

b. Liste der Gefährdungs- und Fehlerarten

Im Folgenden wird die Liste der Gefährdungen aus DIN EN ISO 12100, Anh. A in etwas abgewandelter, systematischerer Form wiedergegeben. Die Normenliste enthält zwei Arten von Gefährdungen: solche, die als Folgen, andere, die als Ursachen anzusehen sind:

Gefährdungsfolgen ← Gefährdungsarten ← Fehlerarten (als Ursachen)

Gefährdungskategorien und Gefährdungsfolgen		
1 Folgen aus mechanischen Gefährdungen:		
1.1	Quetschen, Scheren	
1.2	Verletzungen durch fallende oder umherfliegende Gegenstände	
1.3	Schneiden oder Abschneiden, Durchstich oder Einstich	
1.4	Erfassen und Aufwickeln, Einziehen oder Fangen	
1.5	Stoß	
1.6	Reibung oder Abrieb	
1.7	Sturz oder Fall (von Personen)	
1.8	Verletzungen durch Spritzen von Flüssigkeiten unter hohem Druck	
2 Folgen aus elektrischen Gefährdungen:		
2.1	elektrischer Schlag wegen	
a)	direkter Berührung von unter Spannung stehenden Teilen	
b)	Teilen, die durch Fehlzustände spannungsführend geworden sind	
2.2	Hochspannungsschlag durch Annäherung an unter Hochspannung stehenden Teilen	
2.3	Schlag durch elektrostatische Vorgänge	
2.4	Verletzungen durch Hitze oder Herausschleudern geschmolzener Teilchen oder chemische Vorgänge bei Kurzschlüssen, Überlastungen usw.	
3 Folgen aus thermische Gefährdungen:		
3.1	Verbrennungen, Verbrühungen, Frostbeulen und andere Verletzungen durch	
a)	Kontakt mit Gegenständen oder Werkstoffen sehr hoher oder niedriger Temperatur	
b)	durch Flammen oder Explosionen	
c)	durch die Strahlung von Wärmequellen	
3.2	Schädigungen der Gesundheit durch heiße oder kalte Arbeitsumgebung	
4 Folgen aus Gefährdungen durch Strahlung:		
4.1	Schädigung durch Strahlung mit Niederfrequenz, Funkfrequenz, Mikrowellen	
4.2	Schädigung durch infrarotes, sichtbares und ultraviolettes Licht	
4.3	Schädigung durch Röntgen- und Gammastrahlen	
4.4	Schädigung durch Alphastrahlen, Betastrahlen, Elektronen-, Ionen- oder Neutronenstrahlen	
4.5	Schädigung durch Laserstrahlen	
5 Folgen aus Gefährdungen durch Werkstoffe und anderer Stoffe (und ihrer Bestandteile), die von Maschinen verarbeitet oder verwendet werden:		
5.1	Gefährdungsfolgen durch Kontakt mit oder Einatmung von gefährlichen Flüssigkeiten, Gasen, Nebeln, Dämpfen und Stäuben	
5.2	Gefährdungsfolgen durch Feuer oder Explosion	
5.3	biologische oder mikrobiologische Gefährdungsfolgen (durch Viren oder Bakterien)	
6 Folgen aus Gefährdungen durch Vernachlässigung ergonomischer Grundsätze:		
6.1	ungesunde Körperhaltung oder besondere Anstrengung wegen	
a)	ungenügende Berücksichtigung der (Dauer-)Leistungsfähigkeit (Mann/Frau)	
b)	ungenügende Berücksichtigung der Anatomie von Hand/Arm oder Fuß/Bein	
c)	ungeeignete Konstruktion und Platzierung von Stellteilen oder Sichtanzeigen	
6.2	Sehschäden	
6.3	Stress	
7 Folgen aus Gefährdungen durch Lärm und Vibration:		
7.1	Gehörverlust (Taubheit), andere physiologischen Beeinträchtigungen (z.B. Gleichgewichtsverlust, Nachlassen der Aufmerksamkeit)	
7.2	Störung der Sprachkommunikation, Störung akustischer Signale usw.	
7.3	Nerven- und Gefäßstörungen bei Verwendung handgeführter Werkzeuge	
7.4	Ganzkörpervibration, speziell in Verbindung mit Zwangshaltungen	
10 Folgen aus Kombinationen von Gefährdungen		

Gefährdungsarten (Gefährdungssituationen und Gefährdungsereignisse)		
1	mechanische Gefährdungen durch	
1.1	Maschinenteile oder Werkstücke, z.B.:	
a)	Form und relative Anordnung	
b)	Masse und Standfestigkeit (potentielle Energie von Elementen, die sich unter dem Einfluss der Schwerkraft bewegen können)	
c)	Masse und Geschwindigkeit (kinetische Energie von Elementen in kontrollierter oder unkontrollierter Bewegung)	
d)	unzureichende mechanische Festigkeit	
1.2	Ansammlung von Energie im Inneren der Maschine, z.B.:	
a)	elastische Elemente (Federn)	
b)	Flüssigkeiten und Gase unter Druck	
c)	Unterdruck	
1.3	Bruch beim Betrieb	
1.4	herabfallende oder herausgeworfene Gegenstände oder Flüssigkeiten	
1.5	Ausgleiten, Stolpern oder Fallen (in Zusammenhang mit Maschinen)	
1.6	Verlust der Standfestigkeit/Umkippen der Maschine	
2	elektrische Gefährdungen durch	
2.1	direkte Berührung von Personen mit von unter Spannung stehenden Teilen	
2.2	Berührung von Personen mit Teilen, die durch Fehlzustände spannungsführend geworden sind	
2.3	Annäherung an unter Hochspannung stehende Teile	
2.4	Blitzschlag	
2.5	elektrostatische Vorgänge	
2.6	thermische Strahlung	
2.7	Vorgänge wie Herausschleudern geschmolzener Teilchen oder chemische Vorgänge bei Kurzschlüssen, Überlastungen usw.	
3	Thermische Gefährdungen durch	
3.1	Werkstoffe sehr hoher oder niedriger Temperatur	
3.2	Flammen oder Explosionen	
3.3	die Strahlung von Wärmequellen	
3.4	heiße oder kalte Arbeitsumgebung	
4	Gefährdungen durch Strahlung	
5	Gefährdungen durch Werkstoffe und andere Stoffe (und durch ihre Bestandteile), die von Maschinen verarbeitet oder verwendet werden	
5.1	gefährliche Flüssigkeiten, Gase, Nebel, Dämpfe und Stäube, Sauerstoffmangel am Arbeitsplatz	
5.2	Feuer oder Explosion (Entflammbarkeit, Mangel an Feuerlöscheinrichtungen)	
5.3	biologische oder mikrobiologische Gefährdungen (durch Viren oder Bakterien)	
6	Gefährdungen durch die Vernachlässigung ergonomischer Grundsätze wegen	
6.1	erforderlicher ungesunder oder schwieriger Körperhaltung (kurzzeitig, langfristig)	
6.2	ungeeigneter Platzierung (von Bedienteilen)	
6.3	mentaler Über-/Unterforderung	
7	Gefährdungen durch Lärm und Vibration	
8	Gefährdungen auf Grund unzulänglicher Steuerung durch	
8.1	unerwarteten Anlauf, unerwartetes Durchdrehen/Überdrehen (oder jede vergleichbare Funktion) wegen Ausfall/Störung des Steuerungssystems	
a)	wegen Ausfall/Störung des Steuerungssystems	
b)	wegen Wiederherstellung der Energiezuführung nach einer Unterbrechung	
c)	wegen äußere Einflüsse auf elektrische Betriebsmittel oder andere Einflüsse (Wind, ...)	
d)	wegen Softwarefehler	
e)	wegen Bedienungsfehler, zurückzuführen auf unzureichende Anpassung der Maschine an menschliche Eigenschaften und Fähigkeiten	
8.2	fehlende Möglichkeit, die Maschine unter optimalen Bedingungen still zusetzen	
8.3	Änderungen der Umdrehungsgeschwindigkeit von Werkzeugen	
8.4	Ausfall der Energieversorgung	
8.5	Ausfall des Steuer- bzw. Regelkreises	
9	Gefährdungen auf Grund menschlichen Verhaltens durch	
9.1	fehlerhafte Montage	
9.2	unzureichende Anweisungen	
9.3	menschliches Fehlverhalten	
10	Folgen aus Kombinationen von Gefährdungen	

Zusätzliche Gefährdungsarten aufgrund von Bewegungen		
11	mechanische Gefährdungen im Zusammenhang mit der Fortbewegung der Maschine	
11.1	Fortbewegung beim Starten der Maschine	
11.2	Fortbewegung, ohne dass sich der Fahrer auf dem Fahrersitz befindet	
11.3	Fortbewegung, ohne dass alle Teile gesichert sind	
11.4	zu hohe Geschwindigkeit einer durch Fußgänger geführten Maschine	
11.5	zu starke Schwingungen bei der Fortbewegung	
11.6	ungenügende Möglichkeit, die Maschine zu verlangsamen, still zusetzen und unbeweglich zu machen	
	... zurückzuführen auf das Steuerungssystem	
11.7	ungeeignete Positionierung von Stellteilen	
11.8	ungeeignete Konstruktion der Stellteile und ihrer Betriebsweise	
	mechanische Gefährdungen durch Arbeiten an der Maschine einschl. Fahrerkabine auf der Maschine	
11.9	mechanische Gefährdungen am Arbeitsplatz:	
a)	durch Berührung der Räder;	
b)	durch Überrollen;	
c)	durch Herabfallen und Herausschleudern von Gegenständen, Durchdringen durch	
e)	durch Berührung von Personen mit Maschinenteilen oder Werkzeugen (bei durch Fußgänger geführten Maschinen)	
12	Gefährdungen zurückzuführen auf die Energiequelle und Energieübertragung	
12.1	Gefährdungen durch Motor und Batterien	
12.2	Gefährdungen durch die Energieübertragung zwischen Maschinen	
12.3	Gefährdungen durch Kupplungen und Seilzüge	
16	Gefährdungen durch die Vernachlässigung ergonomischer Grundsätze wegen	
16.1	ungeeignete Beleuchtung	
16.2	ungeeigneter Sitz	
16.3	Lärm am Arbeitsplatz	
16.4	Vibration am Arbeitsplatz	
16.5	ungenügende Sichtbarkeit der Umgebung aus der Fahrerposition	
19	Gefährdungen durch menschliches Verhalten Dritter Personen	
19.1	unerlaubtes Starten/Benutzen	
19.2	Bewegung eines Maschinenteils über seine Halteposition hinaus	
19.3	Fehlen oder mangelnde Eignung von optischen oder akustischen Warneinrichtungen	
19.4	Gefährdungen aufgrund unzureichender Anweisungen für den Fahrer/Bediener	

Zusätzliche Gefährdungsarten aufgrund von Hebevorgängen		
21	zusätzliche mechanische Gefährdungen durch Lasten	
21.1	durch herabfallende Lasten, Zusammenstöße, Anstoßen der Maschine wegen:	
a)	mangelnder Stabilität	
b)	falscher Beladung, Überlastung, Überschreiten der Kippmomente	
c)	unkontrollierten Bewegungsauslässe	
d)	unerwarteten/unbeabsichtigten Ladungsbewegungen	
e)	ungeeigneten Befestigungsmitteln/Zubehörteilen	
21.2	Zusammenstoß von mehreren Maschinen	
21.3	durch Zugang von Personen zu Lastträgern	
21.4	durch Entgleisen	
21.5	durch ungeeignete Konstruktion von Lastaufnahmehaken und -trommeln	
21.6	ungeeigneten Einbau in die Maschine	
21.7	durch Herablassen der Last unter Überwachung der Reibungsbremse	
21.8	durch abnormale Bedingungen für Montage/Prüfung/Nutzung/Instandhaltung	
21.9	durch Einwirkung der Last auf Personen (Stoß durch Last oder Gegengewicht)	

Die „Liste einiger wichtiger Fehler und Ausfälle bei Maschinen“ ist an die Tabelle A2 der DIN EN ISO 12100 angelehnt. Diese Fehlerarten sind die Ursachen der Gefährdungen.

Fehlerarten (Liste wichtiger Fehler und Ausfälle bei		
1	mechanische Komponenten	
1.1	wechselbelastete Bauteile	
a)	Federbruch	
b)	bewegliche Verbindungen (Achsbolzen, ...)	
c)	Achsen, Wellen, Naben, Lager	
1.2	geführte bewegliche Bauteile	
a)	Schwergängigkeit, Blockieren, Hängenbleiben	
b)	Lockern, Verlagern	
1.3	Lösen von Verbindungen (z. B. durch Vibration)	
1.4	Verschleiß (z. B. bei Rollen, Lagern, Klinken, Führungen)	
1.5	Umgebungseinflüsse	
a)	Korrosion	
b)	Temperatur	
1.6	fertigungsbedingte Fehler	
a)	Passungsfehler (zu großes Spiel, ...)	
b)	Fluchtungsfehler von Teilen	
	hydraulische und pneumatische Komponenten	
1.10	Nicht-Schalten oder unvollständiges Schalten des beweglichen Elementes z. B. Hängenbleiben eines Ventilkolbens	
1.11	Veränderung der Ausgangsstellung des beweglichen Elements (z. B. bei Wegeventilen)	
1.12	Leckage bzw. Veränderung der Leckage (z. B. bei Wegeventilen)	
1.13	instabile Steuerungseigenschaften bei Servo- und Proportionalventilen	
1.14	Druckverlust	
a)	Abreißen von Leitungen	
b)	Lösen oder Abreißen von Kupplungen	
1.15	Zusetzen eines Filterelements (insbesondere durch feste Stoffe)	
1.16	abnormaler Druck oder Volumenfluss	
1.17	z. B. bei Hydraulikpumpen, Hydraulikmotoren, Kompressoren, Zylindern)	
1.18	Ausfall oder abnormale Veränderung der Eigenschaften von Eingangs- oder Ausgangssignalen bei Sensoren (z. B. Druckschaltern)	
2	elektrische und elektronische Komponenten	
2.1	geöffneter Stromkreis in einem Leiter oder in einzelnen Bauteilen	
2.2	Kurzschluss in einem Leiter z. B. Erdschluss, Kurzschluss im Schutzleiter, Kurzschluss in einem leitenden Teil	
2.3	Kurzschluss in einzelnen Bauteilen z. B. in Positionsschaltern, Stellteilen von Maschinen, Relais	
2.4	Nicht-Abfallen oder Nicht-Anziehen von elektromagnetischen Komponenten z. B. Schütze, Relais, Magnetventile	
2.5	Nicht-Starten oder Nicht-Anhalten von Motoren	
2.6	mechanische Blockierung beweglicher el. Elemente (z. B. Positionsschalter)	
2.7	mechanische Lockerung oder Verlagerung beweglicher el. Elemente (z. B. Positionsschalter)	
2.8	Driften über die Toleranzgrenze von analogen Elementen (z. B. Widerstände, Transistoren)	
8	Steuerungskomponenten	
8.1	geöffneter Stromkreis in einzelnen Bauteilen	
8.2	Kurzschluss in einzelnen Bauteilen z. B. in Steuerungs- oder Regeleinrichtungen, Relais	
8.3	Driften über die Toleranzgrenze von analogen Bauteilen	
8.4	Oszillieren von (instabilen) Ausgangssignalen bei integrierten Bauteilen	
8.5	Verlust der Gesamtfunktion oder Teilfunktionen bei komplexen integrierten Bauteilen (beachte: Verhalten im ungünstigsten Betriebsfall, worst case) z. B. bei Mikroprozessoren, programmierbaren elektronischen Einrichtungen, SPS, anwendungsspezifischen integrierten Stromkreisen	