

DIN ISO 18436-2

ICS 25.020; 03.100.30; 17.160

Einsprüche bis 2013-05-25
Ersatz für
E DIN ISO 18436-2:2010-12

Entwurf

**Zustandsüberwachung und -diagnostik von Maschinen –
Anforderungen an die Qualifizierung und Bewertung von Personal –
Teil 2: Schwingungszustandsüberwachung (ISO/DIS 18436-2.2:2012)**

Condition monitoring and diagnostics of machines –
Requirements for qualification and assessment of personnel –
Part 2: Vibration condition monitoring (ISO/DIS 18436-2.2:2012)

Surveillance et diagnostic d'état des machines –
Exigences relatives à la qualification et à l'évaluation du personnel –
Partie 2: Surveillance des vibrations (ISO/DIS 18436-2.2:2012)

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2013-03-25 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 online im Norm-Entwurfs-Portal des DIN unter www.entwuerfe.din.de bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an nals@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/stellungnahme oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an den Normenausschuss Akustik, Lärminderung und Schwingungstechnik (NALS) im DIN und VDI, 10772 Berlin (Hausanschrift: Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin).

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 49 Seiten

Normenausschuss Akustik, Lärminderung und Schwingungstechnik (NALS) im DIN und VDI

Inhalt

	Seite
Nationales Vorwort	3
Nationaler Anhang NA (informativ) Literaturhinweise.....	5
Einleitung.....	8
1 Anwendungsbereich	9
2 Normative Verweisungen	9
3 Begriffe	9
4 Einstufung von Personal	9
4.1 Allgemeines	9
4.2 Kategorie I	10
4.3 Kategorie II	11
4.4 Kategorie III	11
4.5 Kategorie IV	12
5 Zulassung	13
5.1 Allgemeines	13
5.2 Schulung	13
5.3 Ausbildung	13
5.4 Praxiserfahrung	14
6 Prüfung	14
6.1 Umfang.....	14
6.2 Prüfungsdurchführung	15
Anhang A (normativ) Anforderungen an die Ausbildung	16
Anhang B (normativ) Relevante Internationale Normen	46
Literaturhinweise	49

Nationales Vorwort

Der zweite internationale Entwurf ISO/DIS 18436-2:2012 „Condition monitoring and diagnostics of machines — Requirements for qualification and assessment of personnel — Part 2: Vibration condition monitoring“ ist vom Technischen Komitee ISO/TC 108 „Mechanical vibration, shock and condition monitoring“, Unterkomitee SC 5 „Condition monitoring and diagnostics of machine systems“, dessen Sekretariat von ANSI (USA) geführt wird, erarbeitet worden. Die deutsche Mitarbeit erfolgt durch den Ausschuss NA 001-03-06-05 (NALS/VDI C 6.5) „Schwingungsüberwachung“, der es anstrebt, dass der Teiltitel der zu veröffentlichenden ISO-Norm in „Vibration condition monitoring and diagnostics“ geändert wird.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Texte dieses Dokuments Patentrechte berühren können. Das DIN ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Nach DIN EN ISO 14698-1 ist Qualifizierung der Vorgang des Nachweises, dass der Gegenstand der Qualifizierung (Tätigkeit oder Prozess, Produkt, Organisation, einzeln oder in Kombination) in der Lage ist, festgelegte Anforderungen zu erfüllen. Die Qualifikation ist nach DIN EN ISO/IEC 17024 die Darlegung der persönlichen Eigenschaften, Schulung, Ausbildung und/oder Arbeitserfahrung.

ISO 18436 besteht aus folgenden Teilen mit dem Titel *Condition monitoring and diagnostics of machines — Requirements for qualification and assessment of personnel*:

- *Part 1: Requirements for assessment bodies and the assessment process*
- *Part 2: Vibration condition monitoring and diagnostics*
- *Part 3: Requirements for training bodies and the training process*
- *Part 4: Field lubricant analysis*
- *Part 5: Lubricant laboratory technician/analyst*
- *Part 6: Acoustic emission*
- *Part 7: Thermography*
- *Part 8: Ultrasound*
- *Part 9: Condition monitoring specialists *)*

Für die in diesem Dokument zitierten Internationalen Normen wird im Folgenden auf die entsprechenden Deutschen Normen hingewiesen:

ISO 1925	siehe DIN ISO 1925
ISO 1940-1	siehe DIN ISO 1940-1
ISO 2954	siehe DIN ISO 2954
ISO 5348	siehe DIN ISO 5348
Normen der Reihe ISO 7919	siehe Normen der Reihe DIN ISO 7919
ISO 8528-9	siehe DIN ISO 8528-9

*) in Vorbereitung

Normen der Reihe ISO 10816	siehe Normen der Reihe DIN ISO 10816
ISO 10817-1	siehe DIN ISO 10817-1
ISO 11342	siehe DIN ISO 11342
ISO 13372	siehe DIN ISO 17359 Beiblatt 1
Normen der Reihe ISO 13373	siehe Normen der Reihe DIN ISO 13373
ISO/IEC 17000	siehe DIN EN ISO/IEC 17000
ISO/IEC 17024	siehe DIN EN ISO/IEC 17024
Normen der Reihe ISO/IEC 17050	siehe Normen der Reihe DIN EN ISO/IEC 17050
ISO 17359	siehe DIN ISO 17359
ISO 18436-1	siehe DIN ISO 18436-1
ISO 18436-3	siehe DIN ISO 18436-3
ISO 19499	siehe DIN ISO 19499
ISO 21940-13	siehe DIN ISO 21940-13
ISO 21940-14	siehe DIN ISO 21940-14
ISO 21940-32	siehe DIN ISO 21940-32

Änderungen

Gegenüber E DIN ISO 18436-2:2010-12 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Anforderungsprofile in Abschnitt 4 genauer festgelegt;
- b) Mindest-Ausbildungszeiten in Tabelle 1 geändert;
- c) Festlegungen zur Zulassung von Kandidaten mit einschlägiger Erfahrung gestrichen;
- d) Fachthemen in Tabelle A.2 wesentlich umfangreicher und detaillierter ausgeführt.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN ISO 14698-1, *Reinräume und zugehörige Reinraumbereiche — Biokontaminationskontrolle — Teil 1: Allgemeine Grundlagen*

DIN EN ISO/IEC 17000, *Konformitätsbewertung — Begriffe und allgemeine Grundlagen*

DIN EN ISO/IEC 17024, *Konformitätsbewertung — Allgemeine Anforderungen an Stellen, die Personen zertifizieren*

DIN EN ISO/IEC 17050-1, *Konformitätsbewertung — Konformitätserklärung von Anbietern — Teil 1: Allgemeine Anforderungen*

DIN EN ISO/IEC 17050-2, *Konformitätsbewertung — Konformitätserklärung von Anbietern — Teil 2: Unterstützende Dokumentation*

DIN ISO 1925, *Mechanische Schwingungen — Auswuchttechnik — Begriffe*

DIN ISO 1940-1, *Mechanische Schwingungen — Anforderungen an die Auswuchtgüte von Rotoren in konstantem (starrem) Zustand — Teil 1: Festlegung und Nachprüfung der Unwuchttoleranz*

DIN ISO 2954, *Mechanische Schwingungen von Hubkolbenmaschinen und von Maschinen mit rotierenden Bauteilen — Anforderungen an Schwingstärkemessgeräte*

DIN ISO 5348, *Mechanische Schwingungen und Stöße — Mechanische Ankopplung von Beschleunigungsaufnehmern*

DIN ISO 7919-1, *Mechanische Schwingungen von Maschinen mit Ausnahme von Kolbenmaschinen — Messung und Bewertung von Wellenschwingungen — Teil 1: Allgemeine Anleitungen*

DIN ISO 7919-2, *Mechanische Schwingungen — Bewertung der Schwingungen von Maschinen durch Messungen an rotierenden Wellen — Teil 2: Stationäre Dampfturbinen und Generatoren über 50 MW mit Nenn-Betriebsdrehzahlen von $1\,500\text{ min}^{-1}$, $1\,800\text{ min}^{-1}$, $3\,000\text{ min}^{-1}$ und $3\,600\text{ min}^{-1}$*

DIN ISO 7919-3, *Mechanische Schwingungen — Bewertung der Schwingungen von Maschinen durch Messungen an rotierenden Wellen — Teil 3: Gekoppelte industrielle Maschinen*

DIN ISO 7919-4, *Mechanische Schwingungen — Bewertung der Schwingungen von Maschinen durch Messungen an rotierenden Wellen — Teil 4: Gasturbinensätze mit Gleitlagern*

DIN ISO 7919-5, *Mechanische Schwingungen — Bewertung der Schwingungen von Maschinen durch Messungen an rotierenden Wellen — Teil 5: Maschinensätze in Wasserkraft- und Pumpenanlagen*

DIN ISO 8528-9, *Stromerzeugungsaggregate mit Hubkolben-Verbrennungsmotoren — Teil 9: Messung und Bewertung der mechanischen Schwingungen*

DIN ISO 10816-1, *Mechanische Schwingungen — Bewertung der Schwingungen von Maschinen durch Messungen an nicht-rotierenden Teilen — Teil 1: Allgemeine Anleitungen*

DIN ISO 10816-2, *Mechanische Schwingungen — Bewertung der Schwingungen von Maschinen durch Messungen an nicht-rotierenden Teilen — Teil 2: Stationäre Dampfturbinen und Generatoren über 50 MW mit Nenn-Betriebsdrehzahlen von 1500 min^{-1} , 1800 min^{-1} , 3000 min^{-1} und 3600 min^{-1}*

DIN ISO 10816-3, *Mechanische Schwingungen — Bewertung der Schwingungen von Maschinen durch Messungen an nicht-rotierenden Teilen — Teil 3: Industrielle Maschinen mit Nennleistungen über 15 kW und Nenndrehzahlen zwischen 120 min^{-1} und $15\,000 \text{ min}^{-1}$ bei Messungen am Aufstellungsort*

DIN ISO 10816-4, *Mechanische Schwingungen — Bewertung der Schwingungen von Maschinen durch Messungen an nicht-rotierenden Teilen — Teil 4: Gasturbinensätze mit Gleitlagern*

DIN ISO 10816-6, *Mechanische Schwingungen — Bewertung der Schwingungen von Maschinen durch Messungen an nicht-rotierenden Teilen — Teil 6: Hubkolbenmaschinen mit Leistungen über 100 kW*

DIN ISO 10816-7, *Mechanische Schwingungen — Bewertung der Schwingungen von Maschinen durch Messungen an nicht-rotierenden Teilen — Teil 7: Kreiselpumpen für die Anwendung in der Industrie (einschließlich Messung der Wellenschwingungen)*

DIN ISO 10817-1, *Messeinrichtung für die Schwingungen rotierender Wellen — Teil 1: Erfassung der relativen und der absoluten Radialschwingungen*

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

DIN ISO 13373-1, *Zustandsüberwachung und -diagnostik von Maschinen — Schwingungs-Zustandsüberwachung — Teil 1: Allgemeine Anleitungen*

DIN ISO 13373-2, *Zustandsüberwachung und -diagnostik von Maschinen — Schwingungs-Zustandsüberwachung — Teil 2: Verarbeitung, Analyse und Darstellung von Schwingungsmesswerten*

DIN ISO 17359, *Zustandsüberwachung und -diagnostik von Maschinen — Allgemeine Anleitungen*

DIN ISO 17359 Beiblatt 1, *Zustandsüberwachung und -diagnostik von Maschinen — Beiblatt 1: Erläuterungen zu Fachbegriffen*

DIN ISO 18436-1, *Zustandsüberwachung und -diagnostik von Maschinen — Anforderungen an die Qualifizierung und Bewertung von Personal — Teil 1: Anforderungen an Bewertungsstellen und den Bewertungsvorgang ^{**)}*

DIN ISO 18436-3, *Zustandsüberwachung und -diagnostik von Maschinen — Anforderungen an die Qualifizierung und Bewertung von Personal — Teil 3: Anforderungen an Ausbildungsstellen und den Ausbildungsvorgang ^{**)}*

DIN ISO 19499, *Mechanische Schwingungen — Auswuchttechnik — Einführung und Leitfaden für die Auswahl und Anwendung von Auswuchtnormen*

DIN ISO 21940-13, *Mechanische Schwingungen — Auswuchten von Rotoren — Teil 13: Kriterien und Sicherheitshinweise für das Auswuchten von mittleren und großen Rotoren am Aufstellungsort*

DIN ISO 21940-14, *Mechanische Schwingungen — Auswuchten von Rotoren — Teil 14: Verfahren zur Ermittlung von Abweichungen beim Auswuchten*

^{**)} z. Z. Entwurf

DIN ISO 21940-32, *Mechanische Schwingungen — Auswuchten von Rotoren — Teil 32: Behandlung von Passfederverbindungen*

ISO 10816-5, *Mechanical vibration — Evaluation of machine vibration by measurements on non-rotating parts — Part 5: Machine sets in hydraulic power generating and pumping plants*

ISO 10816-8, *Mechanical vibration — Evaluation of machine vibration by measurements on non-rotating parts — Part 8: Reciprocating compressor systems*

Zustandsüberwachung und -diagnostik von Maschinen — Anforderungen an die Qualifizierung und Bewertung von Personal — Teil 2: Schwingungszustandsüberwachung

Einleitung

Schwingungsanalyse mit Hilfe von Messungen zur Zustandsüberwachung und Fehlerdiagnose an Maschinen ist für die meisten Industriezweige zu einer Kernaktivität in ihren vorausschauenden Instandhaltungsprogrammen geworden. Andere Techniken zur Zustandsüberwachung einschließlich Infrarot-Thermografie, Schallemission, Ultraschallprüfung, Schmierstoffanalyse und Motorstromanalysen werden als ergänzende Methoden zur Zustandsanalyse eingesetzt. Diejenigen in der Fertigungsindustrie, die diese Verfahren sorgfältig und konsequent anwenden, haben die Erfahrung gemacht, dass die Rendite dieser Investitionen ihre Erwartungen deutlich übertroffen hat. Die Effektivität dieser Programme hängt jedoch von den Fähigkeiten der Personen ab, die diese Messungen durchführen und die Daten analysieren.

Es wurde ein Programm entwickelt, das in dieser Norm beschrieben ist, um solche Personen auszubilden und ihre Fähigkeiten zu bewerten, deren Aufgaben theoretisches und praktisches Wissen sowie praktische Erfahrung auf dem Gebiet der Schwingungsanalyse zur Zustandsüberwachung und -diagnostik von Maschinen erfordern.

Dieser Teil von ISO 18436 legt die Anforderungen an die Qualifizierung von Personen fest, die sich mit der Schwingungsmessung und -analyse zur Zustandsüberwachung und -diagnostik von Maschinen befassen, und legt die Methoden zur Bewertung dieser Personen fest.

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil von ISO 18436 legt die Anforderungen an die Qualifizierung, Ausbildung, einschlägige Praxis und die Bewertung von Personen fest, die Zustandsüberwachung und -diagnostik von Maschinen mittels Schwingungsanalysen durchführen.

Ein Zertifikat oder eine Konformitätserklärung nach ISO/IEC 17050, dass die Anforderungen dieses Teils von ISO 18436 erfüllt wurden, stellt nach ISO 18436-1 und ISO/IEC 17024 die Anerkennung dar und liefert den Nachweis der Qualifikation und der Fähigkeiten von Personen, Schwingungsmessungen und -analysen zur Zustandsüberwachung und -diagnostik von Maschinen mit Hilfe verschiedener Schwingungsmesssysteme auszuführen.

Dieser Teil von ISO 18436 legt für das hier beschriebene Fachgebiet eine Einteilung in vier Kategorien fest.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

ISO 1925, *Mechanical vibration — Balancing — Vocabulary*

ISO 2041, *Mechanical vibration, shock and condition monitoring — Vocabulary*

ISO 13372, *Condition monitoring and diagnostics of machines — Vocabulary*

ISO/IEC 17000, *Conformity assessment — Vocabulary and general principles*

ISO/IEC 17024, *Conformity assessment — General requirements for bodies operating certification of persons*

ISO/IEC 17050 (alle Teile), *Conformity assessment — Supplier's declaration of conformity*

ISO 18436-1, *Condition monitoring and diagnostics of machines — Requirements for qualification and assessment of personnel — Part 1: Requirements for assessment bodies and the assessment process*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach ISO 1925, ISO 2041, ISO 13372, ISO/IEC 17000 und ISO 18436-1.

4 Einstufung von Personal

4.1 Allgemeines

Abhängig von Qualifikation und Erfahrung auf dem Gebiet der Schwingungsanalyse werden Personen, die die Anforderungen dieses Teils von ISO 18436 erfüllen, in eine von vier Kategorien eingestuft (siehe 4.2 bis 4.5). Diese Personen müssen ihre Kompetenz – entsprechend ihrer Einstufung in die jeweilige Kategorie – in der Zustandsüberwachung von Maschinen mittels Schwingungsanalyse laut Anhang A nachgewiesen haben.

Bei allen Kategorien unterliegt die Einteilung der Personen dem Geltungsbereich und den Beschränkungen der Bescheinigung, die von der Bewertungsstelle ausgestellt wird. Die Befugnis zur Ausübung ist durch

Arbeitgeber oder Auftraggeber festzulegen. Die Personen haben Dienstzeugnisse, basierend auf dem Rahmen ihrer Ausbildung und Erfahrung, vorzulegen. Diese Qualifikation darf es jedoch nicht ermöglichen, ohne Diskussion mit dem und ohne Genehmigung vom zuständigen Anlagenspezialisten, -manager oder -bediener Empfehlungen oder Beratungen beim Bau, bei der Sicherheit und beim Betrieb von Anlagen abzugeben. Während die Grenzen der Zuständigkeit dieser Fachleute in diesem Abschnitt festgelegt werden, sind die Grenzen der Haftung mit Arbeitgeber bzw. Auftraggeber zu vereinbaren.

Die Qualifikationskategorie des Fachmanns und alle notwendigen zusätzlichen Kenntnisse für den Umgang mit spezifischer Ausrüstung müssen Gegenstand einer Vereinbarung zwischen Auftraggeber und Dienstleister sein. Diese Qualifikation muss den Ausführenden mit ausreichenden Kenntnissen versehen, durch die er in der Lage ist, Messungen durchzuführen und die Messdaten seiner Kategorieeinstufung entsprechend auswerten zu können. Darüber hinaus ist die Anwendbarkeit der Qualifikation des Praktikers für bestimmte, spezielle Maschinen oder Maschinentypen vom Auftraggeber mit Hilfe von Referenzen zu bisheriger Erfahrung und Ausbildung zu überprüfen. Es ist bekannt, dass verschiedene industrielle Anwendungen zwingend die Kenntnis unterschiedlicher Aspekte der Schwingungsanalyse erfordern. Mit Hilfe von unterstützenden, dokumentierten Nachweisen, muss der Anbieter des Schwingungsanalysedienstes in der Lage sein, dem Arbeitgeber oder Auftraggeber zu demonstrieren, dass das Personal, das die Arbeiten ausführt, über ausreichende Maschinenkenntnisse und Erfahrungen verfügt.

Wenn eine Person in einem bestimmten Bereich der Schwingungsanalyse oder für bestimmte Arten von Maschinen spezielle Kenntnisse hat, kann sie auch in der Lage sein, oberhalb ihrer Qualifikationsstufe tätig zu sein, wenn es vom Auftraggeber und vom Arbeitgeber genehmigt wird. Die Qualifikation in der Bescheinigung der Bewertungsstelle bleibt jedoch auf die Kategorie zum Zeitpunkt der Ausstellung beschränkt.

In 4.2 bis 4.5 wird ein Überblick über die typischen Kompetenzen und Fähigkeiten gegeben, die in jeder Kategorie erforderlich sind. Empfohlene Fachthemen und ihre Teilaspekte sind in den Tabellen A.1 und A.2 detailliert aufgeführt.

4.2 Kategorie I

Personen, die in Kategorie I eingestuft sind, sind zur Durchführung einer Reihe vordefinierter, im Allgemeinen einfacher einkanaliger Aktivitäten zur Zustandsüberwachungen an Maschinen mit gängigen Verfahren qualifiziert. Alle Aktivitäten sind unter Anleitung auszuführen.

Personal der Kategorie I muss mindestens

- a) die Grundprinzipien von Schwingungen und die verschiedenen Maßeinheiten kennen;
- b) in der Lage sein, zuverlässige Daten mit entsprechendem Maß an Reproduzierbarkeit zu erfassen;
- c) in der Lage sein, Fehler in den erfassten Daten zu erkennen;
- d) in der Lage sein, vordefinierte Messeinstellungen zur Verwendung von Schwingungsanalysesystemen wieder herzustellen und Daten von einem Messsystem auf ein computerbasiertes System zu übertragen;
- e) in der Lage sein, Gesamt- oder Einzelwert-Schwingungsmessungen mit vordefinierten Alarmeinstellungen zu vergleichen;
- f) in der Lage sein, Abweichungen von den üblichen Einzahl-Schwingungswerten sowie Trends zu erkennen;
- g) eine visuelle Beurteilung des Zustands der Messgeräte abgeben.

Es ist nicht verantwortlich für

- h) die Auswahl von Schwingungsaufnehmern, Prüfmethoden oder -techniken für jegliche Durchführung von Analysen und Diagnosen;

- i) die Bewertung von Prüfergebnissen außer dem Erkennen von Alarmzuständen an Hand von vordefinierten Abnahmekriterien.

4.3 Kategorie II

Personen, die nach Kategorie II qualifiziert sind, können an Industriemaschinen Schwingungsmessungen und elementare Schwingungsanalysen auf Basis von einkanaligen Messungen (mit oder ohne Phaseninformation) nach einschlägigen und anerkannten Verfahren durchführen. Diese Personen benötigen alle Kenntnisse, Praxiserfahrungen und Fähigkeiten nach Kategorie I und müssen darüber hinaus mindestens

- a) in der Lage sein, Messungen und Aktivitäten zu definieren, die von Personen der Kategorie I zur routinemäßigen Datenerfassung durchzuführen sind;
- b) Kenntnis und Befähigung zur Anwendung von grundlegenden Prinzipien der Signalanalyse aufweisen und die Einstellungen zur Erfassung und Analyse von geeigneten Daten für die überwachte Maschine vornehmen können;
- c) in der Lage sein, elementare (einkanalige) Messungen mit Stoßanregung zur Ermittlung von Eigenfrequenzen auszuführen;
- d) in der Lage sein, Ergebnisse von Routineanalysen und Abnahmemessungen in Übereinstimmung mit Spezifikationen und Normen zu interpretieren und zu bewerten;
- e) in der Lage sein, gängige Fehlermeldungen zu interpretieren und grundlegende korrektive Maßnahmen entsprechend den Erfahrungen im Bereich Industriemaschinen zu empfehlen einschließlich einer Ein-Ebenen-Auswuchtung von Rotoren mit starrem Verhalten (mit oder ohne Phaseninformation);
- f) in der Lage sein, Personen der Kategorie I fachlich zu führen und zu unterweisen.

4.4 Kategorie III

Personen, die in Kategorie III eingestuft sind, benötigen alle Kenntnisse, Praxiserfahrungen und Fähigkeiten von Personal der Kategorien I und II und müssen darüber hinaus mindestens

- a) qualifiziert sein, Programme zur routinemäßigen Zustandsüberwachung sowie außerplanmäßige Untersuchungen zum Zweck der Fehlerdiagnose zu entwerfen, zu leiten und einzuführen;
- b) vertiefte Kenntnis der Prinzipien der Schwingungsanalyse an Maschinen aufweisen und in der Lage sein, Erstdiagnosen von mutmaßlichen Fehlern außerhalb der allgemein auftretenden Fragestellungen durchzuführen. Dies sollte Spektralanalysen, Zeitsignalanalysen und Analysen des Orbits (kinetische Wellenbahn), Übertragungsfunktionen, die fundamentalen Betriebsschwingungsformen und Hüllkurvenanalysen der Beschleunigung umfassen, jedoch nicht darauf beschränkt sein;
- c) in der Lage sein, derartige Programme zur Zustandsüberwachung zu leiten, Alarmeinstellungen zu überprüfen, Arbeitsabläufe vorzugeben sowie die Durchführung einer Schwingungsabnahmemessung festzulegen;
- d) in der Lage sein, korrektive Maßnahmen an Maschinen einschließlich des Zwei-Ebenen-Betriebsauswuchtens von Rotoren mit starrem Verhalten einzuleiten und die Auswirkung zu bewerten;
- e) in der Lage sein, Beschränkungen für den Betrieb von Maschinen zu empfehlen;
- f) in der Lage sein, wenn nötig alternative Techniken der Zustandsüberwachung zu verstehen und anzuwenden, um Fragestellungen aufgrund der routinemäßigen Datenerfassung zu verifizieren oder zu untersuchen;

- g) in der Lage sein, Personen der Kategorien I und II zu führen und zu unterweisen sowie vorbehaltlich des Einverständnisses durch den Arbeitgeber diese für kompetent zu erachten, bestimmte Aufgaben auszuführen, die normalerweise ihre Qualifikation übersteigen.

ANMERKUNG Es liegt in der Verantwortung des Arbeitgebers sicherzustellen, dass Personal der Kategorie III ausreichende Kompetenz bei notwendigen Managementaufgaben hat, wie z. B. Budgets aufzustellen, Kostenübersichten vorzubereiten und die Personalentwicklung zu lenken.

4.5 Kategorie IV

Personen, die in Kategorie IV eingestuft sind, benötigen alle Kenntnisse und Fähigkeiten, die von demjenigen Personal erwartet werden, das nach den Kategorien I bis III zertifiziert ist. Darüber hinaus müssen diese Personen qualifiziert sein, Zustandsüberwachungsstrategien zu leiten und zu überprüfen (auditieren).

Arbeitgeber sollten sich bewusst sein, eine Person der Kategorie IV in der Regel breitgefächerte technische Kenntnisse und Erfahrungen für einen ganzen Bereich von Maschinenanordnungen und Techniken sowie vertiefte Kenntnisse in einem Teilbereich aufweist.

Darüber hinaus muss Personal der Kategorie IV mindestens

- a) in der Lage sein, Schwingungstheorie und Schwingungstechniken – einschließlich der Messung und der Interpretation von Mehrkanal-Spektralanalysen, wie z. B. Übertragungsfunktion, Phase und Kohärenz – anwenden zu können;
- b) in der Lage sein, Signalanalysen einschließlich Signalverarbeitung im Frequenz- und Zeitbereich inklusive Orbits und den Anwendungsgrenzen verstehen und ausführen zu können;
- c) in der Lage sein, die Eigenfrequenzen, Eigenschwingungsformen und Dämpfung von Systemen, Komponenten und Baugruppen ermitteln zu können;
- d) in der Lage sein, Betriebsschwingungsformen an Maschinen und damit verbundenen Strukturen bestimmen und korrektive Maßnahmen empfehlen zu können;
- e) in der Lage sein, allgemein anerkannte fortgeschrittene Techniken zur Schwingungsanalyse, Parameteridentifikation und Fehlerdiagnose anwenden zu können;
- f) in der Lage sein, die grundlegenden Konzepte der Dynamik von Rotorlagern zur Schwingungsdiagnose anwenden zu können;
- g) das Zwei-Ebenen-Auswuchten mittels Einflusszahlen oder das Auswuchten der statischen Unwucht und der Momentenunwucht kennen;
- h) in der Lage sein, korrektive Maßnahmen oder Konstruktionsänderungen einschließlich Austausch oder Reparatur von Komponenten, Entkopplung, Dämpfung, Änderung von Steifigkeit oder Masse empfehlen zu können;
- i) in der Lage sein, Praxisleitfäden und Spezifikationen der ISO sowie weitere technische Regelwerke interpretieren und bewerten zu können;
- j) in der Lage sein, Schwingungen, die von Gaspulsationen in Maschinen, wie z. B. Kolbenverdichtern und Schraubenkompressoren, verursacht werden, erkennen, die notwendigen Parameter messen und Abhilfemaßnahmen vorschlagen zu können;
- k) in der Lage sein, Abhilfemaßnahmen an elastischen Lagerungen und anderen Befestigungsvarianten sowie bei Fundamentproblemen empfehlen zu können.

5 Zulassung

5.1 Allgemeines

Um den Anforderungen dieses Teils von ISO 18436 gerecht zu werden, sollten Kandidaten eine Kombination aus Schulung, Ausbildung und Praxiserfahrung aufweisen, die ausreicht, die Grundsätze und Verfahren nach Abschnitt 4 und Anhang A zu verstehen.

5.2 Schulung

Kandidaten, die eine Klassifizierung anstreben, müssen nicht den Nachweis einer formalen Schulung erbringen, um zugelassen zu werden. Alle Kandidaten müssen in der Lage sein, einen Taschenrechner zu bedienen, und mit der Bedienung von Personalcomputern vertraut sein. Kandidaten der Kategorien III und IV müssen mit den aktuellen Schwingungsanalyseverfahren vertraut sein. Die erfolgreiche Absolvierung von zwei oder mehr Jahren Mechanik oder Maschinenbau an einer akkreditierten Bildungseinrichtung, einer Universität oder einer Technikerschule wird den Kandidaten, die eine Einstufung in die Kategorien III oder IV anstreben, dringend empfohlen.

5.3 Ausbildung

5.3.1 Grundausbildung

Zur Beurteilung, ob für eine Zulassung die Anforderungen dieses Teils von ISO 18436 erfüllt sind, wird empfohlen, dass die Bewerber den schriftlichen Nachweis erbringen, dass sie eine formale Ausbildung basierend auf den Anforderungen nach Anhang A erfolgreich absolviert haben. Die Ausbildung sollte in Form von Vorlesungen, Demonstrationen, angeleiteten praktischen Übungen oder kontrolliertem Selbststudium gestaltet sein. Die Ausbildung muss vom Ausbildungsleiter auf die Vermittlung der notwendigen Kenntnisse überprüft werden. Die Ausbildungsdauer sollte den Mindestanforderungen nach Tabelle 1 entsprechen und auf die Fachthemen nach Anhang A aufgeteilt sein.

Tabelle 1 — Empfohlene Mindest-Ausbildungsdauer in Stunden

Kategorie I	Kategorie II	Kategorie III	Kategorie IV
30	Kategorie I + 40	Kategorie II + 40	Kategorie III + 40

Die Ausbildung darf in Fachgebiete aufgeteilt werden, sollte aber die Anforderungen von Anhang A erfüllen. Zusätzliche Quellen fachlicher Informationen sind in Anhang B und den Literaturhinweisen zu finden. Es wird empfohlen, dass die Ausbildung auch mündliche oder schriftliche Prüfungen enthält, um sicherzustellen, dass der Inhalt verstanden wurde, und die erforderlichen Nachweise zu erbringen.

5.3.2 Zusatzausbildung zur Erlangung von Kenntnis über die Maschinen

Über die in Tabelle 1 angegebene und in Anhang A detaillierte Ausbildungsdauer hinaus wird empfohlen, dass Kandidaten an einer Fortbildung zu den Maschinen und ihren Bauteilen oder an einer gleichwertigen berufsbegleitenden Weiterbildung teilnehmen, die mindestens die Hälfte der Ausbildungsdauer nach Tabelle 1 umfasst. Diese Zusatzausbildung darf Teil der Ausbildung an einer Bildungseinrichtung oder Universität sein, darf aber auch als Fortbildung oder berufsbegleitende Weiterbildung vom Arbeitgeber nach bestimmten Vorgaben angeboten werden.

5.4 Praxiserfahrung

Für eine Beurteilung, ob für eine Zulassung die Anforderungen dieses Teils von ISO 18436 erfüllt sind, sollten Kandidaten der Bewertungsstelle einen Nachweis über ihre Erfahrung auf den Gebieten Maschinenschwingungen, Zustandsüberwachung und Diagnostik erbringen.

Die empfohlenen Mindestanforderungen an Erfahrung sind in Tabelle 2 angegeben.

Darüber hinaus gilt:

- Bei jeder höheren Kategorie wird vorausgesetzt, dass die Breite und Tiefe der Praxiserfahrung größer sind als die Summe an Erfahrungen in den niedrigeren Kategorien;
- Bewerber sollten überprüfbare Nachweise über ihre Erfahrungen aufbewahren, um sie als Teil des Zertifizierungs-, Rezertifizierungs- bzw. Erneuerungsprozesses (siehe ISO 18436-1) vorzulegen;
- bei den Kategorien I bis III sollte dieser Nachweis von dem jeweils zuständigen Vorgesetzten oder einer Person mit höherem Zertifikat bestätigt werden;
- bei Bewerbern der Kategorie IV darf die Bestätigung von einem anderen Experten der Kategorie IV oder dem Geschäftsführer eingeholt werden.

Tabelle 2 — Empfohlene Mindesterfahrung (Monate)

Kategorie I	Kategorie II	Kategorie III	Kategorie IV
6	18	36	60
ANMERKUNG Die angeführten Werte stellen die Gesamtdauer an Erfahrung (in Monaten) für jede Kategorie dar. Die Dauer basiert auf der nominellen wöchentlichen Arbeitszeit, die national oder regional (z. B. in der EU) geregelt ist.			

6 Prüfung

6.1 Umfang

Bei allen Kategorien wird empfohlen, dass der Prüfungskandidat eine bestimmte Anzahl von Fragen innerhalb einer festgelegten Zeit beantwortet, die den Beispielen in Tabelle 3 ungefähr entspricht. Die Fragen, die sich auf die Fachthemen nach Anhang A beziehen, sollten aus einem zum Zeitpunkt der Prüfung bestehenden Fragenkatalog ausgewählt werden. Diese Fragen sollten von einem Fachausschuss oder einer geeigneten Bewertungsstelle erdacht und/oder genehmigt worden sein.

Tabelle 3 — Beispiele für den Prüfungsumfang, die Prüfungsdauer und die Mindestquote zum Bestehen der Prüfung

Kategorie	Anzahl der Fragen	Prüfungsdauer h	Mindestquote %
I	60	2	70
II	100	3	70
III	100	4	70
IV	60	5	70

Die Fragen müssen von praktischer Natur sein, müssen aber auch die Kenntnisse des Kandidaten im Hinblick auf Konzepte und Prinzipien der Durchführung einer Analyse von Maschinenschwingungen zwecks Zustandsüberwachung von Maschinen überprüfen.

Manche Fragen dürfen auch die Interpretation von Diagrammen und Zeichnungen enthalten. Einfache mathematische Berechnungen mit Hilfe eines Taschenrechners dürfen verlangt werden. Nach dem Ermessen der Bewertungsstelle darf eine Sammlung gängiger Formeln mit den Prüfungsfragen bereitgestellt werden.

Prüfungen in den Kategorien III und IV dürfen sowohl Textfragen mit kurzen Antworten als auch Multiple-Choice-Fragen beinhalten.

Der Prüfungsinhalt muss im Einklang mit dem Lehrinhalt nach Anhang A stehen.

Bewertungsstellen dürfen nach eigenem Ermessen die Prüfung von Kandidaten mit besonderen Bedürfnissen in modifizierter Form abhalten (z. B. Legasthenie).

6.2 Prüfungsdurchführung

Um Vertraulichkeit und Integrität sicherzustellen, müssen alle Prüfungen in Übereinstimmung mit den Anforderungen von ISO 18436-1 und den von der Bewertungsstelle vorgeschriebenen Verfahren durchgeführt werden.