

# E DIN EN ISO 16089:2024-10 (D/E)

Erscheinungsdatum: 2024-09-13

Werkzeugmaschinen - Sicherheit - Ortsfeste Schleifmaschinen (ISO/FDIS 16089:2024); Deutsche und Englische Fassung prEN ISO 16089:2024

Machine tools - Safety - Stationary grinding machines (ISO/FDIS 16089:2024); German and English version prEN ISO 16089:2024

---

## Inhalt

Seite

Europäisches Vorwort.....	17
Anhang ZA (informativ) Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der abzudeckenden EU-Richtlinie 2006/42/EG.....	18
Vorwort.....	24
Einleitung.....	26
1 Anwendungsbereich.....	27
2 Normative Verweisungen.....	27
3 Begriffe, Arten von Schleifmaschinen und Symbole.....	29
3.1 Begriffe.....	30
3.1.1 Allgemeine Begriffe.....	30
3.1.2 Begriffe in Bezug auf Teile von Schleifmaschinen.....	32
3.1.3 Begriffe in Bezug auf sichere Betriebsarten (MSO, en: modes of safe operation).....	33
3.1.4 Begriffe in Bezug auf Drehzahlen und Achsgeschwindigkeiten.....	34
3.2 In diesem Dokument beschriebene Typen und Baugruppen von Schleifmaschinen.....	35
3.2.1 Allgemeines.....	35
3.2.2 Baugruppe 1: Handgesteuerte Schleifmaschine ohne kraftbetriebene Achsen und ohne numerische Steuerung (siehe Bild 2).....	37
3.2.3 Baugruppe 2: Handgesteuerte Schleifmaschine mit kraftbetriebenen Achsen und ggf. begrenzten numerischen Steuerungsfähigkeiten (siehe Bild 3).....	38
3.2.4 Baugruppe 3: Numerisch gesteuerte Schleifmaschine (siehe Bild 4 und Bild 5).....	39
3.3 Symbole.....	40
4 Liste der signifikanten Gefährdungen.....	42
4.1 Allgemeines.....	42
4.2 Hauptsächliche Gefahrbereiche.....	43
4.3 Von diesem Dokument abgedeckte signifikante Gefährdungen und Gefährdungssituationen.....	43
5 Sicherheitsanforderungen und/oder Schutzmaßnahmen.....	49
5.1 Allgemeine Anforderungen.....	49
5.1.1 Allgemeines.....	49
5.1.2 Anforderungen an trennende Schutzeinrichtungen für alle Baugruppen von Schleifmaschinen.....	49
5.2 Besondere Anforderungen infolge von mechanischen Gefährdungen nach Tabelle 2, Nr. 1.1 bis 1.4, 1.6 und 1.7.....	50
5.2.1 Maschinen der Baugruppe 1, handgesteuerte Schleifmaschinen ohne kraftbetriebene Achsen und ohne numerische Steuerung.....	50
5.2.2 Maschinen der Baugruppe 2, handgesteuerte Schleifmaschinen mit kraftbetriebenen Achsen und ggf. begrenzten numerischen Steuerungsfähigkeiten.....	53
5.2.3 Maschinen der Baugruppe 3, numerisch gesteuerte Schleifmaschinen.....	53
5.2.4 Schleifwerkzeugaufnahmen.....	55
5.2.5 Werkstückspannung.....	55

5.2.6	Schwerkraftbelastete Vertikal- und Schrägachsen .....	56
5.2.7	Betriebsarten von Maschinen .....	57
5.2.8	Optionale oder zusätzliche Ausrüstung für Schleifmaschinen.....	62
5.3	Besondere Anforderungen infolge von elektrischen Gefährdungen.....	64
5.4	Besondere Anforderungen infolge von Gefährdungen durch Lärm .....	65
5.5	Besondere Anforderungen infolge von Gefährdungen durch Schwingungen .....	66
5.6	Besondere Anforderungen infolge von Gefährdungen durch Strahlung.....	66
5.7	Besondere Anforderungen infolge von Gefährdungen durch Werkstoffe oder Substanzen ....	66
5.7.1	Allgemeines.....	66
5.7.2	Einrichtungen für die Verwendung von Kühlschmierstoffen .....	67
5.7.3	Maßnahmen gegen Brand- und Explosionsgefährdungen.....	68
5.8	Besondere Anforderungen infolge von Gefährdungen durch Vernachlässigung von ergonomischen Grundsätzen .....	70
5.9	Besondere Anforderungen infolge von Gefährdungen durch unerwarteten Anlauf, unerwartetes Durchlaufen oder überhöhte Drehzahl .....	72
5.10	Besondere Anforderungen infolge von Gefährdungen durch Änderung der Drehzahl.....	74
5.11	Besondere Anforderungen infolge von Gefährdungen durch Ausfall der Energieversorgung .....	75
5.12	Besondere Anforderungen infolge von Gefährdungen durch Ausfall der Steuerung .....	75
5.13	Besondere Anforderungen infolge von Gefährdungen durch herausgeschleuderte Flüssigkeiten oder Gegenstände .....	79
5.13.1	Allgemeine Anforderungen.....	79
5.13.2	Einrichtungen gegen Wegschleudern von Schleifkörperbruchstücken .....	79
5.13.3	Einrichtungen gegen das Wegschleudern von Werkstücken und Werkstückteilen .....	81
5.14	Besondere Anforderungen infolge von Gefährdungen durch Verlust der Standfestigkeit.....	81
5.15	Besondere Anforderungen infolge von Gefährdungen durch Ausrutschen, Stolpern und Stürzen von Personen .....	81
6	Überprüfung der Sicherheitsanforderungen und/oder Schutzmaßnahmen .....	81
7	Benutzerinformation .....	84
7.1	Kennzeichnung .....	84
7.2	Betriebsanleitung.....	85
7.2.1	Allgemeines.....	85
7.2.2	Werkzeugbestückung .....	88
7.2.3	Werkstückspannung .....	88
7.2.4	Am NC-Bedienpult zugängliche Maschinenfunktionen.....	89
7.2.5	Wiederaanlaufen .....	89
7.2.6	Lärm .....	89
7.2.7	Schwingungen .....	90
7.2.8	Zusätzliche Handhabungseinrichtungen.....	90
7.2.9	Vom Maschinenbetreiber zu bedenkende Restrisiken.....	91
7.2.10	Aufstellungsanleitung für Schleifmaschinen.....	91
7.2.11	Reinigungsanleitung für die Maschine .....	92
<b>Anhang A (normativ) Schleifkörperschutzhauben, Zusatzschutzeinrichtungen und deren Kombinationen .....</b>		
<b>93</b>		
A.1	Allgemeines.....	93
A.2	Anforderungen für Schleifkörperschutzhauben und Zusatzschutzeinrichtungen .....	93
A.2.1	Formen von Schleifkörperschutzhauben und Öffnungswinkel.....	93
A.2.2	Wanddicken und Werkstoffe.....	103
A.2.3	Zusammengesetzte Schleifkörperschutzhauben .....	121
A.2.4	Sichtscheiben für Tisch- und Ständerschleifmaschinen .....	122
A.2.5	Zusatzschutzeinrichtungen.....	123
A.2.6	Befestigung von Sichtfenstern in Zusatzschutzeinrichtungen .....	129
A.2.7	Festigkeitsnachweis, Prüfung .....	131
A.3	Kriterien zur Auslegung von Schleifkörperschutzhauben und deren Befestigungselementen .....	132
A.3.1	Allgemeines.....	132

A.3.2	Energie von Schleifkörperbruchstücken .....	132
A.3.3	Ermittlung der Wanddicken von Schleifkörperschutzhauben .....	133
A.3.4	Auslegung der Befestigungselemente von Schleifkörperschutzhauben .....	135
<b>Anhang B (informativ) Aufprallprüfung für trennende Schutzeinrichtungen — Berstprüfung .....</b>		<b>137</b>
B.1	Allgemeines .....	137
B.2	Prüfverfahren .....	137
B.2.1	Vorbemerkung .....	137
B.2.2	Prüfbedingungen .....	137
B.2.3	Prüfeinrichtung .....	138
B.2.4	Prüfmuster .....	139
B.3	Ergebnisse .....	139
B.3.1	Beschädigungen .....	139
B.3.2	Bewertung .....	140
B.4	Prüfbericht .....	140
<b>Anhang C (informativ) Aufprallprüfung für trennende Schutzeinrichtungen — Projektilbeschuss .....</b>		<b>141</b>
C.1	Allgemeines .....	141
C.2	Prüfverfahren .....	141
C.2.1	Vorbemerkung .....	141
C.2.2	Prüfbedingungen .....	141
C.2.3	Prüfeinrichtung .....	142
C.2.4	Prüfverfahren .....	144
C.3	Prüfergebnisse .....	144
C.3.1	Allgemeines .....	144
C.3.2	Beschädigungen .....	144
C.3.3	Bewertung .....	145
C.4	Prüfbericht .....	145
<b>Anhang D (normativ) Einspannverfahren für Schleifkörper und sicherheitstechnische Anforderungen an Schleifwerkzeugaufnahmen .....</b>		<b>146</b>
D.1	Allgemeines .....	146
D.2	Einspannverfahren .....	146
D.3	Allgemeine Anforderungen .....	146
D.4	Gestaltung und Konstruktion der Spannflansche .....	146
D.4.1	Einspannkräfte und Anziehdrehmomente .....	146
D.4.2	Außendurchmesser für die Einspannung, Ringflächenhöhe und Überdeckung .....	147
D.4.3	Steifigkeit .....	149
D.4.4	Kennzeichnung von Spannflanschen .....	150
D.5	Einrichtungen zur Aufnahme von Schleifkörpern mittels eingelassener Befestigungselemente .....	150
D.5.1	Zentrale Gewindeeinsätze .....	150
D.5.2	Verfahren zur Ermittlung der Rundlaufabweichung für Spannzangen .....	151
D.5.3	Eingelassene Befestigungselemente für Schleifkörper Form 2, 35, 36, 37 und vergleichbare Schleifkörper .....	152
<b>Anhang E (informativ) Verminderung der Geräuschemission .....</b>		<b>157</b>
<b>Anhang F (normativ) Geräuschnorm .....</b>		<b>158</b>
F.1	Allgemeines .....	158
F.2	Bestimmung des A-bewerteten Emissions-Schalldruckpegels an den Arbeitsplätzen .....	158
F.2.1	Grundnorm und Messverfahren .....	158
F.2.2	Zeitintervall der Messung .....	158
F.2.3	Position der Mikrofone an den Arbeitsplätzen .....	158
F.2.4	Messunsicherheit .....	159
F.3	Bestimmung des A-bewerteten Schalleistungspegels .....	159
F.3.1	Allgemeines .....	159
F.3.2	Grundnorm und Messverfahren .....	159
F.3.3	Zeitintervall der Messung .....	159

F.3.4	Position der Mikrofone am Arbeitsplatz .....	159
F.3.5	Messunsicherheit .....	159
F.4	Montagebedingungen .....	159
F.5	Betriebsbedingungen.....	159
F.5.1	Allgemeines.....	159
F.5.2	Leerlaufmessung .....	159
F.5.3	Messung unter Last.....	160
F.6	Anzugebende Informationen.....	160
F.7	Prüfbericht .....	160
F.8	Angabe und Verifizierung von Geräuschemissionswerten.....	161
F.8.1	Allgemeines.....	161
F.8.2	Beispiel einer Erklärung zu Geräuschemissionen.....	162
<b>Anhang G (normativ) Anforderungen an Schleifmaschinen für die Bearbeitung von Werkstoffen, bei denen brennbare und explosionsfähige Stäube entstehen.....</b>		<b>163</b>
G.1	Einrichtungen zum Nassschleifen .....	163
G.2	Einrichtungen zum Trockenschleifen mit Nassabscheidung durch sofortiges Benetzen.....	163
G.3	Einrichtungen zum Trockenschleifen mit Abscheidung durch Nassabscheider .....	164
<b>Anhang H (informativ) Maßnahmen bei Verwendung brennbarer Kühlschmierstoffe .....</b>		<b>166</b>
H.1	Auswahl emissionsarmer Kühlschmierstoffe .....	166
H.2	Flammendurchschlagsichere Labyrinthdichtungen.....	167
H.3	Verhinderung des Eintretens von Flammen in die Absaugeinrichtung .....	167
H.4	Dimensionierung von Druckentlastungsflächen .....	168
<b>Anhang I (informativ) Beispiele für die Integration von Absaug- und Feuerlöscheinrichtungen bei Verwendung brennbarer Kühlschmierstoffe.....</b>		<b>170</b>
<b>Anhang J (informativ) Funktionale Sicherheit — Beispiel zur Überwachung der Grenzdrehzahl der Schleifspindel.....</b>		<b>172</b>
J.1	Allgemeines.....	172
J.2	Sicherheitsfunktionen .....	172
J.3	Berechnung der Ausfallwahrscheinlichkeit .....	173
<b>Anhang K (informativ) MSO 3 optionale Sonderbetriebsart für die manuelle Intervention unter eingeschränkten Betriebsbedingungen — Beispiele .....</b>		<b>175</b>
K.1	Allgemeines.....	175
K.2	Beispiel 1: Kontrolle eines neuen NC-Programmablaufs während des Einrichtvorgangs .....	175
K.2.1	Situation .....	175
K.2.2	Umsetzung der Sicherheitsanforderungen.....	176
K.3	Beispiel 2: Positionierung einer Profilschiene auf dem verfahrbaren Werkstücktisch und Abrichten der profilierten Schleifscheibe.....	177
K.3.1	Situation .....	177
K.3.2	Umsetzung der Sicherheitsanforderungen.....	178
<b>Literaturhinweise .....</b>		<b>180</b>

## 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	114
Bild A.32	115
Bild A.33	116
<b>Bild B.1 — Beispiel einer Prüfeinrichtung für die Aufprallprüfung</b>	<b>123</b>
<b>Bild C.1 — Prüfeinrichtung für die Aufprallprüfung</b>	<b>127</b>
<b>Bild C.2 — Projektil</b>	<b>128</b>
<b>Bild D.1 — Spannflansche zur Befestigung von Schleifkörpern mit großem Bohrungsdurchmesser — <math>H &gt; 0,2 D</math></b>	<b>133</b>
<b>Bild D.2 — Spannflansche zur Befestigung von Schleifkörpern mit kleinem Bohrungsdurchmesser — <math>H \leq 0,2D</math></b>	<b>134</b>
<b>Bild D.3 — Prüfanordnung</b>	<b>135</b>
<b>Bild D.4 — Schleiftöpfe</b>	<b>136</b>
<b>Bild D.5 — Prüfdorn</b>	<b>136</b>
<b>Bild D.6 — Korrekte Anordnung von Mutter und Schraube</b>	<b>137</b>
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
<b>Bild G.1 — Nassschleifverfahren</b>	<b>148</b>

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 . . . . .	63
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) . . . . .	113
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 — Rundlauf toleranz für Spannzangen . . . . .	136
Tabelle F.1 — Beispiel einer Erklärung zu Geräuschemissionen einer ortsfesten Schleifmaschine . . . . .	147
Tabelle H.1 — Kenndaten von nichtwassermischbaren Kühlschmierstoffen . . . . .	151