

DIN EN ISO 25178-601



ICS 01.040.17; 17.040.40

Entwurf

Einsprüche bis 2023-12-06
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN ISO 25178-601:2011-01
und
DIN EN ISO 3274:1998-04

**Geometrische Produktspezifikation (GPS) –
Oberflächenbeschaffenheit: Flächenhaft –
Teil 601: Aufbau und Merkmale von berührend messenden Geräten (mit
Taster) (ISO/DIS 25178-601:2023);
Deutsche und Englische Fassung prEN ISO 25178-601:2023**

Geometrical product specifications (GPS) –
Surface texture: Areal –
Part 601: Design and characteristics of contact (stylus) instruments
(ISO/DIS 25178-601:2023);
German and English version prEN ISO 25178-601:2023

Spécification géométrique des produits (GPS) –
État de surface: Surfacique –
Partie 601: Conception et caractéristiques des instruments à contact (stylet)
(ISO/DIS 25178-601:2023);
Version allemande et anglaise prEN ISO 25178-601:2023

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2023-10-06 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 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 oder Am DIN-Platz, Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin.

Es wird gebeten, mit den Kommentaren zu diesem Entwurf jegliche relevanten Patentrechte, die bekannt sind, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 49 Seiten

DIN-Normenausschuss Technische Grundlagen (NATG)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 25178-601:2023) 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.

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 Dokumente wird im Folgenden auf die entsprechenden deutschen Dokumente hingewiesen:

ISO 3274	siehe	DIN EN ISO 3274
ISO 10360-1	siehe	DIN EN ISO 10360-1
ISO 14638	siehe	DIN EN ISO 14638
ISO 17450 (alle Teile)	siehe	DIN EN ISO 17450 (alle Teile)
ISO 21920-2	siehe	DIN EN ISO 21920-2
ISO 21920-3	siehe	DIN EN ISO 21920-3
ISO 25178-2	siehe	DIN EN ISO 25178-2
ISO 25178-3:2012	siehe	DIN EN ISO 25178-3:2012-11

Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DIN (www.din.de) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

Änderungen

Gegenüber DIN EN ISO 25178-601:2011-01 und DIN EN ISO 3274:1998-04 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) die allgemeinen messtechnischen Merkmale für flächenhafte Geräte zur Messung der Flächentopographie sind in ISO 25178-600 festgelegt und sind nicht mehr Bestandteil dieses Dokuments;
- b) Anhang B vollständig überarbeitet;
- c) die grundlegenden Eigenschaften eines Tastschnittgerätes von ISO 3274 in dieses Dokument übertragen;
- d) redaktionelle Überarbeitung des Dokuments.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN ISO 3274, *Geometrische Produktspezifikationen (GPS) — Oberflächenbeschaffenheit: Tastschnittverfahren — Nenneigenschaften von Tastschnittgeräten*

DIN EN ISO 10360-1, *Geometrische Produktspezifikation (GPS) — Annahmeprüfung und Bestätigungsprüfung für Koordinatenmessgeräte (KMG) — Teil 1: Begriffe*

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

DIN EN ISO 17450 (alle Teile), *Geometrische Produktspezifikation (GPS) — Grundlagen*

DIN EN ISO 21920-2, *Geometrische Produktspezifikation (GPS) — Oberflächenbeschaffenheit: Profile — Teil 2: Begriffe und Kenngrößen für die Oberflächenbeschaffenheit*

DIN EN ISO 21920-3, *Geometrische Produktspezifikation (GPS) — Oberflächenbeschaffenheit: Profile — Teil 3: Spezifikationsoperatoren*

DIN EN ISO 25178-2, *Geometrische Produktspezifikation (GPS) — Oberflächenbeschaffenheit: Flächenhaft — Teil 2: Begriffe und Kenngrößen für die Oberflächenbeschaffenheit*

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*

– *Entwurf* –

E DIN EN ISO 25178-601:2023-11

– Leerseite –

**Geometrische Produktspezifikation (GPS) – Oberflächenbeschaffenheit:
Flächenhaft – Teil 601: Aufbau und Merkmale von berührend messenden Geräten
(mit Taster) (ISO/DIS 25178-601:2023)**

Geometrical product specifications (GPS) – Surface texture: Areal – Part 601: Design and characteristics of contact (stylus) instruments (ISO/DIS 25178-601:2023)

Spécification géométrique des produits (GPS) – État de surface: Surfacique – Partie 601: Conception et caractéristiques des instruments à contact (stylet) (ISO/DIS 25178-601:2023)

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	4
Vorwort	5
Einleitung	6
1 Anwendungsbereich	7
2 Normative Verweisungen	7
3 Begriffe	7
4 Anforderungen an das Messgerät	9
5 Metrologische Merkmale	10
6 Konstruktionsmerkmale	10
6.1 Nennwerte für Merkmale eines berührend messenden Geräts (mit Taster)	10
6.1.1 Geometrie der Tastspitze	10
6.1.2 Statische Messkraft	11
7 Allgemeine Information	11
Anhang A (informativ) Prinzipien für berührend messende Geräte (mit Taster) zur Messung der Oberflächentopographie	12
A.1 Einleitung	12
A.2 Aufbau des Messgeräts	12
A.3 Messverfahren	15
Anhang B (informativ) Messfehlerquellen für berührend messende Geräte (mit Taster)	17
B.1 Metrologische Merkmale und Einflussgrößen	17
B.2 Tastspitze	17
B.3 Tastsystem	18
B.4 Bezugsführungsfläche	18
B.5 Antriebseinheit x (bzw. y)	18
B.6 Lateraler Positionssensor	18
Anhang C (informativ) Hintergrund für die Verbesserungen und wichtigsten Änderungen gegenüber ISO 3274	19
Anhang D (informativ) Zusammenhang mit dem GPS-Matrix-Modell	21
D.1 Allgemeines	21
D.2 Informationen über dieses Dokument und seine Anwendung	21
D.3 Position im GPS-Matrix-Modell	21
D.4 Zugehörige Internationale Normen	22
Literaturhinweise	23

Bilder

Bild 1 — Beschreibung eines typischen Tasters	8
Bild 2 — Schematisch dargestellter Informationsfluss für ein berührend messendes Gerät (mit Taster)	10
Bild A.1 — Beispiel für ein berührend messendes Gerät (mit Taster) zur Messung des Profils	12
Bild A.2 — Beispiel für ein induktives Tastsystem	13
Bild A.3 — Beispiel für ein interferometrisches Tastsystem	13
Bild A.4 — Beispiel für ein Tastsystem mit Skalierung	14
Bild A.5 — Bogenförmige Bewegung eines Tasters	14
Bild A.6 — Visualisierung des Abtastens	16

Tabellen

Tabelle B.1 — Zusammenfassung der Einflussgrößen und der zugehörigen metrologischen Merkmale	17
Tabelle C.1 — Wesentliche Änderungen gegenüber ISO 3274	19
Tabelle D.1 — Position im GPS-Matrix-Modell	21

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 25178-601:2023) 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 25178-601:2010 ersetzen.

Rückmeldungen oder Fragen zu diesem Dokument sollten an das jeweilige nationale Normungsinstitut des Anwenders gerichtet werden. Eine vollständige Liste dieser Institute ist auf den Internetseiten von CEN abrufbar.

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO/DIS 25178-601:2023 wurde von CEN als prEN ISO 25178-601:2023 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

Vorwort

ISO (die Internationale Organisation für Normung) ist eine weltweite Vereinigung nationaler Normungsinstitute (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 Normungsthemen 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-Directives, 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-Directives, 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.

Eine Erläuterung zum freiwilligen Charakter von Normen, der Bedeutung ISO-spezifischer Begriffe und Ausdrücke in Bezug auf Konformitätsbewertungen sowie Informationen darüber, wie ISO die Grundsätze der Welthandelsorganisation (WTO) hinsichtlich technischer Handelshemmnisse (TBT) berücksichtigt, enthält der folgende Link: www.iso.org/iso/foreword.html.

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

Diese zweite Ausgabe ersetzt die erste Ausgabe (ISO 25178-601:2010), die technisch überarbeitet wurde und ersetzt ISO 3274, deren Inhalt überarbeitet und in dieses Dokument und andere aufgenommen wurde, siehe Anhang C für weitere Informationen.

Die wesentlichen Änderungen im Vergleich zur Vorgängerausgabe sind folgende:

- die allgemeinen metrologischen Merkmale für das Verfahren zur Messung der Oberflächentopographie sind in ISO 25178-600 festgelegt und sind nicht mehr Bestandteil dieses Dokuments;
- Anhang B wurde vollständig überarbeitet;
- die Merkmale eines berührend messenden Geräts (mit Taster) wurden aus ISO 3274 in dieses Dokument übernommen.

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

Einleitung

Dieser Teil von ISO 25178 ist eine Norm der Geometrischen Produktspezifikation (GPS) und ist als allgemeine GPS-Norm (siehe ISO 14638) anzusehen. Er beeinflusst Kettenglied F der Normenketten über die profilhafte und flächenhafte 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 Bestandteil ist. Die in ISO 8015 angegebenen Grundregeln gelten für diesen Teil von ISO 25178, und die Default-Entscheidungsregeln nach ISO 14253-1 gelten für Spezifikationen, die nach diesem Teil von ISO 25178 festgelegt wurden, sofern nicht anders angegeben.

Für weitere Informationen zum Zusammenhang dieses Teils von ISO 25178 mit weiteren Normen und dem GPS-Matrix-Modell siehe Anhang D.

Dieses Dokument enthält normative Begriffe und Definitionen, die für berührend messende Geräte (mit Taster) zur Messung von Oberflächentopographien von Bedeutung sind. Der informative Anhang A fasst berührend messende Geräte (mit Taster) und deren Methoden zusammen, um die normativen Definitionen zu verdeutlichen und eine Grundlage für den informativen Anhang B zu schaffen, in dem allgemeine Unsicherheitsquellen und deren Beziehung zu den metrologischen Merkmalen berührend messender Geräte beschrieben werden.

Das berührend messende Gerät für die Profilmethode wurde zuvor in ISO 3274 definiert. Auf dieser Grundlage wurde 2010 ISO 25178-601 veröffentlicht. Da es sich hierbei um die modernere Gerätenorm handelt und sich Messgeräte für das Profilverfahren und das Oberflächenverfahren nur durch das Vorhandensein einer Y-Achse (Antriebseinheit y) unterscheiden, ersetzt diese Ausgabe von ISO 25178-601 nicht nur die frühere Fassung von ISO 25178-601, sondern auch ISO 3274:1996 (und das Technische Korrigendum von 1998), siehe Anhang C für weitere Einzelheiten.

ANMERKUNG Teile dieses Dokuments, insbesondere die informativen Abschnitte, beschreiben patentierte Systeme und Verfahren. Diese Informationen werden lediglich als Hilfestellung für die Anwender beim Verstehen von Grundprinzipien der berührend messenden Geräte (mit Taster) verwendet. Dieses Dokument ist nicht dazu beabsichtigt, einem bestimmten geistigen Eigentum den Vorrang zu geben, noch impliziert es eine Lizenz über proprietäre Technologien, die in diesem Dokument beschrieben sind.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt die Konstruktion, die metrologischen Merkmale und Merkmale von berührend messenden Geräten (mit Taster) zur Messung von flächenhaften Oberflächentopographien fest. Da Oberflächenprofile aus Daten von Oberflächentopographien extrahiert werden können, können die meisten Begriffe, die in diesem Dokument festgelegt sind, auch auf Profilmessungen angewendet werden.

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 10360-1, *Geometrical Product Specifications (GPS) — Acceptance and reverification tests for coordinate measuring machines (CMM) — Part 1: Vocabulary*

ISO 25178-600:2019, *Geometrical product specifications (GPS) — Surface texture: Areal — Part 600: Metrological characteristics for areal topography measuring methods*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe in den normativen Verweisungen angegebenen Begriffe.

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

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

3.1

berührend messendes Gerät (mit Taster)

Messgerät, mit dem Oberflächen mit einem *Taster* (3.5) untersucht werden, der sich auf der Oberfläche bewegt, um eine Darstellung der Oberfläche zu erfassen und die Daten für weitere Berechnungen zu liefern (Auswertung)

Anmerkung 1 zum Begriff: Das Verfahren für die Verwendung eines berührend messenden Geräts (mit Taster) ist in ISO 25178-6 definiert und wird als „berührend messendes Abtasten (mit Taster)“ bezeichnet.

Anmerkung 2 zum Begriff: Siehe Bild 2 für einen schematisch dargestellten Informationsfluss für ein berührend messendes Gerät (mit Taster).

3.2

Tastsystem

<Oberflächenbeschaffenheit> Komponente des Geräts, bestehend aus einem *Messumformer* (3.3), einem *Taster* (3.5) und einem optionalen *Tasterwechselsystem* (3.7)

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe Bild A.1 für Beispiele für Abtastsysteme.

3.3

Messumformer

<Oberflächenbeschaffenheit> Einrichtung, die die Signale während der *Abtastung* (3.4) erzeugt

Anmerkung 1 zum Begriff: In früheren Normen war „Wandler“ ein separater Begriff und ein Teil des Messumformers.

3.4

Abtastung

<Oberflächenbeschaffenheit> Bewegen des Tasters über die zu messende Oberfläche, wobei die *Tastspitze* (3.6) die Oberfläche berührt

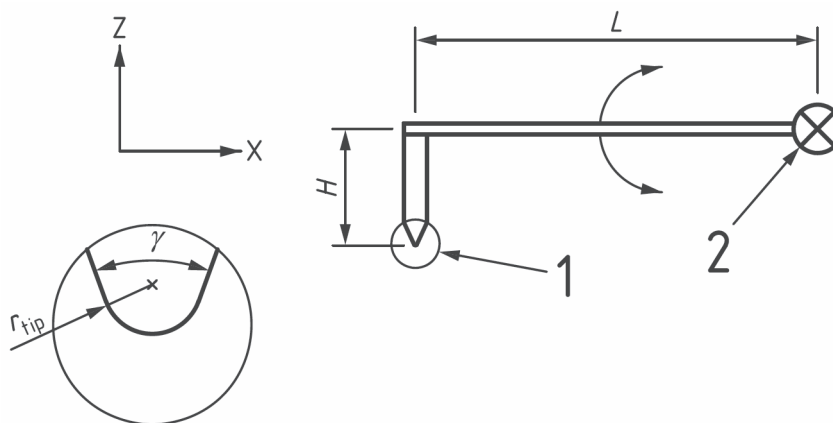
3.5

Taster

<Oberflächenbeschaffenheit> mechanische Vorrichtung, bestehend aus einer *Tastspitze* (3.6) und einem Tastarm

Anmerkung 1 zum Begriff: Für Koordinatenmessgeräte wird der Begriff „Schaft“ anstelle von „Tastarm“ verwendet, siehe ISO 10360-1:2000, 4.1.

Anmerkung 2 zum Begriff: Ein typischer Taster ist in Bild 1 dargestellt. Andere Konstruktionen werden auch verwendet, z. B. Biegung, Linearmessumformer usw.



Legende

1 Tastspitze

2 Drehachse

L Länge des Tastarms

H Höhe des Tastarms

r_{tip} Tastspitzenradius

γ Kegelwinkel der Tastspitze

Bild 1 — Beschreibung eines typischen Tasters

3.6

Tastspitze

<Oberflächenbeschaffenheit> Element, das aus einem nominell rechten, kreisförmigen Kegel mit definiertem Kegelwinkel und einer nominell kugelförmigen Spitze mit definiertem Radius besteht

3.7

Tasterwechselsystem

<Oberflächenbeschaffenheit> Element, mit dem der Wechsel des Tasters möglich ist

3.8

Bezugsführungsfläche

Komponente(n) des Geräts, welche die Bezugsfläche erzeugt/erzeugen, in der das Tastsystem sich in Bezug auf die zu messende Oberfläche entsprechend einer theoretisch genauen Bahn bewegt

Anmerkung 1 zum Begriff: Für den Fall von Messgeräten zur flächenhaften Bestimmung der Oberflächentopographie bei Abtastung in x- und y- Richtung errichtet die Bezugsführungsfläche eine *Bezugsfläche* (ISO 25178-2:2021, 3.1.10). Das kann durch die Verwendung von zwei zueinander senkrecht stehenden *Bezugsführungen* (ISO 3274:1996, 3.3.2) oder durch eine Bezugsführungsfläche erreicht werden.

[QUELLE: ISO 25178-600:2019, 3.2.1]

3.9

laterales Abtastsystem

System, das die Abtastung der zu messenden Oberfläche in der (x, y) -Ebene durchführt

Anmerkung 1 zum Begriff: Es gibt im Grunde vier Bestandteile eines Messgeräts zur Abtastung einer Oberflächentextur: den x -Achsenantrieb, den y -Achsenantrieb, den z -Messtaster und die zu messende Oberfläche.

[QUELLE: ISO 25178-600:2019, 3.2.2; Anmerkung 2 nicht übernommen]

3.10

Antriebseinheit x (bzw. y)

Komponente des Messgeräts, welche das Tastsystem oder die zu messende Oberfläche entlang der Bezugsführung in Richtung der x -Achse (bzw. y -Achse) bewegt und die horizontale Position des gemessenen Punkts als laterale x -Koordinate (bzw. y -Koordinate) zurückgibt

[QUELLE: ISO 25178-600:2019, 3.2.3]

3.11

lateraler Positionssensor

Komponente der Antriebseinheit, die die laterale Position des gemessenen Punktes zur Verfügung stellt

Anmerkung 1 zum Begriff: Die laterale Position wird üblicherweise gemessen oder beispielsweise mittels eines Linearmessgebers, eines Laserinterferometers oder einer Zählvorrichtung in Verbindung mit einer Mikrometerschraube erschlossen.

[QUELLE: ISO 25178-600:2019, 3.2.4]

3.12

kritische Dynamik des Tastsystems

$v_{\text{dyn},c}$

Höchstwert der Abtastgeschwindigkeit, bei dessen Überschreitung das Ausgangssignal verzeichnet wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Die kritische Dynamik hängt von der mechanischen Trägheit der beweglichen Teile und der zu messenden Oberfläche ab.

Anmerkung 2 zum Begriff: Unterhalb der kritischen Dynamik ist ein Bereich von Messgeschwindigkeiten in der Regel zulässig.

4 Anforderungen an das Messgerät

Für Messungen der Oberflächentopographie einer Probenoberfläche nach dem berührend messenden Abtastverfahren muss ein berührend messendes Gerät (mit Taster) verwendet werden.

Das Gerät muss aus einem Tastsystem, einer Bezugsführungsfläche, einem lateralen Abtastsystem, einer Antriebseinheit x bzw. y und einem lateralen Positionssensor bestehen.

ANMERKUNG Bei Geräten für Profilmessungen ist die Antriebseinheit y optional.

Das Gerät erfasst Daten, indem es die Tastspitze berührend über die Oberfläche bewegt und Höhendaten relativ zur Bezugsführungsfläche erzeugt.

Bild 2 zeigt den Informationsfluss zwischen diesen Elementen für ein berührend messendes Gerät (mit Taster), von der realen Oberfläche bis zu einer skalenbegrenzten Oberfläche.



Die Nennmaße sind wie folgt:

- Spitzenradius: $r_{\text{tip}} = 2 \mu\text{m}, 5 \mu\text{m}, 10 \mu\text{m}$
- Kegelwinkel: $\gamma = 60^\circ, 90^\circ$.

Wenn für das „ideale“ Gerät nichts anderes angegeben ist, gilt der Kegelwinkel 60° .

6.1.2 Statische Messkraft

Der Nennwert der statischen Messkraft bei mittlerer Position des Tasters beträgt 0,000 75 N.

Die nominale Änderungsrate der Messkraft beträgt 0 N/m.

7 Allgemeine Information

Der Zusammenhang zwischen diesem Dokument und dem GPS-Matrix-Modell ist in Anhang D dargestellt.