

DIN EN ISO 16610-31

ICS 17.040.30

Einsprüche bis 2015-10-21

Entwurf

**Geometrische Produktspezifikation (GPS) –
Filtration –
Teil 31: Robuste Profilfilter: Gaußsche Regressionsfilter
(ISO/DIS 16610-31:2015);
Deutsche und Englische Fassung prEN ISO 16610-31:2015**

Geometrical product specifications (GPS) –
Filtration –

Part 31: Robust profile filters: Gaussian regression filters (ISO/DIS 16610-31:2015);
German and English version prEN ISO 16610-31:2015

Spécification géométrique des produits (GPS) –
Filtrage –

Partie 31: Filtres de profil robustes: Filtres de régression gaussiens
(ISO/DIS 16610-31:2015);
Version allemande et anglaise prEN ISO 16610-31:2015

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2015-08-21 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

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

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal des DIN unter www.entwuerfe.din.de 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/stellungnahme 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 (Hausanschrift: Burggrafenstr. 6, 10787 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 34 Seiten

DIN-Normenausschuss Technische Grundlagen (NATG)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 16610-31:2015) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 213 „Dimensional and geometrical product specifications and verification“ (Sekretariat: DS, Dänemark) in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 290 „Geometrische Produktspezifikationen und -prüfung“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom AFNOR (Frankreich) gehalten wird.

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

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung der prEN ISO 16610-31 beigefügt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen Text.

Für die in diesem Dokument zitierten Internationalen Normen wird im Folgenden auf die entsprechenden Deutschen Normen hingewiesen:

ISO 16610-1	siehe DIN EN ISO 16610-1
ISO 16610-20	siehe DIN EN ISO 16610-20
ISO 16610-30*)	siehe DIN EN ISO 16610-30*)
ISO/IEC Guide 99	siehe Internationales Wörterbuch der Metrologie (VIM)**)

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

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

DIN EN ISO 16610-20, *Geometrische Produktspezifikation (GPS) — Filterung — Teil 20: Lineare Profilfilter: Grundlegende Konzepte*

DIN EN ISO 16610-30, *Geometrische Produktspezifikation (GPS) — Filterung — Teil 30: Robuste Profilfilter: Grundlegende Konzepte*

VIM, *Internationales Wörterbuch der Metrologie*

*) in Vorbereitung

**) Zu beziehen bei: Beuth Verlag GmbH, 10772 Berlin, Best.-Nr. 22472, ISBN 978-3-410-22472-3.

Geometrische Produktspezifikation (GPS) — Filterung — Teil 31: Robuste Profilfilter: Gaußsche Regressionsfilter (ISO/DIS 16610-31:2015)

Spécification géométrique des produits (GPS) — Filtrage — Partie 31 : Filtres de profil robustes: Filtres de régression gaussiens (ISO/DIS 16610-31:2015)

Geometrical product specifications (GPS) — Filtration — Part 31: Robust profile filters: Gaussian regression filters (ISO/DIS 16610-31:2015)

ICS:

Deskriptoren:

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

STD Version 2.5a

Inhalt

	Seite
Vorwort	3
Einleitung.....	4
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen	5
3 Begriffe	5
4 Robustes Gaußsches Regressionsfilter	6
4.1 Gewichtsfunktion.....	6
4.2 Filtergleichung	6
4.2.1 Allgemeines	6
4.2.2 Filtergleichung für das robuste Gaußsche Regressionsfilter für offene Profile.....	6
4.2.3 Filtergleichung für robuste Gaußsche Regressionsfilter für geschlossene Profile	8
4.2.4 Übertragungseigenschaften	9
5 Empfehlungen für den Nesting-Index (Grenzwerte λ_C).....	9
6 Filterbezeichnung	9
Anhang A (informativ) Beispiele	10
Anhang B (informativ) Zusammenhang mit dem Filter-Matrix-Modell.....	13
B.1 Allgemeines	13
B.2 Position im Filter-Matrix-Modell	13
Anhang C (informativ) Zusammenhang mit dem GPS-Matrix-Modell	14
C.1 Allgemeines	14
C.2 Informationen zu dieser Technischen Spezifikation und ihrer Anwendung	14
C.3 Position im GPS-Matrix-Modell	14
C.4 Verwandte Internationale Normen	14
Literaturhinweise	15

Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 16610-31:2015) 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 vom AFNOR gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur parallelen Umfrage vorgelegt.

EN ISO 16610 besteht aus den folgenden Teilen, unter dem allgemeinen Titel „*Geometrische Produktspezifikation (GPS) — Filterung*“:

- Teil 1: Überblick und grundlegende Konzepte
- Teil 20: Lineare Profilfilter: Grundlegende Konzepte
- Teil 21: Lineare Profilfilter: Gauß-Filter
- Teil 22: Lineare Profilfilter: Spline-Filter
- Teil 28: Lineare Profilfilter: Endeffekte
- Teil 29: Lineare Profilfilter: Spline-Wavelets
- Teil 30: Robuste Profilfilter: Grundlegende Konzepte
- Teil 31: Robuste Profilfilter: Gaußsche Regressionsfilter
- Teil 32: Robuste Profilfilter: Spline-Filter
- Teil 40: Morphologische Profilfilter: Grundlegende Konzepte
- Teil 41: Morphologische Profilfilter: Filter mit Kreisscheibe und horizontaler Strecke
- Teil 49: Morphologische Profilfilter: Skalenraumverfahren
- Teil 60: Lineare Flächenfilter: Grundlegende Konzepte
- Teil 61: Lineare Flächenfilter: Gauß-Filter
- Teil 71: Robuste Flächenfilter: Gaußsche Regressionsfilter
- Teil 85: Morphologische Flächenfilter: Segmentierung

Die folgenden Teile sind geplant:

- Teil 26: Lineare Profilfilter: Filterung von Datensätzen auf ebenen, nominal orthogonalen Gittern
- Teil 27: Lineare Profilfilter: Filterung von Datensätzen auf zylindrischen, nominal orthogonalen Gittern
- Teil 45: Morphologische Profilfilter: Segmentierung
- Teil 62: Lineare Flächenfilter: Spline-Filter
- Teil 69: Lineare Flächenfilter: Spline-Wavelets
- Teil 70: Robuste Flächenfilter: Grundlegende Konzepte
- Teil 72: Robuste Flächenfilter: Spline-Filter
- Teil 80: Morphologische Flächenfilter: Grundlegende Konzepte
- Teil 81: Morphologische Flächenfilter: Filter mit Kugel und horizontalem ebenen Segment
- Teil 89: Morphologische Flächenfilter: Skalenraumverfahren

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO/DIS 16610-31:2015 wurde vom CEN als prEN ISO 16610-31:2015 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

Einleitung

Dieser Teil von ISO 16610 ist eine Norm für die geometrische Produktspezifikation (GPS) und ist als eine globale GPS-Norm anzusehen (siehe ISO/TR 14638). Sie beeinflusst das Kettenglied 3 aller Normenketten.

Zu ausführlicheren Informationen zum Zusammenhang dieses Teils von ISO 16610 mit dem GPS-Matrix-Modell siehe Anhang C.

Der in ISO 14638 gegebene ISO/GPS-Masterplan gibt einen Überblick über das ISO/GPS-System, von dem dieses Dokument ein Bestandteil ist. Die in ISO 8015 gegebenen grundlegenden Regeln von ISO/GPS gelten für dieses Dokument. Falls nichts anderes angegeben ist, gelten die Default-Entscheidungsregeln nach ISO 14253-1 für Spezifikationen, die in Übereinstimmung mit diesem Dokument festgelegt wurden.

Dieser Teil von ISO 16610 entwickelt das Konzept des diskreten robusten Gaußschen Regressionsfilters. Der robuste Prozess verringert den Einfluss der tiefen Einschnitte und hohen Spitzen. Gegenstand dieses Teils von ISO 16610 ist das robuste Gaußsche Regressionsfilter des Grades $p = 2$ mit sehr gutem robustem Verhalten und Formapproximation für plateauartige funktionsrelevante technische Oberflächen.

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil von ISO 16610 legt die Merkmale des diskreten robusten Gaußschen Regressionsfilters für die Auswertung von Oberflächenprofilen mit impulsartigen Störungen sowie tiefen Einschnitten und hohen Spitzen fest.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. 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 16610-1:2006, *Geometrical product specifications (GPS) — Filtration — Part 1: Overview and basic concepts*

ISO 16610-20, *Geometrical product specifications (GPS) — Filtration — Part 20: Linear profile filters: Basic concepts*

ISO 16610-30, *Geometrical product specifications (GPS) — Filtration — Part 30: Robust profile filters: Basic concepts*

ISO/IEC Guide 99, *International vocabulary of metrology — Basic and general concepts and associated terms (VIM)*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach ISO/IEC Guide 99, ISO 16610-1, ISO 16610-20, ISO 16610-30 und die folgenden Begriffe.

3.1

robustes Filter

Filter mit Unempfindlichkeit der Ausgangsdaten gegenüber bestimmten Phänomenen in den Eingangsdaten

3.2

Regressionsfilter

M-Schätzer, der auf der lokalen polynominalen Modellierung des Profils beruht

3.3

robustes Gaußsches Regressionsfilter

Regressionsfilter, das auf der Gaußschen Gewichtsfunktion und einer Biweight-Einflussfunktion beruht

3.4

Biweight-Einflussfunktion

asymmetrische skaleninvariante Funktion, gegeben durch

$$\psi(x) = \begin{cases} x \cdot \left(1 - \left(\frac{x}{c}\right)^2\right)^2 & \text{für } |x| \leq c \\ 0 & \text{für } |x| > c \end{cases} \quad (1)$$

Dabei ist

c der Skalenparameter.

4 Robustes Gaußsches Regressionsfilter

4.1 Gewichtsfunktion

Die Gewichtsfunktion des robusten Gaußschen Regressionsfilters ist von den Profilwerten (Abstand zur Bezugslinie) und der Lage der Gewichtsfunktion entlang des Profils abhängig.

4.2 Filtergleichung

4.2.1 Allgemeines

Das robuste Gaußsche Regressionsfilter wird vom allgemeinen diskreten Regressionsfilter abgeleitet (siehe Anhang A), indem der Grad unter Verwendung der Biweight-Einflussfunktion und der Gaußschen Gewichtsfunktion nach ISO 16610-21 auf $p = 2$ festgelegt wird. Bei $p = 2$ folgt das robuste Gaußsche Regressionsfilter Formkomponenten bis zum zweiten Grad.

4.2.2 Filtergleichung für das robuste Gaußsche Regressionsfilter für offene Profile

Die Filtergleichung für das robuste Gaußsche Regressionsfilter für offene Profile ist gegeben durch

$$w_k = [1 \ 0 \ 0] \times (X_k^T \times S_k \times X_k)^{-1} \times X_k^T \times S_k \times z \quad (2)$$

Die Regressionsfunktion wird aufgespannt durch die Matrix

$$X_k = \begin{bmatrix} 1 & x_{1,k} & x_{1,k}^2 \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ 1 & x_{n,k} & x_{n,k}^2 \end{bmatrix} \quad (3)$$

dabei ist

$$x_{l,k} = (l - k) \cdot \Delta x, \quad l = 1, \dots, n \quad (4)$$

Die räumlich veränderliche Gewichtsfunktion S_k ist gegeben durch

$$S_k = \begin{bmatrix} s_{1,k} \cdot \delta_1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & s_{2,k} \cdot \delta_2 & & \vdots \\ \vdots & & \ddots & 0 \\ 0 & \dots & 0 & s_{n,k} \cdot \delta_n \end{bmatrix} \quad (5)$$

mit der Gaußschen Funktion

$$s_{l,k} = \frac{1}{\gamma \cdot \lambda_c} \cdot \exp\left(-\pi \left(\frac{x_{l,k}}{\gamma \cdot \lambda_c}\right)^2\right), \quad l = 1, \dots, n \quad (6)$$

und dem Parameter

$$\gamma = \sqrt{\frac{-1 - W\left(-\frac{1}{2 \cdot \exp(1)}\right)}{\pi}} \approx 0,730 \ 9 \quad (7)$$

Die zusätzlichen Gewichte

$$\delta_l = \begin{cases} \left(1 - \left(\frac{z_l - w_l}{c}\right)^2\right)^2 & \text{für } |z_l - w_l| \leq c, \quad l = 1, \dots, n \\ 0 & \text{für } |z_l - w_l| > c \end{cases} \quad (8)$$

sind abgeleitet von der Biweight-Einflussfunktion mit dem Parameter

$$c = \frac{3}{\sqrt{2} \cdot \operatorname{erf}^{-1}(0,5)} \cdot \operatorname{median} |z - w| \approx 4,447\,8 \cdot \operatorname{median} |z - w| \quad (9)$$

Die Definition für c entspricht dem Dreifachen von R_q der Oberflächenrauheit von Profilen mit Gaußscher Verteilung und ist der Defaultfall.

Dabei ist

- $W(x)$ die „Lambert-W“-Funktion;
- $\operatorname{erf}^{-1}(x)$ die inverse Fehlerfunktion;
- n die Anzahl der Werte im Profil;
- k der Index der Profilorinate $k = 1, \dots, n$;
- z der Vektor von Maß n der Profilwerte vor der Filterung;
- w der Vektor von Maß n der Profilwerte der Filterbezugslinie;
- w_k der Wert der Filtermittellinie an Position k ;
- λ_c die Grenzwellenlänge des Profilfilters;
- Δx das Abtastintervall.

ANMERKUNG 1 Vektor w gibt die Profilwerte der langwelligen Komponente (Bezugslinie) an. Die kurzwellige Komponente r kann anhand des Differenzvektors $r = z - w$ ermittelt werden.

ANMERKUNG 2 Für Oberflächen mit großen Poren oder Spitzen an den Rändern des Profils kann die Robustheit erhöht werden, indem $P = 0$ gesetzt wird. In diesem Fall wird die nominale Form unter Verwendung eines Vorfilterungsverfahrens eliminiert. Die Filtergleichung für $P = 0$ ergibt

$$w_k = \left(X_k^T \times S_k \times X_k \right)^{-1} \times X_k^T \times S_k \times z = \left(\sum_{l=1}^n s_{l,k} \cdot \delta_l \right)^{-1} \cdot \sum_{l=1}^n (s_{l,k} \cdot \delta_l \cdot z_l)$$

dabei ist

$$X_k = \begin{bmatrix} 1 \\ \vdots \\ 1 \end{bmatrix} \quad \text{und} \quad \gamma = \sqrt{\frac{\ln 2}{\pi}}$$

4.2.3 Filtergleichung für robuste Gaußsche Regressionsfilter für geschlossene Profile

Die Filtergleichung für das robuste Gaußsche Regressionsfilter für geschlossene Profile ist gegeben durch

$$\tilde{w}_k = [1 \ 0 \ 0] \times (\tilde{X}_k^T \times \tilde{S}_k \times \tilde{X}_k)^{-1} \times \tilde{X}_k^T \times \tilde{S}_k \times \tilde{z} \quad (10)$$

Die Regressionsfunktion wird aufgespannt durch die Matrix

$$\tilde{X}_k = \begin{bmatrix} 1 & \tilde{x}_{1,k} & \tilde{x}_{1,k}^2 \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ 1 & \tilde{x}_{n,k} & \tilde{x}_{n,k}^2 \end{bmatrix} \quad (11)$$

mit

$$\tilde{x}_{l,k} = \left(\left(l - k + \frac{n}{2} \right) \bmod n - \frac{n}{2} \right) \cdot \Delta x, \quad l = 1, \dots, n \quad (12)$$

Die räumlich veränderliche Gewichtsfunktion $\tilde{S}_k$ ist gegeben durch

$$\tilde{S}_k = \begin{bmatrix} \tilde{s}_{1,k} \cdot \tilde{\delta}_1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \tilde{s}_{2,k} \cdot \tilde{\delta}_2 & & \vdots \\ \vdots & & \ddots & 0 \\ 0 & \dots & 0 & \tilde{s}_{n,k} \cdot \tilde{\delta}_n \end{bmatrix} \quad (13)$$

mit der Gaußschen Funktion

$$\tilde{s}_{l,k} = \frac{1}{\gamma \cdot \lambda_c} \cdot \exp \left(-\pi \left(\frac{\tilde{x}_{l,k}}{\gamma \cdot \lambda_c} \right)^2 \right), \quad l = 1, \dots, n \quad (14)$$

und dem Parameter

$$\gamma = \sqrt{\frac{-1 - W \left(-\frac{1}{2 \cdot \exp(1)} \right)}{\pi}} \approx 0,730 \ 9 \quad (15)$$

Die zusätzlichen Gewichte

$$\tilde{\delta}_l = \begin{cases} \left(1 - \left(\frac{\tilde{z}_l - \tilde{w}_l}{\tilde{c}} \right)^2 \right)^2 & \text{für } |\tilde{z}_l - \tilde{w}_l| \leq \tilde{c}, \quad l = 1, \dots, n \\ 0 & \text{für } |\tilde{z}_l - \tilde{w}_l| > \tilde{c} \end{cases} \quad (16)$$

sind abgeleitet von der Biweight-Einflussfunktion mit dem Parameter

$$\tilde{c} = \frac{3}{\sqrt{2} \cdot \operatorname{erf}^{-1}(0,5)} \cdot \operatorname{median} |\tilde{z} - \tilde{w}| \approx 4,447 \ 8 \cdot \operatorname{median} |\tilde{z} - \tilde{w}| \quad (17)$$

Die Definition für c entspricht dem Dreifachen von R_q der Oberflächenrauheit von Profilen mit Gaußscher Verteilung und ist der Defaultfall.

Dabei ist

$W(\chi)$	die „Lambert-W“-Funktion;
$\text{erf}^{-1}(x)$	die inverse Fehlerfunktion;
n	die Anzahl der Werte im Profil;
k	der Index der Profilordinate $k = 1, \dots, n$;
$\tilde{z}$	der Vektor von Maß n der Profilwerte vor der Filterung;
$\tilde{w}$	der Vektor von Maß n der Profilwerte der Filterbezugslinie;
$\tilde{w}_k$	der Wert der Filtermittellinie an Position k ;
λ_c	die Grenzwellenlänge des Profilfilters;
Δx	das Abtastintervall.

ANMERKUNG Vektor $\tilde{w}$ gibt die Profilwerte der langwelligen Komponente (Bezugslinie) an. Die kurzwellige Komponente $\tilde{r}$ kann anhand des Differenzvektors $\tilde{r} = \tilde{z} - \tilde{w}$ ermittelt werden.

4.2.4 Übertragungseigenschaften

Die Gewichtsfunktion des robusten Gaußschen Regressionsfilters ist von den Profilwerten und der Lage entlang des Profils abhängig. Deshalb können keine Übertragungseigenschaften angegeben werden.

5 Empfehlungen für den Nesting-Index (Grenzwerte λ_c)

Es wird empfohlen, einen Nesting-Index zu wählen, der der dreifachen Elementbreite des Profildatensatzes entspricht. Andernfalls sollte der Nesting-Index aus der folgenden Reihe von Werten gewählt werden:

... 2,5 μm ; 8 μm ; 25 μm ; 80 μm ; 250 μm ; 0,8 mm; 2,5 mm; 8 mm; 25 mm; ...

6 Filterbezeichnung

Robuste Gaußsche Regressionsfilter nach diesem Teil von ISO 16610 werden folgendermaßen bezeichnet:

FPRG

Siehe auch ISO/TS 16610-1:2006, Abschnitt 5.