DIN EN ISO 16089:2025-10 (D)

Werkzeugmaschinen - Sicherheit - Ortsfeste Schleifmaschinen (ISO 16089:2025); Deutsche Fassung EN ISO 16089:2025

Inhalt

Seite

Europäisches Vorwort 8
Anhang ZA (informativ) **Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der abzudeckenden EU-Richtlinie 2006/42/EG** 9
Vorwort 15
Einleitung 17
1 Anwendungsbereich 18
2 Normative Verweisungen 18
3 Begriffe, Arten von Schleifmaschinen und Symbole 20
3.1 Begriffe 21
3.1.1 Allgemeine Begriffe 21
3.1.2 Begriffe in Bezug auf Teile von Schleifmaschinen 23
3.1.3 Begriffe in Bezug auf sichere Betriebsarten (MSO, en: modes of safe operation) 24
3.1.4 Begriffe in Bezug auf Drehzahlen und Achsgeschwindigkeiten 25
3.2 In diesem Dokument beschriebene Typen und Baugruppen von Schleifmaschinen 25
3.2.1 Allgemeines 25
3.2.2 Baugruppe 1: Handgesteuerte Schleifmaschine ohne kraftbetriebene Achsen und ohne numerische Steuerung (siehe Bild 2) 28
3.2.3 Baugruppe 2: Handgesteuerte Schleifmaschine mit kraftbetriebenen Achsen und ggf. begrenzten numerischen Steuerungsfähigkeiten (siehe Bild 3) 29
3.2.4 Baugruppe 3: Numerisch gesteuerte Schleifmaschine (siehe Bild 4 und Bild 5) 30
3.3 Symbole 31
4 Liste der signifikanten Gefährdungen 33
4.1 Allgemeines 33
4.2 Hauptsächliche Gefahrbereiche 33
4.3 Von diesem Dokument abgedeckte signifikante Gefährdungen und Gefährdungssituationen 33
5 Sicherheitsanforderungen und/oder Schutzmaßnahmen 38
5.1 Allgemeine Anforderungen 38
5.1.1 Allgemeines 38
5.1.2 Anforderungen an trennende Schutzeinrichtungen für alle Baugruppen von Schleifmaschinen 39
5.2 Besondere Anforderungen infolge von mechanischen Gefährdungen nach Tabelle 2, Nr. 1.1 bis 1.4, 1.6 und 1.7 39
5.2.1 Maschinen der Baugruppe 1, handgesteuerte Schleifmaschinen ohne kraftbetriebene Achsen und ohne numerische Steuerung 39
5.2.2 Maschinen der Baugruppe 2, handgesteuerte Schleifmaschinen mit kraftbetriebenen Achsen und ggf. begrenzten numerischen Steuerungsfähigkeiten 42
5.2.3 Maschinen der Baugruppe 3, numerisch gesteuerte Schleifmaschinen 43
5.2.4 Schleifwerkzeugaufnahmen 44
5.2.5 Werkstückspannung 44
5.2.6 Schwerkraftbelastete Vertikal- und Schrägachsen 45
5.2.7 Betriebsarten von Maschinen 45
5.2.8 Optionale oder zusätzliche Ausrüstung für Schleifmaschinen 50
5.3 Besondere Anforderungen infolge von elektrischen Gefährdungen 53
5.4 Besondere Anforderungen infolge von Gefährdungen durch Lärm 53
5.5 Besondere Anforderungen infolge von Gefährdungen durch Schwingungen 54
5.6 Besondere Anforderungen infolge von Gefährdungen durch Strahlung 54
5.7 Besondere Anforderungen infolge von Gefährdungen durch Werkstoffe oder Substanzen 54
5.7.1 Allgemeines 54
5.7.2 Einrichtungen für die Verwendung von Kühlschmierstoffen 55
5.7.3 Maßnahmen gegen Brand- und Explosionsgefährdungen 56

5.8 Besondere Anforderungen infolge von Gefährdungen durch Vernachlässigung von ergonomischen Grundsätzen . . . 58
5.9 Besondere Anforderungen infolge von Gefährdungen durch unerwarteten Anlauf, unerwartetes Durchlaufen oder überhöhte Drehzahl . . . 60
5.10 Besondere Anforderungen infolge von Gefährdungen durch Änderung der Drehzahl . . . 62
5.11 Besondere Anforderungen infolge von Gefährdungen durch Ausfall der Energieversorgung . . . 63
5.12 Besondere Anforderungen infolge von Gefährdungen durch Ausfall der Steuerung . . . 63
5.13 Besondere Anforderungen infolge von Gefährdungen durch herausgeschleuderte Flüssigkeiten oder Gegenstände . . . 66
5.13.1 Allgemeine Anforderungen . . . 66
5.13.2 Einrichtungen gegen Wegschleudern von Schleifkörperbruchstücken . . . 67
5.13.3 Einrichtungen gegen das Wegschleudern von Werkstücken und Werkstückteilen . . . 68
5.14 Besondere Anforderungen infolge von Gefährdungen durch Verlust der Standfestigkeit . 68
5.15 Besondere Anforderungen infolge von Gefährdungen durch Ausrutschen, Stolpern und Stürzen von Personen . . . 69
6 Überprüfung der Sicherheitsanforderungen und/oder Schutzmaßnahmen . . . 69
7 Benutzerinformation . . . 71
7.1 Kennzeichnung . . . 71
7.2 Betriebsanleitung . . . 72
7.2.1 Allgemeines . . . 72
7.2.2 Werkzeugbestückung . . . 75
7.2.3 Werkstückspannung . . . 75
7.2.4 Am NC-Bedienpult zugängliche Maschinenfunktionen . . . 76
7.2.5 Wiederanlaufen . . . 76
7.2.6 Lärm . . . 76
7.2.7 Schwingungen . . . 77
7.2.8 Zusätzliche Handhabungseinrichtungen . . . 77
7.2.9 Vom Maschinenbetreiber zu bedenkende Restrisiken . . . 77
7.2.10 Aufstellungsanleitung für Schleifmaschinen . . . 78
7.2.11 Reinigungsanleitung für die Maschine . . . 78
Anhang A (normativ) **Schleifkörperschutzhauben, Zusatzschutzeinrichtungen und deren Kombinationen . . . 79**
A.1 Allgemeines . . . 79
A.2 Anforderungen für Schleifkörperschutzhauben und Zusatzschutzeinrichtungen . . . 79
A.2.1 Formen von Schleifkörperschutzhauben und Öffnungswinkel . . . 79
A.2.2 Wanddicken und Werkstoffe . . . 91
A.2.3 Zusammengesetzte Schleifkörperschutzhauben . . . 107
A.2.4 Sichtscheiben für Tisch- und Ständerschleifmaschinen . . . 108
A.2.5 Zusatzschutzeinrichtungen . . . 109
A.2.6 Befestigung von Sichtfenstern in Zusatzschutzeinrichtungen . . . 115
A.2.7 Festigkeitsnachweis, Prüfung . . . 117
A.3 Kriterien zur Auslegung von Schleifkörperschutzhauben und deren Befestigungselementen . . . 118
A.3.1 Allgemeines . . . 118
A.3.2 Energie von Schleifkörperbruchstücken . . . 118
A.3.3 Ermittlung der Wanddicken von Schleifkörperschutzhauben . . . 119
A.3.4 Auslegung der Befestigungselemente von Schleifkörperschutzhauben . . . 120
Anhang B (informativ) **Aufprallprüfung für trennende Schutzeinrichtungen — Berstprüfung . . . 122**
B.1 Allgemeines . . . 122
B.2 Prüfverfahren . . . 122
B.2.1 Vorbemerkung . . . 122
B.2.2 Prüfbedingungen . . . 122
B.2.3 Prüfeinrichtung . . . 123
B.2.4 Prüfmuster . . . 124
B.3 Ergebnisse . . . 124
B.3.1 Allgemeines . . . 124

B.3.2 Beschädigungen . . . 124
B.3.3 Bewertung . . . 124
B.4 Prüfbericht . . . 124
Anhang C (informativ) **Aufprallprüfung für trennende Schutzeinrichtungen — Projektilbeschuss** 126
C.1 Allgemeines . . . 126
C.2 Prüfverfahren . . . 126
C.2.1 Vorbemerkung . . . 126
C.2.2 Prüfbedingungen . . . 126
C.2.3 Prüfeinrichtung . . . 127
C.2.4 Prüfverfahren . . . 129
C.3 Prüfergebnisse . . . 129
C.3.1 Allgemeines . . . 129
C.3.2 Beschädigungen . . . 129
C.3.3 Bewertung . . . 129
C.4 Prüfbericht . . . 129
Anhang D (normativ) **Einspannverfahren für Schleifkörper und sicherheitstechnische Anforderungen an Schleifwerkzeugaufnahmen** . . . 131
D.1 Allgemeines . . . 131
D.2 Einspannverfahren . . . 131
D.3 Allgemeine Anforderungen . . . 131
D.4 Gestaltung und Konstruktion der Spannflansche . . . 131
D.4.1 Einspannkräfte und Anziehdrehmomente . . . 131
D.4.2 Außendurchmesser für die Einspannung, Ringflächenhöhe und Überdeckung . . . 131
D.4.3 Steifigkeit . . . 134
D.4.4 Kennzeichnung von Spannflanschen . . . 135
D.5 Einrichtungen zur Aufnahme von Schleifkörpern mittels eingelassener Befestigungselemente . . . 135
D.5.1 Zentrale Gewindeeinsätze . . . 135
D.5.2 Verfahren zur Ermittlung der Rundlaufabweichung für Spannzangen . . . 136
D.5.3 Eingelassene Befestigungselemente für Schleifkörper Form 2, 35, 36, 37 und vergleichbare Schleifkörper . . . 137
Anhang E (informativ) **Verminderung der Geräuschemission** . . . 142
Anhang F (normativ) **Geräuschmessnorm** . . . 143
F.1 Allgemeines . . . 143
F.2 Bestimmung des A-bewerteten Emissions-Schalldruckpegels an den Arbeitsplätzen . . . 143
F.2.1 Grundnorm und Messverfahren . . . 143
F.2.2 Zeitintervall der Messung . . . 143
F.2.3 Position der Mikrofone an den Arbeitsplätzen . . . 143
F.2.4 Messunsicherheit . . . 143
F.3 Bestimmung des A-bewerteten Schallleistungspegels . . . 144
F.3.1 Allgemeines . . . 144
F.3.2 Grundnorm und Messverfahren . . . 144
F.3.3 Zeitintervall der Messung . . . 144
F.3.4 Position der Mikrofone am Arbeitsplatz . . . 144
F.3.5 Messunsicherheit . . . 144
F.4 Montagebedingungen . . . 144
F.5 Betriebsbedingungen . . . 144
F.5.1 Allgemeines . . . 144
F.5.2 Leerlaufmessung . . . 144
F.5.3 Messung unter Last . . . 145
F.6 Anzugebende Informationen . . . 145
F.7 Prüfbericht . . . 145
F.8 Angabe und Verifizierung von Geräuschemissionswerten . . . 146
F.8.1 Allgemeines . . . 146
F.8.2 Beispiel einer Erklärung zu Geräuschemissionen . . . 146
Anhang G (normativ) **Anforderungen an Schleifmaschinen für die Bearbeitung von Werkstoffen, bei denen brennbare und explosionsfähige Stäube entstehen** . . . 148

G.1 Einrichtungen zum Nassschleifen . . . 148
G.2 Einrichtungen zum Trockenschleifen mit Nassabscheidung durch sofortiges Benetzen . 148
G.3 Einrichtungen zum Trockenschleifen mit Abscheidung durch Nassabscheider . . . 149
Anhang H (informativ) **Maßnahmen bei Verwendung brennbarer Kühlschmierstoffe . . . 151**
H.1 Auswahl emissionsarmer Kühlschmierstoffe . . . 151
H.2 Flammendurchschlagsichere Labyrinthdichtungen . . . 151
H.3 Verhinderung des Eintretens von Flammen in die Absaugeinrichtung . . . 152
H.4 Dimensionierung von Druckentlastungsflächen . . . 153
Anhang I (informativ) **Beispiele für die Integration von Absaug- und Feuerlöscheinrichtungen bei Verwendung brennbarer Kühlschmierstoffe . . . 155**
Anhang J (informativ) **Funktionale Sicherheit — Beispiel zur Überwachung der Grenzdrehzahl der Schleifspindel . . . 157**
J.1 Allgemeines . . . 157
J.2 Sicherheitsfunktionen . . . 157
J.3 Berechnung der Ausfallwahrscheinlichkeit . . . 158
Anhang K (informativ) **MSO 3 optionale Sonderbetriebsart für die manuelle Intervention unter eingeschränkten Betriebsbedingungen — Beispiele . . . 160**
K.1 Allgemeines . . . 160
K.2 Beispiel 1: Kontrolle eines neuen NC-Programmablaufs während des Einrichtvorgangs . 160
K.2.1 Situation . . . 160
K.2.2 Umsetzung der Sicherheitsanforderungen . . . 161
K.3 Beispiel 2: Positionierung einer Profilschiene auf einem verfahrbaren Werkstücktisch und Abrichten einer profilierten Schleifscheibe . . . 162
K.3.1 Situation . . . 162
K.3.2 Umsetzung der Sicherheitsanforderungen . . . 163
Literaturhinweise . . . 165

Bilder

Bild 1 — Spannfutter . . . 23
Bild 2 — Beispiel für eine Schleifmaschine der Baugruppe 1 . . . 29
Bild 3 — Beispiel für eine Schleifmaschine der Baugruppe 2 . . . 30
Bild 4 — Beispiel 1 für eine Schleifmaschine der Baugruppe 3 . . . 31
Bild 5 — Beispiel 2 für eine Schleifmaschine der Baugruppe 3 . . . 31
Bild 6 — Pendelschleifmaschine . . . 41
Bild 7 — Pendeltrennschleifmaschine . . . 41
Bild A.1 . . . 79
Bild A.2 . . . 79
Bild A.3 . . . 80
Bild A.4 . . . 80
Bild A.5 . . . 81
Bild A.6 . . . 81
Bild A.7 . . . 81
Bild A.8 . . . 81
Bild A.9 . . . 82
Bild A.10 . . . 82
Bild A.11 . . . 83
Bild A.12 . . . 83
Bild A.13 . . . 84
Bild A.14 . . . 85
Bild A.15 . . . 85
Bild A.16 . . . 86
Bild A.17 . . . 86
Bild A.18 . . . 87
Bild A.19 . . . 87

Bild A.20 . . . . . **87**
Bild A.21 . . . . . **88**
Bild A.22 . . . . . **89**
Bild A.23 . . . . . **89**
Bild A.24 . . . . . **89**
Bild A.25 . . . . . **90**
Bild A.26 . . . . . **90**
Bild A.27 . . . . . **90**
Bild A.28 . . . . . **108**
Bild A.29 . . . . . **109**
Bild A.30 . . . . . **110**
Bild A.31 . . . . . **115**
Bild A.32 . . . . . **116**
Bild A.33 . . . . . **117**
Bild B.1 — Beispiel einer Prüfeinrichtung für die Aufprallprüfung **123**
Bild C.1 — Prüfeinrichtung für die Aufprallprüfung **127**
Bild C.2 — Projektil **128**
Bild D.1 — Spannflansche zur Befestigung von Schleifkörpern mit großer Bohrungr — $H > 0{,}2\ D$. **133**
Bild D.2 — Spannflansche zur Befestigung von Schleifkörpern mit kleiner Bohrung — $H \leq 0{,}2D$ . . **134**
Bild D.3 — Prüfanordnung **135**
Bild D.4 — Schleiftöpfe **136**
Bild D.5 — Prüfdorn **136**
Bild D.6 — Korrekte Anordnung von Mutter und Schraube **137**
Bild D.7 . . . . . **137**
Bild D.8 . . . . . **137**
Bild D.9 . . . . . **138**
Bild D.10 . . . . . **138**
Bild D.11 . . . . . **138**
Bild D.12 . . . . . **139**
Bild D.13 . . . . . **139**
Bild D.14 . . . . . **139**
Bild D.15 . . . . . **140**
Bild D.16 . . . . . **140**
Bild D.17 . . . . . **140**
Bild D.18 . . . . . **140**
Bild D.19 . . . . . **141**
Bild D.20 . . . . . **141**
Bild D.21 . . . . . **141**
Bild G.1 — Nassschleifverfahren **148**
Bild G.2 — Trockenschleifen mit Nassabscheidung durch sofortiges Benetzen **149**
Bild G.3 — Trockenschleifen mit Nassabscheidung des Schleifstaubes **150**
Bild H.1 — Prinzipskizze einer flammendurchschlagsicheren Labyrinthdichtung **152**
Bild H.2 — Prinzipskizze einer Flammensperre im Absaugweg **153**
Bild H.3 — Explosionsdruckentlastung — Nomogramm zur Abschätzung des Flächenbedarfs . . **154**
Bild I.1 — Beispiel für das Zusammenspiel der Steuerung der Schleifmaschine und der Steuerung einer Feuerlöscheinrichtung **156**
Bild J.1 — Beispiel eines grundlegenden elektrischen Schaltplans **157**
Bild J.2 — Beispiel für sicherheitsbezogene Blockdiagramme **158**
Bild K.1 — Werkzeugschleifmaschine **161**
Bild K.2 — Profilschleifen **162**
Bild K.3 — Profilschleifen **162**
Bild K.4 — Schwenkabrichter **163**
Bild K.5 — Schwenkabrichter **163**

Tabellen

Tabelle ZA.1 — Übereinstimmung zwischen dieser Europäischen Norm und der Richtlinie 2006/42/EG 9
Tabelle ZA.2 — Anwendbare Normen, um die Konformitätsvermutung, wie in diesem Anhang ZA beschrieben, zu begründen 11
Tabelle 1 — Typen von Schleifmaschinen 26
Tabelle 2 — Liste der signifikanten Gefährdungen und Gefährdungssituationen 34
Tabelle 3 — Korrelation von Sicherheitsfunktion und Performance Level 64
Tabelle 4 — Überprüfungsverfahren 69
Tabelle A.1 — Wanddicken für Schleifkörperschutzhauben aus Stahl für Schleifkörper aus gebundenem Schleifmittel, ausgenommen Trennschleifscheiben 92
Tabelle A.2 — Wanddicken für Schleifkörperschutzhauben aus Stahlguss für Schleifkörper aus gebundenem Schleifmittel, ausgenommen Trennschleifscheiben 95
Tabelle A.3 — Wanddicken für Schleifkörperschutzhauben aus Gusseisen mit Kugelgraphit für Schleifkörper aus gebundenem Schleifmittel, ausgenommen Trennschleifscheiben . . . 98
Tabelle A.4 — Wanddicken für Schleifkörperschutzhauben aus Aluminiumlegierungen für Schleifkörper aus gebundenem Schleifmittel, ausgenommen Trennschleifscheiben . . . 98
Tabelle A.5 — Wanddicken für Schleifkörperschutzhauben aus Stahl oder Stahlguss für Trennschleifscheiben aus gebundenem Schleifmittel 100
Tabelle A.6 — Wanddicken für Schleifkörperschutzhauben aus Stahl für Schleifkörper mit Grundkörper aus Stahl oder Aluminium und Schleifbelag aus Diamant/CBN 101
Tabelle A.7 — Wanddicken für Schleifkörperschutzhauben aus nichtrostendem Stahl für Schleifkörper aus gebundenem Schleifmittel, ausgenommen Trennschleifscheiben . . . 103
Tabelle A.8 — Werkstoffauswahl 107
Tabelle A.9 — Maße der Sichtscheiben 108
Tabelle A.10 — Mindest-Wanddicke von Zusatzschutzeinrichtungen aus Stahl für Schleifwerkzeuge aus gebundenem Schleifmittel — Beispiele nach Gleichung (A.1) 111
Tabelle A.11 — Mindest-Wanddicke von Zusatzschutzeinrichtungen aus nichtrostendem Stahl für Schleifwerkzeuge aus gebundenem Schleifmittel — Beispiele nach Gleichung (A.2) . 112
Tabelle A.12 — Mindest-Wanddicke von Sichtfenstern aus Polycarbonat für Schleifwerkzeuge aus gebundenem Schleifmittel — Beispiele nach Gleichung (A.3) 114
Tabelle C.1 — Projektil, Masse und Maße 128
Tabelle D.1 — Spannflanschdurchmesser für Schleifkörper aus gebundenem Schleifmittel und für Schleifkörper mit Diamant oder Bornitrid mit keramischem Grundkörper, ausgenommen Trennschleifscheiben 132
Tabelle D.2 — Spannflanschdurchmesser für Trennschleifscheiben aus gebundenem Schleifmittel 132
Tabelle D.3 — Spannflanschdurchmesser für Trennschleifscheiben mit Diamant oder Bornitrid mit Grundkörper aus Metall 133
Tabelle D.4 — Rundlauftoleranz für Spannzangen 136
Tabelle F.1 — Beispiel einer Erklärung zu Geräuschemissionen einer ortsfesten Schleifmaschine 147
Tabelle H.1 — Kenndaten von nichtwassermischbaren Kühlschmierstoffen 151