

Beispiel einer kinetischen Energieberechnung nach DIN EN ISO 23125:

Das größte Spannbackenfutter, welches eingesetzt werden kann, hat einen Kreisdurchmesser **d** von 25 cm (0,25 m). Die maximale Drehgeschwindigkeit der Drehmaschine ist laut Hersteller 5000 UpM (Umdrehungsfrequenz **f**). Das Gewicht **m** einer Spannbacke ist kleiner oder gleich 625 Gramm (0,625 kg). Hieraus folgt, dass die Umlaufzeit **T** der Spannbacke 1/5000 Minuten oder 0,012 Sekunden ist.

Die Bahngeschwindigkeit der Spannbacke ist dann 65,45 m/s:

$$v = \pi \cdot 0,25 \cdot 5000/60 = 65,45 \text{ m/s}$$

Die kinetische Energie **E_k**, die freigesetzt werden kann, ist 1339 Nm:

$$E_k = \frac{1}{2} \cdot 0,625 \cdot 65,45^2 = 1339 \text{ Nm}$$

Hieraus folgt, dass nach Einstufung der Norm DIN EN ISO 23125 laut Tabelle 1 eine Schutzverglasung mit Widerstandsklasse A3 erforderlich ist. Die Tabelle 2 zeigt dann, dass für die Sicherheitsscheibe Polycarbonat mit einer Mindeststärke von 10 mm verwendet werden muss.

Weitere Informationen zu BSA Sicherheitsscheiben

- Beim Einbau der Scheiben ist zu beachten, dass die Randüberlappung der Sicherheitsscheibe mit der Maschinenverkleidung bedienerseitig umlaufend minimal 25 mm beträgt, bei großen Scheiben und großen Projektilmassen sogar bis zu 50 mm. Diese Überlappung ist erforderlich, um zu verhindern, dass während des Geschossaufpralls die Sicherheitsscheibe soweit durchgebogen wird, dass die Scheibe aus der Maschinenverkleidung herausgedrückt wird. Andererseits kann bei relativ kleinen Scheiben und niedrigen Aufprallgeschwindigkeiten mit 100 Gramm-Projektilen auch eine geringere Randüberlappung von minimal 10 mm ausreichend sein.
- Auf die Polycarbonatscheibe wird als Kühlwasser- und Chemikalienschutz eine Schutzfolie mit einer kratz- und abriebfesten Beschichtung, die gleichzeitig schmutzabweisende Eigenschaften hat, aufgebracht.
- Zusätzlich wird der Rand der Sicherheitsscheiben mit einer silikonfreien Dichtmasse versiegelt, wodurch verhindert wird, dass Kühl- und Schmierstoffe zum Polycarbonat vordringen können.
- Neben Sicherheitsscheiben, welche die Normen DIN EN ISO 23125, EN 12417 und EN 13128 erfüllen, stellen wir auch Sicherheitsscheiben her, welche andere Normanforderungen erfüllen, wie zum Beispiel die Anforderungen der Norm DIN EN ISO 16089 „Werkzeugmaschinen – Sicherheit Stationäre Schleifmaschinen“.
- Alle BSA Sicherheitsscheiben sind frei von Silikon und silikonhaltigen Materialien.
- Wir empfehlen zur Auslegung von Sicherheitsscheiben die Original-Normen heranzuziehen.



BERECHNUNGEN



Wir berechnen Ihre Sicherheit





Erläuterungen zu den Berechnungen der Widerstandsklassen nach den gültigen Normen und Normentwürfen

Rückhaltefähigkeit nach der Norm DIN EN ISO 23125

DIN EN ISO 23125 „Werkzeugmaschinen – Sicherheit – Drehmaschinen“ ist anwendbar für

- Bauart 1: Handgesteuerte Drehmaschinen ohne numerische Steuerung
- Bauart 2: Handgesteuerte Drehmaschinen mit begrenzten numerischen Steuerungsfähigkeiten
- Bauart 3: Numerisch gesteuerte Drehmaschinen und Drehzentren
- Bauart 4: Einzel- oder Multispindel-Drehautomaten

die im allgemeinen mit Werkzeugspannzeugen bis zu einem Außendurchmesser von 500 mm ausgerüstet sind, und numerisch gesteuerten Vertikal-Drehmaschinen und Drehzentren, die mit Werkzeugspannzeugen bis zu einem Außendurchmesser von 1600 mm ausgerüstet sind. In dieser Norm wird die Einstufung der Rückhaltefähigkeiten laut Tabelle 1 vorgenommen. BSA Sicherheitsscheiben werden mit 6, 8, 10, 12, 15, 18 oder 20 mm dickem Polycarbonat hergestellt und können nach Tabelle 2 klassifiziert werden.

Spannzeug-Durchmesser (mm)		Umfangsgeschwindigkeit v (m/s)	Projektilmaße D x a* (mm x mm)	Projektilmasse m (kg)	Aufprallgeschwindigkeit v _i (m/s)	Aufprallenergie	Widerstandsklasse
über	bis zu						
	130	25	30 x 19	0,625	32	320	A1
		40			50	781	A2
		63			80	2000	A3
130	250	40	40 x 25	1,25	50	1562	B1
		50			63	2480	B2
		63			80	4000	B3
260	≤ 500	40	50 x 30	2,5	50	3124	C1
		50			63	4960	C2
		63			80	8000	C3

*D = Durchmesser | a = Seitenlänge der Auftrefffläche für die Flächenbestimmung (a x a)

(Tabelle 1)

PC Dicke (mm)	Widerstandsklasse der BSA Sicherheitsscheiben								
	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3
6	+	+	-	+	-	-	-	-	-
8	+	+	-	+	+	-	+	-	-
10	+	+	+	+	+	-	+	+	-
12	+	+	+	+	+	+	+	+	-
15	+	+	+	+	+	+	+	+	+
18	+	+	+	+	+	+	+	+	+
20	+	+	+	+	+	+	+	+	+

+ = Anforderungen der jeweiligen Widerstandsklasse erfüllt | - = Anforderungen der jeweiligen Widerstandsklasse nicht erfüllt

(Tabelle 2)

Der Verein Deutscher Werkzeugmaschinenfabriken e.V. (VDW) hat ergänzende Prüfklassen PK 1 bis PK 5 für numerisch gesteuerte Horizontal-Drehmaschinen definiert, die Aufsatzbacken von bis zu 8 kg berücksichtigen, siehe Tabelle 3.

BSA Sicherheitsscheiben, welche mit 15 und 18 mm Polycarbonat hergestellt werden, übertreffen die Anforderungen der Norm DIN EN ISO 23125 erheblich. Beschussprüfungen am IWF in Berlin nach den VDW Richtlinien mit höheren Massen und Geschwindigkeiten haben ergeben, dass Sicherheitsscheiben mit 18 mm Polycarbonat die Klassen PK 1 und PK 2, und Sicherheitsscheiben mit 20 mm alle Klassen PK 1 bis PK 5 bestehen.

Es ist anzumerken, dass diese Prüfklassen momentan nicht in der Norm DIN EN ISO 23125 enthalten sind.

DIN EN 12415	VDW Prüfklasse (PK)				
C3	PK1	PK2	PK3	PK4	PK5
v = 80 m/s	v = 89 m/s	v = 63 m/s	v = 69 m/s	v = 55 m/s	v = 59 m/s
E = 8.000 Nm	E = 10.000 Nm	E = 10.000 Nm	E = 12.000 Nm	E = 12.000 Nm	E = 13.000 Nm
m = 2,5 kg		m = 5,0 kg		m = 8,0 kg	

(Tabelle 3)

Rückhaltefähigkeit nach den Normen DIN EN 12417 und DIN EN 13128

Die Rückhaltefähigkeit wird bei beiden Normen mit der gleichen Methode und der gleichen Projektilmasse von 100 Gramm geprüft. Bei den Normen EN 12417 „Werkzeugmaschinen Sicherheit – Bearbeitungszentren“ und EN 13128 „Werkzeugmaschinen Sicherheit – Fräs- und Bohrmaschinen“ betrifft es Werkzeugmaschinen mit umlaufendem Werkzeug und „feststehendem“ Werkstück für die allgemeine spanende Kaltbearbeitung von Metall.

Die Rückhaltefähigkeit von BSA Sicherheitsscheiben nach diesen Normen ist der Tabelle 4 zu entnehmen.

In diesen Normen sind keine Prüfklassen wie bei der Norm DIN EN ISO 23125 vorgesehen.

Polycarbonat Dicke (mm)	Projektilmasse (kg)	Aufprallgeschwindigkeit (m/s)	Rückhaltefähigkeit (Nm)
4	0,10	85	361
6	0,10	100	500
8	0,10	120	720
10	0,10	145	1063
12	0,10	150	1125
15	0,10	155	1200
18	0,10	165	1350
20	0,10	175	1530

(Tabelle 4)

Berechnung der kinetischen Energie und der geforderten Schlagfestigkeit der Sicherheitsscheiben mit Polycarbonat nach DIN EN ISO 23125, EN 12417 und EN 13128.

Die Rückhaltefähigkeit von einer Sicherheitsscheibe kann mit einigen Maschinendaten berechnet werden.

Die maximale Außengeschwindigkeit des größten zugelassenen Spannbackenfutters bzw. Fräswerkzeug (EN 12417 und EN 13128) wird mit Hilfe des Durchmessers oder des Radius ermittelt:

$$v = \frac{2 \cdot \pi \cdot r}{T} = \frac{\pi \cdot d \cdot f}{T} = \frac{\pi \cdot d \cdot r}{60}$$

$$T = \frac{60}{f} \quad (\text{Umrechnung von Umdrehungen pro Minute in Umlaufzeit in Sekunde})$$

v = Bahngeschwindigkeit (m/s)
r = Kreisbahnradius (m)
d = Kreisdurchmesser (m)
T = Umlaufzeit (s)
f = Umdrehungsfrequenz (UpM)

Die kinetische Energie, die freigesetzt werden kann, wenn eine Spannbacke bzw. das Fräswerkzeug sich löst oder abbricht, wird auf folgende Weise ermittelt:

$$E_k = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$$

E_k = kinetische Energie (Nm)
m = Spannbackenmasse bzw. Fräskopfmass (kg)
v = Bahngeschwindigkeit (m/s)