

## DIN EN ISO 21920-2



ICS 01.040.17; 17.040.40

**Entwurf**

Einsprüche bis 2020-05-06  
Vorgesehen als Ersatz für  
DIN EN ISO 4287:2010-07,  
DIN EN ISO 13565-2:1998-04 und  
DIN EN ISO 13565-3:2000-08

**Geometrische Produktspezifikation (GPS) –  
Oberflächenbeschaffenheit: Profile –  
Teil 2: Begriffe und Parameter für die Oberflächenbeschaffenheit  
(ISO/DIS 21920-2:2020);  
Deutsche und Englische Fassung prEN ISO 21920-2:2020**

Geometrical product specifications (GPS) –  
Surface texture: Profile –  
Part 2: Terms, definitions and surface texture parameters (ISO/DIS 21920-2:2020);  
German and English version prEN ISO 21920-2:2020

Spécification géométrique des produits (GPS) –  
État de surface: Méthode du profil –  
Partie 2: Termes, définitions et paramètres d'état de surface (ISO/DIS 21920-2:2020);  
Version allemande et anglaise prEN ISO 21920-2:2020

**Anwendungswarnvermerk**

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2020-03-06 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfs besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter [www.din.de/go/entwuerfe](http://www.din.de/go/entwuerfe) bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter [www.entwuerfe.normenbibliothek.de](http://www.entwuerfe.normenbibliothek.de), sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an [natg@din.de](mailto:natg@din.de) möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter [www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe](http://www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe) oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter [www.dke.de/stellungnahme](http://www.dke.de/stellungnahme) abgerufen werden;
- oder in Papierform an den DIN-Normenausschuss Technische Grundlagen (NATG), 10772 Berlin, Saatwinkler Damm 42/43, 13627 Berlin.

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 139 Seiten

DIN-Normenausschuss Technische Grundlagen (NATG)

## Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 21920-2:2020) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 213 „*Dimensional and geometrical product specifications and verification*“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 290 „Geometrische Produktspezifikation und -prüfung“ erarbeitet, dessen Sekretariat von AFNOR (Frankreich) gehalten wird.

Das zuständige nationale Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 152-03-03 AA „Oberflächen“ im DIN-Normenausschuss Technische Grundlagen (NATG).

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung beigelegt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen Text.

Für die in diesem Dokument zitierten internationalen Dokumente wird im Folgenden auf die entsprechenden deutschen Dokumente hingewiesen:

|                  |       |                            |
|------------------|-------|----------------------------|
| ISO 4287:1997    | siehe | DIN EN ISO 4287:2010-07    |
| ISO 12085:1996   | siehe | DIN EN ISO 12085:1998-05   |
| ISO 14406:2010   | siehe | DIN EN ISO 14406:2011-04   |
| ISO 14638        | siehe | DIN EN ISO 14638           |
| ISO 16610-1:2015 | siehe | DIN EN ISO 16610-1:2015-11 |
| ISO 17450-1:2011 | siehe | DIN EN ISO 17450-1:2012-04 |

## Änderungen

Gegenüber DIN EN ISO 13565-2:1998-04, DIN EN ISO 13565-3:2000-08 und DIN EN ISO 4287:2010-07, wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Begriffe und Verfahren aus den Vorgängernormen wurden in einer Norm zusammengeführt und überarbeitet.

## Nationaler Anhang NA (informativ)

### Literaturhinweise

DIN EN ISO 4287:2010-07, *Geometrische Produktspezifikation (GPS) — Oberflächenbeschaffenheit: Tastschnittverfahren — Benennungen, Definitionen und Kenngrößen der Oberflächenbeschaffenheit (ISO 4287:1997 + Cor 1:1998 + Cor 2:2005 + Amd 1:2009); Deutsche Fassung EN ISO 4287:1998 + AC:2008 + A1:2009*

DIN EN ISO 12085:1998-05, *Geometrische Produktspezifikationen (GPS) — Oberflächenbeschaffenheit: Tastschnittverfahren — Motifkenngrößen (ISO 12085:1996); Deutsche Fassung EN ISO 12085:1997*

DIN EN ISO 14406:2011-04, *Geometrische Produktspezifikation (GPS) — Erfassung (ISO 14406:2010); Deutsche Fassung EN ISO 14406:2010*

DIN EN ISO 14638, *Geometrische Produktspezifikation (GPS) — Matrix-Modell*

DIN EN ISO 16610-1:2015-11, *Geometrische Produktspezifikation (GPS) — Filterung — Teil 1: Überblick und grundlegende Konzepte (ISO 16610-1:2015); Deutsche Fassung EN ISO 16610-1:2015*

DIN EN ISO 17450-1:2012-04, *Geometrische Produktspezifikation (GPS) — Grundlagen — Teil 1: Modell für die geometrische Spezifikation und Prüfung (ISO 17450-1:2011); Deutsche Fassung EN ISO 17450-1:2011*

— Leerseite —

## **Geometrische Produktspezifikation (GPS) — Oberflächenbeschaffenheit: Profile — Teil 2: Begriffe und Parameter für die Oberflächenbeschaffenheit (ISO/DIS 21920-2:2020)**

*Spécification géométrique des produits (GPS) — État de surface: Méthode du profil — Partie 2 : Termes, définitions et paramètres d'état de surface (ISO/DIS 21920-2:2020)*

*Geometrical product specifications (GPS) — Surface texture: Profile — Part 2: Terms, definitions and surface texture parameters (ISO/DIS 21920-2:2020)*

ICS:

Deskriptoren:

Dokument-Typ: Europäische Norm  
Dokument-Untertyp:  
Dokumentstufe: parallele Umfrage  
Dokumentsprache: D

STD Version 2.9p

## Inhalt

|                                                                                                                          | Seite |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Europäisches Vorwort .....                                                                                               | 4     |
| Vorwort .....                                                                                                            | 5     |
| Einleitung .....                                                                                                         | 6     |
| 1 Anwendungsbereich .....                                                                                                | 7     |
| 2 Normative Verweisungen .....                                                                                           | 7     |
| 3 Begriffe .....                                                                                                         | 7     |
| 3.1 Allgemeine Begriffe .....                                                                                            | 7     |
| 3.2 Begriffe zu geometrischen Parametern .....                                                                           | 17    |
| 3.3 Begriffe zu Geometrieelementen .....                                                                                 | 21    |
| 4 Flächenparameterdefinitionen .....                                                                                     | 26    |
| 4.1 Höhenparameter .....                                                                                                 | 27    |
| 4.2 Räumliche Parameter .....                                                                                            | 28    |
| 4.3 Hybridparameter .....                                                                                                | 28    |
| 4.4 Funktionen und damit zusammenhängende Parameter .....                                                                | 29    |
| 4.5 Mehrskalige geometrische (fraktale) Verfahren .....                                                                  | 38    |
| 5 Elementparameter .....                                                                                                 | 40    |
| 5.1 Auf Hügeln und Tälern basierende Parameter .....                                                                     | 40    |
| 5.2 Auf Profilelementen basierende Parameter .....                                                                       | 42    |
| 5.2.1 Allgemeines .....                                                                                                  | 42    |
| 5.3 Auf der Charakterisierung von Geometrieelementen basierende Parameter .....                                          | 44    |
| 5.3.1 Allgemeines .....                                                                                                  | 44    |
| Anhang A (informativ) Berechnung der ersten und zweiten Ableitung .....                                                  | 50    |
| A.1 Allgemeines .....                                                                                                    | 50    |
| A.2 Schätzung der ersten Ableitung (lokaler Gradient) .....                                                              | 50    |
| A.2.1 Polynom sechsten Grades .....                                                                                      | 50    |
| A.2.2 Kubische Spline-Funktion mit natürlichen Endbedingungen .....                                                      | 51    |
| A.3 Schätzung der zweiten Ableitung .....                                                                                | 51    |
| A.3.1 Polynom sechsten Grades .....                                                                                      | 51    |
| A.3.2 Kubische Spline-Funktion mit natürlichen Endbedingungen .....                                                      | 52    |
| Anhang B (normativ) Berechnung der lokalen Krümmung .....                                                                | 53    |
| B.1 Allgemeines .....                                                                                                    | 53    |
| Anhang C (normativ) Berechnung der Materialanteilkurve .....                                                             | 54    |
| Anhang D (normativ) Berechnung von Profilparametern für geschichtete Funktionsflächen .....                              | 56    |
| D.1 Allgemeines .....                                                                                                    | 56    |
| D.2 Berechnung der äquivalenten Geradenanpassung .....                                                                   | 56    |
| D.3 Berechnung der Parameter $R_k$ , $R_{mrk1}$ und $R_{mrk2}$ .....                                                     | 56    |
| D.4 Berechnung der Parameter $R_{pk}$ , $R_{vk}$ , $R_{pkx}$ und $R_{vqx}$ .....                                         | 56    |
| D.5 Berechnung der Parameter $R_{pq}$ , $R_{vq}$ und $R_{mq}$ .....                                                      | 57    |
| D.6 Verfahren für die Bestimmung der Grenzen der linearen Regionen der Material-<br>Wahrscheinlichkeitsdichtekurve ..... | 58    |
| D.6.1 Anfängliche Kegelanpassung .....                                                                                   | 58    |
| D.6.2 Schätzung des Plateau-zu-Tal-Übergangs .....                                                                       | 59    |
| D.6.3 Bestimmung von UPL und LVL .....                                                                                   | 59    |

|                                                                    |                                                                                                 |    |
|--------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| D.6.4                                                              | Normierung der begrenzten Region.....                                                           | 60 |
| D.6.5                                                              | Zweite Kegelschnittanpassung.....                                                               | 61 |
| D.6.6                                                              | Bestimmung von LPL und UVL.....                                                                 | 61 |
| D.6.7                                                              | Berechnung von Parametern .....                                                                 | 62 |
| Anhang E (normativ) Linienüberschreitungszerlegung .....           |                                                                                                 | 64 |
| E.1                                                                | Allgemeines .....                                                                               | 64 |
| E.2                                                                | Modifizierte Vorzeichenfunktion .....                                                           | 65 |
| E.3                                                                | Wurzelfunktion .....                                                                            | 65 |
| E.4                                                                | Teil 1 — Berechnung von Hügeln und Tälern innerhalb der Messstrecke .....                       | 65 |
| E.5                                                                | Teil 2 — Spitzenhöhen-Unterscheidungsvermögen und Senkentiefen-<br>Unterscheidungsvermögen..... | 66 |
| E.6                                                                | Teil 3 — Vereinigung von benachbarten Hügeln oder benachbarten Tälern .....                     | 67 |
| E.7                                                                | Teil 4 — Berechnung von Profilelementen.....                                                    | 68 |
| Anhang F (informativ) Was ist neu .....                            |                                                                                                 | 69 |
| Anhang G (informativ) Zusammenhang mit dem GPS-Matrix-Modell ..... |                                                                                                 | 70 |
| G.1                                                                | Allgemeines .....                                                                               | 70 |
| G.2                                                                | Informationen zu diesem Teil von ISO 21920 und seiner Anwendung.....                            | 70 |
| G.3                                                                | Position im GPS-Matrix-Modell .....                                                             | 70 |
| Literaturhinweise.....                                             |                                                                                                 | 72 |

## Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 21920-2:2020) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 213 „Dimensional and geometrical product specifications and verification“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 290 „Geometrische Produktspezifikation und -prüfung“ erarbeitet, dessen Sekretariat von AFNOR gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur parallelen Umfrage vorgelegt.

### Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO/DIS 21920-2:2020 wurde von CEN als prEN ISO 21920-2:2020 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

## Vorwort

ISO (die Internationale Organisation für Normung) ist eine weltweite Vereinigung nationaler Normungsorganisationen (ISO-Mitgliedsorganisationen). Die Erstellung von Internationalen Normen wird üblicherweise von Technischen Komitees von ISO durchgeführt. Jede Mitgliedsorganisation, die Interesse an einem Thema hat, für welches ein Technisches Komitee gegründet wurde, hat das Recht, in diesem Komitee vertreten zu sein. Internationale staatliche und nichtstaatliche Organisationen, die in engem Kontakt mit ISO stehen, nehmen ebenfalls an der Arbeit teil. ISO arbeitet bei allen elektrotechnischen Themen eng mit der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) zusammen.

Die Verfahren, die bei der Entwicklung dieses Dokuments angewendet wurden und die für die weitere Pflege vorgesehen sind, werden in den ISO/IEC-Direktiven, Teil 1 beschrieben. Es sollten insbesondere die unterschiedlichen Annahmekriterien für die verschiedenen ISO-Dokumentenarten beachtet werden. Dieses Dokument wurde in Übereinstimmung mit den Gestaltungsregeln der ISO/IEC-Direktiven, Teil 2 erarbeitet (siehe [www.iso.org/directives](http://www.iso.org/directives)).

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. ISO ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren. Details zu allen während der Entwicklung des Dokuments identifizierten Patentrechten finden sich in der Einleitung und/oder in der ISO-Liste der erhaltenen Patenterklärungen (siehe [www.iso.org/patents](http://www.iso.org/patents)).

Jeder in diesem Dokument verwendete Handelsname dient nur zur Unterrichtung der Anwender und bedeutet keine Anerkennung.

Für eine Erläuterung des freiwilligen Charakters von Normen, der Bedeutung ISO-spezifischer Begriffe und Ausdrücke in Bezug auf Konformitätsbewertungen sowie Informationen darüber, wie ISO die Grundsätze der Welthandelsorganisation (WTO, en: World Trade Organization) hinsichtlich technischer Handelshemmnisse (TBT, en: Technical Barriers to Trade) berücksichtigt, siehe [www.iso.org/iso/foreword.html](http://www.iso.org/iso/foreword.html).

Das für dieses Dokument verantwortliche Komitee ist ISO/TC 213 *Dimensional and geometrical product specifications and verification*.

Eine Auflistung aller Teile der Normenreihe ISO 21920 ist auf der ISO-Internetseite abrufbar.

Dieser Teil von ISO 21920 ersetzt die folgenden Normen: ISO 4287:1997, ISO 4287:1997/Amd 1:2009, ISO 4287:1997/Cor 1:1998, ISO 4287:1997/Cor 2:2005, ISO 13565-2:1996, ISO 13565-2:1996/ Cor 1:1998 und ISO 13565-3:1998.

## Einleitung

Dieser Teil von ISO 21920 ist eine Norm über Geometrische Produktspezifikationen (GPS) und als allgemeine GPS-Norm (siehe ISO 14638) anzusehen. Er beeinflusst das Kettenglied F der Normenketten für die profilhafte und die flächenhafte Oberflächenbeschaffenheit.

Das in ISO 14638 angegebene ISO/GPS-Matrix-Modell gibt einen Überblick über das ISO/GPS-System, von dem dieser Teil von ISO 21920 ein Teil ist. Die in ISO 8015 angegebenen Grundregeln zu ISO/GPS gelten für diesen Teil von ISO 21920, und die Default-Entscheidungsregeln nach ISO 14253-1 gelten für Spezifikationen, die in Übereinstimmung mit diesem Teil von ISO 21920 festgelegt wurden, sofern nicht anders angegeben.

Für ausführlichere Informationen über die Beziehung dieses Teils von ISO 21920 zu anderen Normen und dem GPS-Matrix-Modell siehe Anhang F.

Dieser Teil von ISO 21920 entwickelt die Terminologie sowie die Begriffe und Parameter für die profilhafte Oberflächenbeschaffenheit. Er umfasst die ehemaligen Normen ISO 4287:1997, ISO 13565-2:1996, ISO 13565-3:1998. Im Gegensatz zu ISO 4287:1997 werden nunmehr fast alle Parameter über die Messstrecke berechnet.

## 1 Anwendungsbereich

Dieser Teil von ISO 21920 legt Begriffe und Parameter für die Bestimmung der Oberflächenbeschaffenheit nach dem Tastschnittverfahren fest.

## 2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

ISO 21920-1, *Geometrical product specification (GPS) — Surface texture: Profile — Part 1: Indication of surface texture*

ISO 21920-3, *Geometrical product specification (GPS) — Surface texture: Profile — Part 3: Specification operators*

ISO 16610-1:2015, *Geometrical product specification (GPS) — Filtration: Profile — Part 1: Overview and basic concepts*

ISO 17450-1:2011, *Geometrical product specification (GPS) — General concepts — Part 1: Model for geometrical specification and verification*

## 3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach ISO 17450-1:2011 und ISO 16610-1:2015 sowie die folgenden Begriffe.

ISO und IEC stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

- ISO Online Browsing Platform: verfügbar unter <http://www.iso.org/obp>
- IEC Electropedia: verfügbar unter <http://www.electropedia.org/>

### 3.1 Allgemeine Begriffe

#### 3.1.1

##### **nicht-ideales Oberflächenmodell Hautmodell**

<eines Werkstücks> Modell der physikalischen Grenzfläche des Werkstücks gegenüber seiner Umgebung

[QUELLE: ISO 17450-1:2011, 3.2.2]

#### 3.1.2

##### **Oberflächenbeschaffenheit**

<Profil> in einem skalenbegrenzten Profil enthaltene geometrische Unregelmäßigkeiten

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Oberflächenbeschaffenheit schließt nicht die zur Form oder Gestalt des Profils beitragenden geometrischen Unregelmäßigkeiten ein.

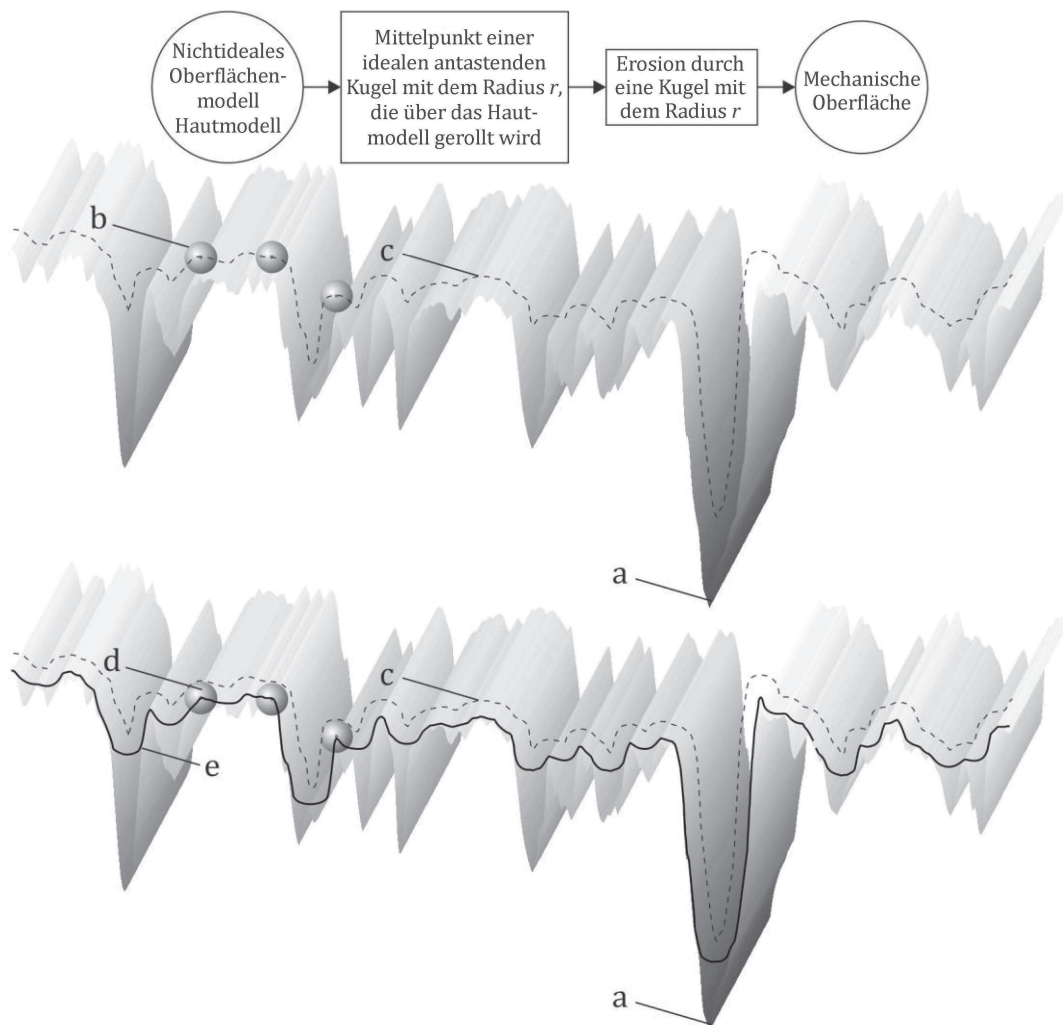
### 3.1.3

#### mechanische Oberfläche

Begrenzung der Erosion des geometrischen Orts des Mittelpunktes einer ideal antastenden Kugel mit dem Radius  $r$ , welche über das Hautmodell eines Werkstücks gerollt wird, durch eine Kugel, welche ebenfalls den Radius  $r$  besitzt

[QUELLE: ISO 14406:2010, 3.1.1]

Anmerkung 1 zum Begriff: Bild 1 ist nur ein Beispiel, das die Wirkung der mechanischen Filterung zeigen soll, und bezieht sich nicht auf eine wirkliche gemessene Oberfläche.



#### Legende

- a Hautmodell
- b ideale antastende Kugel mit dem Radius  $r$
- c umhüllende Kurve des Ortes des Mittelpunktes einer idealen antastenden Kugel, die über das Hautmodell gerollt wird
- d Kugel mit dem Radius  $r$
- e mechanische Oberfläche: Begrenzung der durch die Kugel d erfolgenden mathematischen Erosion der umhüllenden Kurve c

**Bild 1 — Mechanische Oberfläche**

#### 3.1.4

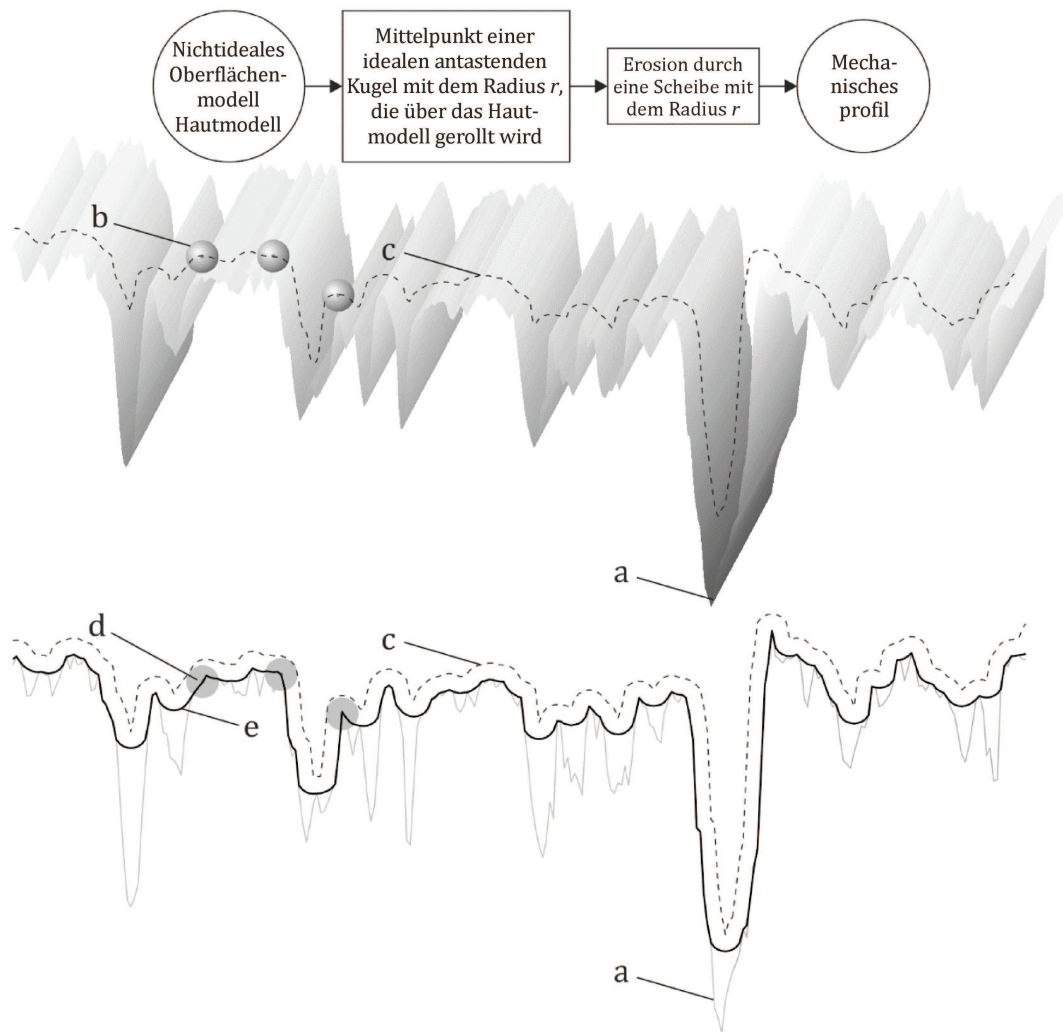
##### **mechanisches Profil**

Begrenzung der mathematischen Erosion des geometrischen Orts des Mittelpunkts einer idealen antastenden Kugel mit dem Radius  $r$ , welche entlang einer Spur über das Hautmodell eines Werkstücks gerollt wird, durch eine Kreisscheibe, welche ebenfalls den Radius  $r$  besitzt

Anmerkung 1 zum Begriff: Bild 2 ist nur ein Beispiel, das die Wirkung der mechanischen Filterung zeigen soll, und bezieht sich nicht auf ein wirkliches gemessenes Profil.

Anmerkung 2 zum Begriff: In den meisten Fällen ergibt sich die Profilsur aus dem Schnittpunkt des Hautmodells mit einer Schnittebene, die senkrecht zum Hautmodell (siehe Bild 3) und in einer festgelegten Richtung (siehe ISO 21920-3) verläuft.

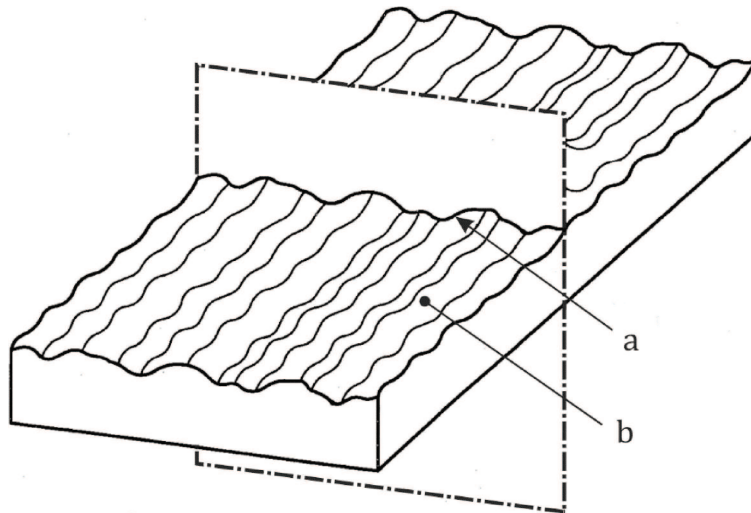
Anmerkung 3 zum Begriff: Die Behandlung von nicht gemessenen und/oder zufälligen Punkten ist Teil des Erfassungsprozesses und wird in diesem Dokument nicht berücksichtigt.



## Legende

- a Hautmodell
- b ideale antastende Kugel mit dem Radius  $r$
- c umhüllende Kurve des Ortes des Mittelpunktes einer idealen antastenden Kugel, die über das Hautmodell gerollt wird
- d Kreisscheibe mit dem Radius  $r$
- e mechanisches Profil: Begrenzung der durch die Kreisscheibe d erfolgenden mathematischen Erosion der umhüllenden Kurve c

**Bild 2 — Mechanisches Profil**



### Legende

a Profilspur

b Hautmodell

**Bild 3 — Profilspur**

### 3.1.5

#### **elektromagnetische Oberfläche**

Oberfläche, die durch die elektromagnetische Wechselwirkung mit dem Hautmodell eines Werkstücks erhalten wird

[QUELLE: ISO 14406:2010, 3.1.2]

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe Bild 4.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die elektromagnetische Oberfläche ist eine inhärente Eigenschaft eines Hautmodells eines Werkstücks.

Anmerkung 3 zum Begriff: Elektromagnetische Oberflächen sind von dem bei der Erfassung angewendeten optischen Messprinzip abhängig.

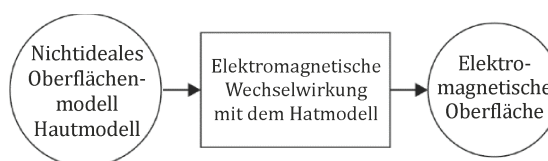


**Bild 4 — Elektromagnetische Oberfläche**

### 3.1.6

#### **elektromagnetisches Profil**

Profil, das durch die elektromagnetische Wechselwirkung mit dem Hautmodell eines Werkstücks erhalten wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe Bild 5.

Anmerkung 2 zum Begriff: Das elektromagnetische Profil ist eine inhärente Eigenschaft eines Hautmodells eines Werkstücks.

Anmerkung 3 zum Begriff: Elektromagnetische Profile sind von dem bei der Erfassung angewendeten optischen Messprinzip abhängig.

Anmerkung 4 zum Begriff: In den meisten Fällen ergibt sich die Profilsur aus dem Schnittpunkt des Hautmodells mit einer Schnittebene, die senkrecht zum Hautmodell (siehe Bild 3) und in einer festgelegten Richtung (siehe ISO 21920-3) verläuft.

Anmerkung 5 zum Begriff: Die Behandlung von nicht gemessenen und/oder zufälligen Punkten ist Teil des Erfassungsprozesses und wird in diesem Dokument nicht berücksichtigt.

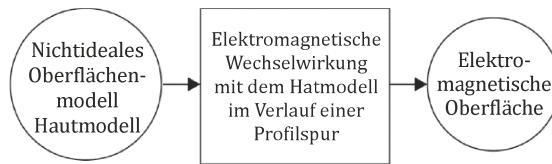


**Bild 5 — Elektromagnetisches Profil**

### 3.1.7

#### Hilfsoberfläche

aus einer beliebigen externen Quelle erhaltene Oberfläche

Anmerkung 1 zum Begriff: Ein Beispiel für eine Hilfsoberfläche ist ein Software-Messnormal. Andere physikalische Messprinzipien, die sich von einer mechanischen oder elektromagnetischen Oberfläche unterscheiden, wie z. B. Tunnelmikroskopie oder Rasterkraftmikroskopie, können ebenfalls als Hilfsoberfläche dienen. Siehe Bild 6.

### 3.1.8

#### Hilfsprofil

aus einer beliebigen externen Quelle erhaltenes Profil

Anmerkung 1 zum Begriff: Ein Beispiel für ein Hilfsprofil ist ein Software-Messnormal. Andere physikalische Messprinzipien, die sich von einem mechanischen oder elektromagnetischen Profil unterscheiden, wie z. B. Tunnelmikroskopie oder Rasterkraftmikroskopie, können ebenfalls als Hilfsprofil dienen. Siehe Bild 6.

### 3.1.9

#### Nesting-Index

*Nis, Nic, Nif*

Zahl oder Zahlenmenge, die das relative Niveau der Verfeinerung für ein bestimmtes primäres mathematisches Modell angibt

[QUELLE: ISO 16610-1:2015, 3.2.1]

### 3.1.10

#### Koordinatensystem für die Spezifikation

System von Koordinaten, in dem Parameter für die Oberflächenbeschaffenheit festgelegt sind

Anmerkung 1 zum Begriff: Wenn die Nennoberfläche eine Ebene (oder ein Teil einer Ebene) ist, dann ist es allgemein üblich, ein rechtwinkliges Koordinatensystem zu verwenden, in dem die Achsen eine rechtshändige kartesische Menge bilden. Die X-Achse und die Y-Achse liegen dabei auf der Nennoberfläche, und die Z-Achse zeigt in eine auswärtige Richtung (vom Material zum umgebenden Medium). Diese Übereinkunft wird durchgängig für diesen Teil von ISO 21920 verwendet.

### 3.1.11

#### Primäroberfläche

Oberflächenanteil, der erhalten wird, wenn ein Oberflächenanteil als ein bestimmtes primäres, mathematisches Modell mit einem bestimmten Nesting-Index *Nis* dargestellt wird

[QUELLE: ISO 16610-1:2015, 3.3]

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe Bild 6.

### 3.1.12

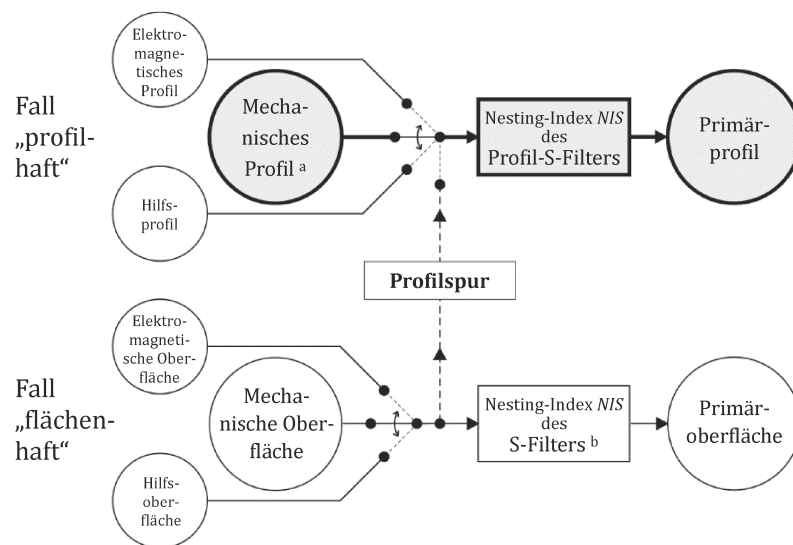
#### Primäroberflächenprofil

Oberflächenprofilspur, die erhalten wird, wenn eine Oberflächenprofilspur als spezifiziertes primäres mathematisches Modell mit spezifiziertem Nesting-Index  $NIS$  dargestellt wird

Anmerkung 1 zum Begriff: In diesem Teil von ISO 21920-2 wird ein Profil-S-Filter verwendet, um das Primäroberflächenprofil abzuleiten. Siehe Bild 6.

Anmerkung 2 zum Begriff: Bei einigen Anwendungen wird der Profil-S-Filter nicht verwendet. In einem solchen Fall, z. B. bei Multi-Skalenanalyse, ist der Nesting-Index gleich „null“.

Anmerkung 3 zum Begriff: Das Primäroberflächenprofil kann auch aus der mechanischen Oberfläche (Default), der elektromagnetischen Oberfläche oder der Hilfsfläche mit Hilfe einer senkrecht zum gewählten Oberflächentyp und in festgelegter Richtung verlaufenden Schnittebene abgeleitet werden. Siehe Bild 6.



#### Legende

- a Default-Fall (grau hinterlegt)
- b [QUELLE: ISO 25178-2:2020, 3.1.4.1]

**Bild 6 — Definition der Primäroberfläche bzw. des Primäroberflächenprofils**

### 3.1.13

#### Profil-F-Operation

Operation, die Formanteile von einem Profil entfernt

### 3.1.14

#### Profilfilter

Filterungsoperator, der auf ein Profil angewendet wird

### 3.1.15

#### Profil-S-Filter

Profilfilter, das kleinskalige laterale Anteile von einem Profil entfernt

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe Bild 7.

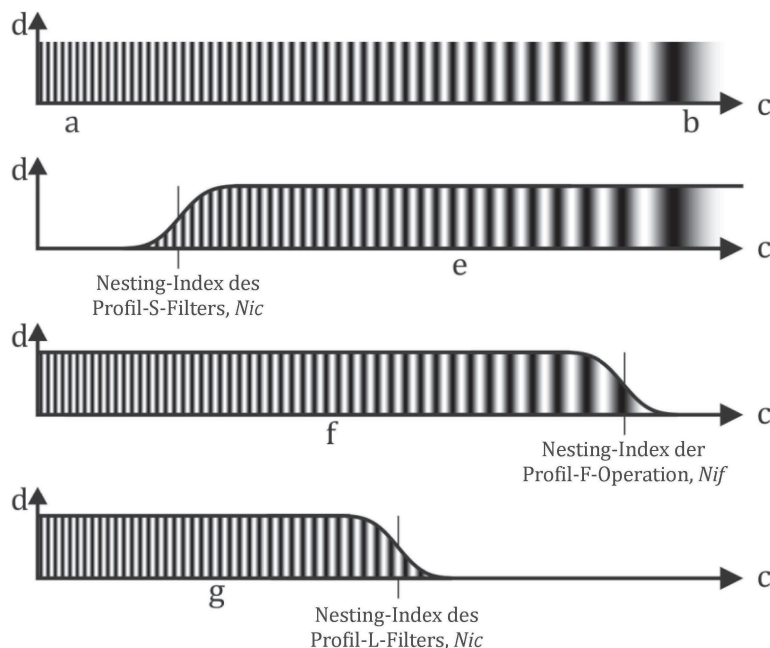
### 3.1.16

#### Profil-L-Filter

Profilfilter, das großskalige laterale Anteile von einem Profil entfernt

Anmerkung 1 zum Begriff: Einige Profil-L-Filter reagieren empfindlich auf die Form und verlangen vor ihrer Anwendung zunächst den Profil-F-Operator als Vorfilter.

Anmerkung 2 zum Begriff: Siehe Bild 7.



#### Legende

- |   |                     |   |                                                      |
|---|---------------------|---|------------------------------------------------------|
| a | laterale Kleinskala | e | durch den Profil-S-Filter erfasste Strukturskalen    |
| b | laterale Großskala  | f | durch die Profil-F-Operation erfasste Strukturskalen |
| c | Skalenachse         | g | durch den Profil-L-Filter erfasste Strukturskalen    |
| d | Amplitudenachse     |   |                                                      |

**Bild 7 — Beziehungen zwischen dem S-Filter, dem L-Filter und der F-Operation**

### 3.1.17

#### skalenbegrenztes Profil

Profilstrukturskalen innerhalb festgelegter Nesting-Indizes

BEISPIEL Nach der Anwendung eines Profilfilters mit einem festgelegten Nesting-Index ist ein Profil skalenbegrenzt.

### 3.1.18

#### Primärprofil

##### P-Profil

##### $p(x)$

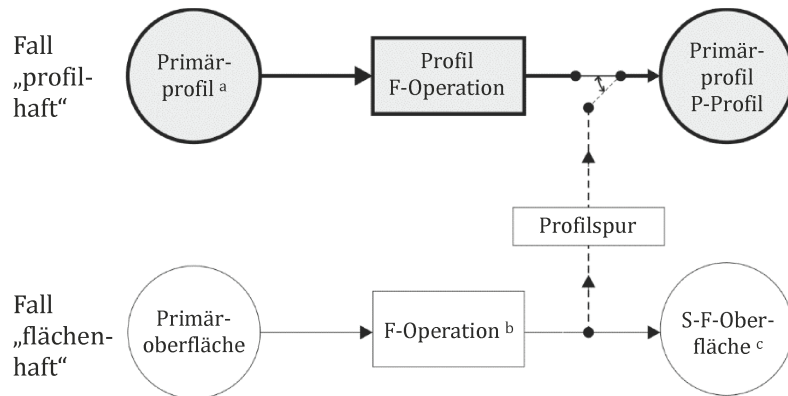
skalenbegrenzttes Profil an jedem beliebigen Punkt  $x$ , der durch Entfernung der Form durch eine Profil-F-Operation mit einem Nesting-Index  $Nif$  aus dem Primäroberflächenprofil abgeleitet wurde

Anmerkung 1 zum Begriff: Das Primärprofil bildet die Grundlage für die Bewertung der Primärprofilparameter. Siehe Bild 9 und Bild 10.

Anmerkung 2 zum Begriff: Mit Hilfe einer senkrecht zur S-F-Oberfläche und in festgelegter Richtung verlaufenden Schnittebene kann das Primärprofil auch aus der S-F-Oberfläche (Bild 8) abgeleitet werden.

Anmerkung 3 zum Begriff: Üblicherweise wird als Profil-F-Operation eine Geradenanpassung nach der Methode der insgesamt kleinsten Abweichungsquadrate verwendet.

Anmerkung 4 zum Begriff: Die Profil-F-Operation kann als mehrstufige Operation, z. B. als Kombination einer Anpassung nach der Methode der insgesamt kleinsten Abweichungsquadrate und eines Profil-L-Filters, ausgeführt werden.



### Legende

- a Default-Fall (grau hinterlegt) c [QUELLE: ISO 25178-2:2020, 3.1.5]  
b [QUELLE: ISO 25178-2:2020, 3.1.4.3]

**Bild 8 — Aus dem Primäroberflächenprofil (Default) oder der S-F-Oberfläche abgeleitetes Primärprofil**

### 3.1.19

#### Welligkeitsprofil

*W-Profil*

$w(x)$

skalenbegrenztes Profil an jedem beliebigen Punkt  $x$ , der durch Entfernung von kleinskaligen lateralen Anteilen mit Hilfe eines Profil-S-Filters mit einem festgelegten Nesting-Index  $N_{ic}$  und mit einem festgelegten Filtertyp aus dem Primärprofil abgeleitet wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Das Welligkeitsprofil bildet die Grundlage für die Bewertung der Welligkeitsprofilparameter. Siehe Bild 9 und Bild 10.

### 3.1.20

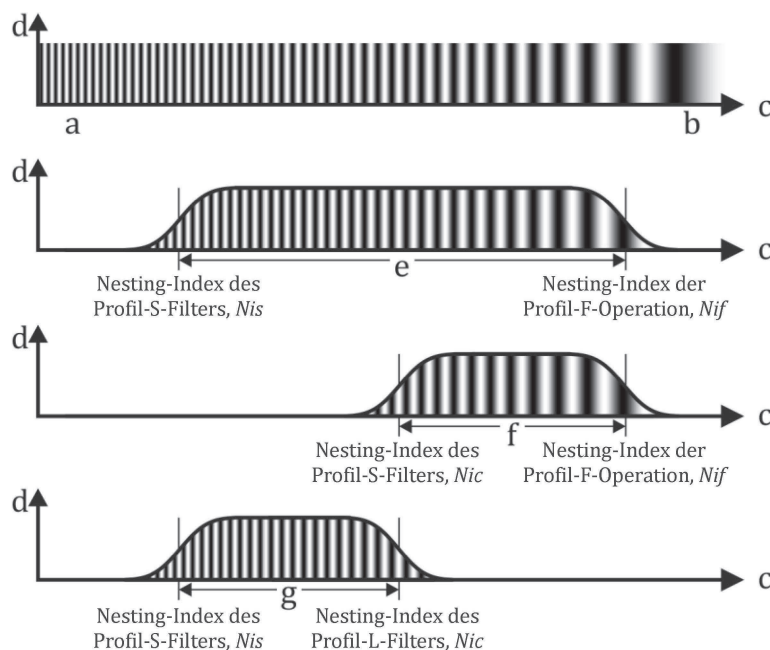
#### Rauheitsprofil

*R-Profil*

$r(x)$

skalenbegrenztes Profil an jedem beliebigen Punkt  $x$ , der durch Entfernung von großskaligen lateralen Anteilen mit Hilfe eines Profil-L-Filters und mit demselben Nesting-Index  $N_{ic}$  und demselben Filtertyp, die für den Profil-S-Filter festgelegt sind, mit dem das Welligkeitsprofil zu erhalten ist, aus dem Primärprofil abgeleitet wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Das Rauheitsprofil bildet die Grundlage für die Bewertung der Rauheitsprofilparameter. Siehe Bild 9 und Bild 10.



### Legende

- |   |                     |   |                                       |
|---|---------------------|---|---------------------------------------|
| a | laterale Kleinskala | e | lateraler Skalengehalt des P-Profiles |
| b | laterale Großskala  | f | lateraler Skalengehalt des W-Profiles |
| c | Skalenachse         | g | lateraler Skalengehalt des R-Profiles |
| d | Amplitudenachse     |   |                                       |

Bild 9 — Beziehungen zwischen P-Profil, W-Profil und R-Profil

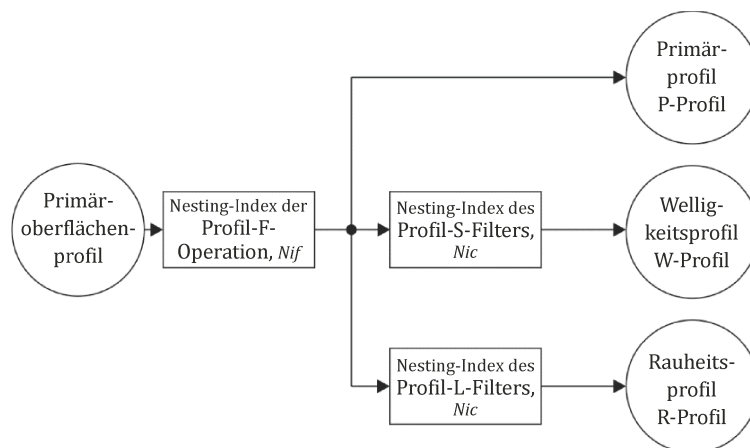


Bild 10 — Messkette für die Berechnung von P-Profil, W-Profil und R-Profil

### 3.1.21

#### Bezugslinie

Linie, die einem bestimmten lateralen langskaligen Anteil entspricht

Anmerkung 1 zum Begriff: Die  $x$ -Achse des Koordinatensystems entspricht der Bezugslinie des untersuchten Profils, und die  $z$ -Achse zeigt in eine auswärtige Richtung (vom Material zum umgebenden Medium). Diese Übereinkunft wird durchgängig für diesen Teil von ISO 21920-2 verwendet.

### 3.1.22

#### Bezugslinie für das Primärprofil

Linie, die dem durch die Profil-F-Operation unterdrückten lateralen langskaligen Anteil entspricht

### 3.1.23

#### **Bezugslinie für das Welligkeitsprofil**

Linie, die dem durch den Profil-F-Operator unterdrückten lateralen langskaligen Anteil entspricht

### 3.1.24

#### **Bezugslinie für das Rauheitsprofil**

Linie, die dem durch den Profil-F-Operator und anschließend den Profil-L-Filter unterdrückten lateralen großskaligen Anteil entspricht

### 3.1.25

#### **Messstrecke**

##### ***lm***

Länge in Richtung der  $x$ -Achse, die für die Ermittlung der das skalenbegrenzte Profil beschreibenden geometrischen Strukturen verwendet wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Verfahrstrecke ist länger als die Messstrecke.

Anmerkung 2 zum Begriff: In der ehemaligen Profilnorm ISO 4287 wurde die Messstrecke mit  $l_n$  angegeben.

### 3.1.26

#### **Schnittlänge**

##### ***lsc***

Länge in der Richtung der  $x$ -Achse, die verwendet wird, um Höhenparameter anhand von Profilhügeln und Profiltälern zu erhalten

Anmerkung 1 zum Begriff: Default-Werte für  $lsc$  finden sich in ISO 21920-3.

Anmerkung 2 zum Begriff: Für schnittlängenbasierte Parameter, siehe 5.1.1 bis 5.1.6.

### 3.1.27

#### **Anzahl an Abschnitten**

##### ***nsc***

ganze Zahl, die verwendet wird, um Höhenparameter anhand von Profilhügeln und Profiltälern zu erhalten

Anmerkung 1 zum Begriff: Default-Werte für  $nsc$  finden sich in ISO 21920-3.

## **3.2 Begriffe zu geometrischen Parametern**

### 3.2.1

#### **Flächenparameter**

<Profil> Parameter, der durch alle Punkte eines skalenbegrenzten Profils festgelegt wird

#### 3.2.1.1

##### **schnittlängenbasierter Parameter**

anhand einer Schnittlänge festgelegter Höhenparameter

#### 3.2.2

##### **Elementparameter**

<Profil> aus einer Untermenge vorab festgelegter topographischer Geometrieelemente des skalenbegrenzten Profils abgeleiteter Parameter

#### 3.2.3

##### **Parameter mit dem Vorsatz „P“**

aus dem Primärprofil berechneter Parameter

### 3.2.4

#### Parameter mit dem Vorsatz „W“

aus dem Welligkeitsprofil berechneter Parameter

### 3.2.5

#### Parameter mit dem Vorsatz „R“

aus dem Rauheitsprofil berechneter Parameter

### 3.2.6

#### Höhe

vorzeichenbehafteter senkrechter Abstand von der Bezugslinie zum skalenbegrenzten Profil

Anmerkung 1 zum Begriff: Im gesamten Dokument wird der Begriff „Höhe“ entweder für einen Abstand oder für eine absolute Koordinate verwendet. Beispiel:  $R_p$  (siehe 5.1.2) ist eine absolute Höhe und  $R_z$  (siehe 5.1.6) ist ein Abstand.

### 3.2.7

#### Tiefe

entgegengesetzter Wert der Höhe

### 3.2.8

#### Ordinatenwert

$z(x)$

Höhe des untersuchten skalenbegrenzten Profils  $p(x)$ ,  $w(x)$  oder  $r(x)$

Anmerkung 1 zum Begriff: Zur Bestimmung des Gradienten siehe Annex A.

### 3.2.9

#### lokaler Gradient

$\frac{dz(x)}{dx}$

erste Ableitung des skalenbegrenzten Profils  $z$  in Bezug auf den Punkt  $x$

Anmerkung 1 zum Begriff: Zur Bestimmung des Gradienten siehe Annex A.

### 3.2.10

#### lokale Krümmung

$\kappa(x)$

Krümmung des skalenbegrenzten Profils  $z$  in Bezug auf den Punkt  $x$

$$\kappa(x) = \frac{d^2 z(x)/dx^2}{(1 + (dz(x)/dx)^2)^{\frac{3}{2}}}$$

Anmerkung 1 zum Begriff: Zur Bestimmung der Krümmung siehe Anhang B.

Anmerkung 2 zum Begriff: Für technische Oberflächen gilt:  $\kappa(x) \cong d^2 z(x)/dx^2$

### 3.2.11

#### Materialanteil

$M_r(c)$

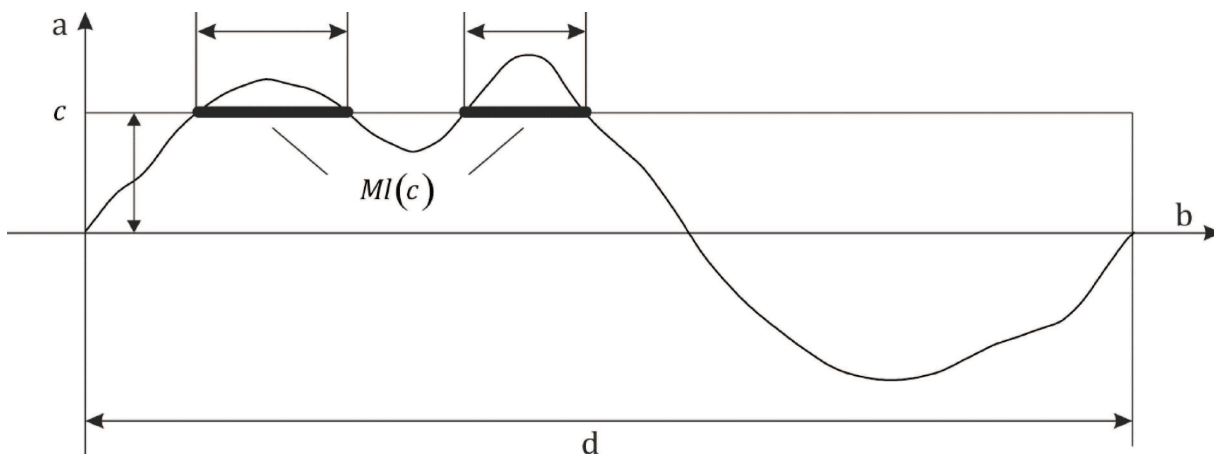
Verhältnis der kumulierten Länge  $M_l(c)$  der Profilanteile, die von einer Linie in der Höhe  $c$  geschnitten werden, zur Messstrecke  $l_m$

$$M_r(c) = \frac{M_l(c)}{l_m} \cdot 100 \%$$

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe Bild 11.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die Kurve, die den Materialanteil als Funktion der Höhe darstellt, wird auch als Abbott-Firestone-Kurve bezeichnet.

Anmerkung 3 zum Begriff: Zur Bestimmung der Materialanteilkurve siehe Annex C.



#### Legende

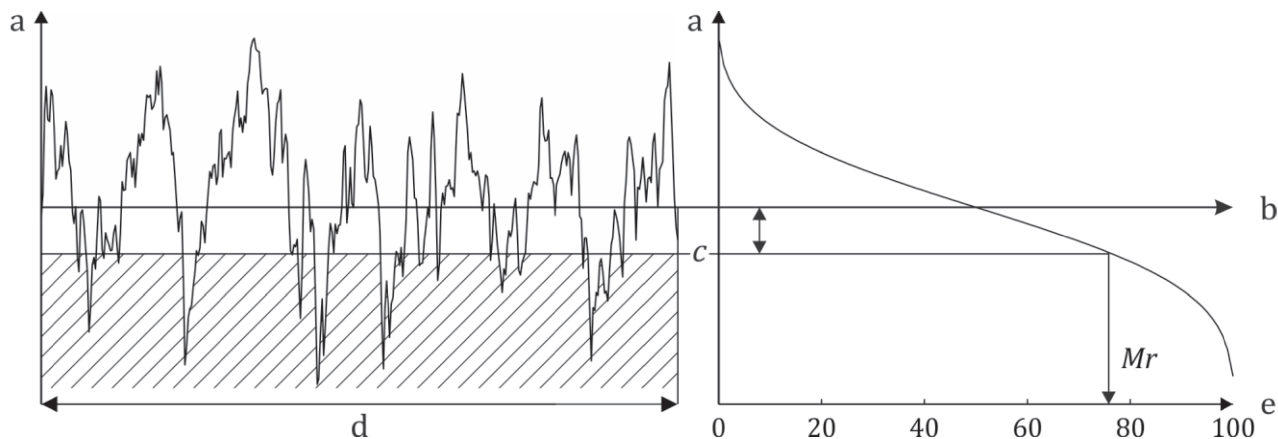
- |   |             |   |                   |
|---|-------------|---|-------------------|
| a | Höhe        | c | Schnitthöhe $c$   |
| b | Bezugslinie | d | Messstrecke $l_m$ |

**Bild 11 — Materialanteil**

#### 3.2.12

##### Materialanteilkurve

Funktion, die den Materialanteil des skalenbegrenzten Profils als Funktion der Höhe darstellt



#### Legende

- |   |                 |   |                           |
|---|-----------------|---|---------------------------|
| a | Höhe            | d | Messstrecke $l_m$         |
| b | Bezugslinie     | e | Materialanteil in Prozent |
| c | Schnitthöhe $c$ |   |                           |

**Bild 12 — Materialanteilkurve**

### 3.2.13

#### inverser Materialanteil

##### $C(Mr)$

Höhe, bei der ein gegebener Materialanteil  $Mr$ , in Prozent, erfüllt ist

### 3.2.14

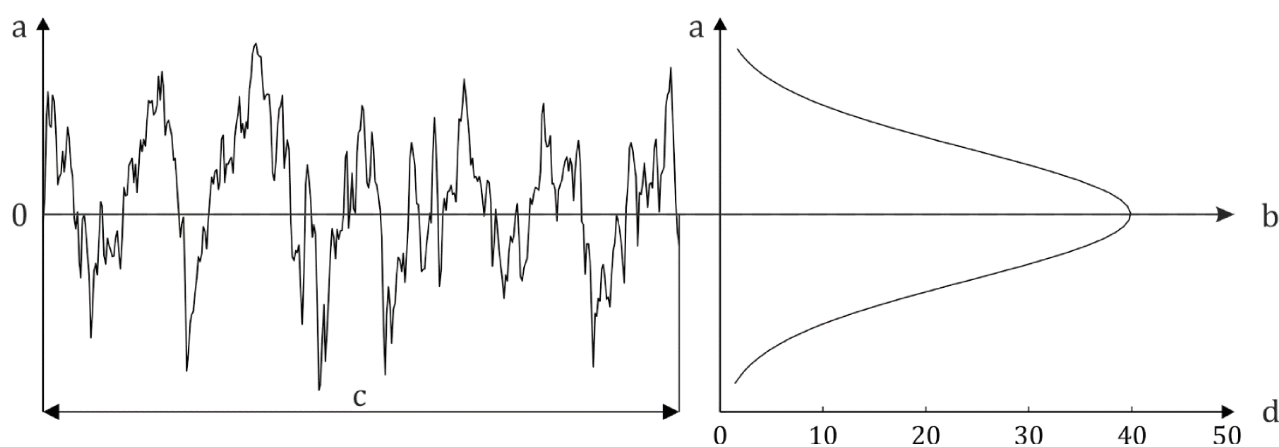
#### Höhendichtekurve

##### $h(c)$

Kurve, welche die Dichte der Höhe des skalenbegrenzten Profils  $z$  innerhalb der Messstrecke  $l_m$ , in Prozent, darstellt

$$h(c) = \frac{dM_r(c)}{dc}$$

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe Bild 13.



#### Legende

a Höhe  
b Bezugslinie

c Messstrecke  $l_m$   
d Prozent der Amplitudenmaßeinheit

**Bild 13 — Höhendichtekurve**

### 3.2.15

#### normierte Autokorrelationsfunktion

##### $f_{ACF}(t_x)$

Funktion, welche die Korrelation zwischen einem skalenbegrenzten Profil  $z$  und demselben um  $t_x$  verschobenem Profil beschreibt

$$f_{ACF}(t_x) = \frac{\frac{1}{l_m - |t_x|} \int_{\max(0, -t_x)}^{\min(l_m, l_m - t_x)} z(x)z(x+t_x)dx}{\frac{1}{l_m} \int_0^{l_m} z(x)^2 dx}$$

Dabei ist

$$-l_m < t_x < l_m$$

### 3.2.16

#### Fourier-Transformation

$F(p)$

Operator, der das skalenbegrenzte Profil  $z$  in den Fourier-Raum transformiert

$$F(p) = \int_{l_m} z(x) e^{-i p x} dx,$$

Dabei ist

$p$  die Kreiswellenzahl.

### 3.2.17

#### Leistungsdichtespektrum

$f_{PSD}(p)$

Funktion, die die Leistung eines skalenbegrenzten Profils  $z$  im Fourier-Raum beschreibt

$$f_{PSD}(p) = |F(p)|^2,$$

Dabei ist

$F(p)$  die Fourier-Transformation des skalenbegrenzten Profils  $z$  und  $p$  die Kreiswellenzahl.

Anmerkung 1 zum Begriff: Das Leistungsdichtespektrum erfüllt die folgende Gleichung:

$$\int_{l_m} z(x)^2 dx = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} f_{PSD}(p) dp.$$

### 3.2.18

#### Amplitudendichtespektrum

$f_{ASD}(p)$

Quadratwurzel des Leistungsdichtespektrums

$$f_{ASD}(p) = |F(p)|,$$

Dabei ist

$F(p)$  die Fourier-Transformation des skalenbegrenzten Profils  $z$  und  $p$  die Kreiswellenzahl.

## 3.3 Begriffe zu Geometrieelementen

### 3.3.1

#### Wasserscheidenzerlegung

eine Filterungsoperation, die ein Profil räumlich in einander ausschließende Anteile dieses Profils zerlegt

### 3.3.2

#### Spitze

Punkt auf dem Profil, der höher als alle anderen Punkte in der Nachbarschaft dieses Punktes ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Es besteht eine theoretische Möglichkeit für ein Plateau. In diesem Fall ist die Spitze der mittige Einzelpunkt auf dem Plateau.

### 3.3.3

#### Hügel

<Wasserscheidenzerlegung> Region in der Umgebung einer Spitze, die so beschaffen ist, dass alle maximalen Aufwärtspfade in der Spitze enden

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe Bild 14.

### 3.3.4

#### Hügel

<Bezugslinie> (vom Material zum umgebenden Medium) nach außen gerichteter, zusammenhängender Teil des skalenbegrenzten Profils über der Bezugslinie

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe Bild 15.

### 3.3.5

#### lokale Hügelhöhe

Höhenunterschied zwischen der Spitze und der höchsten mit dieser Spitze verbundenen Senke

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe Bild 14.

### 3.3.6

#### Spitzenhöhe

##### *Z<sub>ph</sub>*

Höhenunterschied zwischen der Spitze und einem willkürlich gewählten Punkt auf der Bezugslinie

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe Bild 15.

### 3.3.7

#### Anzahl an Spitzen

##### *n<sub>p</sub>*

ganze Zahl zur Zählung der Spitzen (Hügel) innerhalb der Messstrecke

### 3.3.8

#### Senke

Punkt auf dem Profil, der tiefer als alle anderen Punkte in der Nachbarschaft dieses Punktes ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Es besteht eine theoretische Möglichkeit für ein Plateau. In diesem Fall ist die Senke der mittige Einzelpunkt auf dem Plateau.

### 3.3.9

#### Tal

<Wasserscheidenzerlegung> Region in der Umgebung einer Senke, die so beschaffen ist, dass alle maximalen Abwärtspfade in der Senke enden

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe Bild 14.

### 3.3.10

#### Tal

<Bezugslinie> (vom umgebenden Medium zum Material) nach innen gerichteter, zusammenhängender Teil des skalenbegrenzten Profils unterhalb der Bezugslinie

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe Bild 15.

### 3.3.11

#### lokale Taltiefe

Tiefenunterschied zwischen der Senke eines Tals und der niedrigsten mit dieser Senke verbundenen Spitze

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe Bild 14.

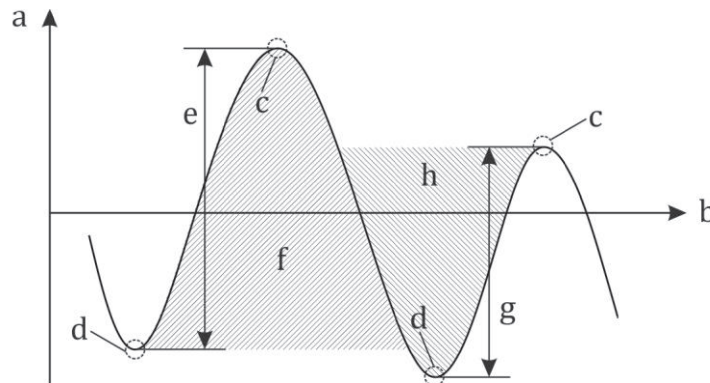
### 3.3.12

#### Senkentiefe

##### *Z<sub>vd</sub>*

Tiefenunterschied zwischen der Senke eines Tals und einem willkürlich gewählten Punkt auf der Bezugslinie

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe Bild 15.

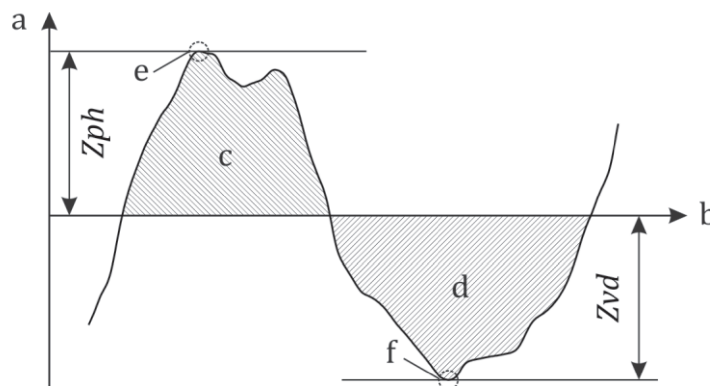


#### Legende

a Höhe  
b Bezugslinie  
c Spitze  
d Senke

e lokale Hügelhöhe  
f Hügel  
g lokale Taltiefe  
h Tal

**Bild 14 — Lokale Hügelhöhe und lokale Taltiefe (Wasserscheidenzerlegung)**



#### Legende

a Höhe  
b Bezugslinie  
c Hügel

d Tal  
e Spitze  
f Senke

**Bild 15 — Spitzenhöhe und Senkentiefe (Bezugslinie)**

### 3.3.13

#### Anzahl an Senken

##### *n<sub>v</sub>*

ganze Zahl zur Zählung der Senken (Täler) innerhalb der Messstrecke

### 3.3.14

#### **Motif**

Hügel oder Tal, der/das durch Wasserscheidenzerlegung definiert wurde

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Begriff „Motif“ wird zur Bezeichnung eines durch Zerlegung erhaltenen Geometrieelements verwendet.

Anmerkung 2 zum Begriff: Im Falle eines Profils wird ein Hügel (Tal) von zwei Senken (Spitzen) umschlossen.

### 3.3.15

#### **topographisches Element**

Linien- oder Punktelement in einem skalenbegrenzten Profil

#### 3.3.15.1

##### **Linienelement**

Hügel oder Tal

#### 3.3.15.2

##### **Punktelement**

Spitze oder Senke

#### 3.3.15.3

##### **Zerlegung**

Verfahren, nach dem ein skalenbegrenztes Profil in verschiedene Geometrieelemente zerlegt wird

#### 3.3.15.4

##### **Zerlegungsfunktion**

Funktion, die eine Menge von „Ereignissen“ in zwei verschiedene Mengen zerlegt, welche bedeutsame Ereignisse und unbedeutsame Ereignisse genannt werden, und die die drei Zerlegungsmerkmale besitzt

Anmerkung 1 zum Begriff: Beispiele für Ereignisse sind Ordinatenwerte, Punktelemente usw.

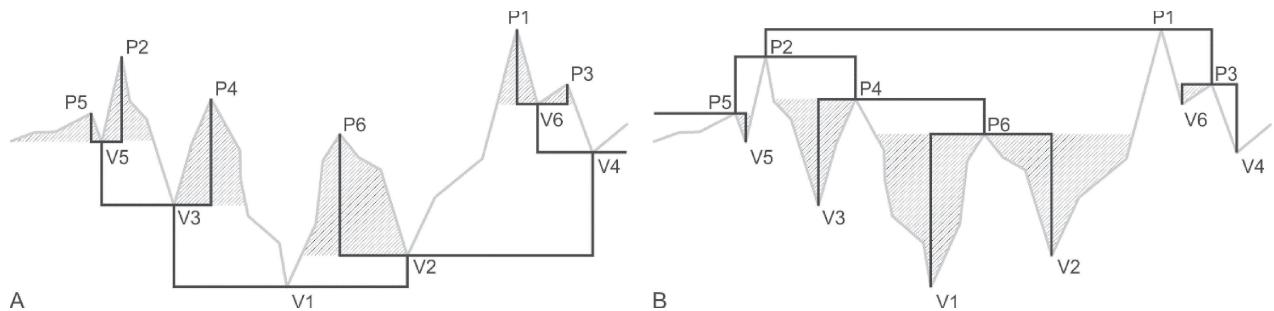
### 3.3.15.5

#### Änderungsbaum

Graph, der die Beziehungen zwischen Spitzen (Senken) und Senken (Spitzen) in der Reihenfolge ihrer Höhe (Tiefe) beschreibt

Anmerkung 1 zum Begriff: Spitzen (Senken) werden im Änderungsbaum durch die Enden von Linien dargestellt. Senken (Spitzen) werden im Änderungsbaum durch verbundene Linien dargestellt.

Anmerkung 2 zum Begriff: Siehe Bild 16.



#### Legende

- A Änderungsbaum für Hügel
- B Änderungsbaum für Täler

**Bild 16 — Änderungsbaum für Hügel (A) und Täler (B)**

### 3.3.15.6

#### Beschneidung

Verfahren zur Vereinfachung eines Änderungsbaums, bei dem Linien von Spitzen (Senken) zu den mit ihnen verbundenen Senken (Spitzen) entfernt werden

### 3.3.15.7

#### Wolf-Beschneidung

Beschneidung, bei der Linien in der Reihenfolge von der Spitze (Senke) mit der geringsten lokalen Hügelhöhe (lokalen Taltiefe) bis zur Spitze (Senke) mit einer festgelegten lokalen Hügelhöhe (lokalen Taltiefe) entfernt werden

Anmerkung 1 zum Begriff: Die lokalen Hügelhöhen und lokalen Taltiefen werden sich während der Wolf-Beschneidung verändern, weil ein Entfernen von Linien aus einem Änderungsbaum auch die dazugehörigen Senken bzw. Spitzen entfernt.

### 3.3.15.8

#### Höhenunterscheidungsvermögen

<Wasserscheidenzerlegung> lokale Mindesthügelhöhe oder lokale Mindesttaltiefe des skalenbegrenzten Profils, die berücksichtigt werden sollte

### 3.3.15.9

#### Höhenunterscheidungsvermögen

<Bezugslinie> Spitzenmindesthöhe oder Senkenmindesttiefe des skalenbegrenzten Profils, die berücksichtigt werden sollte

### 3.3.15.10

#### Profilelement

<Bezugslinie> Hügel gefolgt von einem Tal oder Tal gefolgt von einem Hügel

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe Bild 17.

### 3.3.15.11

#### Profilelementhöhe

##### Z<sub>t</sub>

Summe der Spitzenhöhe und der Senkentiefe eines Profilelements

$$Z_t = Z_{ph} + Z_{vd}$$

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe Bild 17.

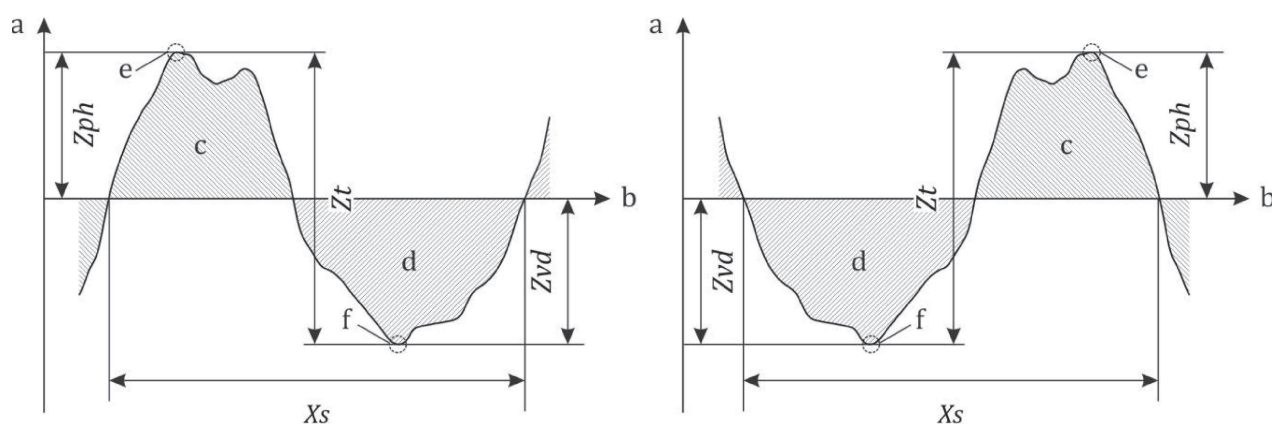
### 3.3.15.12

#### Profilelementabstände

##### X<sub>s</sub>

Entfernung zwischen den Anfängen zweier benachbarter Profilelemente auf der Bezugslinie

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe Bild 17.



#### Legende

|   |             |   |        |
|---|-------------|---|--------|
| a | Höhe        | d | Tal    |
| b | Bezugslinie | e | Spitze |
| c | Hügel       | f | Senke  |

Bild 17 — Profilelement

## 4 Flächenparameterdefinitionen

Es werden Gleichungen für Parameterdefinitionen exemplarisch für R-Parameter angegeben. P- und W-Parameter werden in ähnlicher Weise festgelegt, indem die auf das R-Profil bezogenen Parameter durch die auf das P-Profil oder das W-Profil bezogenen Parameter ausgetauscht werden. Default-Spezifikationsoperatoren für die verschiedenen Typen von Parameterdefinitionen finden sich in ISO 21920-3.

Parametersymbole werden bei Verwendung im Satz mit Kleinbuchstaben als Suffix (wie z. B.  $R_q$ ) und bei Verwendung in Gleichungen mit tiefgestellten Kleinbuchstaben (wie z. B.  $R_q$ ) angegeben, um eine Fehlinterpretation von zusammengesetzten Buchstaben als ein Zeichen der Multiplikation zwischen Größen in Gleichungen zu vermeiden. Die mit Kleinbuchstaben bezeichneten Parameter werden in Produktdokumentationen, Zeichnungen und Datenblättern verwendet.

Flächenparameter werden über die Messstrecke  $l_m$  des skalenbegrenzten Profils festgelegt. In diesem Dokument wird  $l_m$  sowohl für den Integrationsbereich als auch für den Zahlenwert der Länge verwendet.

ANMERKUNG Die folgenden Parameterdefinitionen setzen eine kontinuierliche Darstellung des Profils voraus. Die meisten Messgeräte wenden digitale Näherungen auf die gegebenen idealen Operatoren an.

## 4.1 Höhenparameter

Menge von auf Ordinatenwerten basierenden Parametern

### 4.1.1

#### mittlere quadratische Höhe

*Pq, Wq, Rq*

mittlerer quadratischer Wert der Ordinatenwerte

$$R_q = \sqrt{\frac{1}{l_m} \int_{l_m} z(x)^2 dx}$$

### 4.1.2

#### Schiefe

*Psk, Wsk, Rsk*

Quotient der mittleren dritten Potenz der Ordinatenwerte und der dritten Potenz von  $R_q$

$$R_{sk} = \frac{1}{R_q^3} \frac{1}{l_m} \int_{l_m} z(x)^3 dx$$

### 4.1.3

#### Kurtosis

*Pku, Wku, Rku*

Quotient der mittleren vierten Potenz der Ordinatenwerte und der vierten Potenz von  $R_q$

$$R_{ku} = \frac{1}{R_q^4} \frac{1}{l_m} \int_{l_m} z(x)^4 dx$$

### 4.1.4

#### Gesamthöhe

*Pt, Wt, Rt*

Summe der größten Höhe und der größten Tiefe

$$R_t = \max_{x \in R} z(x) - \min_{x \in R} z(x)$$

Dabei ist

$$R = \{x: 0 \leq x \leq l_m\}.$$

### 4.1.5

#### mittlere arithmetische Höhe der Absolutwerte

*Pa, Wa, Ra*

arithmetischer Mittelwert der absoluten Ordinatenwerte

$$R_a = \frac{1}{l_m} \int_{l_m} |z(x)| dx$$

## 4.2 Räumliche Parameter

Menge von Parametern, die auf der räumlichen Beziehung zwischen geometrischen Unregelmäßigkeiten basieren

### 4.2.1

#### Autokorrelationslänge

*Pal, Wal, Ral*

horizontaler Abstand, in dem die Autokorrelationsfunktion  $f_{ACF}(t_x)$  auf einen festgelegten Wert  $s$  mit  $0 \leq s < 1$  abklingt

$$R_{al} = \min_{t_x \in R} t_x$$

Dabei ist

$$R = \{t_x : f_{ACF}(t_x) \leq s\}.$$

### 4.2.2

#### dominante räumliche Wellenlänge

*Psw, Wsw, Rsw*

Wellenlänge, die dem größten Absolutwert der Fourier-Transformation der Ordinatenwerte entspricht

$$R_{sw} = \frac{2\pi}{\arg \max_p |F(p)|}$$

ANMERKUNG Die dominante räumliche Wellenlänge ist bei Profilen, die keine deutliche Periodizität zeigen, unter Umständen nicht anwendbar.

## 4.3 Hybridparameter

Reihe von Parametern, die auf dem lokalen Gradienten basieren

### 4.3.1

#### mittlerer quadratischer Gradient

*Pdq, Wdq, Rdq*

quadratisches Mittel des Profilgradienten der Ordinatenwerte

$$R_{dq} = \sqrt{\frac{1}{l_m} \int_{l_m} \left( \frac{dz(x)}{dx} \right)^2 dx}$$

### 4.3.2

#### arithmetischer Mittelwert des absoluten Gradienten

*Pda, Wda, Rda*

Mittelwert der Absolutwerte des Gradienten der Ordinatenwerte

$$R_{da} = \frac{1}{l_m} \int_{l_m} \left| \frac{dz(x)}{dx} \right| dx$$

#### 4.3.3

##### maximaler absoluter Gradient

***Pdt, Wdt, Rdt***

Höchstwert der Absolutwerte des Gradienten der Ordinatenwerte

$$R_{dt} = \max_{x \in R} \left| \frac{dz(x)}{dx} \right|$$

Dabei ist

$$R = \{x : 0 \leq x < l_m\}.$$

#### 4.3.4

##### Strecklänge

***Pdl, Wdl, Rdl***

Weglänge des Profils

$$R_{dl} = \int_{l_m} \sqrt{1 + \left( \frac{dz(x)}{dx} \right)^2} dx$$

#### 4.3.5

##### Strecklängenverhältnis

***Pdr, Wdr, Rdr***

die fraktionelle Zunahme der Weglänge des Profils

$$R_{dr} = \frac{1}{l_m} \int_{l_m} \left( \sqrt{1 + \left( \frac{dz(x)}{dx} \right)^2} - 1 \right) dx$$

### 4.4 Funktionen und damit zusammenhängende Parameter

#### 4.4.1

##### Materialanteilparameter

##### 4.4.1.1

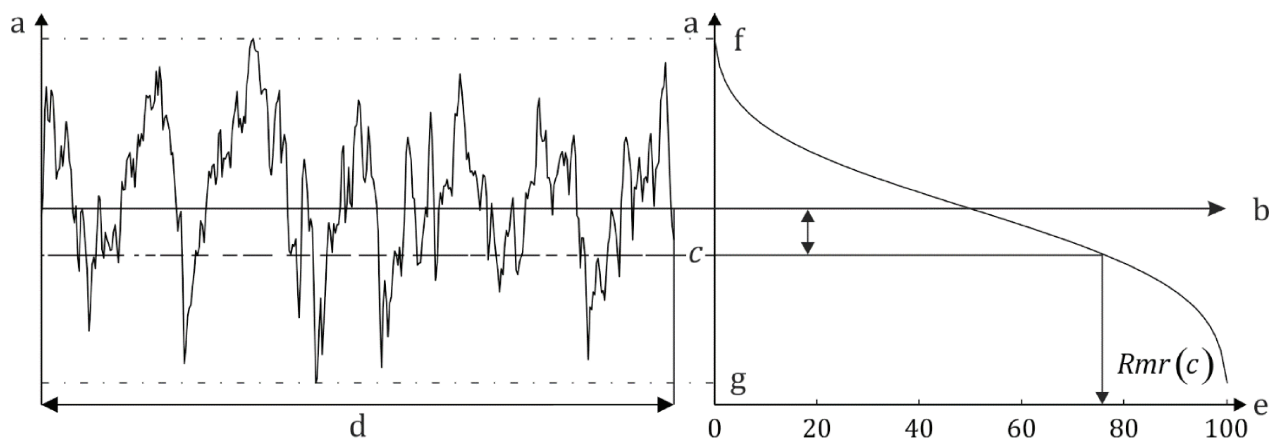
##### Materialanteil

***Pmr(c), Wmr(c), Rmr(c)***

Materialanteil  $Mr$  der Ordinatenwerte in einer gegebenen Höhe  $c$  von der Bezugslinie

$$R_{mr}(c) = M_r(c)$$

ANMERKUNG Siehe Bild 18.



### Legende

- |   |                       |   |                                                   |
|---|-----------------------|---|---------------------------------------------------|
| a | Höhe                  | e | Materialanteil in Prozent                         |
| b | Bezugslinie           | f | einem Materialanteil von 0 % entsprechende Höhe   |
| c | Schnittebene der Höhe | g | einem Materialanteil von 100 % entsprechende Höhe |
| d | Messstrecke           |   |                                                   |

**Bild 18 — Materialanteil des R-Profiles in einer gegebenen Höhe**

#### 4.4.1.2

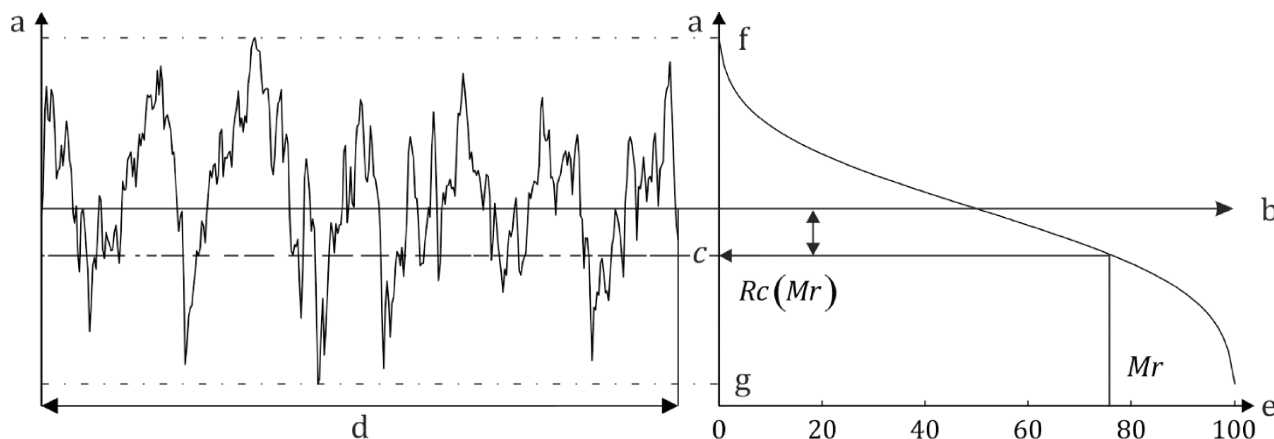
##### inverser Materialanteil

$P_c(M_r)$ ,  $W_c(M_r)$ ,  $R_c(M_r)$

Höhe  $c$  der Ordinatenwerte, bei dem ein gegebener Materialanteil  $M_r$  erfüllt ist

$$R_c(M_r) = C(M_r)$$

ANMERKUNG Siehe Bild 19.



### Legende

- |   |                       |   |                                                   |
|---|-----------------------|---|---------------------------------------------------|
| a | Höhe                  | e | Materialanteil in Prozent                         |
| b | Bezugslinie           | f | einem Materialanteil von 0 % entsprechende Höhe   |
| c | Schnittebene der Höhe | g | einem Materialanteil von 100 % entsprechende Höhe |
| d | Messstrecke           |   |                                                   |

**Bild 19 — Höhe  $c$  des R-Profiles, bei dem ein gegebener Materialanteil  $M_r$  erfüllt ist**

#### 4.4.1.3

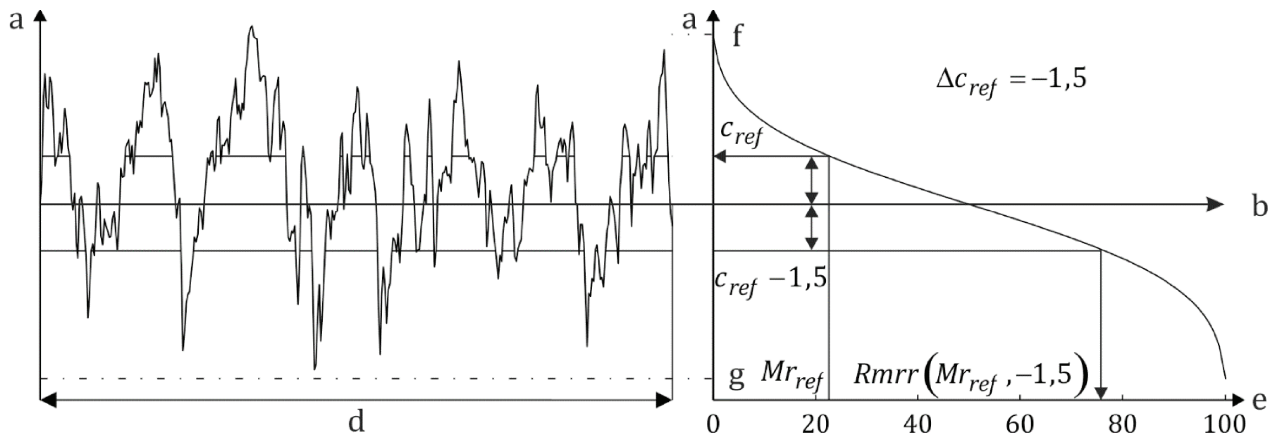
##### relativer Materialanteil

$Pmrr(Mr_{ref}, \Delta c_{ref}), Wmrr(Mr_{ref}, \Delta c_{ref}), Rmrr(Mr_{ref}, \Delta c_{ref})$

bei einem Profilmiveau  $c_{ref} + \Delta c_{ref}$  bestimmter Materialanteil, bei dem sich  $c_{ref}$  auf den Bezugsmaterialanteil  $Mr_{ref}$  bezieht und  $\Delta c_{ref} \leq 0$  eine relative Profiltiefe ist

$$Rmrr(Mr_{ref}, \Delta c_{ref}) = M_r(c_{ref} + \Delta c_{ref}), \quad c_{ref} = C(Mr_{ref})$$

ANMERKUNG Siehe Bild 20.



##### Legende

|   |                       |   |                                                   |
|---|-----------------------|---|---------------------------------------------------|
| a | Höhe                  | e | Materialanteil in Prozent                         |
| b | Bezugslinie           | f | einem Materialanteil von 0 % entsprechende Höhe   |
| c | Schnittebene der Höhe | g | einem Materialanteil von 100 % entsprechende Höhe |
| d | Messstrecke           |   |                                                   |

**Bild 20 — Relativer Materialanteil**

#### 4.4.1.4

##### Profil-Schnitt Höhenunterschied

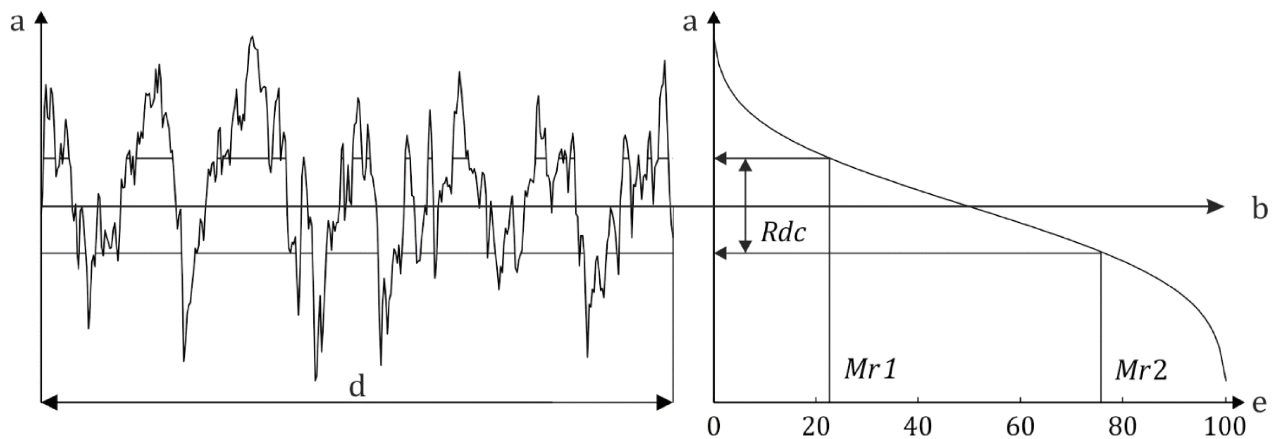
$Pdc(Mr1, Mr2), Wdc(Mr1, Mr2), Rdc(Mr1, Mr2)$

vertikaler Abstand der Ordinatenwerte zwischen zwei Schnittebenen eines gegebenen Materialanteils  $Mr1$  und  $Mr2$

$$R_{dc}(Mr1, Mr2) = C(Mr1) - C(Mr2), \quad Mr1 \leq Mr2$$

ANMERKUNG 1 Siehe Bild 21.

ANMERKUNG 2 Der Profil-Schnitt Höhenunterschied des Profils entspricht der extremen Höhe des Hügels der skalenbegrenzten Oberfläche nach ISO 25178-2:2020.



### Legende

|   |             |   |                           |
|---|-------------|---|---------------------------|
| a | Höhe        | d | Messstrecke               |
| b | Bezugslinie | e | Materialanteil in Prozent |

**Bild 21 — Profilschnitthöhe**

### 4.4.2

#### Profilparameter für geschichtete Funktionsflächen mit Hilfe der Materialanteilkurve

Parameter des Profils, die den Materialanteil von geschichteten Funktionsflächen als Funktion der Höhe darstellen

#### 4.4.2.1

##### Kernprofil

Profil unter Ausschluss der über den Kern hervorstehenden Hügel und Täler

ANMERKUNG Siehe Bild 22.

#### 4.4.2.2

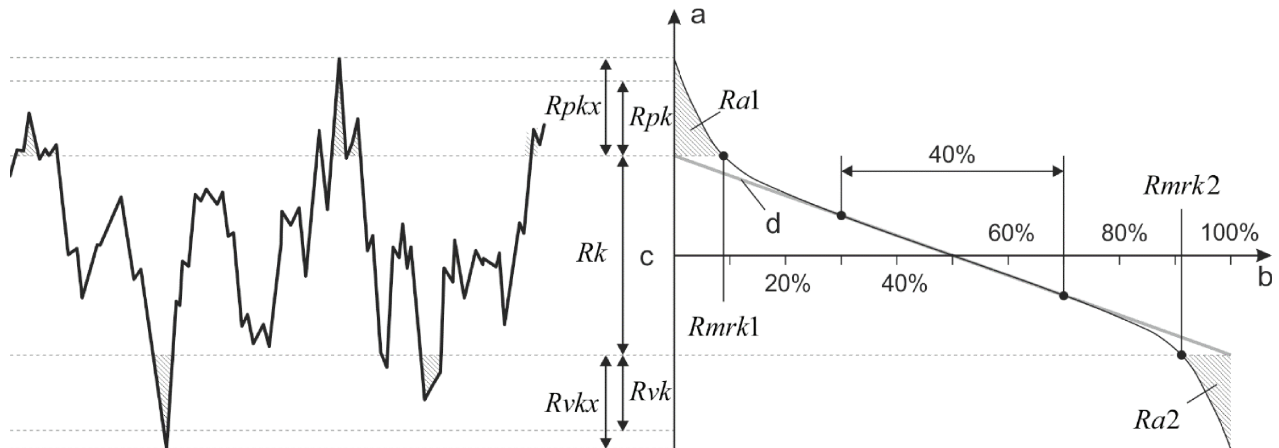
##### Kernhöhe

##### $Pk, Rk$

Abstand zwischen dem höchsten und niedrigsten Niveau des Kernprofils

ANMERKUNG 1 Siehe Bild 22.

ANMERKUNG 2 Zur Bestimmung von  $Pk$  bzw.  $Rk$  siehe Anhang D.



### Legende

- |   |                           |   |                                                           |
|---|---------------------------|---|-----------------------------------------------------------|
| a | Position der Schnittlinie | c | Kernprofil                                                |
| b | Materialanteil            | d | äquivalente Geradenanpassung mit dem kleinsten Gradienten |

**Bild 22 — Berechnung von  $R_k$ ,  $R_{pk}$ ,  $R_{vk}$ ,  $R_{pkx}$ ,  $R_{vtx}$ ,  $R_{mrk1}$  und  $R_{mrk2}$**

#### 4.4.2.3

##### reduzierte Spitzenhöhe

##### $P_{pk}$ , $R_{pk}$

durchschnittliche Höhe der hervorstehenden Hügel über dem Kernprofil

ANMERKUNG 1 Siehe Bild 22.

ANMERKUNG 2 Zur Bestimmung von  $P_{pk}$  bzw.  $R_{pk}$  siehe Anhang D. Der in Anhang D angegebene Mittelungsprozess verringert die Auswirkungen, die Ausreißerwerte auf diesen Parameter haben.

#### 4.4.2.4

##### reduzierte Senkentiefe

##### $P_{vk}$ , $R_{vk}$

durchschnittliche Tiefe der hervorstehenden Täler unterhalb des Kernprofils

ANMERKUNG 1 Siehe Bild 22.

ANMERKUNG 2 Zur Bestimmung von  $P_{vk}$  bzw.  $R_{vk}$  siehe Anhang D. Der in Anhang D angegebene Mittelungsprozess verringert die Auswirkungen, die Ausreißerwerte auf diesen Parameter haben.

#### 4.4.2.5

##### maximale Spitzenhöhe

##### $P_{pkx}$ , $R_{pkx}$

größte Höhe der hervorstehenden Hügel über dem Kernprofil

ANMERKUNG 1 Siehe Bild 22.

ANMERKUNG 2 Zur Bestimmung von  $P_{pkx}$  bzw.  $R_{pkx}$  siehe Anhang D.

#### 4.4.2.6

##### maximale Senkentiefe

##### $P_{vtx}$ , $R_{vtx}$

größte Tiefe der hervorstehenden Täler unterhalb des Kernprofils

ANMERKUNG 1 Siehe Bild 22.

ANMERKUNG 2 Zur Bestimmung von  $P_{vtx}$  bzw.  $R_{vtx}$  siehe Anhang D.

#### 4.4.2.7

##### **Materialanteil der reduzierten Spitzenhöhe**

###### ***Pmrk1, Rmrk1***

prozentualer Materialanteil an der Schnittlinie, die die hervorstehenden Hügel vom Kernprofil trennt

ANMERKUNG Zur Bestimmung von *Pmrk1* bzw. *Rmrk1* siehe Anhang D.

#### 4.4.2.8

##### **Materialanteil der reduzierten Senkentiefe**

###### ***Pmrk2, Rmrk2***

prozentualer Materialanteil an der Schnittlinie, die die hervorstehenden Täler vom Kernprofil trennt

ANMERKUNG Zur Bestimmung von *Pmrk2* bzw. *Rmrk2* siehe Anhang D.

#### 4.4.3

##### **Profilparameter für geschichtete Funktionsflächen mit Hilfe der Material-Wahrscheinlichkeitsdichtekurve**

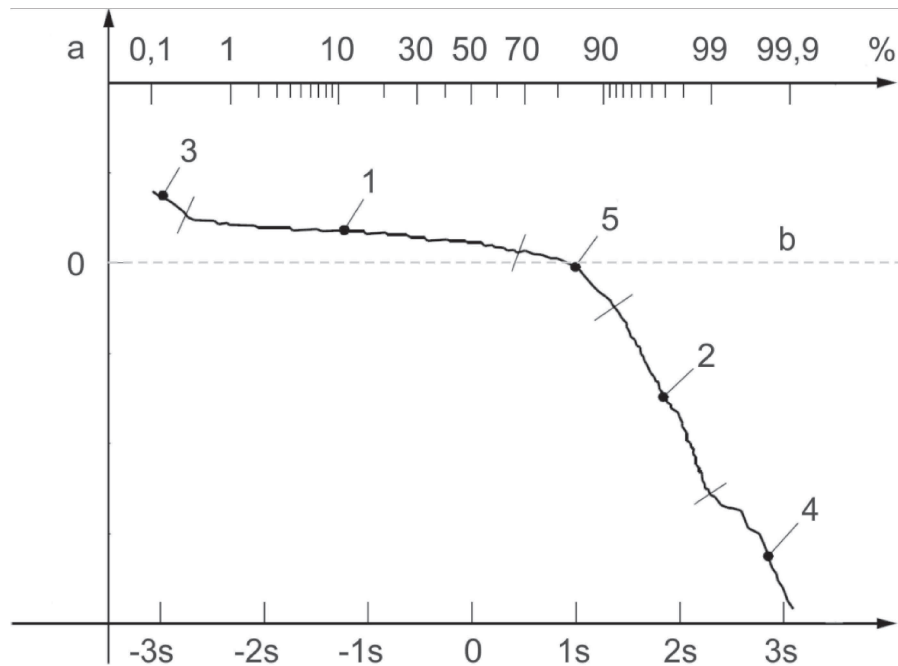
Parameter des Profils, das die Materialwahrscheinlichkeit von geschichteten Funktionsflächen als Funktion der Höhe darstellt

#### 4.4.3.1

##### **Material-Wahrscheinlichkeitsdichtekurve**

Darstellung der Materialanteilkurve, bei der der Materialanteil als Gaußsche Wahrscheinlichkeit über der horizontalen Achse, die in Vielfache der Standardabweichung linear geteilt ist, aufgezeichnet wird

ANMERKUNG Diese Darstellung ist entsprechend der Normalverteilung linear geteilt. In dieser Darstellung wird die Materialanteilkurve einer Normalverteilung eine Gerade. Bei geschichteten Oberflächen, die aus zwei Normalverteilungen zusammengesetzt sind, weist die Material-Wahrscheinlichkeitsdichtekurve zwei lineare Bereiche auf (siehe 1 und 2 in Bild 23).



#### Legende

|   |                                               |   |                                                                                                                                  |
|---|-----------------------------------------------|---|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| a | Amplitudeneinheit                             | b | Bezugslinie                                                                                                                      |
| 1 | Plateauregion                                 | 4 | tiefe Kratzer oder Ausreißertäler in den Daten                                                                                   |
| 2 | Talregion                                     | 5 | instabiler Bereich (Krümmung), eingeführt am Übergangspunkt Plateau-zu-Tal, auf einer Kombination von zwei Verteilungen beruhend |
| 3 | Ablagerungen oder Ausreißerhügel in den Daten |   |                                                                                                                                  |

**Bild 23 — Material-Wahrscheinlichkeitsdichtekurve**

#### 4.4.3.2

##### mittlere quadratische Abweichung der Täler

##### *Pvq, Rvq*

Steigung einer linearen Regression durch den Bereich der Täler

ANMERKUNG 1 Siehe Bild 24.

ANMERKUNG 2 *Pvq* und entsprechend *Rvq* können somit als der *Pq*-Wert bzw. der *Rq*-Wert des Zufallsprozesses aufgefasst werden, der den Talanteil des Profils erzeugt hat.

ANMERKUNG 3 Zur Bestimmung von *Pvq* bzw. *Rvq* siehe Anhang D.

#### 4.4.3.3

##### mittlere quadratische Abweichung des Plateaus

##### *Ppq, Rpq*

Steigung einer linearen Regression durch den Bereich des Plateaus

ANMERKUNG 1 Siehe Bild 24.

ANMERKUNG 2 *Ppq* und entsprechend *Rpq* können somit als der *Pq*-Wert bzw. der *Rq*-Wert des Zufallsprozesses aufgefasst werden, der den Plateauanteil des Profils erzeugt hat.

ANMERKUNG 3 Zur Bestimmung von *Ppq* bzw. *Rpq* siehe Anhang D.

#### 4.4.3.4

##### Materialanteil

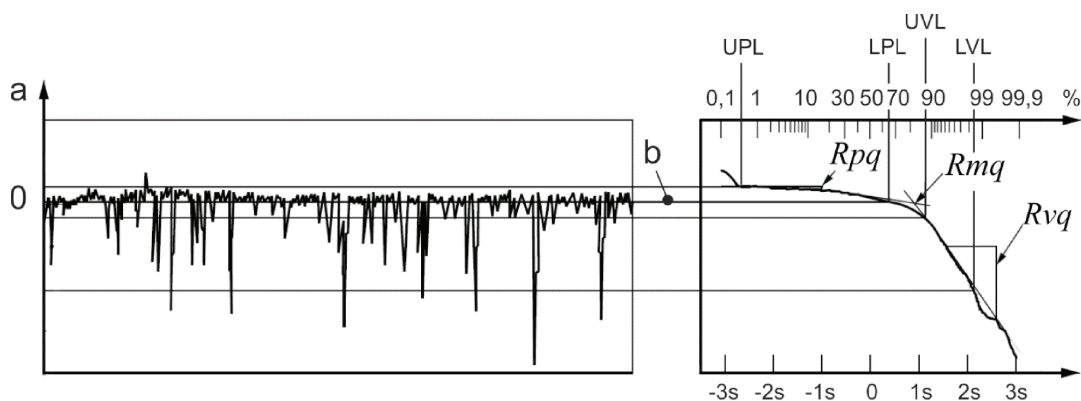
##### $Pmq, Rmq$

<Plateau-zu-Tal> Materialanteil an der Schnittstelle Plateau-zu-Tal

ANMERKUNG 1 Siehe Bild 24.

ANMERKUNG 2 Das Verhältnis wird in Prozent angegeben.

ANMERKUNG 3 Zur Bestimmung von  $Pmq$  bzw.  $Rmq$  siehe Anhang D.



##### Legende

a Amplitudeneinheit

b Bezugslinie

LPL Untere Plateau-Grenze

LVL Untere Tal-Grenze

UPL Obere Plateau-Grenze

UVL Obere Tal-Grenze

**Bild 24 — Profil mit der entsprechenden Material-Wahrscheinlichkeitsdichtekurve und den in den Definitionen der Parameter  $Rmq$ ,  $Rpq$  und  $Rvq$  verwendeten Regionen**

#### 4.4.4

##### Volumenparameter

##### 4.4.4.1

##### Allgemeines

Volumenparameter des Profils erfordern eine Längeneinheit von 1 mm auf der Y-Achse.

##### 4.4.4.2

##### Materialvolumen

##### $Pvm(Mr)$ , $Wvm(Mr)$ , $Rvm(Mr)$

längenbezogenes Volumen des Materials bei einem gegebenen Materialanteil, berechnet aus der Materialanteilkurve

$$R_{vm}(M_r) = K \frac{l_m}{100 \%} \int_0^{M_r} [C(q) - C(M_r)] dq$$

Dabei ist

$K$  eine Konstante zur Umrechnung in Kubikmikrometer je Quadratmillimeter.

BEISPIEL  $K = \mu m^3/mm^2$ , wenn  $C(q)$  in Mikrometer und  $l_m$  in Millimeter angegeben sind. Für willkürlich gewählte Einheiten  $K = \mu m^3/(mm^2[C][l_m])$ .

#### 4.4.4.3

##### Hügelmaterialvolumen

$P_{vmp}(Mr)$ ,  $W_{vmp}(Mr)$ ,  $R_{vmp}(Mr)$

Materialvolumen beim Materialanteil  $Mr$

$$R_{vmp}(M_r) = R_{vm}(M_r)$$

ANMERKUNG Siehe Bild 25.

#### 4.4.4.4

##### Kernmaterialvolumen

$P_{vmc}(Mr1, Mr2)$ ,  $W_{vmc}(Mr1, Mr2)$ ,  $R_{vmc}(Mr1, Mr2)$

Differenz der leeren Volumina zwischen den Materialanteilen  $Mr1$  und  $Mr2$

$$R_{vmc}(M_{r1}, M_{r2}) = R_{vm}(M_{r2}) - R_{vm}(M_{r1})$$

ANMERKUNG Siehe Bild 25.

#### 4.4.4.5

##### leeres Volumen

$P_{vv}(Mr)$ ,  $W_{vv}(Mr)$ ,  $R_{vv}(Mr)$

längenbezogenes Volumen der Hohlräume bei einem gegebenen Materialanteil, berechnet aus der Materialanteilkurve

$$R_{vv}(M_r) = K \frac{l_m}{100 \%} \int_{M_r}^{100 \%} [C(M_r) - C(q)] dq$$

Dabei ist

$K$  eine Konstante zur Umrechnung in Kubikmikrometer je Quadratmillimeter.

BEISPIEL  $K = \mu\text{m}^3/\text{mm}^2$ , wenn  $C(q)$  in Mikrometer und  $l_m$  in Millimeter angegeben sind. Für willkürlich gewählte Einheiten  $K = \mu\text{m}^3/(\text{mm}^2 [C][l_m])$ .

#### 4.4.4.6

##### leeres Volumen der Täler

$P_{vvv}(Mr)$ ,  $W_{vvv}(Mr)$ ,  $R_{vvv}(Mr)$

Talvolumen beim Materialanteil  $M_r$

$$R_{vvv}(M_r) = R_{vv}(M_r)$$

ANMERKUNG Siehe Bild 25.

#### 4.4.4.7

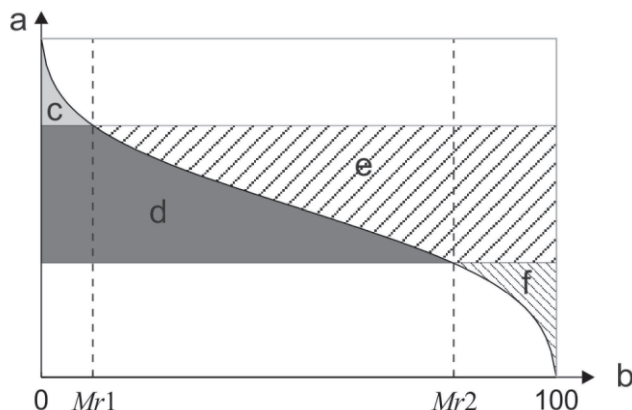
##### leeres Volumen des Kerns

$P_{vvc}(Mr1, Mr2)$ ,  $W_{vvc}(Mr1, Mr2)$ ,  $R_{vvc}(Mr1, Mr2)$

Differenz der leeren Volumina zwischen den Materialanteilen  $Mr1$  und  $Mr2$

$$R_{vvc}(M_{r1}, M_{r2}) = R_{vv}(M_{r1}) - R_{vv}(M_{r2})$$

ANMERKUNG Siehe Bild 25.



### Legende

|   |                           |   |                          |
|---|---------------------------|---|--------------------------|
| a | Höhe                      | d | Kernmaterialvolumen      |
| b | Materialanteil in Prozent | e | leeres Volumen des Kerns |
| c | Hügelmaterialvolumen      | f | leeres Volumen der Täler |

**Bild 25 — Parameter des leeren Volumens und des Materialvolumens**

## 4.5 Mehrskalige geometrische (fraktale) Verfahren

Ihrer Definition nach decken mehrskalige Verfahren den gesamten Skalenbereich ab, sodass Parameters nicht in Rauheits- und Welligkeitsparameter aufgeteilt werden. Die hier definierten Parameter werden nur am Primärprofil berechnet.

### 4.5.1

#### Volumenskalenfunktion

##### $P_{vs}(c)$

Volumen zwischen einer morphologischen oberen Einhüllenden (Closing-Operation) und der unteren Einhüllenden (Opening-Operation) unter Verwendung eines horizontalen Liniensegments des Größenmaßes  $c$  als strukturierendes Element, multipliziert mit einer Konstante  $K$  zur Umrechnung in Kubikmikrometer je Quadratmillimeter

### 4.5.2

#### obere Volumenskalenfunktion

##### $P_{uvs}(c)$

Volumen zwischen einer morphologischen oberen Einhüllenden (Closing-Operation) und dem Profil unter Verwendung eines rechteckigen Segments des Größenmaßes  $c$  als strukturierendes Element, multipliziert mit einer Konstante  $K$  zur Umrechnung in Kubikmikrometer je Quadratmillimeter

ANMERKUNG Die Volumenskalenfunktion wird üblicherweise unter Verwendung von log-log-Skalen aufgetragen.

ANMERKUNG Für die Berechnung von Volumenskalenfunktionen stehen auch andere Algorithmen zur Verfügung. Siehe Literaturhinweise [X]

### 4.5.3

#### relative Länge

Verhältnis der durch Überdeckung mit Liniensegmenten der Länge  $c$  erhaltenen Länge zur projizierten Länge  $L$

ANMERKUNG Die projizierte Länge  $L$  ist üblicherweise kürzer als die Seitenlänge des Profils.