

# E DIN ISO 21940-21:2023-10 (D/E)

Erscheinungsdatum: 2023-09-22

**Mechanische Schwingungen - Auswuchten von Rotoren - Teil 21: Beschreibung und Bewertung von Auswuchtmaschinen (ISO 21940-21:2022); Text Deutsch und Englisch**

**Mechanical vibration - Rotor balancing - Part 21: Description and evaluation of balancing machines (ISO 21940-21:2022); Text in German and English**

---

<b>Inhalt</b>	<b>Seite</b>
Nationales Vorwort .....	7
Nationaler Anhang NA (informativ) Literaturhinweise .....	9
Vorwort .....	10
Einleitung .....	11
1 Anwendungsbereich.....	12
2 Normative Verweisungen .....	12
3 Begriffe .....	12
4 Eigenschaften und Leistungen der Auswuchtmaschine.....	12
4.1 Allgemeines.....	12
4.2 Daten für horizontale Auswuchtmaschinen .....	12
4.2.1 Rotormasse und Begrenzungen der Unwucht.....	12
4.2.2 Wirtschaftlichkeit .....	12
4.2.3 Rotormaße.....	14
4.2.4 Daten für Antriebe von Auswuchtmaschinen .....	16
4.2.5 Drehmoment.....	16
4.2.6 Art des Rotorantriebs .....	17
4.2.7 Bremse .....	17
4.2.8 Motor und Steuerung .....	17
4.2.9 Drehzahlregelung.....	17
4.2.10 Momentenunwucht-Einflussverhältnis $I_{sc}$ .....	17
4.2.11 Anforderungen an die Druckluft .....	17
4.3 Daten für vertikale Auswuchtmaschinen .....	17
4.3.1 Rotormasse und Begrenzungen der Unwucht.....	17
4.3.2 Wirtschaftlichkeit .....	18
4.3.3 Rotormaße.....	19
4.3.4 Daten für Antriebe von Auswuchtmaschinen .....	20
4.3.5 Drehmoment.....	20
4.3.6 Art des Rotorantriebs .....	20
4.3.7 Bremse .....	20
4.3.8 Motor und Steuerung .....	20
4.3.9 Drehzahlregelung.....	21
4.3.10 Momentenunwucht-Einflussverhältnis.....	21
4.3.11 Anforderungen an die Druckluft .....	21
5 Eigenschaften der Auswuchtmaschinen .....	21
5.1 Arbeitsprinzip .....	21
5.2 Anordnung der Auswuchtmaschine .....	21
5.3 Messsystem .....	21
5.3.1 Allgemeines.....	21
5.3.2 Unwuchtanzeige.....	22

5.3.3	Zusätzliche Eigenschaften .....	22
5.3.4	Arbeitsweise des Messsystems .....	22
5.4	Ebenentrennung .....	23
5.4.1	Mehr-Ebenen-Auswuchtmaschinen .....	23
5.4.2	Horizontale oder vertikale Ein-Ebenen-Auswuchtmaschinen .....	23
5.5	Einstellen und Kalibrieren des Messsystems .....	23
5.5.1	Allgemeines .....	23
5.5.2	Wegmessende Auswuchtmaschinen .....	24
5.5.3	Kraftmessende Auswuchtmaschinen .....	24
6	Wirtschaftlichkeit .....	24
6.1	Allgemeines .....	24
6.2	Zeit je Auswuchtzyklus .....	25
6.3	Unwuchtreduziervhältnis $R_{URV}$ .....	27
7	Randbedingungen, die die Leistungsfähigkeit beeinflussen .....	27
8	Anforderungen an die Installation .....	27
8.1	Allgemeines .....	27
8.2	Anforderungen an die Lieferung .....	28
8.3	Fundament .....	28
9	Prüfrotoren und Testmassen .....	28
9.1	Allgemeines .....	28
9.2	Genormte Prüfrotoren .....	28
9.3	Nutzerdefinierte Prüfrotoren .....	31
9.4	Testmassen .....	31
9.4.1	Allgemeines .....	31
9.4.2	Testmassen für die $U_{ker}$ -Prüfung .....	41
9.4.3	Testmassen für die $R_{URV}$ -Prüfung .....	42
9.4.4	Zulässige Abweichungen bei Testmassen .....	43
9.4.5	Werkstoffe .....	44
10	Abnahmeprüfungen für Auswuchtmaschinen .....	44
10.1	Allgemeines .....	44
10.2	Anforderungen an die Leistungsbewertung bei Auswuchtmaschinen .....	46
10.3	Prüfdrehzahl .....	47
10.4	Prüfung zur Bestimmung der kleinsten erreichbaren Restunwucht $U_{ker}$ .....	47
10.4.1	Allgemeines .....	47
10.4.2	Ersteinrichtung von Auswuchtmaschinen .....	47
10.4.3	Ansetzen von Unwuchten .....	50
10.4.4	Anzeigen .....	50
10.4.5	Ausgleich .....	50
10.4.6	Wechsel des Winkelbezugs .....	50
10.4.7	Ebeneneinstellung für die $U_{ker}$ -Prüfung .....	50
10.4.8	Prüfläufe .....	50
10.4.9	Auswertung von $U_{ker}$ .....	51
10.5	Prüfung des $R_{URV}$ .....	51
10.5.1	$R_{URV}$ -Prüfungen an Ein-Ebenen-Auswuchtmaschinen .....	51
10.5.2	$R_{URV}$ -Prüfungen an Zwei-Ebenen-Auswuchtmaschinen .....	51
10.5.3	Allgemeines .....	52
10.5.4	Ausfüllen des Prüfdatenblatts .....	55
10.5.5	Ebeneneinstellung .....	56
10.5.6	Läufe für die $R_{URV}$ -Prüfung .....	56
10.5.7	Einzeichnen der Daten der $R_{URV}$ -Prüfung .....	56
10.5.8	Beurteilung .....	61
10.6	Prüfung des Momentenunwucht-Einflusses an Ein-Ebenen- Auswuchtmaschinen .....	62
10.6.1	Startpunkt .....	62
10.6.2	Durchführung .....	62
10.6.3	Beurteilung .....	62

10.7	Kompensationsprüfung.....	62
10.7.1	Startpunkt.....	62
10.7.2	Durchführung.....	63
10.7.3	Beurteilung.....	63
10.8	Vereinfachte Prüfungen.....	63
10.8.1	Allgemeines.....	63
10.8.2	Vereinfachte $U_{ker}$ -Prüfung.....	64
10.8.3	Vereinfachte $R_{URV}$ -Prüfung.....	64
Anhang A (informativ) Informationen des Nutzers für den Hersteller der Auswuchtmaschine .....		65
A.1	Allgemeines.....	65
A.2	Auszuwuchtender Rotor .....	65
A.2.1	Wesentliche Rotordaten .....	65
A.2.2	Weitere Rotordaten.....	66
A.3	Weitere technische Informationen.....	68
A.4	Administrative Informationen.....	69
Anhang B (informativ) Diagramme der $R_{URV}$ -Grenzen.....		70
B.1	Basisdaten .....	70
B.2	Anweisungen zum Zeichnen von $R_{URV}$ -Grenzkreis-Diagrammen.....	71
B.3	Andere $R_{URV}$ -Grenzen .....	72
B.4	Berechnung der $R_{URV}$ -Grenzkreise.....	72
Anhang C (informativ) Wellen für Außenbord-Prüfrotoren Typ C.....		74
Anhang D (informativ) Nutzerdefinierte Prüfrotoren für Sonderfälle einschließlich Verwendung eines Bauteils aus der Produktion des Nutzers.....		77
Anhang E (informativ) Anpassungen der entsprechend ISO 2953 gefertigten Prüfrotoren an diesem Dokument .....		78
E.1	Prüfrotoren Typ A.....	78
E.2	Prüfrotoren Typ B.....	78
E.2.1	Allgemeines.....	78
E.2.2	Testebenen.....	78
E.2.3	Anschluss für Gelenkwellen.....	78
E.3	Prüfrotoren Typ C .....	79
Anhang F (informativ) Optionale Prüfung der Wiederholpräzision .....		80
F.1	Prüfung der Wiederholpräzision .....	80
F.1.1	Allgemeines.....	80
F.1.2	Durchführung.....	80
F.1.3	Bewertung .....	81
Anhang G (informativ) Optionale Prüfung des Drehzahlbereichs .....		82
G.1	Prüfung des Drehzahlbereichs.....	82
G.1.1	Allgemeines.....	82
G.1.2	Durchführung.....	82
G.1.3	Bewertung .....	83
Literaturhinweise .....		84
<b>Bilder</b>		
Bild 1 — Beispiel einer Lagerständer-Zeichnung, mit der die Begrenzung der Rotorkontur dargestellt wird.....		15
Bild 2 — Beispiel des Montageanschlusses einer vertikalen Auswuchtmaschine und der Rotorkontur.....		20
Bild 3 — Prüfrotoren Typ A, Typ B und Typ C .....		30

Bild 4 — Prüfmotoren Typ A für Prüfungen an vertikalen Auswuchtmaschinen.....	35
Bild 5 — Prüfmotoren Typ B für Innenbord-Prüfungen an horizontalen Auswuchtmaschine .....	38
Bild 6 — Typ C Prüfmotoren an horizontalen Auswuchtmaschinen.....	41
Bild 7 — Diagramm zur Auswertung der $U_{ker}$ -Prüfung.....	54
Bild 8 — $R_{URV}$ -Auswertungs-Diagramm für die Zwei-Ebenen-Prüfung.....	59
Bild 9 — $R_{URV}$ -Auswertungs-Diagramm für die Ein-Ebenen-Prüfung.....	61
Bild A.1 — Lasten .....	67
Bild A.2 — Beispiel eines Rotors für eine horizontale Auswuchtmaschine.....	68
Bild A.3 — Beispiel eines Rotors für eine vertikale Auswuchtmaschine.....	68
Bild B.1 — Graphische Bestimmung von $R$ und $\gamma$ aus $m_{stationär}$ , $m_{wandernd}$ und $\alpha$ .....	72
Bild C.1 — Wellen für Prüfmotoren Typ C für Außenbord-Prüfungen an horizontalen Auswuchtmaschinen.....	74
Bild D.1 — Nutzerdefinierter Prüfmotor für Sonderfälle einschließlich Verwendung eines Bauteils aus Produktion des Nutzers.....	77

## Tabellen

Tabelle 1 — Daten für horizontale Auswuchtmaschinen .....	13
Tabelle 2 — Parameter von Antrieben für Auswuchtmaschinen.....	16
Tabelle 3 — Daten für vertikale Auswuchtmaschinen .....	18
Tabelle 4 — Mögliches Zeitdiagramm.....	26
Tabelle 5 — Empfohlene Maße, Massen und Drehzahlen für Prüfmotoren Typ A für vertikale Auswuchtmaschinen (siehe Bild 4) .....	33
Tabelle 6 — Empfohlene Maße, Massen und Drehzahlen für horizontale Auswuchtmaschine mit Innenbord-Lagern und Prüfmotoren Typ B (siehe Bild 5) .....	36
Tabelle 7 — Empfohlene Maße, Massen und Drehzahlen für horizontale Auswuchtmaschine mit Außenbord-Lagern und Prüfmotoren Typ C (siehe Bild 6) .....	39
Tabelle 8 — Prüfmatrix für die Abnahmeprüfung von Auswuchtmaschinen .....	45
Tabelle 9 — Prüfungen, die für alle Maschinenarten nach der Erstprüfung entfallen können.....	45
Tabelle 10 — Prüfmotoren und ihre Ebenen für die in Tabelle 6 beschriebenen Prüfungen .....	48
Tabelle 11 — Übersicht über die $U_{ker}$ - und $R_{URV}$ -Prüfungen mit den in Tabelle 5 beschriebenen Prüfmotoren.....	48
Tabelle 12 — Datenblatt für das Auswuchten von Prüfmotoren .....	52

<b>Tabelle 13 — Datenblatt für <math>U_{ker}</math>-Prüfung .....</b>	<b>53</b>
<b>Tabelle 14 — Datenblatt für eine Zwei-Ebenen-<math>R_{URV}</math>-Prüfung .....</b>	<b>57</b>
<b>Tabelle 15 — Datenblatt für eine Ein-Ebenen-<math>R_{URV}</math>-Prüfung .....</b>	<b>60</b>
<b>Tabelle A.1 — Typische Daten für auszuwuchtende Rotoren (mit starrem Verhalten) .....</b>	<b>65</b>
<b>Tabelle B.1 — Daten für die <math>R_{URV}</math>-Grenzen des Zwei-Ebenen-Diagramms (siehe Bild 8) .....</b>	<b>70</b>
<b>Tabelle B.2 — Daten für die <math>R_{URV}</math>-Grenzen des Ein-Ebenen-Diagramms (siehe Bild 9) .....</b>	<b>70</b>
<b>Tabelle C.1 — Empfohlene Maße und Massen der Wellen von Prüfmotoren Typ C für Außenbord- Tests an horizontalen Maschinen (siehe Bild C.1) .....</b>	<b>75</b>
<b>Tabelle F.1 — Beispiel für die Aufzeichnung von Daten zur Wiederholbarkeit .....</b>	<b>81</b>
<b>Tabelle G.1 — Beispiel für die Aufzeichnung von Daten zur Drehzahlprüfung .....</b>	<b>82</b>