

DIN EN 15305:2009-01 (D)

Zerstörungsfreie Prüfung - Röntgendiffraktometrisches Prüfverfahren zur Ermittlung der Eigenspannungen; Deutsche Fassung EN 15305:2008

Inhalt	Seite
Vorwort	5
Einleitung	6
1 Anwendungsbereich	7
2 Normative Verweisungen	7
3 Begriffe, Definitionen und Symbole	8
3.1 Begriffe und Definitionen.....	8
3.2 Symbole und Abkürzungen.....	8
4 Grundlagen	10
4.1 Allgemeine Messgrundlagen.....	10
4.2 Biaxiale Spannungsanalyse	12
4.3 Triaxiale Spannungsanalyse	14
5 Proben	15
5.1 Materialkenngrößen	15
5.1.1 Allgemeines	15
5.1.2 Form, Maße und Masse.....	15
5.1.3 Zusammensetzung/Homogenität der Probe	15
5.1.4 Korngröße und beugende Domänen	16
5.1.5 Transparenz der Probe für Röntgenstrahlung	16
5.1.6 Beschichtungen und dünne Schichten.....	16
5.2 Vorbereitung der Proben	16
5.2.1 Vorbereitung der Oberfläche.....	16
5.2.2 Erfassung des Tiefenprofils der Spannung.....	17
5.2.3 Große oder kompliziert gestaltete Proben.....	17
6 Prüfeinrichtung.....	17
6.1 Allgemeines	17
6.2 Auswahl der Prüfeinrichtung	18
6.2.1 Allgemeines	18
6.2.2 Das ω -Verfahren.....	19
6.2.3 Das χ -Verfahren	21
6.2.4 Das modifizierte χ -Verfahren.....	21
6.2.5 Sonstige Geometrien	22
6.3 Auswahl der Strahlung	22
6.4 Auswahl des Detektors.....	24
6.5 Leistung der Prüfeinrichtung	24
6.5.1 Justage	24
6.5.2 Leistung des Goniometers	25
6.6 Qualifizierung (Prüfung der Eignung) und Verifizierung der Prüfeinrichtung	25
6.6.1 Allgemeines	25
6.6.2 Qualifizierung.....	25
6.6.3 Verifizierung der Leistung der qualifizierten Prüfeinrichtung	27
7 Experimentelles Verfahren	28
7.1 Allgemeines	28
7.2 Positionierung der Probe	28
7.3 Beugungsbedingungen	28
7.4 Datenerfassung	29
8 Datenverarbeitung.....	31

8.1	Allgemeines.....	31
8.2	Verarbeitung der Beugungsdaten.....	31
8.2.1	Allgemeines.....	31
8.2.2	Korrekturen der Intensitäten	31
8.2.3	Bestimmung der Beugungslinienposition	31
8.2.4	Korrektur der Beugungslinienposition.....	32
8.3	Spannungsberechnung.....	32
8.3.1	Berechnung von Dehnungen und Spannungen	32
8.3.2	Fehler und Unsicherheiten [16], [17].....	33
8.4	Kritische Bewertung der Ergebnisse.....	34
8.4.1	Allgemeines.....	34
8.4.2	Visuelle Prüfung.....	34
8.4.3	Quantitative Prüfung	35
9	Prüfbericht.....	36
10	Experimentelle Bestimmung der XECs	37
10.1	Einleitung.....	37
10.2	Belastungseinrichtung.....	37
10.3	Probe.....	38
10.4	Kalibrierung der Belastungseinrichtung und der Aufnahme für die Probe.....	38
10.5	Diffraktometermessungen	39
10.6	Berechnung der XECs.....	39
11	Referenzproben.....	40
11.1	Einleitung.....	40
11.2	Spannungsfreie Referenzprobe	40
11.2.1	Allgemeines.....	40
11.2.2	Vorbereitung der spannungsfreien Probe	40
11.2.3	Messverfahren.....	41
11.3	Spannungsbeaufschlagte Referenzprobe.....	41
11.3.1	Spannungsbeaufschlagte, durch ein Laboratorium qualifizierte (LQ)-Referenzprobe	41
11.3.2	Spannungsbehaftete, durch mehrere Laboratorien qualifizierte (ILQ)-Referenzprobe.....	42
12	Grenzfälle.....	42
12.1	Einleitung.....	42
12.2	Vorhandensein eines Spannungsgradienten unterhalb der Oberfläche	43
12.3	Spannungsgradient in der Oberfläche	43
12.4	Oberflächenrauheit.....	43
12.5	Nicht ebene Oberflächen	43
12.6	Einflüsse der Mikrostruktur der Probe	44
12.6.1	Texturierte Materialien	44
12.6.2	Mehrphasige Materialien.....	44
12.7	Breite Beugungslinien.....	45
Anhang A (informativ) Schematische Darstellung des Europäischen XRPD-Normungsprojektes		47
Anhang B (informativ) Ursachen für Eigenspannungen		48
B.1	Allgemeines.....	48
B.2	Mechanische Prozesse	48
B.3	Thermische Prozesse.....	48
B.4	Chemische Prozesse.....	48
Anhang C (normativ) Bestimmung des Spannungszustands — Allgemeines Verfahren		49
C.1	Allgemeines.....	49
C.2	Anwendung der exakten Verformungsdefinition	50
C.2.1	Allgemeines.....	50
C.2.2	Bestimmung der Komponenten des Spannungstensors	50
C.2.3	Bestimmung von θ und d_0	51
C.3	Anwendung einer Näherung für die Verformungsdefinition.....	51
C.3.1	Allgemeines.....	51
C.3.2	Bestimmung der Komponenten des Spannungstensors	52
C.3.3	Bestimmung von θ_0 und von d_0	52

Anhang D (informativ) Neueste Entwicklungen	53
D.1 Spannungsmessung unter Anwendung zweidimensionaler Beugungsdaten.....	53
D.2 Bewertung der Eigenspannung im Oberflächenbereich mit Tiefenauflösung — Das Vektor-Streuverfahren.....	56
D.3 Genauigkeitsverbesserung durch Anwendung von Gleichgewichtsbedingungen zur Bestimmung des Spannungsprofils.....	56
Anhang E (informativ) Einzelheiten zur Behandlung der Messdaten	57
E.1 Korrektur der gemessenen Intensität.....	57
E.1.1 Allgemeines	57
E.1.2 Divergenzblenden-Konversion	57
E.1.3 Absorptionskorrektur.....	58
E.1.4 Untergrundkorrektur	59
E.1.5 Lorentz-Polarisationskorrektur.....	59
E.1.6 $K_{\alpha 2}$ -Abzug	60
E.2 Bestimmung der Beugungslinienposition.....	61
E.2.1 Schwerpunkt-Verfahren	61
E.2.2 Anpassung der Parabelfunktion	62
E.2.3 Anpassung der Profildfunktion.....	62
E.2.4 Verfahren unter Anwendung der mittleren Breite in einer Höhe von x %	62
E.2.5 Kreuzkorrelationsverfahren	62
E.3 Korrektur für die Beugungslinienposition	63
E.3.1 Allgemeines	63
E.3.2 Verbleibende Dejustagen	63
E.3.3 Transparenz-Korrektur.....	64
Anhang F (informativ) Allgemeine Beschreibung der Messverfahren	66
F.1 Einleitung	66
F.2 Festlegungen	66
F.3 Beschreibung der verschiedenen Messverfahren	69
F.3.1 Allgemeines Verfahren.....	69
F.3.2 Omega (ω)-Verfahren	70
F.3.3 Chi (χ)-Verfahren	71
F.3.4 Verfahren mit kombinierter Kippung (auch als Streuvektor-Verfahren bezeichnet).....	73
F.3.5 Modifiziertes Chi-Verfahren.....	74
F.3.6 Verfahren mit kleinem Einstrahlwinkel	77
F.3.7 Modifiziertes Omega-Verfahren	79
F.3.8 Anwendung eines 2D-Detektors (Flächendetektors).....	79
F.4 Auswahl der Winkel ϕ und ψ	80
F.5 Stereographische Projektion	81
Anhang G (informativ) „Normales Spannungsmessverfahren“ und „dediziertes Spannungsmessverfahren“	83
G.1 Einleitung	83
G.2 Allgemeines	83
G.2.1 Einleitung	83
G.2.2 Normales Verfahren zur Messung der Spannung für eine einzelne Probe	83
G.2.3 Dediziertes Spannungsmessverfahren für einander sehr ähnliche Proben	83
Literaturhinweise.....	85