

VEREIN
DEUTSCHER
INGENIEURE

Schadensanalyse
Schäden an Metallprodukten
durch tribologische Beanspruchungen

VDI 3822

Blatt 1.5

Entwurf

Failure analysis – Failures on metal products
caused by tribology working conditions

Einsprüche bis 2015-10-31

- *vorzugsweise über das VDI-Richtlinien-Einspruchsportal
<http://www.vdi.de/einspruchsportal>*
- *in Papierform an
VDI-Gesellschaft Materials Engineering
Fachbereich Werkstofftechnik
Postfach 10 11 39
40002 Düsseldorf*

Inhalt	Seite
Vorbemerkung	3
Einleitung	3
Einteilung der Richtlinie	3
1 Anwendungsbereich	4
2 Normative Verweise.	4
3 Abkürzungen	4
4 Verschleißarten und Verschleißerscheinungsformen	4
5 Erscheinungsbilder von Schäden durch tribologische Beanspruchungen (Verschleißschäden)	34
Schrifttum.	48

VDI-Gesellschaft Materials Engineering (GME)

Fachbereich Werkstofftechnik

VDI-Handbuch Werkstofftechnik

VDI-Handbuch Fabrikplanung und -betrieb, Band 1: Betriebsüberwachung/Instandhaltung

VDI-Handbuch Produktentwicklung und Konstruktion

VDI-Handbuch Verfahrenstechnik und Chemieingenieurwesen, Band 3: Verfügbarkeit/Schadensanalyse

Vorbemerkung

Der Inhalt dieser Richtlinie ist entstanden unter Beachtung der Vorgaben und Empfehlungen der Richtlinie VDI 1000.

Alle Rechte, insbesondere die des Nachdrucks, der Fotokopie, der elektronischen Verwendung und der Übersetzung, jeweils auszugsweise oder vollständig, sind vorbehalten.

Die Nutzung dieser Richtlinie ist unter Wahrung des Urheberrechts und unter Beachtung der Lizenzbedingungen (www.vdi.de/richtlinien), die in den VDI-Merkblättern geregelt sind, möglich.

Allen, die ehrenamtlich an der Erarbeitung dieser Richtlinie mitgewirkt haben, sei gedankt.

Einleitung

Produkte werden unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten für einen funktionssicheren und gefahrlosen Einsatz während der vorgesehenen Betriebsdauer hergestellt. Trotz sorgfältiger Konstruktion und Fertigung sowie eingehender Erprobung gelingt es auch bei Einhalten der vorgesehenen Betriebsweise nicht immer, Fehler und Schäden an derartigen Erzeugnissen zu vermeiden. Schadensfälle verursachen im Allgemeinen wirtschaftliche Verluste durch Produktionsausfall, Folgeschäden sowie notwendige Reparaturmaßnahmen und können darüber hinaus Menschen gefährden.

Gezielte Maßnahmen zur Schadensabhilfe und -verhütung können nur dann eingeleitet werden, wenn die Schadensursachen und Fehlereinflüsse durch systematische Untersuchungen aufgeklärt werden. Schadensanalysen können zu Verbesserungen bei der Werkstoffentwicklung, der Werkstoffauswahl, der Konstruktion, der Fertigung und der Betriebsweise führen. Darüber hinaus können die gewonnenen Erkenntnisse sofort in die Qualitätssicherung eingehen, der Schadensprävention dienen und Entwicklungen einleiten, beispielsweise bei der Werkstoffproduktion und -entwicklung, Ver- und Bearbeitung, Prüfung und Anwendung von Werkstoffen. Schadensanalysen dienen dazu, für ein technisches Erzeugnis ein Optimum aus Werkstoff-, Konstruktions-, Fertigungs- und Bauteileigenschaften unter Kostengesichtspunkten zu finden.

Der Erfolg einer Schadensanalyse hängt weitgehend von der Sorgfalt ihrer Planung, von der Art und dem Umfang der einzelnen Untersuchungsschritte sowie der Qualität ihrer Durchführung ab. Um Erfahrungen aus Schadensanalysen systematisch auswerten und zugänglich machen zu können, sind Vereinheitlichungen erforderlich. Hierfür werden in der Richtlinienreihe:

- Begriffe definiert
- Schadensarten einheitlich benannt und beschrieben
- systematische Vorgehensweisen bei der Schadensanalyse dargelegt
- die Vergleichbarkeit der Ergebnisse verschiedener Untersuchungsstellen gewährleistet
- Voraussetzungen zur nachvollziehbaren Dokumentation geschaffen

Dem Anwender der Richtlinienreihe werden kennzeichnende Schadensbilder, Schadensbeschreibungen und Schadensmechanismen zum Vergleich mit dem zu untersuchenden Schadensfall zur Verfügung gestellt. Die Richtlinien folgen in ihrer Gliederung der Situation bei der Schadensanalyse: Ausgehend von einem Schadensbild unterstützen sie bei der Findung potenzieller Schadenshypothesen und -mechanismen, um anschließend Hinweise zur Feststellung der Schadensursachen zu geben. Dabei berücksichtigt die Richtlinie nicht nur individuelle Schadensfälle (das heißt singuläre Schäden an einzelnen Produkten), sondern auch Serienschäden (das heißt Schäden, die in gleicher Art an vielen Produkten aufgetreten sind).

Einteilung der Richtlinie

In der Richtlinie VDI 3822 werden Grundlagen, Begriffe und Definitionen, der Ablauf einer Schadensanalyse und ihre Dokumentation behandelt.

In den werkstoffspezifischen Folgeblättern werden Schadensarten, Schadensmerkmale, Schadensabläufe und Schadensmechanismen beschrieben. Dabei werden – die Realität stark vereinfachend – verschiedene Beanspruchungsarten in den jeweiligen Blättern separat behandelt. Dem Schadensanalytiker ist damit die Möglichkeit gegeben nachzuschlagen, welche Wirkungen die verschiedenen Beanspruchungen auf ein Produkt haben können. Ihm obliegt aber weiterhin die Verantwortung, durch Abgleich mit dem Schadensumfeld die Eintrittswahrscheinlichkeit der einzelnen Beanspruchungsarten zu bewerten und die Wirkung kollektiver Beanspruchungen zu berücksichtigen.

In den folgenden Blättern der Richtlinienreihe VDI 3822 werden die verschiedenen Schadensarten, die Schadensmerkmale, die Schadensursachen und die Schadensabläufe im Fall von Schäden an Metallprodukten beschrieben:

- Blatt 1.2 Schäden an Metallprodukten durch mechanische Beanspruchungen (bisher: Blatt 2)
- Blatt 1.3 Schäden an Metallprodukten durch Korrosion in wässrigen Medien (bisher: Blatt 3)

- Blatt 1.4 Schäden an Metallprodukten durch thermische Beanspruchungen
(bisher: Blatt 4)
- Blatt 1.5 Schäden an Metallprodukten durch tribologische Beanspruchungen
(bisher: Blatt 5)
- Blatt 1.6 Flüssigkeitsmetallinduzierte Rissbildung beim Stückverzinken
- Blatt 1.7 Schäden an geschweißten Metallprodukten (in Vorbereitung)

Eine Liste der aktuell verfügbaren Blätter dieser Richtlinienreihe ist im Internet abrufbar unter www.vdi.de/3822.

Alle werkstoffspezifischen Richtlinien gelten jeweils nur mit der Richtlinie VDI 3822.

1 Anwendungsbereich

In dieser Richtlinie sind Schäden zusammengestellt, die durch tribologische Beanspruchung entstehen. Nach GFT-Arbeitsblatt 7 wird darunter die Beanspruchung der Oberfläche eines festen Körpers durch Kontakt und Relativbewegung eines festen, flüssigen oder gasförmigen Gegenkörpers verstanden. Die tribologische Beanspruchung ist auch dadurch charakterisiert, dass die mechanische Beanspruchung sekundäre thermische, tribochemische und physikalische Reaktionen zwischen den beteiligten Elementen des tribologischen Systems auslöst. Sie ist also neben der rein mechanischen, thermischen oder chemischen (korrosiven) Beanspruchung eine gesonderte Beanspruchungsart, auf Oberflächenbereiche der Werkstoffe konzentriert, klingt zum Werkstoffinnern hin ab und weist zumindest in mikroskopischen Bereichen zeitliche Veränderungen auf.

Die Richtlinie gilt für die Schäden, die durch das Wirken der Verschleißmechanismen hervorgerufen werden. Die wichtigsten sind

- Adhäsion,
- Abrasion,
- Oberflächenzerrüttung und
- tribochemische Reaktionen.

Sie können einzeln oder überlagert auftreten.

2 Normative Verweise

Das folgende zitierte Dokument ist zur Anwendung dieser Richtlinie erforderlich:

VDI 3822:2011-11 Schadensanalyse; Grundlagen und Durchführung einer Schadensanalyse