

VEREIN  
DEUTSCHER  
INGENIEURE

Schadensanalyse  
Schäden an thermoplastischen Kunststoffprodukten  
durch fehlerhafte Verarbeitung

VDI 3822  
Blatt 2.1.2 / Part 2.1.2

Failure analysis  
Defects of thermoplastic products made of plastics  
caused by faulty processing

Ausg. deutsch/englisch  
Issue German/English

*Die deutsche Version dieser Richtlinie ist verbindlich.*

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

Inhalt	Seite
Vorbemerkung .....	2
Einleitung .....	2
<b>1 Anwendungsbereich</b> .....	4
<b>2 Normative Verweise</b> .....	4
<b>3 Schäden durch die Verarbeitung</b> .....	4
3.1 Augenscheinliche Phänomene .....	5
3.2 Morphologische Phänomene .....	14
<b>4 Bilder</b> .....	22
Schrifttum .....	32

Contents	Page
Preliminary note .....	2
Introduction .....	2
<b>1 Scope</b> .....	4
<b>2 Normative references</b> .....	4
<b>3 Defects resulting from processing</b> .....	4
3.1 Visually observable phenomena .....	5
3.2 Morphological phenomena .....	15
<b>4 Figures</b> .....	22
Bibliography .....	32

VDI-Gesellschaft Materials Engineering (GME)  
Fachbereich Werkstoff- und Nanotechnik

VDI-Handbuch Werkstofftechnik  
VDI-Handbuch Fabrikplanung und -betrieb, Band 1: Betriebsüberwachung/Instandhaltung  
VDI-Handbuch Kunststofftechnik  
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](http://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

Durch Schadensanalysen sollen die Ursachen für schadhafte Veränderungen bei Werkstoffen und Produkten bis hin zum Versagen aufgedeckt werden. Die sich hieraus ergebenden Erkenntnisse bilden die Grundlage gezielter Maßnahmen zur Schadensabhilfe und -verhütung. Eine der Hauptaufgaben der Schadensanalyse ist die Auswahl geeigneter Untersuchungsverfahren und die wissenschaftlich fundierte, zusammenfassende Auswertung der Einzelergebnisse. Demnach ist es Zweck der Richtlinie:

- Begriffe zu definieren
- Schadensarten einheitlich zu benennen und zu beschreiben
- zur systematischen Vorgehensweise bei der Schadensanalyse anleiten
- Vergleichbarkeit der Ergebnisse verschiedener Untersuchungsstellen zu gewährleisten
- Voraussetzungen zur nachvollziehbaren Dokumentation zu schaffen

## Einteilung Richtlinienreihe VDI 3822 Blatt 2.1

Gemäß dem Bild, dass Schäden an thermoplastischen Kunststoffprodukten durch Fehler in der Konstruktion (inklusive der Umsetzung von Anforderungen), im Werkstoff, in der Verarbeitung und während der Nutzung entstehen können, wurde die Richtlinienreihe folgendermaßen strukturiert:

- Die werkstoffübergreifende Richtlinie VDI 3822 behandelt Grundlegendes zur Vorgehensweise.
- Drei Richtlinien beschreiben mögliche Ursachen, die bereits vor der Nutzung auftreten können (Blatt 2.1.1 bis Blatt 2.1.3).

## Preliminary note

The content of this standard has been developed in strict accordance with the requirements and recommendations of the standard VDI 1000.

All rights are reserved, including those of reprinting, reproduction (photocopying, micro copying), storage in data processing systems and translation, either of the full text or of extracts.

The use of this standard without infringement of copyright is permitted subject to the licensing conditions ([www.vdi.de/richtlinien](http://www.vdi.de/richtlinien)) specified in the VDI Notices.

We wish to express our gratitude to all honorary contributors to this standard.

## Introduction

The purpose of failure analysis is to discover the causes of defective changes in materials and products that ultimately lead to failure. The findings thereby obtained provide a basis for targeted measures to remedy and prevent failure. One of the main tasks of failure analysis is the selection of appropriate investigation methods and the scientifically sound, comprehensive evaluation of the individual findings. Correspondingly, the objective of this standard is to:

- provide definitions of terms
- to designate and describe types of failure in a uniform manner
- provide direction for systematically performing failure analyses
- ensure the comparability of the results obtained by different analytical laboratories
- establish requirements for comprehensible documentation

## Structure of the series of standards VDI 3822 Part 2.1

According to the pattern that defects in thermoplastic products can result from defects in the design (including the implementation of requirements), in materials, in the manufacturing process, and as a result of wear, this series of standards is structured as follows:

- The standard VDI 3822, which applies to a number of different materials, deals with fundamental questions of procedure.
- Three standards describe possible causes that can occur before use (Part 2.1.1 to Part 2.1.3).

- Sechs Richtlinien beziehen sich auf mögliche Ursachen während der Nutzung (Blatt 2.1.4 bis Blatt 2.1.9).
- Eine Richtlinie erläutert die bedeutenden instrumentellen Analysemethoden in der Schadensanalyse (Blatt 2.1.10).

Blatt 2.1.1 Schäden an thermoplastischen Kunststoffprodukten durch fehlerhafte Konstruktion

**Blatt 2.1.2** Schäden an thermoplastischen Kunststoffprodukten durch fehlerhafte Verarbeitung

Blatt 2.1.3 Schäden an thermoplastischen Kunststoffprodukten durch fehlerhafte Werkstoffauswahl und Fehler im Werkstoff

Blatt 2.1.4 Schäden an thermoplastischen Kunststoffprodukten durch mechanische Beanspruchung

Blatt 2.1.5 Schäden an thermoplastischen Kunststoffprodukten durch thermische Beanspruchung

Blatt 2.1.6 Schäden an thermoplastischen Kunststoffprodukten durch tribologische Beanspruchung

Blatt 2.1.7 Schäden an thermoplastischen Kunststoffprodukten durch mediale Beanspruchung

Blatt 2.1.8 Schäden an thermoplastischen Kunststoffprodukten durch Witterungsbeanspruchung

Blatt 2.1.9 Schäden an thermoplastischen Kunststoffprodukten durch mikrobielle Beanspruchung

Blatt 2.1.10 Bedeutende Analysemethoden für die Schadensanalyse an thermoplastischen Kunststoffprodukten

Eine Liste der aktuell verfügbaren und in Bearbeitung befindlichen Blätter dieser Richtlinienreihe sowie gegebenenfalls zusätzliche Informationen sind im Internet abrufbar unter [www.vdi.de/3822](http://www.vdi.de/3822).

Die Richtlinien VDI 3822 Blatt 2.1.1 bis Blatt 2.1.10 gelten jeweils nur in Verbindung mit der Richtlinie VDI 3822.

Bei der Ermittlung möglicher Schadensursachen ist zu berücksichtigen, dass sehr ähnliche Schadensbilder durch unterschiedliche Ursachen bzw. Beanspruchungsarten entstehen können. Insofern kann nicht davon ausgegangen werden, dass eine Schadensursache eindeutig identifiziert ist, sobald in einem der Beiblätter ein Schadensphänomen mit dem vorliegenden Schadensbild übereinstimmt. Es

- Six standards are related to possible causes during use (Part 2.1.4 to Part 2.1.9).

- One standard explains significant instrumental analysis methods in failure analysis (Part 2.1.10).

Part 2.1.1 Defects of thermoplastic products made of plastics caused by faulty design

**Part 2.1.2** Defects of thermoplastic products made of plastics caused by faulty processing

Part 2.1.3 Defects of thermoplastic products made of plastics caused by an unfavourable choice of material and by defects in the material

Part 2.1.4 Defects of thermoplastic products made of plastics caused by mechanical stress

Part 2.1.5 Defects of thermoplastic products made of plastics caused by thermal stress

Part 2.1.6 Defects of thermoplastic products made of plastics caused by tribology-induced stress

Part 2.1.7 Defects of thermoplastic products made of plastics caused by chemical stress

Part 2.1.8 Defects of thermoplastic products made of plastics caused by weather-induced stress

Part 2.1.9 Defects of thermoplastic products made of plastics caused by microbial stress

Part 2.1.10 Significant instrumental analysis methods for failure analysis of products made of plastics

A catalogue of all available parts of this series of standards and those in preparation as well as further information, if applicable, can be accessed on the Internet at [www.vdi.de/3822](http://www.vdi.de/3822).

The standards VDI 3822 Part 2.1.1 to Part 2.1.10 are valid only in conjunction with the standard VDI 3822.

In determining possible causes of failure, it should be kept in mind that very similar failure modes can result from different causes and/or types of stress. Hence, it cannot be assumed that the cause of failure has been clearly identified, simply because the failure mode that presents itself corresponds to one of the failure phenomena described in one of the parts of this standard. This is no clear indication; the

liegt aufgrund der fehlenden Eineindeutigkeit in der Verantwortung der Anwendenden dieser Richtlinie, stets alle Beiblätter zu berücksichtigen, sofern nicht das Schadensumfeld Ausschlüsse zulässt.

## 1 Anwendungsbereich

In dieser Richtlinie werden nur Schäden berücksichtigt, die ihren Ursprung in der Verarbeitung (Spritzgießen) haben. Sie weist darüber hinaus auf Verarbeitungsfehler hin, die unter kritischen Einsatzbedingungen zu Ausfällen führen. Die Richtlinie beschreibt die Verarbeitungsqualität von Bauteilen, zeigt Schäden und deren Auslöser auf, welche in der Verarbeitung begründet sind, und sie soll dem Schadensanalytiker als Leitfaden dienen.

Die Qualität von Thermoplastbauteilen wird von sehr vielen Parametern bei der Verarbeitung beeinflusst und jeder einzelne Parameter kann einen Schaden verursachen bzw. begünstigen. Die gefundenen Verarbeitungsfehler sind auf ihre Relevanz bei den Ausfällen und bei der Schadensentstehung zu bewerten.

user of this standard is always responsible for taking all of the parts into consideration, unless the failure environment justifies exclusions.

## 1 Scope

This standard deals only with defects that are caused by processing (injection moulding). It also addresses processing defects that can lead to failure under critical operating conditions. This standard describes the processing quality of components and presents defects and causes of failure that result from processing; it is intended to serve as a guide for failure analysts.

The quality of thermoplastic components is influenced during processing by numerous parameters, and each of these parameters can cause or promote a defect. The processing defects found by the analyst shall be assessed according to their relevance and the role they played in causing the failure.