

VEREIN
DEUTSCHER
INGENIEURE

Hinweise zur Messung und Interpretation
der Schwingungen von Maschinen
Typische Schwingungsbilder bei Kolbenmaschinen

Instructions on measuring and interpreting
the vibration of machines
Typical vibration patterns with reciprocating
machines

VDI 3839

Blatt 8 / Part 8

Ausg. deutsch/englisch
Issue German/English

Die deutsche Version dieser Richtlinie ist verbindlich.

The German version of this guideline shall be taken as authoritative. No guarantee can be given with respect to the English translation.

Inhalt	Seite	Contents	Page
Vorbemerkungen	2	Preliminary note	2
1 Geltungsbereich	3	1 Scope of application	3
2 Allgemeine Grundlagen	3	2 Basic principles	3
2.1 Anregungen durch Massenkräfte	4	2.1 Excitation from inertia forces.	4
2.2 Anregungen durch Gaskräfte	5	2.2 Excitation from gas forces	5
2.3 Anforderungen an die Berechnung der Maschinen und Anlagen	8	2.3 Calculation requirements for machines and installations.	8
2.4 Angeregte Schwingungsarten	10	2.4 Types of excited vibration	10
2.4.1 Starrkörperschwingungen	10	2.4.1 Rigid-body vibration	10
2.4.2 Elastische Schwingungen des Maschinengehäuses und der Stützkonstruktion	11	2.4.2 Elastic vibration of the machine housing and the support structure	11
2.4.3 Anregungen an der Kurbelwelle – Dreh- und Längsschwingungen	14	2.4.3 Excitation at the crankshaft – torsio- nal and longitudinal vibration	14
2.4.4 Bauteilschwingungen.	16	2.4.4 Component vibration	16
3 Beispiele aus der Praxis	16	3 Practical examples	16
3.1 Anregungen durch Gaskräfte (Kolbenseitenkräfte) (Beispiele 1 bis 5)	16	3.1 Excitation due to gas forces (piston side forces) (Examples 1 to 5)	16
3.2 Anregungen durch Massenkräfte und Massenmomente (Beispiele 6 bis 8)	22	3.2 Excitation due to inertia forces and couples (Examples 6 to 8)	22
3.3 Anregungen durch Unwuchtkräfte (Beispiele 9 und 10).	26	3.3 Excitation due to unbalance forces (Examples 9 and 10)	26
3.4 Anregungen durch Resonanz mit Biegeeigenfrequenzen des Wellensystems (Beispiel 11).	28	3.4 Excitation due to resonance at the natural bending frequencies of the shafting system (Example 11)	28
3.5 Anregungen durch angetriebene Maschinen (Beispiel 12)	29	3.5 Excitation due to driven machines (Example 12)	29
3.6 Anregungen an der Kurbelwelle – Dreh- und Längsschwingungen (Beispiele 13 bis 15)	30	3.6 Excitation at the crankshaft – torsional and longitudinal vibration (Examples 13 to 15)	30
4 Empfohlene Messgrößen, Messgeräte und Messorte	32	4 Recommended measured variables, mea- suring equipment and measuring positions	32
5 Beurteilungsgrößen und Beurteilungs- kriterien	35	5 Evaluation quantities and assessment criteria.	35
Schrifttum	36	Bibliography	36

VDI-Gesellschaft Entwicklung Konstruktion Vertrieb

Ausschuss Schwingungsmessungen

VDI-Handbuch Schwingungstechnik

Vorbemerkungen

In den Richtlinien der Reihe VDI 3839 werden Verfahren und Einrichtungen zur Messung der Schwingungen von Maschinen beschrieben. Sie erläutern die wesentlichen Kriterien zur Bewertung der Messergebnisse und nennen die maßgebenden Beurteilungs-Richtlinien oder -Normen. Weiterhin werden Anleitungen zur Analyse und Deutung gemessener Schwingungen gegeben, um bei Beanstandungen, Störungen oder Schäden Hinweise auf deren Ursachen zu erhalten und Abhilfemaßnahmen einleiten zu können. Hierzu sind in VDI 3839 Blatt 2 bis Blatt 8 Beispiele für typische Schwingungsursachen und die sich ergebenden Schwingungsbilder aufgenommen worden.

Die Richtlinien der Reihe VDI 3839 sollen kein Fachbuch der Schwingungslehre ersetzen. Sie sind vorwiegend gedacht als Leitfaden für Ingenieure und Techniker in Entwicklungs-, Prüf- oder Betriebsabteilungen, die keine gezielte Ausbildung auf dem Gebiet der Messung und Interpretation von Schwingungen besitzen. Sie sollen auch denen einen Überblick verschaffen, die nur gelegentlich mit schwingungstechnischen Problemen befasst sind, beispielsweise in Stör- oder Schadensfällen. Nicht zuletzt sollen dem Leser dieser Richtlinien Hinweise gegeben werden, wann es notwendig wird, Experten einzuschalten, welche spezielles Fachwissen über Konstruktion, Arbeitsverfahren und schwingungstechnische Probleme bestimmter Maschinentypen haben.

Vorgesehen sind zurzeit folgende Blätter, die alle den gemeinsamen Titel „Hinweise zur Messung und Interpretation der Schwingungen von Maschinen“ tragen:

- Blatt 1 Allgemeine Grundlagen
- Blatt 2 Schwingungsbilder für Anregungen aus Unwuchten, Montagefehlern, Lagerungsstörungen und Schäden an rotierenden Bauteilen
- Blatt 3 Typische Schwingungsbilder bei Dampfturbinen, Gasturbinen und Turboverdichtern (in Vorbereitung)
- Blatt 4 Typische Schwingungsbilder bei Ventilatoren und Gebläsen (in Vorbereitung)
- Blatt 5 Typische Schwingungsbilder bei elektrischen Maschinen
- Blatt 6 Typische Schwingungsbilder bei Maschinensätzen in hydraulischen Kraftwerken (in Vorbereitung)
- Blatt 7 Typische Schwingungsbilder bei Pumpen (in Vorbereitung)
- Blatt 8** Typische Schwingungsbilder bei Kolbenmaschinen

Mit der Unterteilung in eine Reihe von Blättern unter der gleichen Kennnummer wird dem Nutzer die

Preliminary note

In the guidelines of the VDI 3839 series, the procedures and apparatus used for measuring machine vibration are described. They explain the main criteria applicable in evaluating measurement results and specify the relevant evaluation guidelines or standards. Furthermore, instructions are given regarding the analysis and interpretation of measured vibration with a view to ascertaining their causes in the event of complaints, faults or damages and enabling remedial measures to be initiated. To this end, examples of typical causes of vibration and the associated vibration patterns are given in VDI 3839 Part 2 to Part 8.

The VDI 3839 series of guidelines is not intended to replace specialist works on vibration theory. It is predominantly intended to be used as a guide for engineers and technicians in development, testing or engineering departments who are not specifically qualified or trained in the field of vibration measurement and interpretation. The guidelines should also provide an overview for people who only occasionally have to deal with vibration-related problems – for example, when damage or malfunctioning occurs. Last but not least, the reader of these guidelines should find information on when it is advisable to call in experts who can apply their specialised knowledge of design, working principles and vibration-related problems of certain machine types.

The guideline currently consists of the following parts; they all share the same title "Instructions on measuring and interpreting the vibrations of machines":

- Part 1 General principles
- Part 2 Vibration patterns for excitation arising from unbalance, incorrect assembly, bearing faults and damage to rotating components
- Part 3 Typical vibration patterns with steam turbines, gas turbines and turbo-compressors (in preparation)
- Part 4 Typical vibration patterns with fans and blowers (in preparation)
- Part 5 Typical vibration patterns with electrical machines
- Part 6 Typical vibration patterns with machine sets in hydraulic power stations (in preparation)
- Part 7 Typical vibration patterns with pumps (in preparation)
- Part 8** Typical vibration patterns with reciprocating machines

This subdivision into a series of separate parts with the same code number will allow the user to select