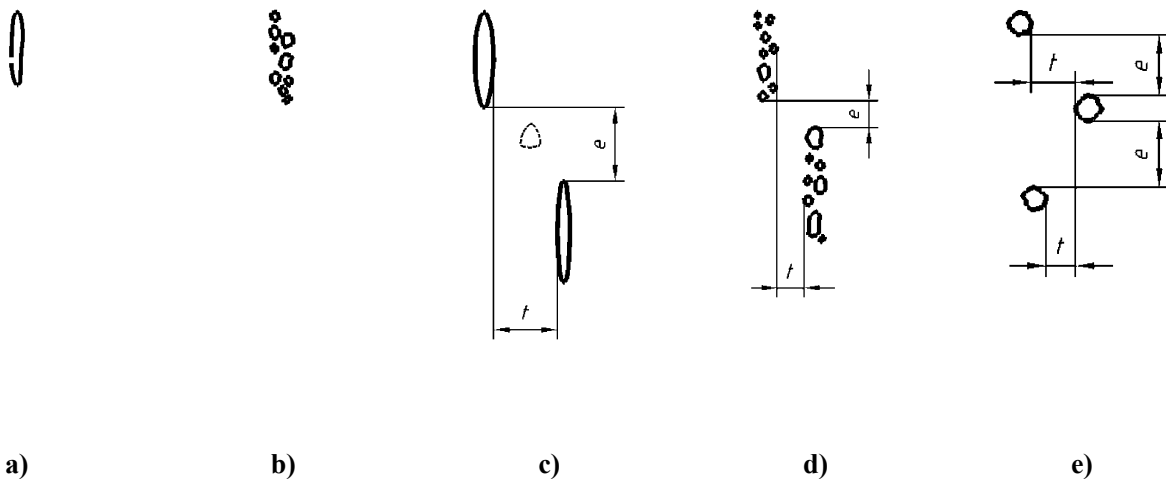


Bild 6 — Beispiele für Einschlüsse, die aus ausschließlich globularen oder aus gemischten Teilchen zusammengesetzt sind

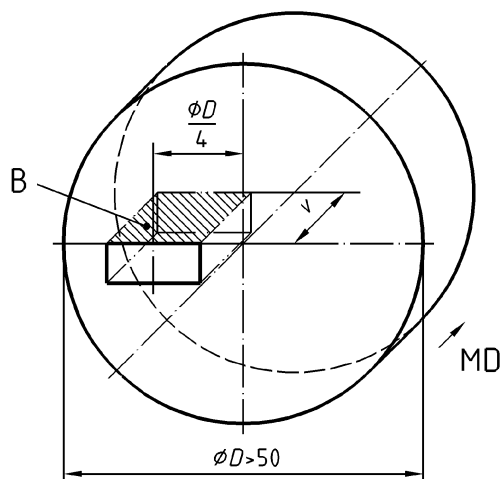


Legende

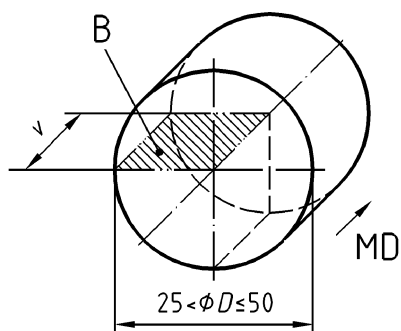
- a) 1 Teilchen, 1 Einschluss α , falls grau EA, falls schwarz EC
- b) 9 Teilchen, 1 Einschlusszeile, 1 Einschluss β , EB
- c) gestrichelt gezeichnetes Teilchen mit $L < 3 \mu\text{m}$ oder $w < 2 \mu\text{m}$ wird nicht berücksichtigt, $e \leq 40 \mu\text{m}$ und $t \leq 10 \mu\text{m}$, 2 Teilchen, 1 Einschlusszeile, 1 Einschluss γ , falls grau EA, falls schwarz EC
- d) $e \leq 40 \mu\text{m}$ und $t \leq 10 \mu\text{m}$, 17 Teilchen, 2 Einschlusszeilen, 1 Einschluss β , EB
- e) $e > 40 \mu\text{m}$ oder $t > 10 \mu\text{m}$, 3 Teilchen, 3 Einschlüsse δ , ED

ANMERKUNG t wird an der größten Breite der Einschlusszeile erfasst.

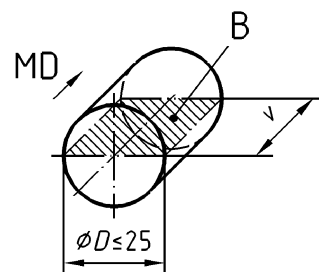
Bild 7 — Definition eines Einschlusses, Beispiele (siehe Anhang A)



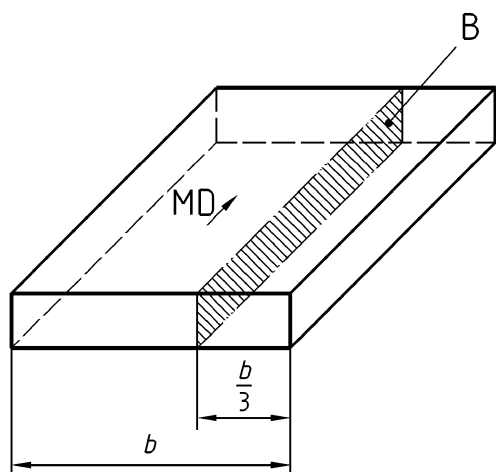
a) Größe der polierten Fläche muss vereinbart werden



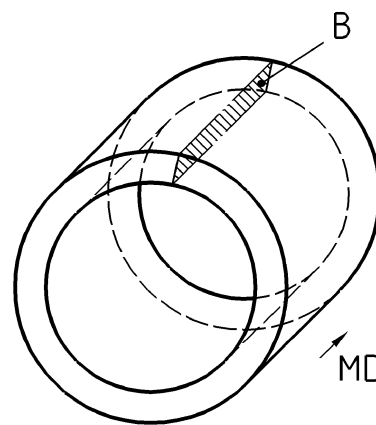
b)



c)



d)



e)

Legende

B polierte Fläche

MD Hauptverformungsrichtung

v Breite der polierten Fläche

b Breite des Bleches

D Durchmesser

Bild 8 — Probenahme von Erzeugnissen unterschiedlicher Größe

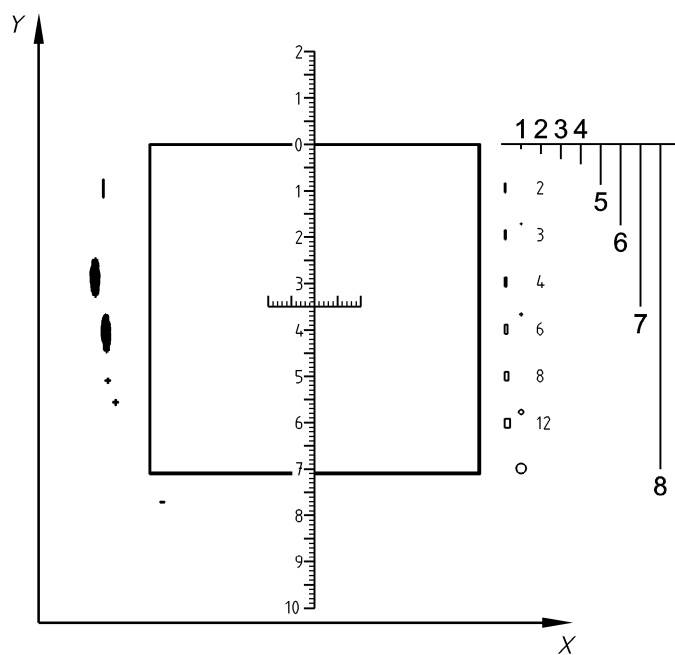


Bild 9 — Okulareinsatz für alle Mikroskope für eine Vergrößerung von $H = 710 \mu\text{m}$, 100:1;

1 Skaleneinheit = $10 \mu\text{m}$; zu Einzelheiten siehe Anhang G

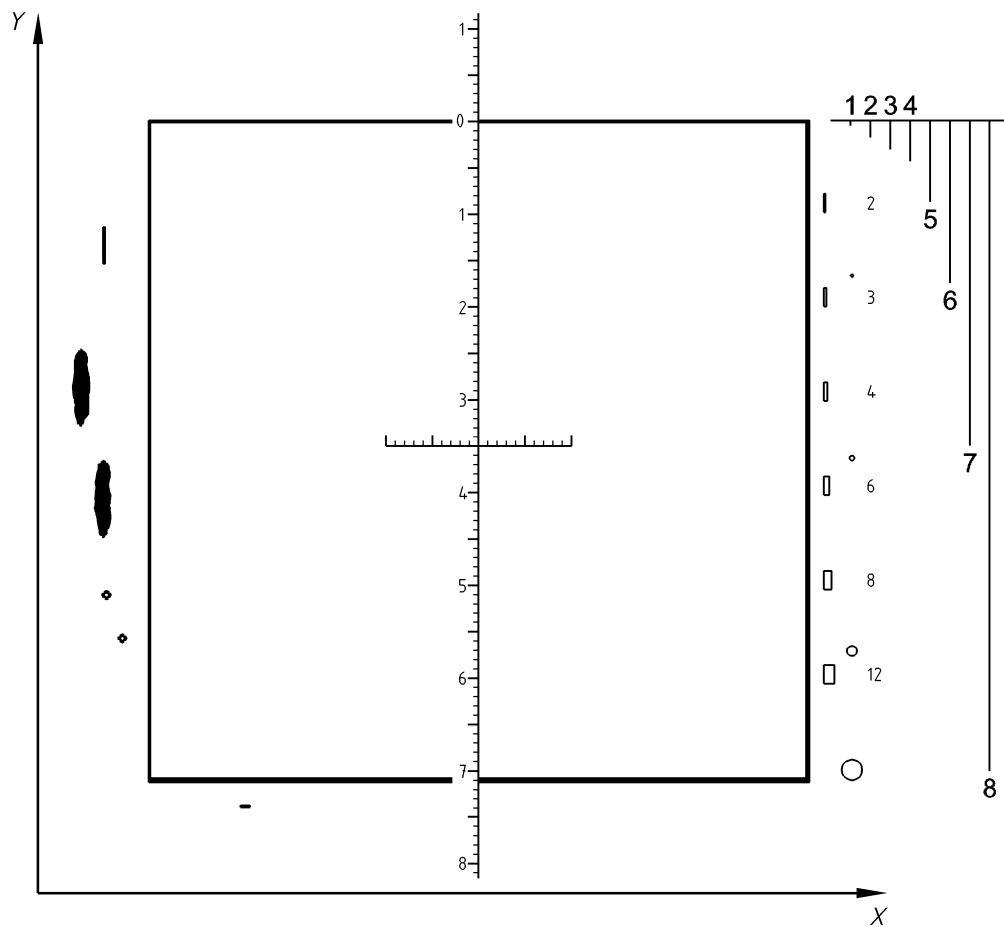
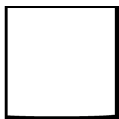
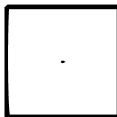
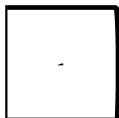
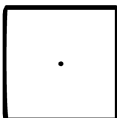
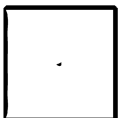
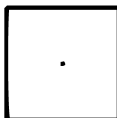
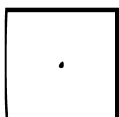
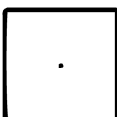
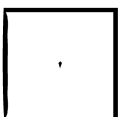
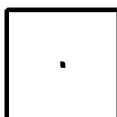
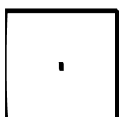
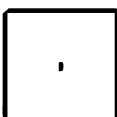
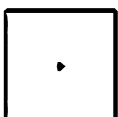
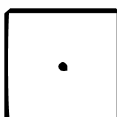
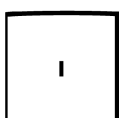
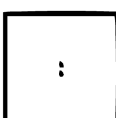
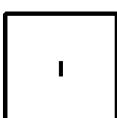
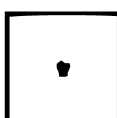
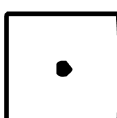
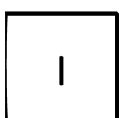
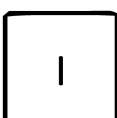
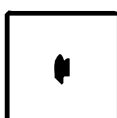
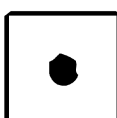
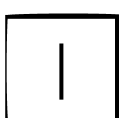
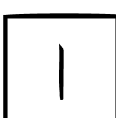
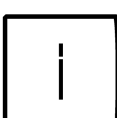
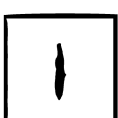
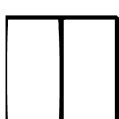
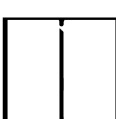
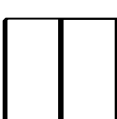
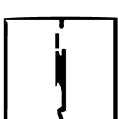
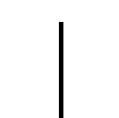


**Bild 10 — Okulareinsatz für Großfeldmikroskope bei einer Vergrößerung von 200:1, damit die Maßstäbe Werte entsprechend einer Vergrößerung von $H = 710 \mu\text{m}$ der Kombination 100:1 ergeben.
1 Skaleneinheit = $10 \mu\text{m}$; zu Einzelheiten siehe Anhang G**

Einzelne gestreckte Einschlüsse oder Einschlusszeilen							Einzelne globulare Einschlüsse
Art ►	α, γ	α, γ	α, γ	α, γ	α, γ	δ	
Zeile ▼							
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
Spalte ►	1	2	3	4	5	6	

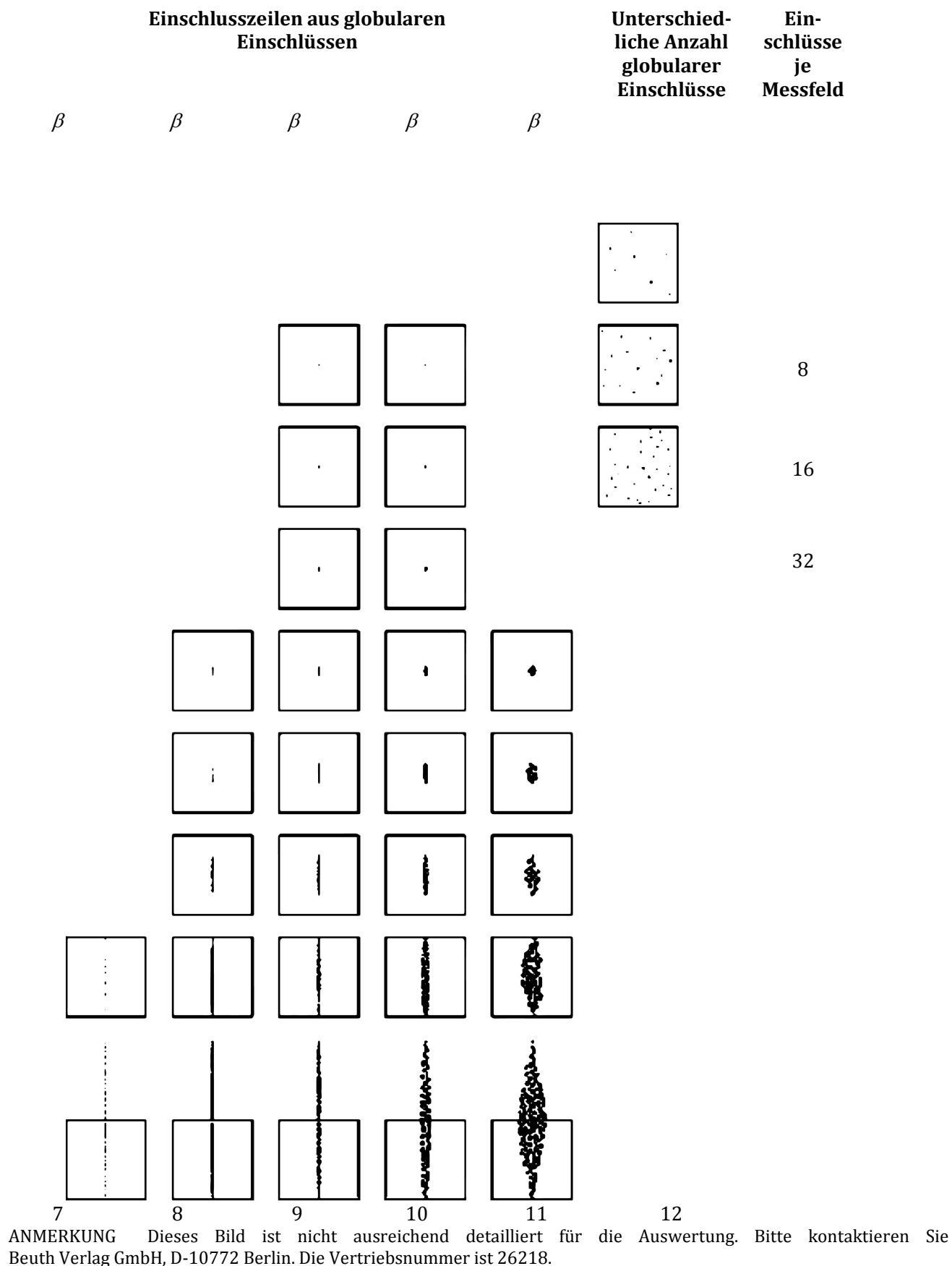


Bild 11 — Richtreihenbilder

Anhang A (normativ)

Art der Einschlüsse

Zusätzlich zu ihrer Größe dürfen die Einschlüsse entsprechend ihrer Form, ihrer Anordnung und ihrer Farbe klassiert werden. Bild A.1 zeigt die unterschiedlichen Arten von Einschlüssen. Bild A.2 zeigt nach ihrer Farbe klassierte Einschlüsse in Übereinstimmung mit anderen Internationalen Normen.

ANMERKUNG 1 Siehe 8.5.6 zu den Regeln für die Auswertung von Einschlüssen, die sowohl aus gestreckten als auch aus globularen Teilchen zusammengesetzt sind.

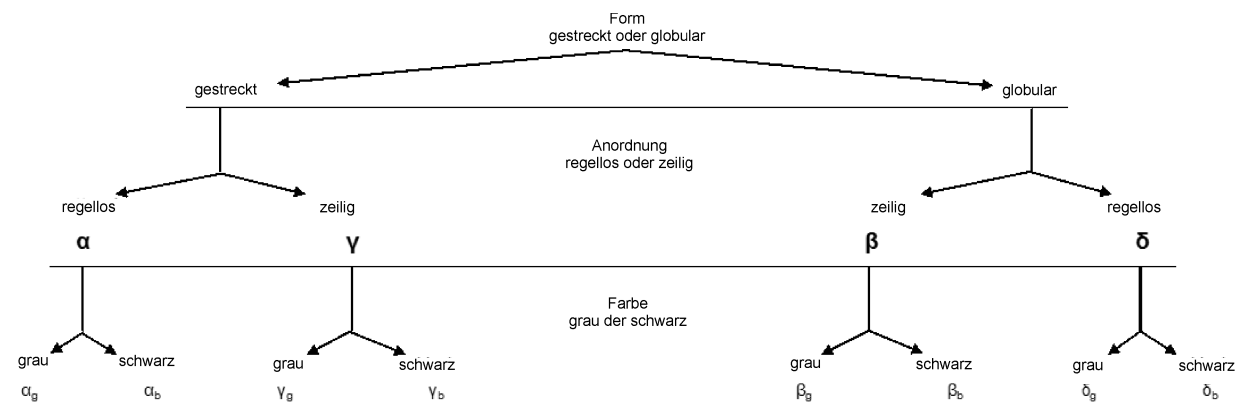


Bild A.1 — Art der Einschlüsse

ANMERKUNG 2 Es ist möglich, das Diagramm durch Hinzufügen der Arten α_c , β_c , γ_c und δ_c zu erweitern, um farbige Teilchen (z. B. Nitride) einzubeziehen.

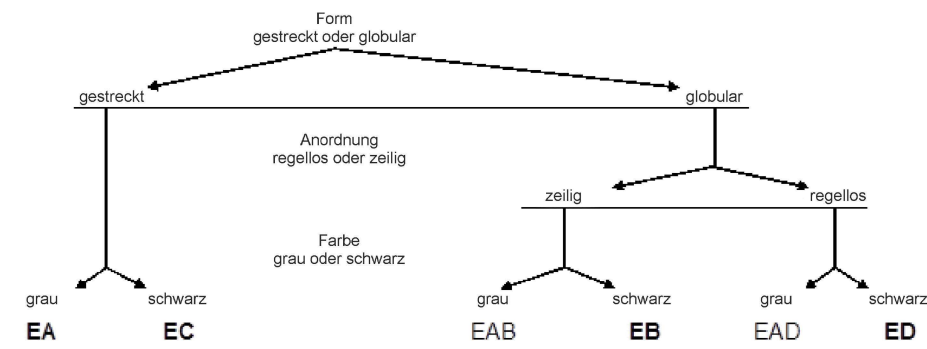


Bild A.2 - Einschlüsse nach Farbe

ANMERKUNG 3 Es ist möglich, das Diagramm durch Hinzufügen der Bezeichnungen EFC, EFB und EFD zu erweitern, um farbige Teilchen (z. B. Nitride) einzubeziehen.

Um eine zusammenfassende Kennzeichnung zu ermöglichen, werden die Bezeichnungen nach Bild A.3 eingeführt.

Farbe	Art				
	α	γ	β	δ	
grau					EA
grau					EAB
grau					EAD
schwarz					EC
schwarz					EB
schwarz					ED
farbig					EFC
farbig					EFB
farbig					EFD

Bild A.3 — Zusammenfassung der Kennzeichnung von Einschlussarten

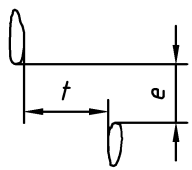
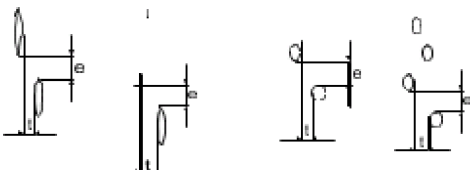
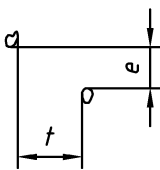
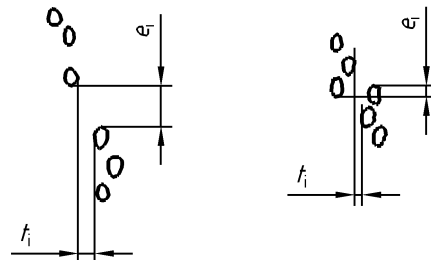
Zu einem Vergleich mit anderen Normen siehe Anhang J.

Anhang B (normativ)

In Abwesenheit anderer Festlegungen anzuwendende Parameter und Auswertearten

Die Auswertung muss mit den Parametern und Auswertearten durchgeführt werden, die in Tabelle B.1 definiert sind. Die Symbole sind beispielsweise L_{ms} : Länge für die Einschlussart m der Probe s.

Tabelle B.1 — Parameter und Ermittlungen für die Auswertung

Elemente	Form			
Art	Gestreckte Einschlüsse		Globulare Einschlüsse	
	α	γ	β	δ
Teilchen L, w, d in μm	$L \geq 6 \mu\text{m}$ $w \geq 2 \mu\text{m}$			$d \geq 3 \mu\text{m}$
Abstandsbedingungen für Einschlusszeilen e, t in μm	Große Abstände: regellose Teilchen 	Kleine Abstände: zeilenförmige Teilchen (Einschlusszeile) 		Große Abstände: regellose Teilchen 
	$e > 40$ oder $t > 10$	$n \geq 2$ und $e \leq 40$ und $t \leq 10$		$e > 40$ oder $t > 10$
Abstandsbedingungen für Agglomerationen von Einschlusszeilen L, w, d in μm		Zwischen zwei Einschlusszeilen  $0 \leq e_i \leq 40$ $t_i \leq 10$		
Proben (ungünstigste Eigenschaften jeder Probe)	Auswertearten Verfahren P – Größte Einschlüsse: P_{Lm}, P_{dm} , bei $H = 710 \mu\text{m}$ (100:1) (siehe 8.1) Verfahren K – mittlerer Einschlussgehalt: K_n, K_L und K_n, K_d , bei $H = 710 \mu\text{m}$ (100:1) (siehe 8.3)			

Anhang C (informativ)

Beispiele für unterschiedliche Einschlussarten

Einige nichtmetallische Einschlüsse haben typische Morphologien und Farben, die zur Kennzeichnung ihrer chemischen Zusammensetzung verwendet werden können. Diese Zusammenhänge gelten allerdings nur, wenn die einzelnen Teilchen größer als 5 µm sind. Kleine Sulfide, die durch Zusatz von seltenen Erden nicht verformbar gemacht wurden, können ebenso schwarz erscheinen wie Oxide. Es muss durch Produktnormen festgelegt werden, ob unterschiedliche Arten von Einschlüssen getrennt ausgewertet werden sollten.

Für ausreichend große Teilchen können möglicherweise folgende Zusammenhänge gelten:

- Grau: Mangan-Sulfide;
- Schwarz, globular: Oxide;
- Gelb oder rosa, globular (häufig quadratisch): Titannitride.

Ist nach einer Produktnorm die getrennte Auswertung von Einschlüssen entsprechend ihrer Erscheinungsform erforderlich, muss dies auf den Formblättern zum Aufzeichnen (siehe Anhang K, Anhang L und Anhang M) sowie im Prüfbericht [siehe Abschnitt 9 e)] vermerkt werden.

Bild C.1 gibt Beispiele für regellose und zeilige Anordnungen sowie unterschiedliche Morphologien.

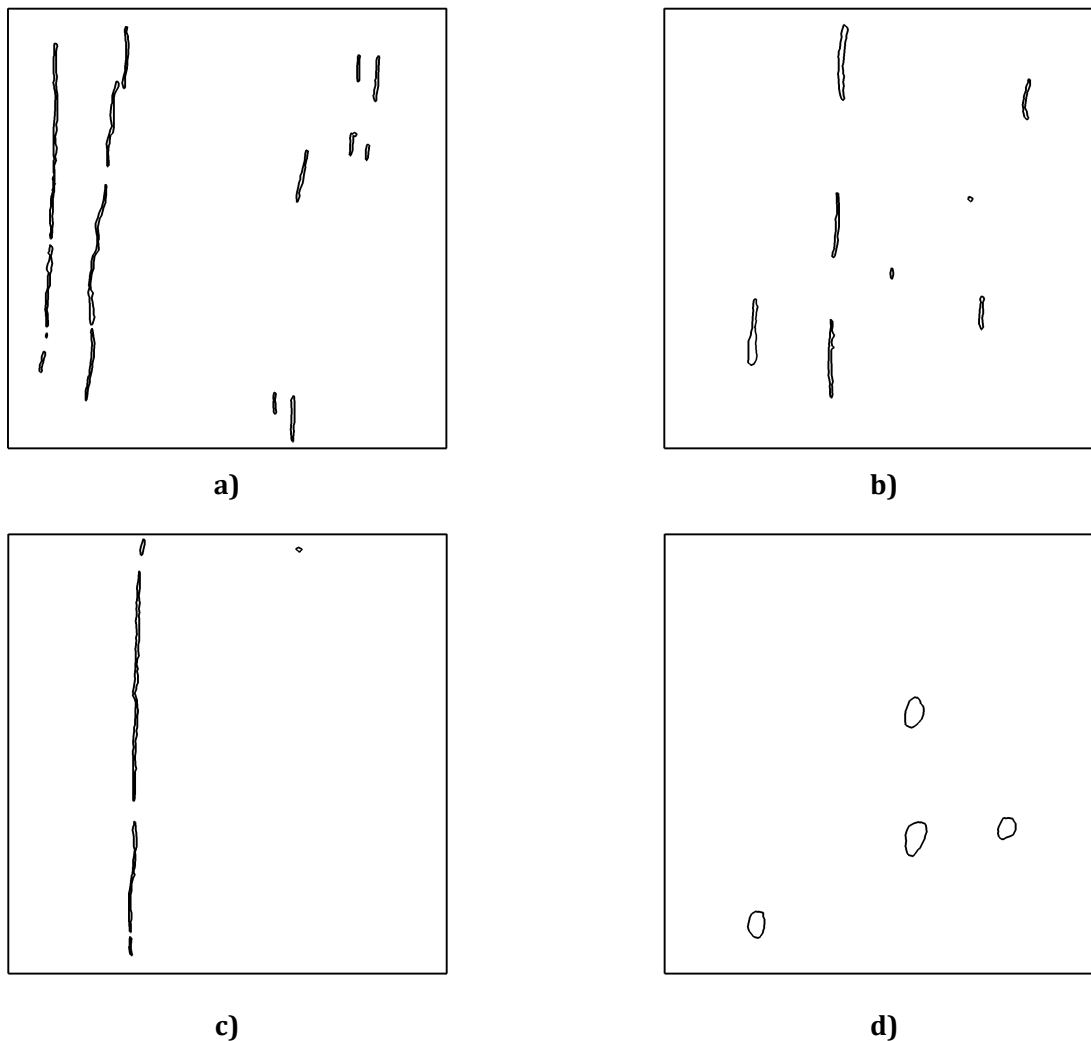
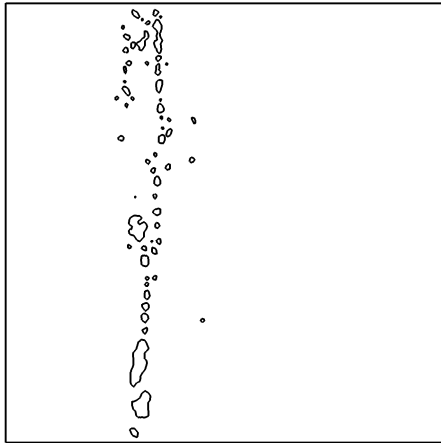
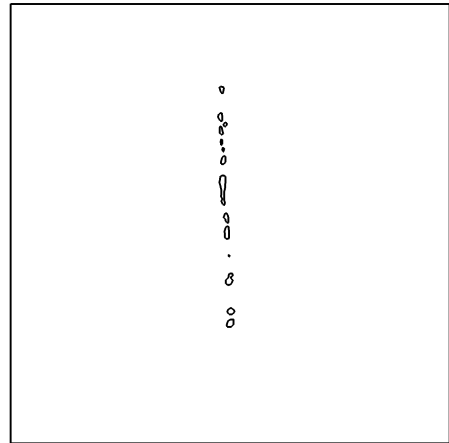


Bild C.1 — Beispiele für die Ausbildung nichtmetallischer Einschlüsse. Vergrößerung $H = 710 \mu\text{m}$ (100:1)

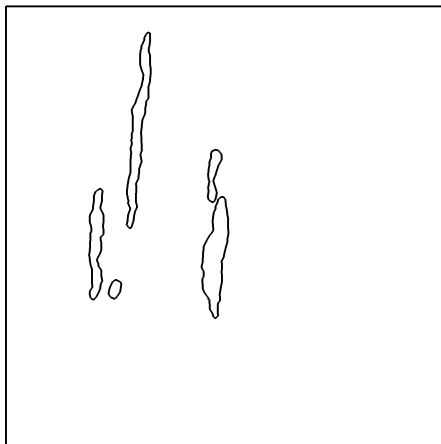
a), b) und c) Gruppe EA sowie d) Gruppe EAD, unterschiedliche Arten, grau, Mangansulfide



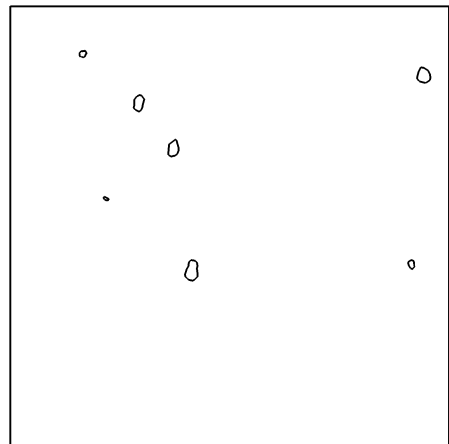
a)



b)



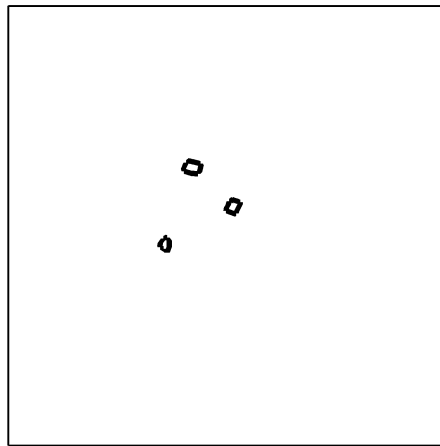
c)



d)

Bild C.2 — Beispiele für die Ausbildung nichtmetallischer Einschlüsse. Vergrößerung $H = 710 \mu\text{m}$ (100:1)

a) und b) Gruppe EB, Art β , schwarz, c) Gruppe EC, Arten α , γ , schwarz, d) Gruppe ED, Art δ , schwarz



100:1

Bild C.3 — Beispiele für die Ausbildung nichtmetallischer Einschlüsse: Gelbe Titancarbonitride, Gruppe EFD. Vergrößerung $H = 710 \mu\text{m}$ (100:1)

Anhang D
(informativ)

Formfaktor

Der in dieser Norm verwendete Formfaktor f ist definiert als:

$$\frac{\pi/4 \times L^2}{a} = \left(\frac{L}{1\mu\text{m}} \right)^f \quad (\text{D.1})$$

oder

$$f = \frac{\ln \left(\frac{\pi/4 \times L^2}{a} \right)}{\ln \frac{L}{1\mu\text{m}}} = \frac{\ln \left(\frac{L}{w} \right)}{\ln \left(\frac{L}{1\mu\text{m}} \right)} = 1 - \frac{\ln \left(\frac{w}{1\mu\text{m}} \right)}{\ln \left(\frac{L}{1\mu\text{m}} \right)} \quad (\text{D.2})$$

mit

$$a = \frac{\pi}{4} \times L \times w \quad (\text{D.3})$$

Aus diesen Gleichungen folgt, dass der Formfaktor f für eine Spalte nicht konstant ist, sondern um folgende Mittelwerte streut:

Tabelle D.1 — Mittlere Formfaktoren

Spalte k	Formfaktor f
1 und 7	0,82
2 und 8	0,71
3 und 9	0,53
4 und 10	0,29
5 und 11	0,16
6 und 12	0,00

Anhang E (informativ)

Beispiele für Vergrößerungen

Um die Bedeutung der Definition in 7.1 zu verdeutlichen, sind in Bild E.1 Beispiele für die Tatsache gegeben, dass mit unterschiedlichen Vergrößerungen dieselbe Größe des Messfeldes auf der Probe erreicht werden kann. Der Vorteil dieser Definition ist, dass das weite Gesichtsfeld neuer Mikroskope (Großfeldmikroskope) unter Verwendung der Grundsätze dieser Richtreihe verwendet werden kann, d. h., es ist ein visueller Vergleich zwischen der Länge des Messfeldes und der Länge oder Breite eines Einschlusses möglich.

Die Richtreihenbilder sind für eine Vergrößerung von 100:1 gezeichnet (Länge des Messfeldes auf der Probe, $H = 710 \mu\text{m}$). Einschlüsse mit z. B. einer Länge von $1\,420 \mu\text{m}$ müssen bei einer Vergrößerung von 50:1 gemessen werden (Länge des Messfeldes, $H = 1\,420 \mu\text{m}$). Es ist nicht erforderlich, eine Vergrößerung von 200:1 zu verwenden. Für sehr reine Stähle darf die Verwendung einer 200:1 Vergrößerung die Auswertung für den Durchführenden erleichtern. In diesem Fall werden Teilchen mit $L < 3 \mu\text{m}$ und $w < 2 \mu\text{m}$ weiterhin nicht berücksichtigt. Es kann sein, dass bei 200:1 kleine Teilchen erkennbar sind, die bei 50:1 nicht sichtbar wären (siehe Bild 5). In diesem Fall werden nur zwei Teilchen gezählt (siehe 4.1.3).

Als eine erste Näherung zur Wahl der richtigen Vergrößerung sollte der größte Einschluss nicht größer als $0,75 \times H$, d. h. drei Viertel der Länge des Messfeldes, sein.

Bild E.1 zeigt, dass bei einer Vergrößerung von 200:1 die runde Leuchtfeldblende eines normalen Mikroskops kleiner ist als das Quadrat von $710 \mu\text{m} \times 710 \mu\text{m}$, was aber nicht für Großfeldmikroskope gilt. Diese Tatsache wird zur Vereinfachung der Auswertung reiner Stähle eingesetzt, indem ein Großfeldmikroskop mit einer Vergrößerung von 200:1 und einem angepassten Okulareinsatz verwendet wird (siehe Bild 10). Der Okulareinsatz nach Bild 10 ist so bemessen, dass sich dieselbe Länge der Seite entsprechend $710 \mu\text{m}$ (100:1) ergibt, wenn es bei 200:1 Vergrößerung verwendet wird, wie bei der Verwendung mit einer Vergrößerung von 100:1 mit normalen und Großfeldokularen.

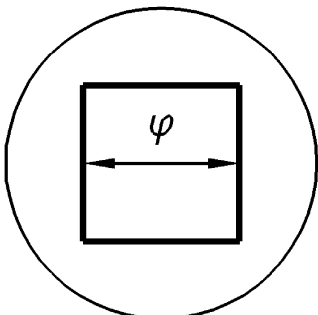
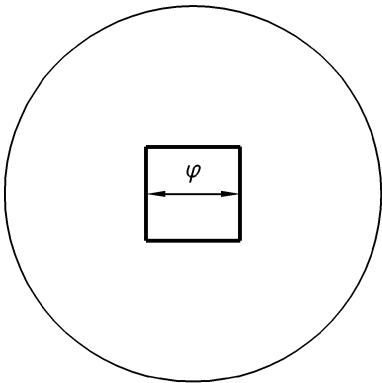
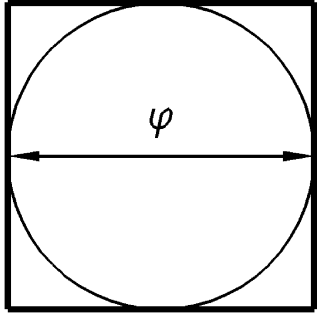
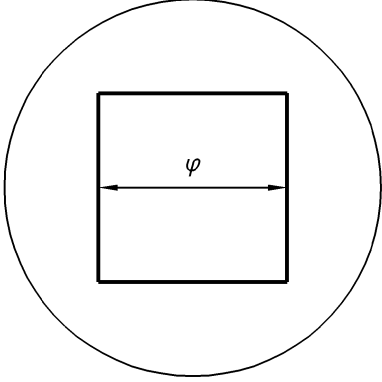
	Mikroskop mit normalem Gesichtsfeld	Großfeldmikroskop
Linsenvergrößerung	100:1	100:1
Länge H auf der Probe	710 μm	710 μm
		
	a)	b)
Durchmesser der Leuchtfeldblende im Okular	100 mm	200 mm
Linsenvergrößerung	200:1	200:1
Länge H auf der Probe	710 μm	710 μm
		
	c)	d)
Durchmesser der Leuchtfeldblende im Okular	100 mm	200 mm

Bild E.1 — Einfluss der Art des Mikroskops auf die Größe des Gesichtsfeldes. Die Länge der Seite H des quadratischen Messfeldes auf der Probe ist konstant $H = 710 \mu\text{m}$. φ ist die Länge eines Objektmikrometers mit der Länge $710 \mu\text{m}$

Anhang F (informativ)

Einzelheiten der Okulareinsätze

Um die Auswertung zu vereinfachen, haben die Okulareinsätze (siehe Bild 9 und 10) zusätzliche Informationen.

Auf der linken Seite sind zwei gestreckte und zwei globulare Teilchen in einem Abstand $e = 40 \mu\text{m}$ und einer seitlichen Verschiebung von $t = 10 \mu\text{m}$, angegeben; dies sind die Grenzabstände für Einschlüsse (siehe Abschnitt 4).

Die Linie oben hat eine Länge von $40 \mu\text{m}$ in senkrechter Richtung und eine Dicke von $2 \mu\text{m}$. Auf der rechten Seite sind Kreise und Linien eingezeichnet, deren Größen die Grenzen der Breite und der Länge gestreckter Einschlüsse sowie die Klassengrenzen von globularen Einschlüssen angeben. Die Einheit des Maßstabes ist $10 \mu\text{m}$ bei einer Vergrößerung von $H = 710 \mu\text{m}$ (100:1) (zu Einzelheiten siehe Anhang G).

Anhang G (normativ)

Herstellung der Okulareinsätze

G.1 Allgemeines

Der Okulareinsatz ist erforderlich, um ein rechteckiges Gesichtsfeld im Mikroskop zu erzeugen. Nach 8.3 sollten zwei Okulareinsätze verfügbar sein. Alle in den Abschnitten G.2 und G.3 angegebenen Werte müssen mit einer Messgenauigkeit von 1 % eingehalten werden.

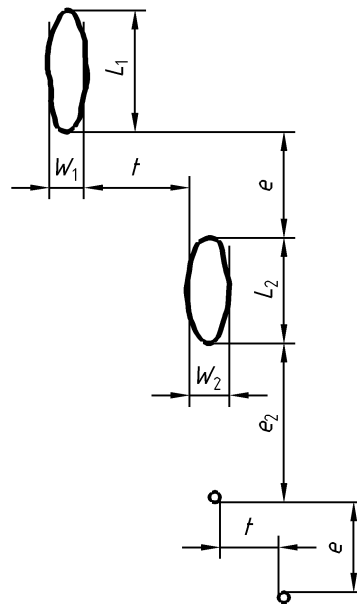


Bild G.1 - Parameter für die Einschlüsse auf der linken Seite in Bild 9 und 10
 $t = 10 \mu\text{m}$, $e = 40 \mu\text{m}$, $e_2 > 40 \mu\text{m}$

G.2 Mikroskope mit normalem Gesichtsfeld

Bei einer Vergrößerung 100:1 hat in diesen Mikroskopen das Gesichtsfeld einen Durchmesser von $1\,000 \mu\text{m}$ auf der Probe. Dementsprechend muss der Okulareinsatz Typ A die in Tabelle G.1 aufgeführten Werte aufweisen. Zur Anordnung siehe Bild 9.