

	Mechanische Schwingungen Auswuchtmaschinen Verkleidungen und andere Schutzmaßnahmen für die Messanlage (ISO 7475:2002)	DIN ISO 7475
ICS 21.120.40	Entwurf Mechanical vibration — Balancing machines — Enclosures and other protective measures for the measuring station (ISO 7475:2002) Vibrations mécaniques — Machines à équilibrer — Enceintes et autres mesures de protection pour le poste de mesurage (ISO 7475:2002) Anwendungswarnvermerk Dieser Norm-Entwurf wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt. Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfes besonders zu vereinbaren. Stellungnahmen werden erbeten — vorzugsweise als Datei per E-Mail an nals@din.de in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter http://www.din.de/stellungnahme abgerufen werden; — oder in Papierform an den Normenausschuss Akustik, Lärminderung und Schwingungstechnik (NALS) im DIN und VDI, 10772 Berlin (Hausanschrift: Burggrafenstraße 6, 10787 Berlin). Die Internationale Norm ISO 7475:2002, „Mechanical vibration — Balancing machines — Enclosures and other protective measures for the measuring station“, ist unverändert in diesen deutschen Norm-Entwurf übernommen worden. Nationales Vorwort Die Internationale Norm ISO 7475 „Mechanical vibration — Balancing machines — Enclosures and other protective measures for the measuring station“ ist vom ISO/TC 108/SC 1 „Balancing, including balancing machines“ unter deutscher Projektleitung als Weiterentwicklung von DIN 45690 erarbeitet worden; letztere basierte auf der Vorgängerausgabe ISO 7475:1984. Die deutsche Übersetzung wurde im Gemeinschaftsausschuss NALS/VDI C 6 UA 1 „Auswuchten und Auswuchtmaschinen“ ausgearbeitet. ISO 7475:2002 wurde mit der Absicht der Übernahme als Europäische Norm vom CEN-Berater geprüft und trotz Beachtung der notwendigen Vorgaben (siehe Vorwort) als nicht ausreichend zur Erfüllung der relevanten grundlegenden Anforderungen der Maschinen-Richtlinie 98/37/EG bewertet. Die Norm kann daher nur als „hilfreich“ für die Erfüllung der Richtlinien-Anforderungen angesehen werden. Fortsetzung Seite 2 bis 31 Normenausschuss Akustik, Lärminderung und Schwingungstechnik (NALS) im DIN und VDI Normenausschuss Maschinenbau (NAM) im DIN Deutsches Institut für Normung e. V.	Einsprüche bis 2003-09-30 Vorgesehen als Ersatz für DIN 45690:1994-02 und DIN 45690 Bbl 1:1999-11

Zu den im Inhalt zitierten Internationalen Normen wird im Folgenden auf die entsprechenden Deutschen Normen hingewiesen:

ISO 1925	siehe	DIN ISO 1925
ISO 1940-1	siehe	E DIN ISO 1940-1
ISO 1940-2	siehe	DIN ISO 1940-2
ISO 2041	siehe	E DIN 1311 Bbl. 1
ISO 2806	siehe	DIN ISO 2806
Normen der Reihe ISO 9355	siehe	Normen der Reihe DIN EN 894
ISO 11342	siehe	DIN ISO 11342
Normen der Reihe ISO 12100	siehe	Normen der Reihe DIN EN 292
ISO 13849-1	siehe	DIN EN 954-1
ISO 13850	siehe	DIN EN 418
ISO 13851	siehe	DIN EN 574
ISO 13852	siehe	DIN EN 294
ISO 13854	siehe	DIN EN 349
ISO 13855	siehe	DIN EN 999
ISO 14118	siehe	DIN EN 1037
ISO 14119	siehe	DIN EN 1088
ISO 14120	siehe	DIN EN 953
ISO 14121	siehe	DIN EN 1050
Normen der Reihe ISO 14122	siehe	Normen der Reihe DIN EN ISO 14122
ISO/IEC Guide 51	siehe	DIN 820-120

Änderungen

Gegenüber DIN 45690:1994-02 und DIN 45690 Bbl 1:1999-11 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

— Siehe ISO-Vorwort.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN 820-120, *Normungsarbeit — Teil 120: Leitfaden für die Aufnahme von Sicherheitsaspekten in Normen (ISO/IEC Guide 51:1999)*

E DIN 1311 Beiblatt 1, *Schwingungen und schwingungsfähige Systeme — Schwingungen und Stöße — Begriffe*

Normen der Reihe DIN EN 292, *Sicherheit von Maschinen — Grundbegriffe, allgemeine Gestaltungsleitsätze*

DIN EN 294, *Sicherheit von Maschinen — Sicherheitsabstände gegen das Erreichen von Gefahrstellen mit den oberen Gliedmaßen; Deutsche Fassung EN 294:1992*

DIN EN 349, *Sicherheit von Maschinen — Mindestabstände zur Vermeidung des Quetschens von Körperteilen; Deutsche Fassung EN 349:1993*

DIN EN 418, *Sicherheit von Maschinen — NOT-AUS-Einrichtung, funktionelle Aspekte — Gestaltungsleitsätze; Deutsche Fassung EN 418:1992*

DIN EN 574, *Sicherheit von Maschinen — Zweihandschaltungen — Funktionelle Aspekte — Gestaltungsleitsätze; Deutsche Fassung EN 574:1996*

Normen der Reihe DIN EN 894, *Sicherheit von Maschinen — Ergonomische Anforderungen an die Gestaltung von Anzeigen und Stellteilen*

DIN EN 953, *Sicherheit von Maschinen — Trennende Schutzeinrichtungen — Allgemeine Anforderungen an Gestaltung und Bau von feststehenden und beweglichen trennenden Schutzeinrichtungen; Deutsche Fassung EN 953:1997*

DIN EN 954-1, *Sicherheit von Maschinen — Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen — Teil 1: Allgemeine Gestaltungsleitsätze; Deutsche Fassung EN 954-1:1996*

DIN EN 999, *Sicherheit von Maschinen — Anordnung von Schutzeinrichtungen im Hinblick auf Annäherungsgeschwindigkeiten von Körperteilen; Deutsche Fassung EN 999:1998*

DIN EN 1037, *Sicherheit von Maschinen — Vermeidung von unerwartetem Anlauf; Deutsche Fassung EN 1037:1995*

DIN EN 1050, *Sicherheit von Maschinen — Leitsätze zur Risikobeurteilung; Deutsche Fassung EN 1050:1996*

DIN EN 1088, *Sicherheit von Maschinen — Verriegelungseinrichtungen in Verbindung mit trennenden Schutzeinrichtungen — Leitsätze für Gestaltung und Auswahl; Deutsche Fassung EN 1088:1995*

Normen der Reihe DIN EN ISO 14122, *Sicherheit von Maschinen — Ortsfeste Zugänge zu maschinellen Anlagen*

DIN ISO 1925, *Mechanische Schwingungen — Auswuchttechnik — Begriffe (ISO 1925:2001)*

E DIN ISO 1940-1:2002-03, *Mechanische Schwingungen — Anforderungen an die Auswuchtgüte von Rotoren in konstantem (starrem) Zustand — Teil 1: Festlegung und Nachprüfung der Unwuchtterolanz (ISO/DIS 1940-1:2001)*

DIN ISO 1940-2, *Mechanische Schwingungen — Anforderungen an die Auswuchtgüte starrer Rotoren — Teil 2: Abweichungen beim Auswuchten (ISO 1940-2:1997)*

DIN ISO 2806, *Industrielle Automatisierungssysteme — Numerische Steuerung von Maschinen — Begriffe*

DIN ISO 11342, *Mechanische Schwingungen — Verfahren und Kriterien für das mechanische Auswuchten nachgiebiger Rotoren (ISO 11342:1998)*

DIN ISO 11342 Ber 1, *Berichtigungen zu DIN ISO 11342:1999-05 (ISO 11342:1998/Cor. 1:2000)*

Deutsche Übersetzung

Mechanische Schwingungen

Auswuchtmaschinen

Verkleidungen und andere Schutzmaßnahmen für die Messanlage

Inhalt

	Seite
Vorwort.....	5
Einleitung	6
1 Anwendungsbereich.....	7
2 Normative Verweisungen	7
3 Begriffe.....	7
4 Liste der signifikanten Gefährdungen	7
4.1 Allgemeines	7
4.2 Risikobewertung	9
4.3 Zugang zur Auswuchtmaschine.....	9
5 Sicherheitsanforderungen und/oder Schutzmaßnahmen.....	9
5.1 Allgemeine Anforderungen	9
5.2 Spezifische Anforderungen	12
6 Nachprüfung der Sicherheitsanforderungen und/oder Schutzmaßnahmen	12
7 Benutzerinformationen.....	17
7.1 Allgemeine Anforderungen	17
7.2 Betriebsanleitung.....	17
7.3 Kennzeichnung	18
Anhang A (normativ) Auswahl von Verkleidungen der Schutzklasse C	19
Anhang B (informativ) Einrichtung für die Aufprallprüfung.....	27
Anhang C (informativ) Beispiele für die Schutzklassen	28
Literaturhinweise	31

Vorwort

Die ISO (Internationale Organisation für Normung) ist die weltweite Vereinigung nationaler Normungsinstitute (ISO-Mitglieds Körperschaften). Die Erarbeitung Internationaler Normen obliegt den Technischen Komitees der ISO. Jede Mitglieds Körperschaft, die sich für ein Thema interessiert, für das ein Technisches Komitee eingesetzt wurde, ist berechtigt, in diesem Komitee mitzuarbeiten. Internationale (staatliche und nichtstaatliche) Organisationen, die mit der ISO in Verbindung stehen, sind an den Arbeiten ebenfalls beteiligt. Die ISO arbeitet eng mit der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) auf allen Gebieten elektrotechnischer Normung zusammen.

Internationale Normen werden in Übereinstimmung mit den Gestaltungsregeln der ISO/IEC-Direktiven, Teil 3, erstellt.

Die wesentliche Aufgabe Technischer Komitees besteht in der Erarbeitung Internationaler Normen. Die von den Technischen Komitees verabschiedeten internationalen Norm-Entwürfe werden den Mitglieds Körperschaften zur Abstimmung vorgelegt. Die Veröffentlichung als Internationale Norm erfordert Zustimmung von mindestens 75 % der abstimmenden Mitglieds Körperschaften.

Es wird darauf hingewiesen, dass die Möglichkeit besteht, dass einige Teile dieser Internationalen Norm Patentrechte berühren können. ISO ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

ISO 7475 ist vom Technischen Komitee ISO/TC 108 „Mechanical vibration and shock“, Unterkomitee SC 1 "Balancing, including balancing machines" erarbeitet worden.

Diese zweite Ausgabe ersetzt die erste Ausgabe (ISO 7475:1984) und die Berichtigung, die inhaltlich überarbeitet wurden.

Wesentliche Änderungen gegenüber der vorherigen Ausgabe sind:

- Erweiterung des Bereichs möglicher Teilchengeschwindigkeiten,
- Heranziehung der flächenbezogenen Energie eines Teilchens als Kriterium für die Fähigkeit des Verkleidungsmaterials, ein vom Rotor wegfliegendes Teilchen zu halten,
- Heranziehung der absoluten Energie eines Teilchens als Kriterium für die Stabilität der Befestigung der Verkleidung als Ganzes oder einzelner Elemente,
- Berücksichtigung des Impulses eines Teilchens, das gegen eine frei stehende Schutzeinrichtung prallt,
- Behandlung weiterer Sicherheitsaspekte, die für Auswuchtmaschinen typisch sind und einen Bezug zur Unversehrtheit der Bedienungsperson haben.

Diese Internationale Norm folgt den für eine Europäische Norm verbindlichen Vorgaben zur Gestaltung einer maschinenspezifischen Sicherheitsnorm und enthält Vorgehensweisen zur Nachprüfung der Sicherheitsanforderungen.

Anhang A dieser Internationalen Norm ist normativ. Die Anhänge B und C dienen nur der Information.

Einleitung

Ein Ziel bei der Konstruktion und dem Einsatz von Auswuchtmaschinen ist es, die Gefährdungen möglichst gering zu halten, die direkt von der Benutzung der Maschine ausgehen. Der stärker werdende Ruf nach immer größerer Sicherheit in der Arbeitswelt fordert jedoch weitere Schutzmaßnahmen, insbesondere mit Bezug auf den auszuwuchtenden Rotor. Es können potentielle Gefährdungen für die Bedienungsperson der Auswuchtmaschine oder die Werkhalle in ihrer Nähe bestehen, z. B. kann Bedienungspersonal mit Maschinenteilen oder dem Rotor in Berührung kommen, es können sich Rotorteile oder Ausgleichsmassen lösen und wegfliegen, der Rotor kann von den Lagerständern abheben oder bersten. Diese möglichen Gefährdungen können theoretisch mit der Rotorgröße und der Auswuchtdrehzahl wachsen, sie werden aber im Allgemeinen durch eine entsprechende Konstruktion der Rotoren und entsprechende Auswuchtanweisungen klein gehalten.

Spezialauswuchtmaschinen, wie sie z. B. in der Serienfertigung in der Automobilindustrie benutzt werden, besitzen üblicherweise alle nötigen Schutzmaßnahmen, da das auszuwuchtende Werkstück sowie die Betriebsbedingungen der Maschine bekannt sind und vom Maschinenhersteller berücksichtigt werden können. Bei Universal-Auswuchtmaschinen sind jedoch im Allgemeinen dem Hersteller der Auswuchtmaschine die auszuwuchtenden Werkstücke nicht bekannt, und er hat daher keinen Einfluss auf die Einsatzart, sodass elementare Schutzmaßnahmen auf offensichtliche Gefahren begrenzt sind, z. B. Verkleidung von Mitnehmern und/oder von Antriebsriemen. Deshalb ist der Benutzer der Auswuchtmaschine gehalten, die von seinen Rotoren hervorgerufenen möglichen Gefährdungen zu nennen, um es dem Hersteller der Auswuchtmaschine zu ermöglichen, entsprechende Schutzvorkehrungen mitzuliefern, oder der Benutzer muss ausreichende Schutzmaßnahmen in eigener Verantwortung treffen.

Wenn diese Rotoren nicht im Vorhinein bekannt sind, z. B. bei Wartung und Reparatur, ist eine gute Abschätzung vonnöten. Tabelle A.2 enthält typische Werte für verschiedene Auswuchtmaschinen-Größen, jedoch sollte der Benutzer bei jedem auszuwuchtenden Rotor kontrollieren, ob die Schutzmaßnahmen alle Gefahren abdecken.

Die meisten örtlichen Vorschriften verlangen gewisse Mindest-Schutzmaßnahmen. Die Beachtung derartiger Vorschriften in Verbindung mit den Empfehlungen, die diese Internationale Norm enthält, werden im Allgemeinen für einen hinreichenden Schutz der Bedienungsperson der Auswuchtmaschine und der in ihrer Nähe Beschäftigten ausreichen. Es wird jedoch Anwendungsfälle geben, in denen die empfohlenen Verkleidungen oder anderen Schutzvorkehrungen so kostenintensiv sind oder ihre Benutzung so zeitaufwendig ist, dass andere Sicherheitsmaßnahmen, z. B. Räumung der Umgebung bis zu einer ausreichenden Entfernung, Fernbedienung der Auswuchtanlage, Durchführung der Arbeit außerhalb der gewöhnlichen Arbeitszeit usw., in Betracht gezogen werden müssen.

Die Betrachtung der Unfallwahrscheinlichkeit kann wichtig sein, wenn ein Rotor bei oder oberhalb seiner höchsten Betriebsdrehzahl ausgewuchtet oder geschleudert werden muss. Dabei kann ein größeres Versagen des Rotors nicht mit der gleichen Sicherheit ausgeschlossen werden wie beim niedrigtourigen Auswuchten. Im Allgemeinen liegt jedoch die höchste Betriebsdrehzahl und die Schleuderdrehzahl genügend weit unterhalb der Drehzahl, bei der ein größeres Versagen des Rotors erwartet werden kann.

Andererseits kann ein Rotor, der bei niedriger Drehzahl ausgewuchtet wird, aus einer Anzahl verschiedener Komponenten zusammengesetzt sein, wie z. B. das Schaufelrad einer Turbine. Es erhebt sich dann die Frage, ob eine Verkleidung für das niedrigtourige Auswuchten dem Durchschlag einer Schaufel widerstehen sollte oder ob es ausreichend ist, den Schutz gegen den Durchschlag von Ausgleichsmassen zu gewährleisten, die sich während des Auswuchtens lösen könnten. Wenn die Wahrscheinlichkeit des Wegfliegens einer Schaufel praktisch nicht besteht, kann durchaus ein Schutz gegen das Wegfliegen von Ausgleichsmassen ausreichend sein.

Da sich diese Internationale Norm allgemein mit Auswuchtmaschinen und Schutzmaßnahmen befasst, können keine Details des Risikos bei speziellen Rotortypen und speziellen Auswuchtanlagen angegeben werden. Es ist daher in der Regel erforderlich, in jedem einzelnen Fall entsprechende Untersuchungen anzustellen, die auf den jeweils vorliegenden Rotorparametern basieren. In diesem Zusammenhang sollte die Gefahrenanalyse auch die Eigenschaften der Auswuchtmaschine berücksichtigen. Hinsichtlich des Ausmaßes von Folgeschäden kann es von entscheidender Bedeutung sein, Kenntnis darüber zu haben,

wieviel Unwucht die Lager und Lagerstände der Auswuchtmaschine für den Fall aushalten können, dass ein Rotor teilweise versagt, z. B. wenn Einzelteile vom Rotor wegfliegen.

Die von dieser Internationalen Norm behandelten signifikanten Gefährdungen sind in Abschnitt 4 aufgeführt. Die Sicherheitsanforderungen und/oder Schutzmaßnahmen, um diese in Tabelle 1 genannten Gefährdungen zu vermeiden oder zu verringern, sowie die Vorgehensweisen zur Nachprüfung dieser Anforderungen bzw. Schutzmaßnahmen sind in Abschnitt 5 zu finden.

1 Anwendungsbereich

Diese Internationale Norm legt Anforderungen an Verkleidungen und andere Schutzmaßnahmen fest, die dazu dienen, die mechanischen Gefährdungen so klein wie möglich zu halten, die vom Rotor in der Unwucht-Messanlage einer fliehkraftnutzenden Auswuchtmaschine ausgehen. Die Gefährdungen ergeben sich durch den Betrieb von Auswuchtmaschinen mit den verschiedensten Rotoren und unter den verschiedensten Auswuchtbedingungen. Diese Internationale Norm definiert verschiedene Schutzklassen, die Verkleidungen und andere Schutzmaßnahmen gewähren, sowie die Grenzen der Anwendbarkeit für jede Schutzklasse.

Vorrichtungen zum Ausgleich der Massenverteilung eines Rotors und Vorrichtungen zum Ein- und Auslagern des Rotors werden in dieser Internationalen Norm nicht behandelt, auch wenn sie ein Teil der Messanlage sind.

Spezielle Eigenschaften der Verkleidungen, wie z. B. Geräuschminderung, Reduktion des Windwiderstands oder ein Vakuum (das nötig sein kann, um schaufelbesetzte Rotoren mit Auswuchtdrehzahl drehen zu können), werden in dieser Internationalen Norm nicht behandelt.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden normativen Dokumente enthalten Festlegungen, die durch Verweisung in diesem Text Bestandteil der vorliegenden Internationalen Norm sind. Bei datierten Verweisungen gelten spätere Änderungen oder Überarbeitungen dieser Publikationen nicht. Anwender dieser Internationalen Norm werden jedoch gebeten, die jeweils neuesten Ausgaben der nachfolgend angegebenen normativen Dokumente anzuwenden. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen normativen Dokuments. Mitglieder von ISO und IEC führen Verzeichnisse der gültigen Internationalen Normen.

ISO 1925, *Mechanical vibration — Balancing — Vocabulary*

ISO 2041, *Vibration and shock — Vocabulary*

ISO 2806, *Industrial automation systems — Numerical control of machines — Vocabulary*

ISO 4849, *Personal eye-protectors — Specifications*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieser Internationalen Norm gelten die Begriffe nach ISO 1925 und ISO 2041.

4 Liste der signifikanten Gefährdungen

4.1 Allgemeines

Signifikante Gefährdungen, die von der Messanlage einer fliehkraftnutzenden Auswuchtmaschine ausgehen, sind zusammen mit Beispielen für die entsprechenden Gefahrensituationen, Tätigkeiten und Gefahrenzonen in Tabelle 1 aufgeführt.

Tabelle 1 — Liste signifikanter spezifischer Gefährdungen und Beispiele für Gefahrenquellen an der Messanlage von Auswuchtmaschinen

Punkt	Spezifische Gefährdung	Beispiele für Gefahrenquellen	Zugeordnete Tätigkeit	Entsprechende Gefahrenzone
1	Mechanisch			
1.1	Quetschen	freie Bewegung des Werkstücks	Einlagern des Werkstücks	zwischen Rotor und Lagerständer
1.2	Scheren	Rotation des Werkstücks	Kontrolle des Bandantriebs	im Bereich der Antriebswelle und des Rotors/der Führungsrollen
		Rotation des Werkstücks	Schmieren von Rollen	zwischen Lagerzapfen und Rolle
		Bewegung des Werkstücks in axialer Richtung während der Rotation	bei der Kontrolle des Auswuchtvorgangs	zwischen Rotor und Lagerständer, Zugangsbereich um die Maschine
		kraftbetriebenes Schließen der Aufspannvorrichtung	Einlagern des Rotors	zwischen Rotor und Aufspannvorrichtung
1.3	Stoß	Herausschleudern des Rotors	Radial-Gegenlager nicht geschlossen, große Unwuchten, hohe Auswuchtdrehzahl	Bereich um die Maschine und auch weiter weg, abhängig von der Drehzahl und der Energie der Massen
		Herausschleudern von Rotorteilen	Teile sind lose, übermäßige Auswuchtdrehzahl	
		Herausschleudern von Ausgleichsmassen	ungenügend befestigte Massen	
1.4	Einstich, Durchstich	Mitnehmer nicht an den Rotor gekuppelt und Antrieb startklar	Einschalten des Antriebs	in der Nähe des Mitnehmers
		Rotation eines Rotors mit hervorstehenden Teilen	Kontrolle der Maschineneinstellung, während sich der Rotor dreht	am Rotor
1.5	Einziehen	laufender Bandantrieb	Kontrolle des Bandantriebs	zwischen Band und Rotor/den Führungsrollen
		Rotation eines Rotors mit hervorstehenden Teilen	Kontrolle der Maschineneinstellung, während sich der Rotor dreht	am Rotor
1.6	Rutschen, Stolpern und Stürzen	Herausschleudern von Schmiermittel aus einem Hilfslager	während des Betriebs der Maschine	Fußbodenbereich um die Maschine
2	Elektrisch			
2.1	Hohe Spannung	Berührung mit unter Strom stehenden Teilen		
2.2	Antriebsenergie	Wiederaanlaufen nach Unterbrechung der Energieversorgung	während des Einstellens des Rotors	im Bereich des Rotors und Antriebs
		Ausfall der Drehzahlregelung während des Umschlagvorgangs	Umschlagen des Rotors	zwischen Rotor und Aufspannvorrichtung

Tabelle 1 (fortgesetzt)

Punkt	Spezifische Gefährdung	Beispiele für Gefahrenquellen	Zugeordnete Tätigkeit	Entsprechende Gefahrenzone
3	Übermäßiges Geräusch	Auswuchten eines schaufelbesetzten Rotors, Antrieb mit Druckluft	Auswuchtlauf	in der Nähe der Maschine
4	Außerachtlassung ergonomischer Grundsätze			
4.1	ungesunde Haltung oder übermäßige Anstrengung (wiederholte Beanspruchung)	Heben und Erreichen beim Umgang mit dem Werkstück und mit Maschinenteilen	während des Ein- und Auslagerns sowie der Wartung	Stelle des Ein- und Auslagerns, die Stellen der Wartungsarbeiten
4.2		ungenügende Berücksichtigung der Anatomie der Hände/Arme und Füße/Beine	während des Betriebs der Auswuchtmaschine	Arbeitsplatz
4.3	ungenügende Beleuchtung vor Ort	Genauigkeit manueller Tätigkeiten und Beurteilung beim Einstellen und Einlagern	während des Einlagerns und Einstellens	an den Antriebselementen, Lagerständen und der Stelle des Ein- und Auslagerns
5	menschliches Fehlverhalten	versehentliche Betätigung von Steuerelementen, unsachgemäße Behandlung von Schutzschaltern	Ermitteln der Unwucht, während des Einstellens	im Bereich des Rotors
ANMERKUNG Diese Auflistung sollte nicht als vollständig angesehen werden.				

4.2 Risikobewertung

Der Anwender dieser Internationalen Norm, d. h. der Benutzer, Konstrukteur, Hersteller oder Lieferant, muss eine Risikobewertung durchführen. Als ein Teil der Risikobewertung muss der Anwender dieser Internationalen Norm den beabsichtigten Einsatz der Auswuchtmaschine einschließlich Rüsten, Einstellen, Wartung, Reparatur und Reinigung sowie vernünftigerweise vorhersehbaren unsachgemäßen Gebrauch der Maschine beschreiben. Als ein Teil der Risikobewertung muss der Anwender dieser Internationalen Norm des Weiteren nachprüfen, ob die Liste der Gefährdungen in Tabelle 1 erschöpfend ist und auf die betrachtete Auswuchtmaschine zutrifft.

4.3 Zugang zur Auswuchtmaschine

Die Risikobewertung muss davon ausgehen, dass Zugang zur Auswuchtmaschine aus allen Richtungen besteht. Die Risiken sowohl für die Bedienungsperson(en) als auch für andere Personen, die Zugang zu den Gefahrenzonen haben können, sind zu benennen, wobei alle Gefährdungen betrachtet werden müssen, die während der Lebensdauer der Auswuchtmaschine auftreten können. Die Bewertung muss eine Analyse der Auswirkungen eines oder mehrerer Ausfälle von Sicherheitsfunktionen des Steuerungssystems beinhalten.

5 Sicherheitsanforderungen und/oder Schutzmaßnahmen

5.1 Allgemeine Anforderungen

5.1.1 Generelle Vorbemerkung

Die Auswuchtmaschine muss sicher und in der Weise am Fundament (oder Fußboden) befestigt werden, dass sie alle Belastungen zuverlässig aushält, die von der Masse des Rotors, der Unwucht, von Teilchen

oder Rotorteilen, die vom Rotor wegfliegen, und den notwendigen Schwenkbewegungen der Verkleidung beim Öffnen und Schließen ausgehen.

Beim Betrieb einer Auswuchtmaschine können verschiedene potentielle Gefährdungen für die Bedienungsperson der Auswuchtmaschine oder die Werkhalle in ihrer Nähe bestehen, beispielsweise

- kann Bedienungspersonal mit sich bewegenden Maschinenteilen oder dem Rotor in Berührung kommen,
- können sich Rotorteile oder Ausgleichsmassen lösen und wegfliegen,
- kann der Rotor von den Lagerständen abheben oder bersten.

Es ist deshalb notwendig, dass allgemeine Sicherheitsanforderungen zwei Bereiche abdecken: Schutz gegen Berührung mit gefährdenden Bewegungen (in der Hauptsache der sich drehende Rotor) und Schutz gegen Teilchen oder Rotorteile, die vom Rotor wegfliegen.

5.1.2 Schutz gegen Berührung

Zahlreiche Rotoren stellen wegen ihrer Oberflächenstruktur (z. B. schaufelbesetzte Rotoren) oder wegen der gespeicherten Rotationsenergie beim Auswuchten eine Gefährdung dar. Daher muss der Arbeitsbereich an einer dynamischen Auswuchtmaschine durch Schutzeinrichtungen (Schränken, Umzäunungen) geschützt werden, damit Personen das rotierende Werkstück oder den Antrieb nicht berühren können.

In Sonderfällen sind solche Schutzeinrichtungen nicht notwendig, und zwar wenn alle der folgenden Bedingungen erfüllt sind:

- a) Die Oberfläche des Rotors muss so glatt sein, dass eine Berührung ungefährlich ist.
- b) Das Ausgleichsverfahren muss derart sein, dass sich keine Teile lösen können (in der Regel bedeutet das Entfernen von Material).
- c) Die höchste Rotordrehzahl darf nur so sein, dass ein größeres Versagen des Rotors nicht zu erwarten ist.
- d) Es muss durch Vorkehrungen, wie solche in Tabelle 3 (Punkt 1.3) verhindert sein, dass der Rotor von den Lagern der Auswuchtmaschine abhebt; oder die Rotationsenergie des Rotors muss selbst bei der höchsten Auswuchtdrehzahl so gering sein, dass kein Schaden möglich ist, wenn der Rotor von der Maschine abhebt.
- e) Das größte Antriebsmoment muss so gering sein, dass die Umfangskraft an allen relevanten radialen Stellen unter 100 N liegt [zum Trägheitsmoment siehe f)].
- f) Die kinetische Energie von Rotor plus Antrieb (sofern rutschfrei gekuppelt) muss bei der Auswuchtdrehzahl kleiner als 20 N·m sein. Höhere Werte dürfen für Rotoren mit großem Durchmesser (z. B. Automobilräder) zugelassen werden, wenn ein Einziehen der Kleidung der Bedienungsperson nicht möglich ist.

5.1.3 Schutz gegen Teilchen oder Rotorteile

Entsprechend der Masse und der Geschwindigkeit von Teilchen oder Rotorteilen, die vom Rotor wegfliegen können, sind unterschiedliche Schutzmaßnahmen notwendig: von persönlichem Augenschutz (Bügelbrille, Korbbrille oder Gesichtsschild) über Verkleidungen der Maschine bis zu berstsicheren Einrichtungen. Im