

VEREIN
DEUTSCHER
INGENIEURE

VERBAND DER
ELEKTROTECHNIK
ELEKTRONIK
INFORMATIONSTECHNIK

Fertigungsgerechte Optikentwicklung
Beleuchtungsoptiken, nicht abbildende Optiken und
Freiformoptiken
Optische Oberflächen

Optical design for manufacturing
Illumination optics, non-imaging and freeform optics
Optical surfaces

VDI/VDE 5596

Blatt 2 / Part 2

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
1 Anwendungsbereich.....	3
2 Normative Verweise.....	3
3 Begriffe.....	3
4 Formelzeichen und Abkürzungen.....	5
5 Grundlagen.....	5
5.1 Klassifizierung.....	6
5.2 Rauheitsbewertung – <i>Ra</i> oder <i>Rq</i>	7
6 Gruppe A – Optisch glatte Oberflächen.....	8
6.1 Akzeptabler Streukegel.....	9
6.2 Mathematische Beschreibung	10
6.3 Anwendung der Rauheitsspezifikation von optisch glatten Oberflächen	12
7 Gruppe C – Optisch raue Oberflächen	14
8 Gruppe B – Übergangsbereich.....	15
9 Modellierung für die Simulation.....	16
9.1 Modellierung winkelabhängiger Streuung glatter Oberflächen	17
9.2 Mathematisches Fitmodell.....	17
9.3 Topografisches Mikrofacettenmodell	17
9.4 Oberflächennormalen-Modell.....	18
9.5 BSDF als Blackbox-Modell.....	19
10 Topografische Messungen.....	21
11 Streulichtmessungen.....	23
11.1 Beschreibung der Streulichtmessungen.....	23
11.2 Geräteanforderungen für die Streulichtmessung.....	24
11.3 Goniometrische Messsysteme.....	26
11.4 Schnell messende und tragbare Streulichtmessgeräte.....	27
11.5 Methode VDI5596-2-M1	28
11.6 Methode VDI5596-2-M2.....	29
11.7 Datenverarbeitung der Streulichtmessung.....	29
Anhang Beispielhafte Anwendungsfälle und verwendbare Modelltypen	32
Schrifttum.....	33

Contents	Page
Preliminary note.....	2
Introduction	2
1 Scope.....	3
2 Normative references	3
3 Terms and definitions.....	3
4 Symbols and abbreviations.....	5
5 Basics.....	5
5.1 Classification	6
5.2 Roughness rating – <i>Ra</i> or <i>Rq</i>	7
6 Group A – Optically smooth surfaces	8
6.1 Acceptable scattering cone	9
6.2 Mathematical description.....	10
6.3 Application of the roughness specification of optically smooth surfaces	12
7 Group C – Optically rough surfaces	14
8 Group B – Transition region.....	15
9 Modelling for simulation.....	16
9.1 Modelling of angle-dependent scattering of smooth surfaces	17
9.2 Mathematical fit model.....	17
9.3 Topographic microfacet model.....	17
9.4 Surface normal model.....	18
9.5 BSDF as a black box model.....	19
10 Topographic measurements	21
11 Scattered light measurements	23
11.1 Description of the scattered light measurements	23
11.2 Requirements for scattered light measurement systems	24
11.3 Goniometric measurement systems	26
11.4 Fast measuring and portable scattered light measurement systems	27
11.5 Method VDI5596-2-M1	28
11.6 Method VDI5596-2-M2.....	29
11.7 Data processing of the scattered light measurement.....	29
Annex Exemplary use cases and usable model types.....	32
Bibliography.....	33

VDI/VDE-Gesellschaft Mess- und Automatisierungstechnik (GMA)

Fachbereich Optische Technologien

VDI/VDE-Handbuch Optische Technologien
VDI-Handbuch Produktionstechnik und Fertigungsverfahren, Band 2: Fertigungsverfahren

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.

Eine Liste der aktuell verfügbaren und in Bearbeitung befindlichen Blätter dieser Richtlinienreihe sowie gegebenenfalls zusätzliche Informationen sind im Internet abrufbar unter www.vdi.de/5596.

Einleitung

Eine klare Definition und Spezifikation der Rauheit optischer Oberflächen ist wichtig, um eine vorhersehbare Funktion optischer Bauteile sicherzustellen. Hierfür ist eine eindeutige Kommunikation an der Schnittstelle zwischen Optikdesign und Optikproduktion notwendig.

Häufig werden optische Oberflächen in der Beleuchtungsoptik jedoch nicht hinreichend präzise spezifiziert, sondern lediglich mit dem einfachen Hinweis auf „optische Qualität“ oder „diffus“ versehen. Produzierte Bauteile werden oftmals nur visuell auf „Glanz“ oder „Klarheit/Rauheit“ beurteilt, oder es werden ungeeignete Rauheitskenngrößen und -werte verwendet. Dadurch weist die produzierte Optik häufig signifikante Unterschiede zum erwarteten Verhalten auf, was unter anderem auf unerkannte Oberflächenrauheit zurückzuführen ist.

Diese Richtlinie stellt geeignete Vorgehensweisen zur Spezifikation der optischen Wirkung der Rauheit optischer Oberflächen von Beleuchtungsoptiken und/oder Freiformoptiken (insbesondere Kunststoffoptiken) vor, wobei der gesamte Bereich von optisch glatten, nicht streuenden bis zu streuenden, optisch rauen Oberflächen abgedeckt wird. Es werden Methoden zur Modellierung und Vermessung dieser Oberflächen z.B. durch eine BSDF beschrieben.

Insbesondere für optisch glatte Optikflächen bestehen Anknüpfungspunkte an die DIN ISO 10110-8, die primär für polierte Abbildungsoptiken vorgesehen ist.

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) specified in the VDI Notices.

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

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/5596.

Introduction

A well-defined definition and specification of the roughness of optical surfaces is important to ensure a predictable function of optical components. This requires clear communication at the interface between optical design and optical production.

However, optical surfaces in illumination optics are often not specified with sufficient precision but are simply referred to as “optical quality” or “diffuse-scattering”. Produced components are often only visually assessed for “gloss” or “clarity/roughness”, or unsuitable roughness parameters and values are used. As a result, the produced optics often exhibit significant differences from the expected behaviour, which is due to unrecognized surface roughness, among other things.

This standard presents suitable procedures for specifying the optical effect of the roughness of optical surfaces of illumination optics and/or free-form optics (in particular plastic optics), covering the entire range from optically smooth, non-scattering to scattering, optically rough surfaces. Methods for modelling and measuring these surfaces, e.g. by means of a BSDF, are described.

In particular for optically smooth optical surfaces, there are links to DIN ISO 10110-8, which is primarily intended for polished imaging optics.

1 Anwendungsbereich

Diese Richtlinie wendet sich an alle, die mit der Rauheit optischer Flächen bei der Entwicklung und Fertigung von Beleuchtungsoptiken und/oder Freiformoptiken (insbesondere Kunststoffoptiken) befasst sind, insbesondere an das Optikdesign, den Werkzeug- und Formenbau und die Optikfertigung (Abformung).

1 Scope

This standard addresses all those concerned with the roughness of optical surfaces in the development and manufacturing of illumination optics and/or free-form optics (especially plastic optics), in particular to optics design, tool and mould making and optics production (moulding).