

DIN EN ISO 25178-2



ICS 17.040.20

Entwurf

Einsprüche bis 2020-03-10
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN ISO 25178-2:2012-09

**Geometrische Produktspezifikation (GPS) –
Oberflächenbeschaffenheit: Flächenhaft –
Teil 2: Begriffe, Definitionen und Oberflächen-Kenngrößen
(ISO/DIS 25178-2:2019);
Deutsche und Englische Fassung prEN ISO 25178-2:2019**

Geometrical product specifications (GPS) –
Surface texture: Areal –
Part 2: Terms, definitions and surface texture parameters (ISO/DIS 25178-2:2019);
German and English version prEN ISO 25178-2:2019

Spécification géométrique des produits (GPS) –
État de surface: Surfacique –
Partie 2: Termes, définitions et paramètres d'états de surface (ISO/DIS 25178-2:2019);
Version allemande et anglaise prEN ISO 25178-2:2019

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2020-01-10 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 bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an natg@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter 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 128 Seiten

DIN-Normenausschuss Technische Grundlagen (NATG)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 25178-2:2019) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 213 „Dimensional and geometrical product specifications and verification“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 290 „Geometrische Produktspezifikationen und -prüfung“ erarbeitet, dessen Sekretariat von AFNOR (Frankreich) gehalten wird.

Für die deutsche Mitarbeit ist der Arbeitsausschuss NA 152-03-03 AA „Oberflächen“ im DIN-Normenausschuss Technische Grundlagen (NATG) verantwortlich.

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 4287009-11
ISO 8015:2011	siehe	DIN EN ISO 8015:2011-09
ISO 12085:1996	siehe	DIN EN ISO 12085:1998-05
ISO 13565-2:1996	siehe	DIN EN ISO 13565-2:1998-04
ISO 13565-3:1998	siehe	DIN EN ISO 13565-3:2000-08
ISO 14253-1	siehe	DIN EN ISO 14253-1
ISO 14406:2010	siehe	DIN EN ISO 14406:2011-04
ISO 14638:2015	siehe	DIN EN ISO 14638:2015-12
ISO 16610-1:2015	siehe	DIN EN ISO 16610-1:2015-11
ISO 16610-20:2015	siehe	DIN EN ISO 16610-20:2015-12
ISO 16610-61:2015	siehe	DIN EN ISO 16610-61:2016-04
ISO 16610-85:2012	siehe	DIN EN ISO 16610-85:2015-11
ISO 17450-1:2011	siehe	DIN EN ISO 17450-1:2012-04
ISO 25178-3:2012	siehe	DIN EN ISO 25178-3:2012-11

Änderungen

Gegenüber DIN EN ISO 25178-2:2012-09 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) das Dokument wurde fachlich umfangreich überarbeitet, die Änderungen sind in Anhang E angegeben;
- b) redaktionelle Überarbeitung der Norm.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN ISO 4287009-11, *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 8015:2011-09, *Geometrische Produktspezifikation (GPS) — Grundlagen — Konzepte, Prinzipien und Regeln (ISO 8015:2011); Deutsche Fassung EN ISO 8015:2011*

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

DIN EN ISO 13565-2:1998-04, *Geometrische Produktspezifikationen (GPS) — Oberflächenbeschaffenheit: Tastschnittverfahren — Oberflächen mit plateauartigen funktionsrelevanten Eigenschaften — Teil 2: Beschreibung der Höhe mittels linearer Darstellung der Materialanteilkurve (ISO 13565-2:1996); Deutsche Fassung EN ISO 13565-2:1997*

DIN EN ISO 13565-3:2000-08, *Geometrische Produktspezifikation (GPS) — Oberflächenbeschaffenheit: Tastschnittverfahren — Oberflächen mit plateauartigen funktionsrelevanten Eigenschaften — Teil 3: Beschreibung der Höhe von Oberflächen mit der Wahrscheinlichkeitsdichtekurve (ISO 13565-3:1998); Deutsche Fassung EN ISO 13565-3:2000*

DIN EN ISO 14253-1, *Geometrische Produktspezifikationen (GPS) — Prüfung von Werkstücken und Messgeräten durch Messen — Teil 1: Entscheidungsregeln für den Nachweis von Konformität oder Nichtkonformität mit Spezifikationen*

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

DIN EN ISO 14638:2015-12, *Geometrische Produktspezifikation (GPS) — Matrix-Modell (ISO 14638:2015); Deutsche Fassung EN ISO 14638:2015*

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 16610-20:2015-12, *Geometrische Produktspezifikation (GPS) — Filterung — Teil 20: Lineare Profilfilter: Grundlegende Konzepte (ISO 16610-20:2015); Deutsche Fassung EN ISO 16610-20:2015*

DIN EN ISO 16610-61:2016-04, *Geometrische Produktspezifikation (GPS) — Filterung — Teil 61: Lineare Flächenfilter: Gauß-Filter (ISO 16610-61:2015); Deutsche Fassung EN ISO 16610-61:2015*

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*

DIN EN ISO 25178-3:2012-11, *Geometrische Produktspezifikation (GPS) — Oberflächenbeschaffenheit: Flächenhaft — Teil 3: Spezifikationsoperatoren (ISO 25178-3:2012); Deutsche Fassung EN ISO 25178-3:2012*

— Leerseite —

Geometrische Produktspezifikation (GPS) — Oberflächenbeschaffenheit: Flächenhaft — Teil 2: Begriffe, Definitionen und Oberflächen-Kenngrößen (ISO/DIS 25178-2:2019)

Spécification géométrique des produits (GPS) — État de surface: Surfacique — Partie 2: Termes, définitions et paramètres d'états de surface (ISO/DIS 25178-2:2019)

Geometrical product specifications (GPS) — Surface texture: Areal — Part 2: Terms, definitions and surface texture parameters (ISO/DIS 25178-2:2019)

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 für geometrische Parameter	11
3.3 Begriffe für Geometrieelemente	16
4 Definition der Flächenparameter	20
4.1 Allgemeines	20
4.2 Höhenparameter	20
4.2.1 Allgemeines	20
4.3 Räumliche Parameter	21
4.3.1 Allgemeines	21
4.4 Hybridparameter	23
4.4.1 Allgemeines	23
4.5 Funktionen und damit zusammenhängende Parameter	24
4.4.8 Mehrskalige geometrische (fraktale) Verfahren	33
5 Charakterisierung der Elemente	35
5.1 Allgemeines	35
5.2 Typen von topographischen Elementen	36
5.3 Zerlegung	36
5.4 Ermittlung wesentlicher Elemente	37
5.5 Untergruppe von Elementattributen	39
5.6 Attributstatistiken	40
5.7 Übereinkunft zur Elementbestimmung	40
5.8 Benannte Elementparameter	41
5.8.1 Allgemeines	41
5.9 Zusätzliche Parameter	42
Anhang A (informativ) Mehrskalige geometrische (fraktale) Verfahren	44
A.1 Was ist ein Fraktal?	44
A.2 Variationsmethoden	45
A.3 Anwendung der Variationsmethode auf skalenbegrenzte Oberflächen	45
A.4 Flächenskalenanalyse	47
A.5 Längenskalenanalyse	49
Anhang B (normativ) Bestimmung der flächenhaften Parameter für geschichtete Funktionsflächen	51
B.1 Berechnung der gleichwertigen Geraden	51
B.2 Berechnung der Parameter S_k , S_{mrk1} und S_{mrk2}	51
B.3 Berechnung der Parameter S_{pk} und S_{vk}	51
B.4 Berechnung der Parameter S_{pq} , S_{vq} und S_{mq}	52

Anhang C (informativ) Grundlage für Normen zur flächenhaften Beschreibung der Oberflächenbeschaffenheit.....	54
C.1 Zeittafel der Ereignisse	54
Anhang D (informativ) Einzelheiten zur Anwendung.....	55
D.1 Lokaler Gradientenvektor.....	55
D.2 Lokale mittlere Krümmung.....	56
D.3 Entwickeltes Übergangsflächenverhältnis	56
D.4 Bestimmung der Materialanteilkurve	57
Anhang E (informativ) In dieser zweiten Ausgabe vorgenommene Änderungen gegenüber der Ausgabe aus dem Jahr 2012.....	59
Anhang F (informativ) Zusammenhang mit der GPS-Matrix.....	61
F.1 Allgemeines	61
F.2 Informationen über diesen Teil von ISO 25178 und seine Anwendung	61
F.3 Position im GPS-Matrix-Modell	61
F.4 Verwandte Internationale Normen	62
Literaturhinweise.....	63

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 25178-2:2019) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 213 „Dimensional and geometrical product specifications and verification“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 290 „Geometrische Produktspezifikationen und -prüfung“ erarbeitet, dessen Sekretariat von AFNOR gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur parallelen Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument wird EN ISO 25178-2:2012 ersetzen.

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO/DIS 25178-2:2019 wurde von CEN als prEN ISO 25178-2:2019 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).

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).

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.

Dieses Dokument wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 213, *Dimensional and geometrical product specifications and verification* erarbeitet.

Diese zweite Ausgabe ersetzt die erste Ausgabe (ISO 25178-2:2012), die technisch überarbeitet wurde.

Die wichtigsten Änderungen gegenüber der vorherigen Ausgabe sind in Anhang F beschrieben.

Eine Auflistung aller Teile der Normenreihe ISO 25178 ist auf der ISO-Internetseite abrufbar.

Einleitung

Dieser Teil von ISO 25178 ist eine GPS-Norm und als allgemeine GPS-Norm zu betrachten (siehe ISO 14638). Er beeinflusst das Kettenglied B der Normenketten über die Profil- und Oberflächenbeschaffenheit.

Das in ISO 14638 gegebene ISO/GPS-Matrix-Modell gibt einen Überblick über das ISO/GPS-System, von dem dieser Teil von ISO 25178 ein Teil ist. Die fundamentalen ISO/GPS-Regeln nach ISO 8015 gelten für diesen Teil von ISO 25178, und die Default-Entscheidungsregeln nach ISO 14253-1 gelten für Spezifikationen, die in Übereinstimmung mit diesem Teil von ISO 25178 angefertigt wurden, sofern nicht anders angegeben.

Zu weiteren, detaillierten Informationen zum Zusammenhang dieses Teils von ISO 25178 mit anderen Normen und dem GPS-Matrix-Modell, siehe Anhang F.

Dieser Teil von ISO 25178 enthält die Begriffe und Kenngrößen zur flächenhaften Oberflächenbeschreibung.

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil von ISO 25178 legt die Benennungen, Definitionen und Parameter für die Ermittlung der Oberflächenbeschaffenheit durch flächenhafte Verfahren 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 16610-1:2015, *Geometrical product specifications (GPS) — Filtration — Part 1: Overview and basic concepts*

ISO 17450-1:2011, *Geometrical product specifications (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 und 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

<flächenhaft> in einer skalenbegrenzten Oberfläche enthaltene geometrische Unregelmäßigkeiten

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Oberflächenbeschaffenheit schließt nicht die zur Form oder Gestalt der Oberfläche 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]

3.1.3.1

elektromagnetische Oberfläche

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

[QUELLE: ISO 14406:2010, 3.1.2]

3.1.3.2

Hilfsoberfläche

aus einer beliebigen externen Quelle erhaltene Oberfläche

Anmerkung 1 zum Begriff: Ein Software-Normal ist ein Beispiel für eine Hilfsoberfläche. 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 1.

3.1.4

Koordinatensystem für die Spezifikation

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

Anmerkung 1 zum Begriff: Wenn die Nennform der Oberfläche 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 25178 verwendet.

3.1.5

Primäroberfläche

Teil der Oberfläche, welchen man erhält, wenn ein Teil der Oberfläche durch ein bestimmtes primäres mathematisches Modell mit bestimmtem Verfeinerungsindex festgelegt worden ist

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

Anmerkung 1 zum Begriff: In diesem Teil von ISO 25178 wird ein S-Filter verwendet, um die Primäroberfläche abzuleiten. Siehe Bild 1.

3.1.5.1

primäre erfasste Oberfläche

endliche Menge von auf der Primäroberfläche abgetasteten Datenpunkten

[QUELLE: ISO 14406:2010, 3.7]

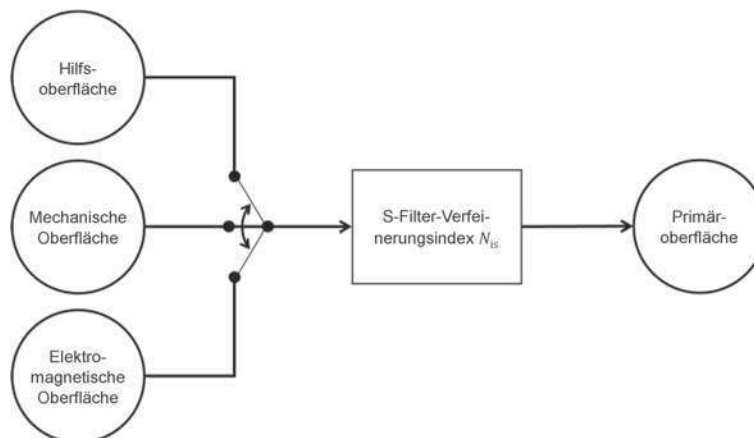


Bild 1 — Definition der Primäroberfläche

3.1.6

Oberflächenfilter

Filteroperator, angewendet auf die Oberfläche

3.1.6.1

S-Filter

Oberflächenfilter, welches kleinskalige laterale Anteile von der Oberfläche entfernt, wodurch sich die Primäroberfläche ergibt

3.1.6.2

L-Filter

Oberflächenfilter, welches großskalige laterale Anteile von der Primäroberfläche oder S-F-Oberfläche entfernt

Anmerkung 1 zum Begriff: Ist das L-Filter nicht tolerant gegenüber Formanteilen, muss es auf einer S-F-Oberfläche angewendet werden; ist es tolerant gegenüber Formanteilen, kann es entweder auf der Primäroberfläche oder auf einer S-F-Oberfläche angewendet werden.

3.1.6.3

F-Operator

Operator, welcher die Formanteile von der Primärfläche entfernt

Anmerkung 1 zum Begriff: Einige F-Operatoren (wie Assoziationsoperatoren) haben eine von der Filterung sehr verschiedene Wirkung. Obwohl ihre Wirkung die größeren lateralen Skalen der Oberflächen begrenzen kann, ist diese Wirkung sehr unscharf. Sie ist in Bild 2 unter Anwendung derselben Übereinkunft wie beim Filter dargestellt.

Anmerkung 2 zum Begriff: Einige L-Filter sind nicht tolerant gegenüber Formanteilen und machen vor ihrer Anwendung den Einsatz von F-Operatoren als Vorfilter erforderlich.

3.1.6.4

Verfeinerungsindex

Nis, Nic, Nif

Zahl oder Menge von Zahlen zur Beschreibung der relativen Ebene der Verfeinerung eines bestimmten primären mathematischen Modells

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

3.1.7

S-F-Oberfläche

von der Primäroberfläche durch Beseitigung des Formanteils unter Anwendung eines F-Operators abgeleitete Oberfläche

Anmerkung 1 zum Begriff: Bild 2 zeigt die Beziehung zwischen S-F-Oberfläche und S-Filter und F-Operator.

Anmerkung 2 zum Begriff: Bei Filterung mit dem *Nis*-Verfeinerungsindex zur Entfernung der kleinsten Wellenlängen von der Oberfläche ist diese Oberfläche einer „primären S-F-Oberfläche“ gleichwertig. In diesem Fall ist *Nis* das Flächenäquivalent der λ_s -Grenzwellenlänge (siehe f in Bild 2).

Anmerkung 3 zum Begriff: Bei Filterung mit dem *Nic*-Verfeinerungsindex zur Separierung größerer von kleineren Wellenlängen ist diese Oberfläche einer „Welligkeits-S-F-Oberfläche“ gleichwertig. In diesem Fall ist *Nic* das Flächenäquivalent der λ_c -Grenzwellenlänge (siehe g in Bild 2).

Anmerkung 4 zum Begriff: Die Konzepte der „Rauheit“ oder „Welligkeit“ sind weniger wichtig bei flächenhafter Oberflächenbeschaffenheit als bei profilhafter Oberflächenbeschaffenheit. Einige Oberflächen könnten Rauheit in einer Richtung und Welligkeit in der entgegengesetzten Richtung aufweisen. Aus diesem Grund werden die Konzepte der S-L-Oberfläche und der S-F-Oberfläche in diesem Dokument bevorzugt.

3.1.8

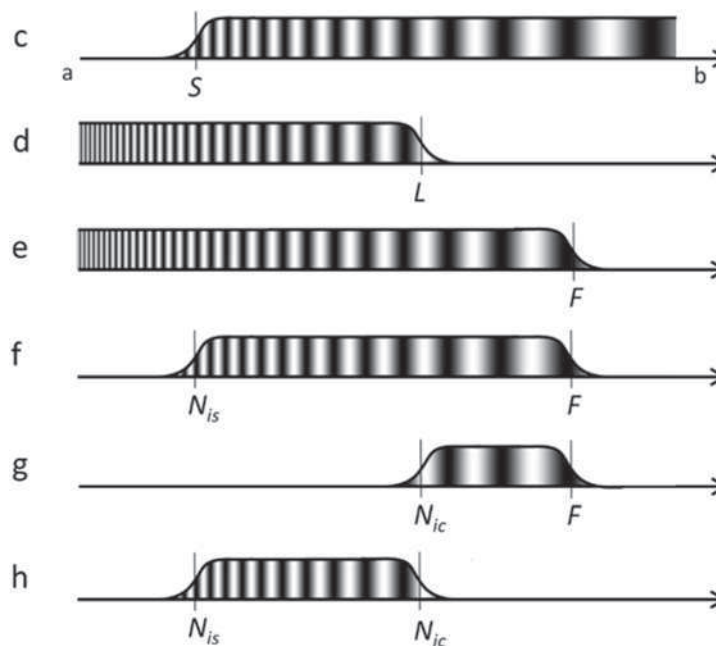
S-L-Oberfläche

von der S-F-Oberfläche durch Beseitigung der Anteile großer Skala unter Anwendung eines L-Filters abgeleitete Oberfläche

Anmerkung 1 zum Begriff: Bild 2 zeigt die Beziehung zwischen S-L-Oberfläche und S-Filter und L-Filter.

Anmerkung 2 zum Begriff: Bei Wahl des S-Filter-Verfeinerungsindex N_{is} zur Beseitigung der kleinsten Wellenlängen von der Oberfläche ist diese Oberfläche sowie des L-Filter-Verfeinerungsindex N_{ic} zur Separierung größerer von kleineren Wellenlängen ist die Oberfläche einer „Rauheit-S-L-Oberfläche“ gleichwertig. Siehe h in Bild 2.

Anmerkung 3 zum Begriff: Eine Reihe von S-L-Oberflächen kann mit kleiner Bandbreite unter Verwendung eines S-Filters und eines L-Filters sowie naher (oder gleicher) Verfeinerungsindizes erzeugt werden, um eine mehrskalige Untersuchung der Oberfläche zu erzielen. Siehe Bild 3.



- a kleine Skala
- b große Skala
- c S-Filter
- d L-Filter
- e F-Operator
- f S-F-Oberfläche
- g S-F-Oberfläche (siehe Anmerkung 3 zu 3.1.7)
- h S-L-Oberfläche (siehe Anmerkung 2 zu 3.1.8)

Bild 2 — Zusammenhänge zwischen S-Filter, L-Filter, F-Operator sowie S-F und S-L-Oberflächen

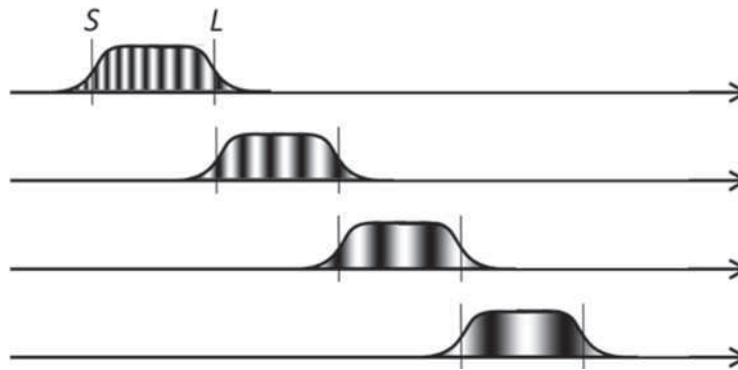


Bild 3 — Beispiel von Bandpassfiltern, verwendet zur Erzeugung einer Reihe von S-L-Oberflächen

3.1.9

skalenbegrenzte Oberfläche

S-F-Oberfläche oder S-L-Oberfläche

3.1.10

Bezugsfläche

Oberfläche, welche der skalenbegrenzten Oberfläche entsprechend einem Kriterium zugeordnet ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Diese Bezugsfläche wird für Parameter der Oberflächenbeschaffenheit verwendet.

Anmerkung 2 zum Begriff: Beispiele für Bezugsflächen schließen Ebenen, Zylinder und Kugeln ein.

3.1.11

Auswertebereich

Teil der skalenbegrenzten Oberfläche zur Festlegung der auszuwertenden Fläche

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe ISO 25178-3 für weitere Information.

3.1.12

Definitionsbereich

Teil des Auswertebereichs zur Definition der Parameter, die die skalenbegrenzte Oberfläche beschreiben

Anmerkung 1 zum Begriff: In diesem gesamten Dokument werden das Formelzeichen A für den Zahlenwert des Definitionsbereichs und das Formelzeichen $\hat{A}$ für den Integrationsbereich verwendet.

3.2 Begriffe für geometrische Parameter

3.2.1

Flächenparameter

aus allen Punkten einer skalenbegrenzten Oberfläche definierter Parameter

Anmerkung 1 zum Begriff: Flächenparameter werden im Abschnitt 4 festgelegt.

3.2.2

Topographieparameter

aus einer Untermenge vorab festgelegter topographischer Elemente der skalenbegrenzten Oberfläche abgeleitete Parameter

Anmerkung 1 zum Begriff: Topographieparameter werden im Abschnitt 5 festgelegt.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die Parameter S_p , S_v und S_z entsprechen der Definition der Topographieparameter, werden aber aus historischen Gründen als Flächenparameter angesehen.

3.2.3

V-Parameter

Flächenparameter des mit Material gefüllten oder leeren Volumens

3.2.4

S-Parameter

Flächen- oder Topographieparameter, welcher kein V-Parameter ist

3.2.5

Höhe

Wert der Ordinate

$z(x,y)$

vorzeichenbehafteter Abstand von der Bezugsoberfläche zur skalenbegrenzten Oberfläche

Anmerkung 1 zum Begriff: In diesem gesamten Dokument wird der Begriff „Höhe“ entweder für einen Abstand oder für eine absolute Koordinate verwendet. Beispiel: Sz, die maximale Höhe, ist ein Abstand und Sp, die maximale Spitzenhöhe, ist eine absolute Höhe.

3.2.5.1

Tiefe

entgegengesetzter Wert der Höhe

3.2.6

lokaler Gradientenvektor

$\left(\frac{\partial z(x,y)}{\partial x}, \frac{\partial z(x,y)}{\partial y} \right)$

erste Ableitung entlang x und entlang y der skalenbegrenzten Oberfläche an der Position x,y

Anmerkung 1 zum Begriff: Zu Einzelheiten der Anwendung siehe Anhang E.

3.2.7

lokale mittlere Krümmung

arithmetisches Mittel der wesentlichen Krümmungen an der Position x,y

Anmerkung 1 zum Begriff: Die wesentlichen Krümmungen sind zwei Zahlenwerte, k_1 und k_2 , welche für die größte und kleinste Krümmung an einem Punkt stehen. Somit ist die lokale mittlere Krümmung: $\frac{k_1+k_2}{2}$.

Anmerkung 2 zum Begriff: Zu Einzelheiten der Anwendung siehe Anhang E.

3.2.8

Materialanteil

Verhältnis der Fläche des Oberflächenanteils, der von einer Ebene in der Höhe c geschnitten wird, zur Fläche des Auswertebereichs

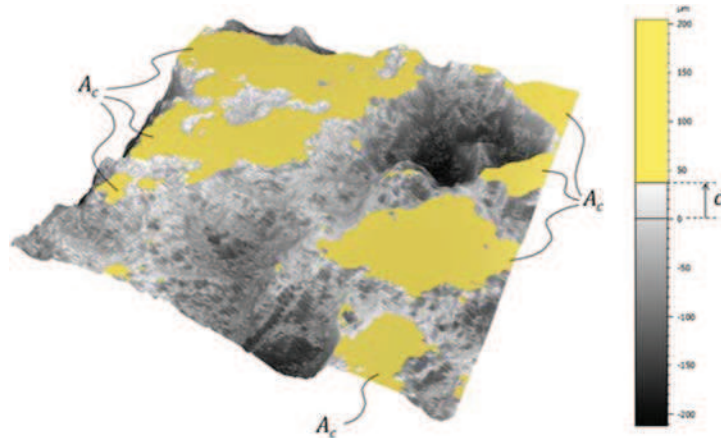
$$M_r(c) = \frac{A_c(c)}{A}$$

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Kurve, welche den Materialanteil als Funktion der Höhe darstellt, wird auch als Abbott-Firestone-Kurve bezeichnet.

Anmerkung 2 zum Begriff: Der Materialanteil kann in Prozent oder als Wert zwischen 0 und 1 angegeben werden.

Anmerkung 3 zum Begriff: Siehe Bild 4.

Anmerkung 4 zum Begriff: Zur Bestimmung der Materialanteilkurve siehe Anhang E.



Legende

c Schnitthöhe c

A_c Flächenanteile, die von der Ebene in der Höhe c geschnitten werden

Bild 4 — Fläche des von einer Ebene in der Höhe c geschnittenen Oberflächenteils

3.2.9

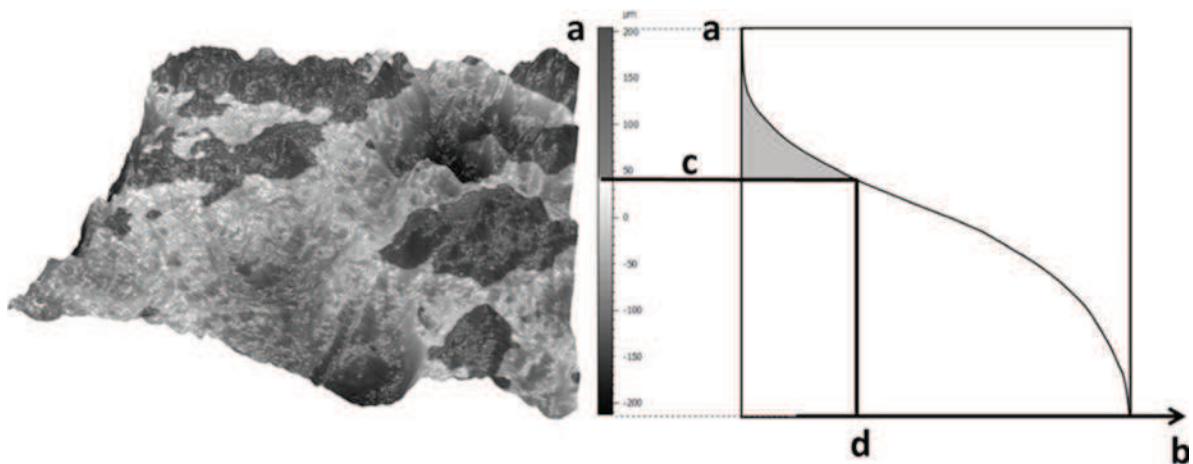
Materialanteilkurve

Materialanteilfunktion

Funktion, welche den flächenhaften Materialanteil der skalenbegrenzten Oberfläche als Funktion der Höhe darstellt

Anmerkung 1 zum Begriff: Diese Funktion kann als Beispiel der kumulativen Häufigkeitsfunktion der Ordinatenwerte $z(x,y)$ innerhalb des Auswertebereichs aufgefasst werden. Siehe Anhang E.

Anmerkung 2 zum Begriff: Siehe Bild 5.



Legende

a Höhe

b Materialanteil, in Prozent

c Schnitthöhe c

d Materialanteil bei Höhe c

Bild 5 — Materialanteilkurve

3.2.10

inverser Materialanteil

$C(m_r)$

Höhe, bei der ein gegebener Materialanteil m_r , in Prozent, erfüllt ist

$$C(m_r) = M_r^{-1}(m_r)$$

3.2.11

Höhendichtekurve

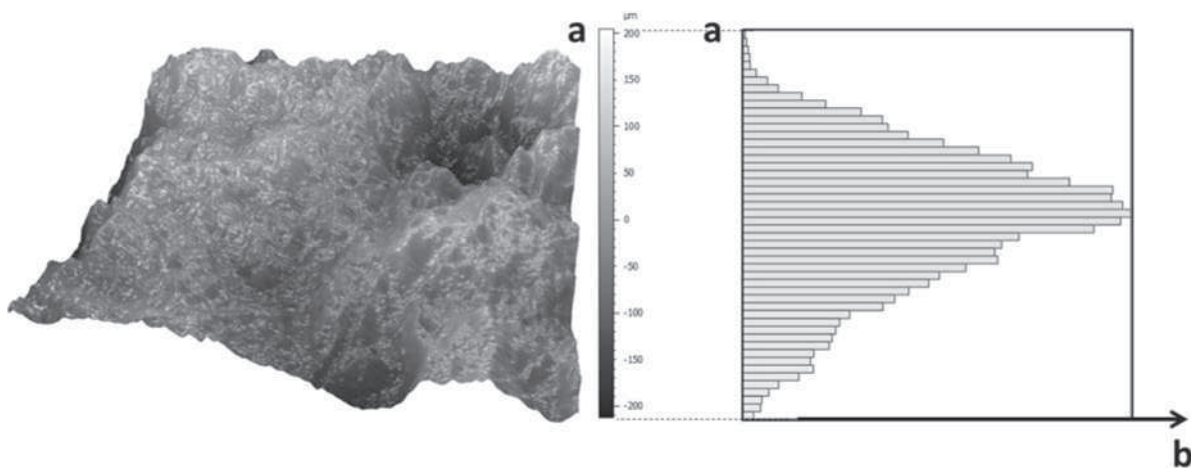
Höhendichtefunktion

$h(c)$

Kurve, welche die Dichte der Höhe des skalenbegrenzten Profils z , in Prozent, darstellt

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

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe Bild 6.



Legende

- a Höhe
- b Dichte, in Prozent

Bild 6 — Höhendichtekurve

3.2.12

Autokorrelationsfunktion

$f_{ACF}(t_x, t_y)$

Funktion, welche die Korrelation zwischen einer Oberfläche und derselben um (t_x, t_y) verschobenen Oberfläche beschreibt

$$f_{ACF}(t_x, t_y) = \frac{\iint_B z(x, y)z(x + t_x, y + t_y) dx dy}{\iint_B z^2(x, y) dx dy}$$

wobei B die Schnittfläche der beiden Oberflächen an den Verschiebungen t_x und t_y ist

3.2.13

Fourier-Transformation

$F(p, q)$

Operator, welcher die Höhenordinatenwerte der skalenbegrenzten Oberfläche in den Fourier-Raum transformiert

$$F(p, q) = \iint_A z(x, y) e^{-(ipx + iqy)} dx dy$$

Anmerkung 1 zum Begriff: Die hier definierte Fourier-Transformation verwendet eine begrenzte Unterstützung A und ist somit eine Annäherung der mathematischen Funktion, die als Fourier-Transformation bezeichnet wird und unbegrenzte Unterstützung hat.

3.2.13.1

Winkelleistungsspektrum

$F(r, s)$

Fourier-Transformation, ausgedrückt in Polarkoordinaten, bezüglich einer Bezugsrichtung θ_{ref} in der Ebene des Definitionsbereichs

$$F(r, s) = F(r \cos(s - \theta_{ref}), r \sin(s - \theta_{ref}))$$

dabei ist r eine Ortsfrequenz, s die festgelegte Richtung und F die Fourier-Transformationsfunktion

Anmerkung 1 zum Begriff: Die positive x-Achse ist die Bezugsachse der Winkelfestlegung (Nullpunkt).

Anmerkung 2 zum Begriff: Der Winkel ist als positiv im Gegenuhrzeigersinn von der x-Achse ausgehend festgelegt.

3.2.13.2

Winkelamplitudendichte

Winkelamplitudenverteilung

$f_{AAD}(s)$

integrierte Amplitude des Winkelleistungsspektrums für eine gegebene Richtung s

$$f_{AAD}(s) = \int_{R_1}^{R_2} |F(r, s)| r dr$$

dabei ist r eine Ortsfrequenz, R_1 bis R_2 ($R_1 < R_2$) der Integrationsbereich der Frequenzen in radialer Richtung, s die festgelegte Richtung und F die Fourier-Transformationsfunktion

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Begriff „Dichte“ bezieht sich auf den Wert bei einem gegebenen Winkel, und der Begriff „Verteilung“ bezieht sich auf die Kennlinie, welche die Werte für alle Winkel darstellt.

3.2.13.3

Winkelleistungsdichte

Winkelleistungsverteilung

$f_{\text{APD}}(s)$

integrierte Quadratamplitude des Winkelleistungsspektrums für eine gegebene Richtung s

$$f_{\text{APD}}(s) = \int_{R_1}^{R_2} |F(r, s)|^2 r \, dr$$

dabei ist r eine Ortsfrequenz, R_1 bis R_2 ($R_1 < R_2$) der Integrationsbereich der Frequenzen in radialer Richtung, s die festgelegte Richtung und F die Fourier-Transformationsfunktion

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Begriff „Dichte“ bezieht sich auf den Wert bei einem gegebenen Winkel, und der Begriff „Verteilung“ bezieht sich auf die Kennlinie, welche die Werte für alle Winkel darstellt.

3.2.14

Leistungsdichtespektrum

PSD

quadratische Größe der Fourier-Transformierten der Restoberflächenhöhenfunktion entlang einer Dimension unter Verwendung einer geeigneten Wichtungsfunktion

Anmerkung 1 zum Begriff: Das PSD (en: power density spectrum) beschreibt die Oberflächenbeschaffenheit im Kontext der Ortsfrequenz, was die Beschreibung und Beherrschung von Welligkeit in der Oberfläche ermöglicht.

Anmerkung 2 zum Begriff: Eine alternative und vergleichbare Funktion zur Beschreibung und Beherrschung der Oberflächenbeschaffenheit im Kontext der Ortsfrequenz ist die Autokovarianz (ACV, en: Auto-Covariance), gegeben durch das Überlappungsintegral verschobener und unverschobener 1D-Profilen über die Auswertlänge.

3.3 Begriffe für Geometrieelemente

3.3.1

Spitze

Punkt auf der Oberfläche, welcher höher als alle anderen Punkte in der Nachbarschaft dieses Punktes ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Es besteht eine theoretische Möglichkeit für ein Plateau. In der Praxis kann dies durch eine infinitesimale Kippung vermieden werden.

Anmerkung 2 zum Begriff: Siehe Bild 7.

3.3.1.1

Hügel

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

Anmerkung 1 zum Begriff: Diese Definition wird für Topographieparameter angewendet.

Anmerkung 2 zum Begriff: Siehe Bild 7.

3.3.1.2

Hügel

<Bezugsebene> (vom Material zum umgebenden Medium) nach außen gerichteter, zusammenhängender Teil der skalenbegrenzten Oberfläche über der Mittelebene

Anmerkung 1 zum Begriff: Diese Definition wird für Flächenparameter angewendet.

3.3.1.3

Ablauflinie

Kurve, welche benachbarte Hügel trennt

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe Bild 7.

3.3.2

Senke (Vertiefung)

Punkt auf der Oberfläche, welcher tiefer als alle anderen Punkte in der Nachbarschaft dieses Punktes ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Es besteht eine theoretische Möglichkeit für ein Plateau. In der Praxis kann dies durch eine infinitesimale Kippung vermieden werden.

Anmerkung 2 zum Begriff: Siehe Bild 8.

3.3.2.1

Tal

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

Anmerkung 1 zum Begriff: Diese Definition wird für Topographieparameter angewendet.

Anmerkung 2 zum Begriff: Siehe Bild 8.

3.3.2.2

Tal

<Bezugsebene> (vom umgebenden Medium zum Material) nach innen gerichteter, zusammenhängender Teil der skalenbegrenzten Oberfläche unter der Mittelebene

Anmerkung 1 zum Begriff: Diese Definition wird für Flächenparameter angewendet.

3.3.2.3

Kammlinie

Kurve, welche benachbarte Täler trennt

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe Bild 8.

3.3.3

Sattel

Punkt oder Menge von Punkten auf der skalenbegrenzten Oberfläche, in welchen sich Ablauflinien und Kammlinien schneiden

3.3.3.1

Sattelpunkt

Sattel, welcher aus einem Punkt besteht

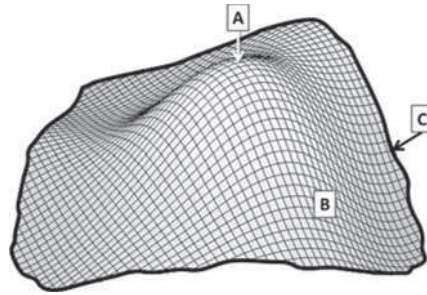


Bild 7 — Darstellung eines Hügels (B) im Kontext der Wasserscheidenzerlegung mit Spitze (A) und Abflusslinie (C)

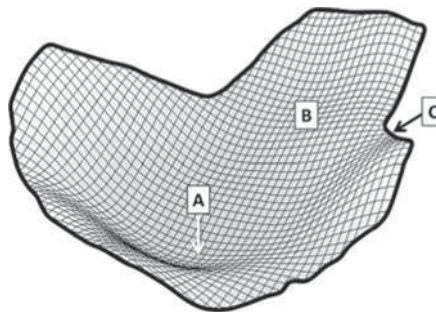


Bild 8 — Darstellung eines Tals (B) im Kontext der Wasserscheidenzerlegung mit Senke (A) und Kammlinie (C)

3.3.4

Motif

Hügel oder Tal, definiert mit Wasserscheidenzerlegung

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

Anmerkung 2 zum Begriff: Der Begriff „Motif“ entsprechend der Definition auf einem Profil nach ISO 12085 ist der Querschnitt eines Tals.

3.3.5

topographisches Element

Flächenelement, Linienelement oder Punktelement auf einer skalenbegrenzten Oberfläche

3.3.5.1

Flächenelement

Hügel oder Tal

3.3.5.2

Linienelement

Abflusslinie oder Kammlinie

3.3.5.3

Punktelement

Spitze, Senke oder Sattelpunkt

3.3.6

Konturlinie

Kurve auf der Oberfläche, welche aus benachbarten Punkten gleicher Höhe besteht

3.3.7

Zerlegung

Verfahren, welches eine skalenbegrenzte Oberfläche in unterschiedliche Elemente zerlegt

3.3.7.1

Zerlegungsfunktion

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

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

Anmerkung 2 zum Begriff: Eine vollständige mathematische Beschreibung der Zerlegungsfunktion und der Zerlegungsmerkmale findet sich bei Scott (2004) (siehe [22]) und in ISO 16610-85.

3.3.8

Änderungsbaum

Graph, in welchem jede Konturlinie als Punkt über der Höhe aufgetragen ist, derart das benachbarte Konturlinien benachbarten Punkten im Graphen entsprechen

Anmerkung 1 zum Begriff: Spitzen und Senken werden im Änderungsbaum durch die Enden von Linien dargestellt. Sattelpunkte werden im Änderungsbaum durch verbundene Linien dargestellt. Zu weiteren den Änderungsbaum betreffenden Einzelheiten siehe ISO 16610-85, Anhang A.

3.3.8.1

Beschneidung

Verfahren zur Vereinfachung eines Änderungsbaums, wobei Linien von Spitzen (oder Senken) zu ihren nächstgelegenen Sattelpunkten entfernt werden

3.3.8.2

lokale Hügelhöhe

Differenz zwischen der Höhe einer Spitze und der Höhe des nächstliegenden verbundenen Sattels im Änderungsbaum

3.3.8.3

lokale Taltiefe

Differenz zwischen der Höhe des nächstliegenden verbundenen Sattels im Änderungsbaum und der Höhe einer Senke

3.3.8.4

Wolf-Beschneidung

Beschneidung, bei der Linien von der Spitze (Senke) mit der kleinsten lokalen Hügelhöhe (lokalen Taltiefe) bis zur Spitze (Senke) mit einer festgelegten lokalen Hügelhöhe (lokalen Taltiefe) aus dem Änderungsbaum entfernt werden

Anmerkung 1 zum Begriff: Die lokalen Hügelhöhen (lokalen Taltiefen) werden sich während der Wolf-Beschneidung verändern, weil ein Entfernen von Linien aus dem Änderungsbaum auch den zugeordneten Sattelpunkt entfernt.

3.3.9

Höhenunterscheidungsvermögen

kleinste lokale Hügelhöhe oder lokale Taltiefe der skalenbegrenzten Oberfläche, welche während der Wolf-Beschneidung in Betracht gezogen werden sollte

Anmerkung 1 zum Begriff: Die kleinste Wolf-Spitzenhöhe oder Wolf-Senkenhöhe werden standardmäßig als Bruchteil von Sz (4.1.6) in Prozent festgelegt.

4 Definition der Flächenparameter

4.1 Allgemeines

Bei den nachstehend angegebenen terminologischen Einträgen wird jede Benennung gefolgt von ihrem Parameter-Formelzeichen angegeben. Parameter-Formelzeichen werden bei Verwendung im Satz mit Kleinbuchstaben als Suffix (wie z. B. S_q) und bei Verwendung in Gleichungen mit tiefgestellten Kleinbuchstaben (wie z. B. S_q) angegeben, um eine Fehlinterpretation von zusammengesetzten Buchstaben als ein Zeichen der Multiplikation zwischen Größen in Gleichungen zu vermeiden. Die in Kleinbuchstaben angegebenen Parameter werden in Produktdokumentationen, Zeichnungen und Datenblättern verwendet.

4.2 Höhenparameter

4.2.1 Allgemeines

Alle Höhenparameter sind über dem Definitionsbereich A festgelegt. Das Formelzeichen A steht für den Wert des Definitionsbereichs und das Formelzeichen $\tilde{A}$ für den Integrationsbereich.

4.2.2

mittlere quadratische Höhe

S_q

mittlerer quadratischer Wert der Ordinatenwerte

$$S_q = \sqrt{\frac{1}{A} \iint_{\tilde{A}} z^2(x, y) dx dy}$$

4.2.3

Schiefe

S_{sk}

Quotient der mittleren dritten Potenz der Ordinatenwerte und der dritten Potenz von S_q

$$S_{sk} = \frac{1}{AS_q^3} \iint_{\tilde{A}} z^3(x, y) dx dy$$

4.2.4

Kurtosis

S_{ku}

Quotient der mittleren vierten Potenz der Ordinatenwerte und der vierten Potenz von S_q

$$S_{ku} = \frac{1}{AS_q^4} \iint_{\tilde{A}} z^4(x, y) dx dy$$

4.2.5

maximale Spitzenhöhe

S_p

größter Wert der Spitzenhöhe

4.2.6

maximale Senkentiefe

S_v

größter Wert der Senkentiefe

Anmerkung 1 zum Begriff: S_v ist stets eine positive Größe, da die Mittelebene stets höher als die tiefste Senke liegt.

4.2.7

maximale Höhe

S_z

Summe des größten Wertes der Spitzenhöhe und des größten Wertes der Senkentiefe

4.2.8

mittlere arithmetische Höhe

S_a

arithmetischer Mittelwert der absoluten Ordinatenwerte

$$S_a = \frac{1}{A} \iint_{\tilde{A}} |z(x, y)| dx dy$$

4.3 Räumliche Parameter

4.3.1 Allgemeines

Alle räumlichen Parameter sind über dem Definitionsbereich A festgelegt. Das Formelzeichen A steht für den Wert des Definitionsbereichs und das Formelzeichen $\tilde{A}$ für den Integrationsbereich.

4.3.2

Autokorrelationslänge

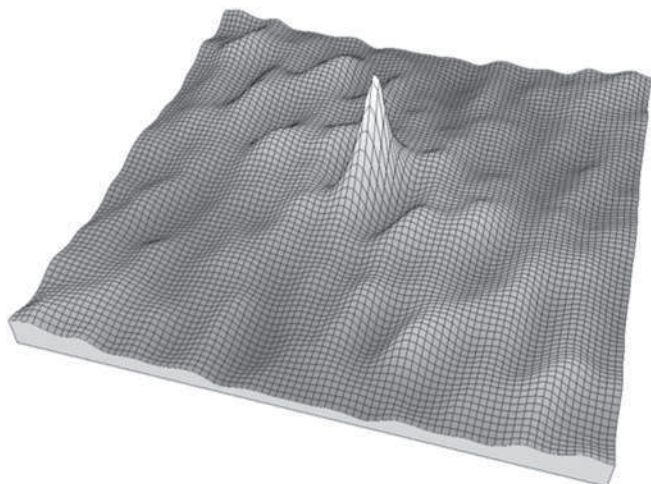
S_{al}

horizontaler Abstand der Autokorrelationsfunktion $f_{ACF}(t_x, t_y)$ mit dem schnellsten Abklingen auf einen vorgegebenen Wert s , mit $0 \leq s < 1$

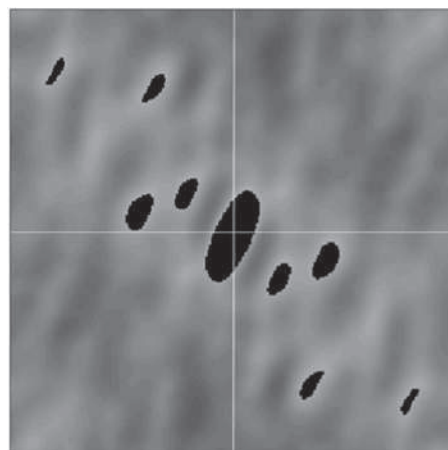
$$S_{al} = \min_{t_x, t_y \in R} \sqrt{t_x^2 + t_y^2} \text{ wobei } R = \{(t_x, t_y): f_{ACF}(t_x, t_y) \leq s\}$$

Anmerkung 1 zum Begriff: Wenn nichts anderes festgelegt ist, kann der Wert für s der Norm ISO 25178-3 entnommen werden.

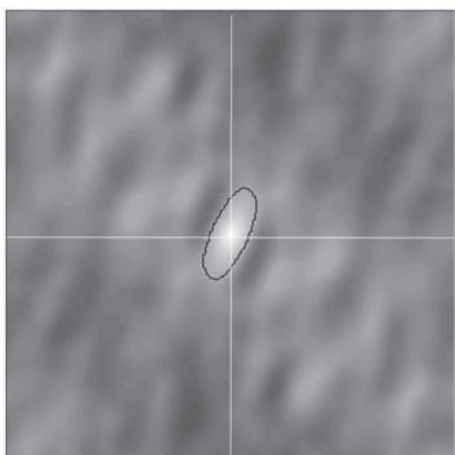
Anmerkung 2 zum Begriff: Eine grafische Darstellung des Verfahrens zur Berechnung von S_{al} ist im Bild 9 gezeigt.



a) Autokorrelationsfunktion der Oberfläche

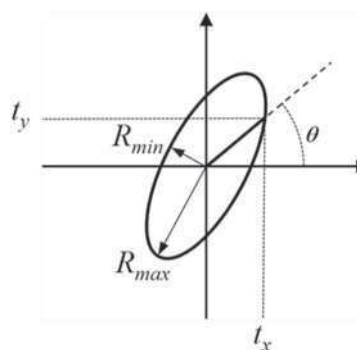


b) Schwelle für die Autokorrelationsfunktion bei s (die schwarzen Stellen liegen oberhalb der Schwelle)



c) Begrenzung der Schwelle des zentralen Schwellenanteils

$$S_{al} = R_{min} \quad S_{tr} = \frac{R_{min}}{R_{max}}$$



d) Polarkoordinaten, welche zu Autokorrelationslängen in unterschiedlichen Richtungen führen

Bild 9 — Verfahren zur Berechnung von S_{al} und S_{tr}

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Mittellappen der schwellwertbehafteten Autokorrelation kann eine beliebige Form aufweisen und ist nicht immer elliptisch.

4.23.3

Seitenverhältnis der Oberflächenbeschaffenheit

Str

Verhältnis des horizontalen Abstandes der Autokorrelationsfunktion $f_{ACF}(t_x, t_y)$ mit dem schnellsten Abklingen auf einen vorgegebenen Wert s zum horizontalen Abstand der Autokorrelationsfunktion $f_{ACF}(t_x, t_y)$ mit dem langsamsten Abklingen, wobei $0 \leq s < 1$

$$S_{tr} = \frac{\min_{t_x, t_y \in R} \sqrt{t_x^2 + t_y^2}}{\max_{t_x, t_y \in Q} \sqrt{t_x^2 + t_y^2}}$$

Dabei ist:

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

$$Q = \{(t_x, t_y): f_{ACF}(t_x, t_y) \geq s\}$$

Anmerkung 1 zum Begriff: Wenn nichts anderes festgelegt ist, kann der Wert für s der Norm ISO 25178-3 entnommen werden.

Anmerkung 2 zum Begriff: Eine grafische Darstellung des Verfahrens zur Berechnung von S_{tr} ist im Bild 9 gezeigt.

4.3.4

Texturrichtung

Std

Winkel des absoluten Höchstwertes der Winkelamplitudendichte bezogen auf eine Bezugsrichtung θ

Anmerkung 1 zum Begriff: $s = S_{td}$ maximiert den Absolutwert von $f_{AAD}(s - \theta)$.

4.4 Hybridparameter

4.4.1 Allgemeines

Alle Hybridparameter sind über dem Definitionsbereich A festgelegt. Das Formelzeichen A steht für den Wert des Definitionsbereichs und das Formelzeichen $\tilde{A}$ für den Integrationsbereich.

4.4.2

mittlerer quadratischer Gradient

Sdq

mittlerer quadratischer Gradient der Oberfläche

$$S_{dq} = \sqrt{\frac{1}{A} \iint_{\tilde{A}} \left[\left(\frac{\partial z(x, y)}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial z(x, y)}{\partial y} \right)^2 \right] dx dy}$$

Anmerkung 1 zum Begriff: Zu Einzelheiten der Anwendung siehe Anhang D.

4.4.3

entwickeltes Übergangsflächenverhältnis

S_{dr}

Verhältnis des Zuwachses der Übergangsfläche einer skalenbegrenzten Oberfläche innerhalb des Definitionsbereichs über dem Definitionsbereich

$$S_{dr} = \frac{1}{A} \iint_{\tilde{A}} \left(\sqrt{1 + \left(\frac{\partial z(x, y)}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial z(x, y)}{\partial y} \right)^2} - 1 \right) dx dy$$

Anmerkung 1 zum Begriff: Zu Einzelheiten der Anwendung siehe Anhang D.

4.5 Funktionen und damit zusammenhängende Parameter

4.5.1

flächenhafter Materialanteil

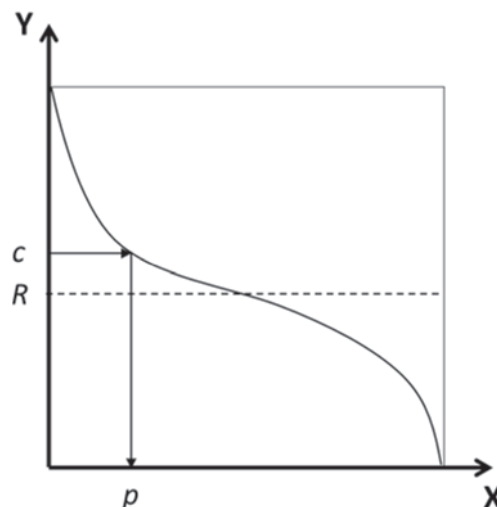
S_{mr}(c)

Materialverhältnis p der Fläche des Materials für eine festgelegte Höhe c zur Fläche des Auswertebereichs

Anmerkung 1 zum Begriff: S_{mr} wird üblicherweise in Prozent angegeben.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die Höhe c wird ausgehend von der Bezugshöhe R ermittelt. Siehe Bild 10. Die Bezugshöhe wird durch die Bezugsebene bestimmt.

Anmerkung 3 zum Begriff: Diese Funktion steht im Zusammenhang mit den kumulativen Häufigkeitsfunktionen der Ordinatenwerte.



Legende

- X flächenhafter Materialanteil, in Prozent
- Y Höhe
- c Schnitthöhe
- p Materialanteil
- R Bezugshöhe

Bild 10 — Flächenhafter Materialanteil

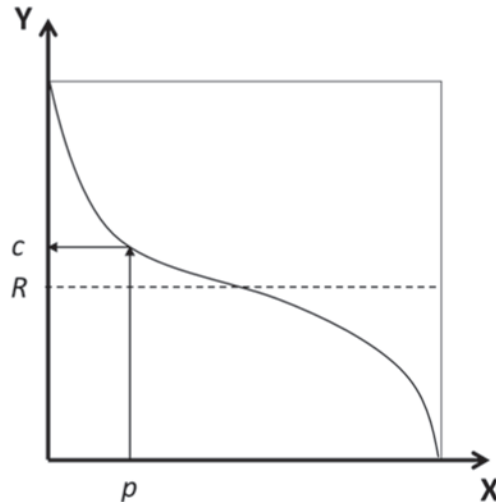
4.4.2

inverser flächenhafter Materialanteil

$S_{mc}(p)$

Höhe c , welcher ein vorgegebener Materialanteil p zugeordnet werden kann

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Höhe c wird ausgehend von der Bezugshöhe R ermittelt. Siehe Bild 11. Die Bezugshöhe wird durch die Bezugsebene bestimmt.



Legende

X flächenhafter Materialanteil, in Prozent

Y Höhe

c Schnitthöhe

p Materialanteil

R Bezugshöhe

Bild 11 — Inverser flächenhafter Materialanteil

4.4.3

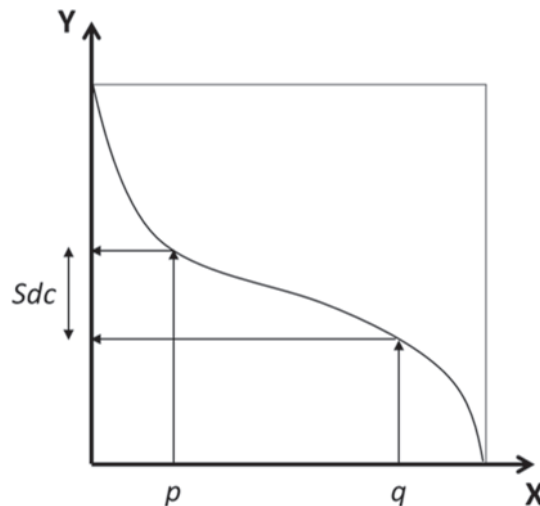
Materialanteil-Höhendifferenz

S_{dc}

Differenz der Höhen für die Materialanteile p und q

$$S_{dc} = S_{mc}(p) - S_{mc}(q) \quad \text{mit } p < q$$

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Standardwerte für p und q sind in ISO 25178-3 zu finden. Siehe Bild 12.



Legende

X flächenhafter Materialanteil, in Prozent
Y Höhe

Bild 12 — Materialanteil-Höhendifferenz

4.4.4

flächenhafter Parameter für geschichtete Funktionsflächen

Parameter, der den flächenhaften Materialanteil der skalenbegrenzten Oberfläche als Funktion der Höhe darstellt

4.4.4.1

Kern der Oberfläche

skalenbegrenzte Oberfläche unter Ausschluss der hervorstehenden Spitzen und tiefen Tälern

Anmerkung 1 zum Begriff: Die in dieser Definition verwendeten Begriffe Hügel und Täler beziehen sich auf die Definitionen 3.3.1.2 und 3.3.2.2, werden jedoch durch eine schwellwertgebende Ebene statt der Mittelebene bestimmt. Siehe Bild 12.

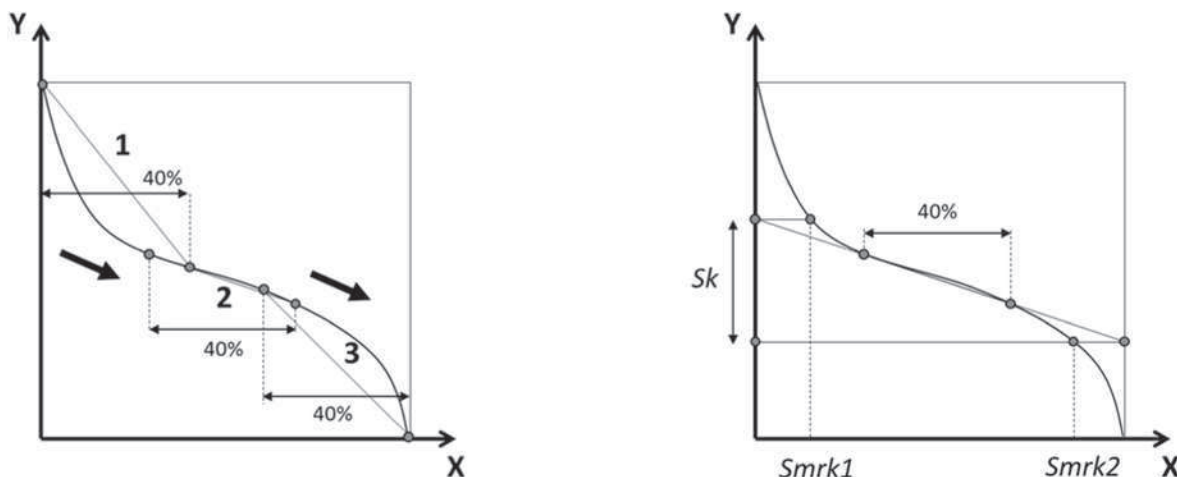
4.4.4.2

Kernhöhe

Sk

Abstand zwischen dem höchsten und tiefsten Niveau des Kerns der Oberfläche

Anmerkung 1 zum Begriff: Zu Erläuterungen des Verfahrens zur Festlegung der Position der gleichwertigen Geraden siehe Bild 13 und Anhang B.



Legende

X	flächenhafter Materialanteil
Y	Position der Schnittlinie
1, 3	Sekanten
2	Sekante mit dem kleinsten Gradienten
Sk	Kernhöhe
$Smrk1, Smrk2$	Materialanteile

Bild 13 — Berechnung von Sk , $Smrk1$ und $Smrk2$

4.4.4.3

reduzierte Spitzenhöhe

Spk

Höhe der hervorstehenden Spitzen oberhalb des Kerns der Oberfläche nach dem Reduktionsvorgang

Anmerkung 1 zum Begriff: Der in Anhang B beschriebene Reduktionsvorgang verringert die Auswirkung von Ausreißerwerten auf diesen Parameter.

4.4.4.3.1

maximale Spitzenhöhe

$Spkx$

Höhe der hervorstehenden Spitzen oberhalb des Kerns der Oberfläche vor dem Reduktionsvorgang

4.4.4.4

reduzierte Senkentiefe

Svk

Tiefe der hervorstehenden Senken unterhalb des Kerns der Oberfläche nach dem Reduktionsvorgang

Anmerkung 1 zum Begriff: Der in Anhang B beschriebene Reduktionsvorgang verringert die Auswirkung von Ausreißerwerten auf diesen Parameter.

4.4.4.4.1

maximale Senkentiefe

$Svkx$

Tiefe der hervorstehenden Senken unterhalb des Kerns der Oberfläche vor dem Reduktionsvorgang

4.4.4.5

Materialanteil der Hügel

Smrk1

Materialanteil an der Schnittlinie, welche die hervorstehenden Hügel vom Kern der Oberfläche trennt

Anmerkung 1 zum Begriff: Das Verhältnis wird in Prozent ausgedrückt.

4.4.4.6

Materialanteil der Täler

Smrk2

Materialanteil an der Schnittlinie, welche die hervorstehenden Täler vom Kern der Oberfläche trennt

Anmerkung 1 zum Begriff: Das Verhältnis wird in Prozent ausgedrückt.

4.4.4.7

Fläche der Hügel

Sak1

Fläche des während des Reduktionsvorgangs der hervorstehenden Hügel erhaltenen Dreiecks

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Höhe des Dreiecks ist Spk und seine Basislänge ist Smrk1.

4.4.4.8

Fläche der Täler

Sak2

Fläche des während des Reduktionsvorgangs der hervorstehenden Täler erhaltenen Dreiecks

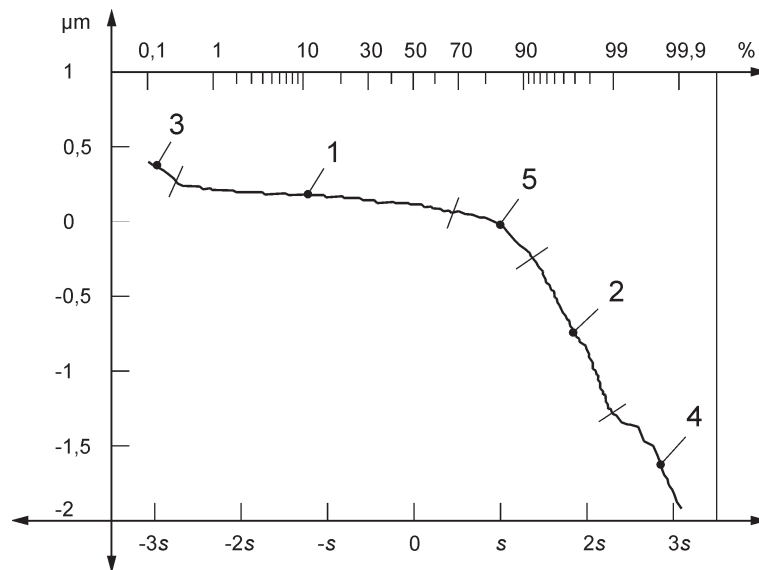
Anmerkung 1 zum Begriff: Die Höhe des Dreiecks ist Sv_k und seine Basislänge ist 100 % – Smrk2.

4.4.4.9

flächenhafte Materialhäufigkeitskurve

Darstellung der flächenhaften Materialanteilkurve, bei welcher der Materialanteil durch den Wert der Standardabweichung einer Gauß-Verteilung ausgedrückt wird, linear aufgetragen entlang der horizontalen Achse

Anmerkung 1 zum Begriff: Diese Skala wird linear in Standardabweichungen der Gauß-Verteilung entsprechend ausgedrückt. In dieser Skala wird die Materialanteilkurve einer Gauß-Verteilung eine Gerade. Für geschichtete Oberflächen, die aus zwei Gauß-Verteilungen bestehen, zeigt die Materialhäufigkeitskurve zwei lineare Bereiche (siehe 1 und 2 im Bild 14).



Legende

- 1 Plateau-Bereich
- 2 Talbereich
- 3 Ausreißerspitzen (möglicherweise einschließlich Ablagerungen oder Schmutzpartikeln)
- 4 Ausreißertäler (möglicherweise tiefe Kratzer)
- 5 instabiler Bereich (Krümmung), eingeführt am Übergangspunkt Plateau-zu-Tal, auf einer Kombination von zwei Verteilungen beruhend

Bild 14 — Flächenhafte Materialhäufigkeitskurve

4.4.4.10

mittlere quadratische Abweichung der Täler

S_{vq}

Steigung einer linearen Regression durch den Bereich der Täler

Anmerkung 1 zum Begriff: S_{vq} kann demnach als der S_q -Wert, in Mikrometer, des Zufallsprozesses aufgefasst werden, welcher die Talkomponenten der Oberfläche erzeugt hat. Siehe Bild 15.

4.4.4.11

mittlere quadratische Abweichung des Plateaus

S_{pq}

Steigung einer linearen Regression durch den Bereich des Plateaus

Anmerkung 1 zum Begriff: S_{pq} kann demnach als der S_q -Wert, in Mikrometer, des Zufallsprozesses aufgefasst werden, welcher die Plateaukomponenten der Oberfläche erzeugt hat. Siehe Bild 15.

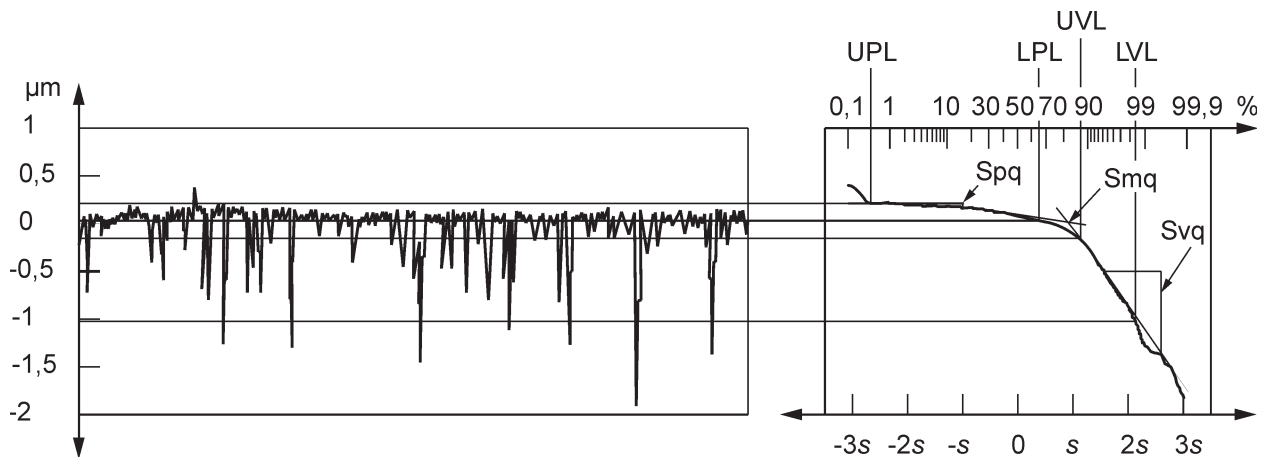
4.4.4.12

Materialanteil

S_{mq}

<Plateau-zu-Tal> flächenhaftes Materialverhältnis an der Schnittstelle Plateau-zu-Tal

Anmerkung 1 zum Begriff: Das Verhältnis wird in Prozent ausgedrückt. Siehe Bild 15.



Legende

- LPL unterer Plateau-Grenzwert
- LVL unterer Tal-Grenzwert
- UPL oberer Plateau-Grenzwert
- UVL oberer Tal-Grenzwert
- Smq relativer Materialanteil an der Schnittstelle Plateau-zu-Tal
- Spq Steigung einer linearen Regression durch den Bereich des Plateaus
- Svq Steigung einer linearen Regression durch den Bereich der Täler

In diesem Bild ist zur Vereinfachung ein Profil statt einer Fläche dargestellt. Das Prinzip ist das gleiche für eine Fläche.

Bild 15 — Skalenbegrenzte Oberfläche mit ihrer entsprechenden Materialhäufigkeitskurve und den Bereichen, welche zur Festlegung der Parameter Spq, Svq und Smq verwendet werden

4.4.5

leeres Volumen

V_v(p)

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

$$V_v(p) = \frac{K}{100\%} \int_p^{100\%} (S_{mc}(p) - S_{mc}(q)) dq \quad \text{mit } p < q$$

wobei K eine Konstante zur Umrechnung auf Milliliter je Quadratmeter oder Kubikmikrometer je Quadratmillimeter oder eine gleichwertige Einheit ist.

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe Bild 16.

4.4.5.1

leeres Volumen der Täler

V_{vv}

Volumen der Täler beim Materialanteil p

$$V_{vv} = V_v(p)$$

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Standardwerte für p können ISO 25178-3 entnommen werden.

Anmerkung 2 zum Begriff: Siehe Bild 16.

4.4.5.2

leeres Volumen des Kerns

V_{vc}

Differenz der leeren Volumina der Materialanteile p und q

$$V_{vc} = V_v(p) - V_v(q) \quad \text{mit } p < q$$

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Standardwerte für p und q sind in ISO 25178-3 zu finden.

Anmerkung 2 zum Begriff: Siehe Bild 16.

4.4.6

Materialvolumen

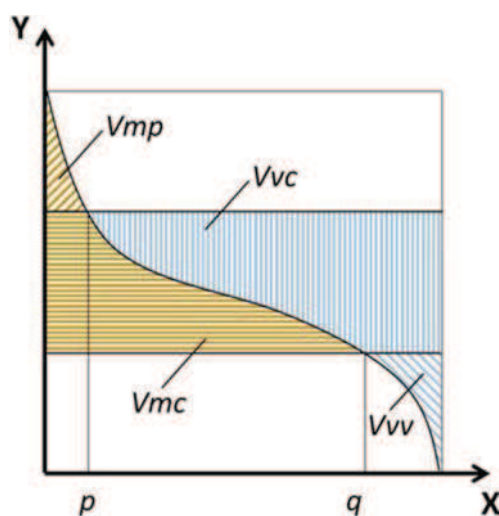
$V_m(p)$

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

$$V_m(p) = \frac{K}{100\%} \int_0^p [S_{mc}(q) - S_{mc}(p)] dq \quad \text{mit } p < q$$

wobei K eine Konstante zur Umrechnung auf Milliliter je Quadratmeter oder Kubikmikrometer je Quadratmillimeter oder eine gleichwertige Einheit ist.

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe Bild 16.



Legende

X flächenhafter Materialanteil, in Prozent
Y Höhe

Bild 16 — Parameter für das leere Volumen und das mit Material gefüllte Volumen

4.4.6.1

Spitzenmaterialvolumen

V_{mp}

Materialvolumen beim Materialanteil p

$$V_{mp} = V_m(p)$$

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Standardwert für p ist in ISO 25178-3 zu finden.

Anmerkung 2 zum Begriff: Siehe Bild 16.

4.4.6.2

Kernmaterialvolumen

V_{mc}

Differenz der Materialvolumina für die Materialanteile p und q

$$V_{mc} = V_m(q) - V_m(p) \quad \text{mit } p < q$$

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Standardwerte für p und q sind in ISO 25178-3 zu finden.

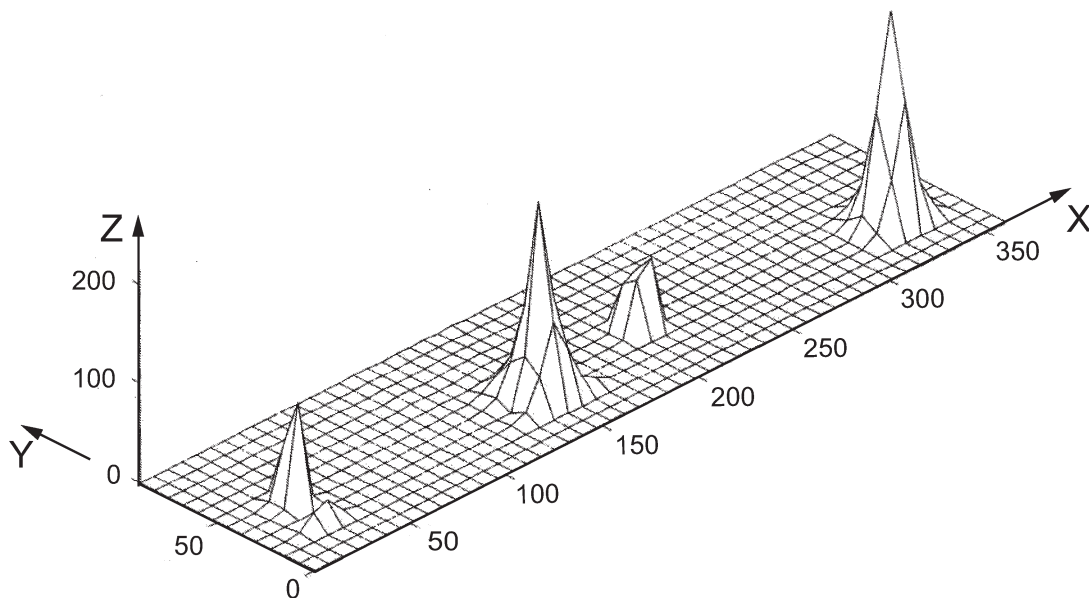
4.4.7

Gradientendichtefunktion

aus der skalenbegrenzten Oberfläche berechnete Dichtefunktion, welche die relative Häufigkeit als Funktion des Winkels des steilsten Gradienten $\alpha(x,y)$ und der Richtung des steilsten Gradienten $\beta(x,y)$, gemessen im Gegenuhrzeigersinn von der x -Achse aus, zeigt

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe Bild 17 für ein Beispiel der Dichtefunktion des Gradienten.

Anmerkung 2 zum Begriff: Siehe Bild 18 für den steilsten Gradienten α und die Richtung des steilsten Gradienten β .



Legende

- X Richtung des steilsten Gradienten, β in Grad
- Y steilster Gradient, α in Grad
- Z Häufigkeit des Auftretens

Bild 17 — Beispiel einer Gradientendichtefunktion

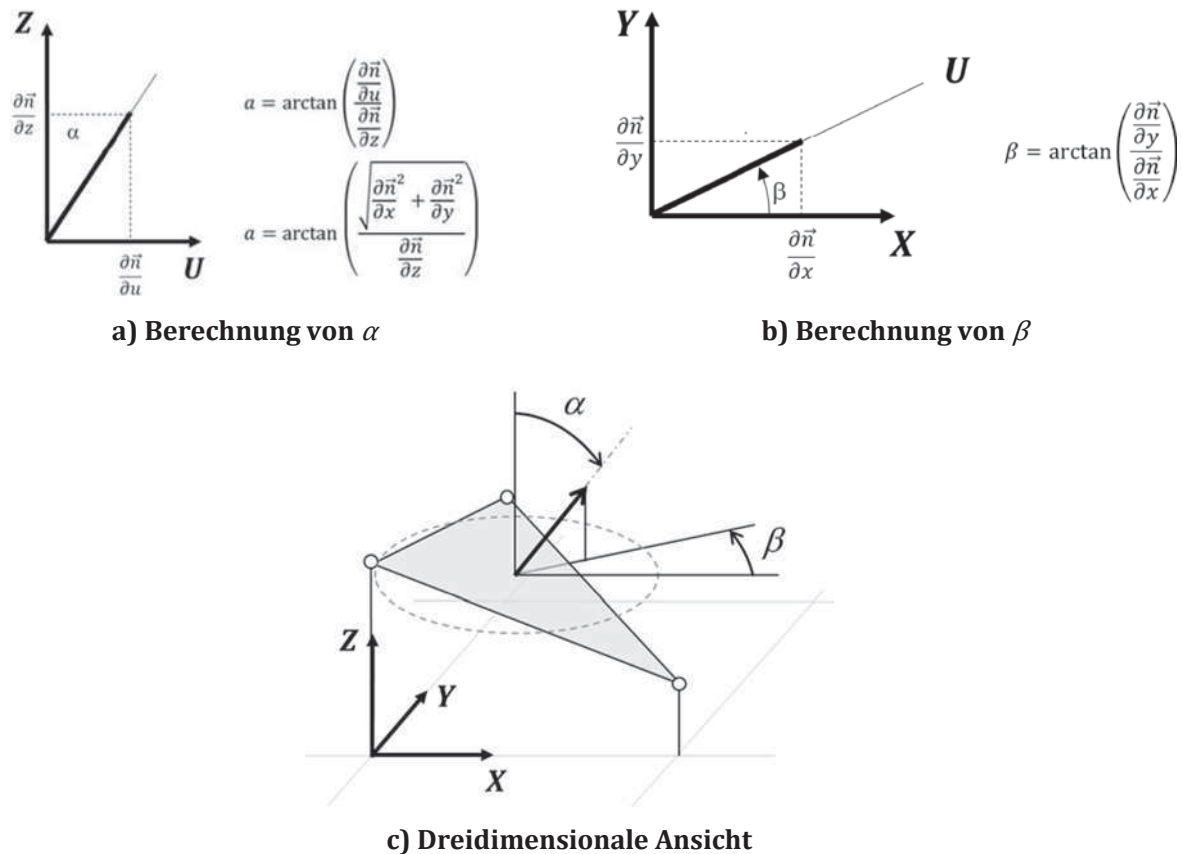


Bild 18 — Gradient α , vertikal bezogen auf die z-Achse berechnet, und Gradient β , horizontal bezogen auf die x-Achse berechnet

4.4.8 Mehrskalige geometrische (fraktale) Verfahren

4.4.8.1

Volumenskalenfunktion

Svs(c)

Volumen zwischen dem Ergebnis der morphologischen oberen Hüllfläche (Closing) und der unteren Hüllfläche (Opening) unter Verwendung einer ebenen quadratischen Fläche als strukturierendem Element, berechnet mit verschiedenen Skalen c als Darstellung des Maßes des strukturierenden Elements, multipliziert mit einer Konstante K zur Umrechnung auf Kubikmikrometer je Quadratmillimeter

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Volumenskalenfunktion wird üblicherweise als $\log(\text{Volumen})$ als Funktion von $\log(\text{Skala})$ aufgetragen.

4.4.8.1.1

obere Volumenskalenfunktion

Suvs(c)

Volumen zwischen dem Ergebnis der morphologischen oberen Hüllfläche (Closing-Operation) und des skalenbegrenzten Profils unter Verwendung eines pralleflachen Blocks als strukturierendes Element, berechnet mit verschiedenen Skalen c als Darstellung des Maßes des Horizontalschnitts des strukturierenden Elements, multipliziert mit einer Konstante K zur Umrechnung auf Kubikmikrometer je Quadratmillimeter

Anmerkung 1 zum Begriff: Die obere Volumenskalenfunktion wird üblicherweise als $\log(\text{Volumen})$ als Funktion von $\log(\text{Skala})$ aufgetragen.

Anmerkung 2 zum Begriff: Der pralleflache Block weist einen quadratischen Querschnitt des Maßes c in horizontaler Ebene und eine bei jedem Block variable Tiefe d auf. Zu Einzelheiten siehe Anhang A.

4.4.8.2

relative Fläche

Verhältnis der durch Überdeckung mit Dreiecken der gegebenen Fläche c erhaltenen Fläche zum Definitionsbereich

Anmerkung 1 zum Begriff: Zu Einzelheiten des Triangulationsverfahrens siehe Anhang A.

4.4.8.2.1

Flächenskalenfunktion

$Sas(c)$

relative Fläche, berechnet als Funktion der Skalen c

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Flächenskalenfunktion wird üblicherweise als $\log(\text{relative Fläche})$ als Funktion von $\log(\text{Skala})$ aufgetragen.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die Skala c repräsentiert die Fläche der dreieckigen Flächenstücke und wird ausgedrückt als Einheit der Seitenlänge zum Quadrat.

4.4.8.3

relative Länge

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

Anmerkung 1 zum Begriff: Die projizierte Länge L ist gewöhnlich kleiner als die Seitenlänge der Oberfläche.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die Längenskala kann auf jeder Linie oder jeder Säule einer Oberfläche berechnet werden. Sie wird dann als Mittelwert der mit Linien oder Säulen berechneten Werte angegeben.

4.4.8.3.1

Längenskalenfunktion

$Sls(c)$

Längenskala, berechnet als Funktion der Skalen c

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Längenskalenfunktion wird üblicherweise als $\log(\text{relative Länge})$ als Funktion von $\log(\text{Skala})$ aufgetragen.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die Skala c repräsentiert die Länge des Liniensegments und wird ausgedrückt als Einheit der Seitenlänge

4.4.8.4

Beobachtungsskala

Maß des strukturierenden Elements der Volumenskalenfunktion oder der Fläche der dreieckigen Flächenstücke oder der Flächenskalenfunktion oder der Länge der Liniensegmente der Längenskalenfunktion

4.4.8.5

fraktale Komplexität der Volumenskala

$Svsfc$

Komplexitätsparameter, berechnet als das 1 000-fache der Steigung der Volumenskalenfunktion innerhalb eines definierten Bereichs der Beobachtungsskala

4.4.8.5.1

fraktale Komplexität der Flächenskala

$Sasfc$

Komplexitätsparameter, berechnet als das –1 000-fache der Steigung der Flächenskalenfunktion innerhalb eines definierten Bereichs der Beobachtungsskala

4.4.8.5.2

fraktale Komplexität der Längenskala

Slsfc

Komplexitätsparameter, berechnet als das –1 000-fache der Steigung der Längenskalenfunktion innerhalb eines definierten Bereichs der Beobachtungsskala

4.4.8.6

Übergangsskala

Beobachtungsskala, bei welcher eine Änderung in der Steigung der Funktionen der Flächenskala oder der Volumenskala auftritt

Anmerkung 1 zum Begriff: Die die Änderung in der Steigung bezüglich der Skala nicht notwendigerweise plötzlich erfolgt, ist ein Verfahren notwendig, um die Skala zu ermitteln, bei welcher die Änderung auftritt.

4.4.8.6.1

glatt-rauh Übergangsskala

Ssrc(*t*)

die erste auftretende Übergangsskala beim Übergang von relativ großen Skalen, bei welchen die Oberfläche glatt erscheint, zu feineren Skalen, bei welchen die Oberfläche rau erscheint

Anmerkung 1 zum Begriff: Beginnend bei den größten Skalen hinab zu den kleinsten, wird die erste relative Fläche oder Volumenskala, welche den Schwellwert *t* überschreitet, verwendet, um den Wert Ssrc zu ermitteln.

Anmerkung 2 zum Begriff: Der Wert Ssrc ist die Skala, oberhalb welcher die fraktale Dimension näherungsweise gleich der euklidischen Dimension ist und unterhalb welcher sie wesentlich größer als die euklidische Dimension ist. Es wird eine Schwelle für die relative Fläche verwendet, um den Übergang in der Flächenskalenanalyse zu ermitteln (siehe Anhang A).

Anmerkung 3 zum Begriff: Der Schwellwert *t* kann als prozentualer Anteil *p* des Höchstwertes *m* der Flächenskalen- oder Volumenskalenfunktion gewählt werden:

$$t = 1 + p(m - 1)$$

Anmerkung 4 zum Begriff: Der Standardwert für den Schwellwert ist ISO 25178-3 zu entnehmen.

5 Charakterisierung der Elemente

5.1 Allgemeines

Für die topographischen Elemente sind keine bestimmten Elementparameter festgelegt, sondern es gibt statt dessen eine Werkzeugkiste mit Erkennungstechniken, welche dazu verwendet werden können, bestimmte Elemente auf einer skalenbegrenzten Oberfläche zu beschreiben.

Der Beschreibungsprozess für die Elemente (FC, en: feature characterization) hat fünf Phasen:

- Auswahl der Art des topographischen Elements (siehe Tabelle 1);
- Zerlegung (siehe Tabelle 2 zur Wahl der Größenkriterien);
- Ermittlung der wesentlichen Elemente (siehe Tabelle 3);
- Auswahl der Elementattribute (siehe Tabelle 4);
- Quantifizierung der Statistik der Elementattribute (siehe Bild 5).

Die im Bild 19 dargestellte Oberfläche wird in diesem Abschnitt durchgängig als ein Beispiel zur Veranschaulichung verwendet.