

Geometrische Produktspezifikationen (GPS)  
**Längennormale – Parallelendmaße**  
(ISO 3650 : 1998)  
Deutsche Fassung EN ISO 3650 : 1998

**DIN**  
**EN ISO 3650**

ICS 17.040.30

Ersatz für  
DIN 861-1 : 1980-01

Deskriptoren: Parallelendmaß, Länge, GPS

Geometrical product specifications (GPS) – Length standards – Gauge blocks  
(ISO 3650 : 1998);  
German version EN ISO 3650 : 1998  
Spécification géométrique des produits (GPS) – Étalons de la longueur – Cales-étalons  
(ISO 3650 : 1998);  
Version allemande EN ISO 3650 : 1998

**Die Europäische Norm EN ISO 3650 : 1998 hat den Status einer Deutschen Norm.****Nationales Vorwort**

Auf Initiative des Deutschen Kalibrierdienstes (DKD) wurden die Endmaßnormen DIN 861-1 und ISO 3650 : 1978 unter besonderer Berücksichtigung der Kalibrierpraxis überarbeitet. Diese Überarbeitung führte zu folgenden wesentlichen Änderungen:

- Der bisherige Genauigkeitsgrad 00 wurde ersatzlos gestrichen, weil die mit dem Unterschiedmeßverfahren erzielbaren Meßunsicherheiten in einem Mißverhältnis zu den geforderten Toleranzen standen. Die parallel zur vorliegenden Norm entwickelte ISO 14253-1 legt fest, wie bei Konformitätsaussagen die Meßunsicherheiten zu berücksichtigen sind. Mit diesen klaren Kriterien dürfte sich noch stärker als bisher in der Praxis durchsetzen, daß Maße der Kalibrierklasse A und der Toleranzklasse 0 ausschließlich mit den im Kalibrierschein dokumentierten Kalibrierwerten verwendet werden und Konformitätsaussagen im wesentlichen auf die Toleranzklassen 1 und 2 beschränkt bleiben.
- Durch redaktionelle Änderungen wurde die Bedeutung des Mittenmaßes stärker herausgestellt, weil es bei der Weitergabe der Länge durch Unterschiedsmessung in Kalibrierketten eine zentrale Stellung einnimmt. Ein weitergehender Vorschlag, die Grenzabmaße in Tabelle 4 nur auf das Mittenmaß zu beziehen, fand jedoch international keine ausreichende Zustimmung, da dies als zu starke Toleranzerweiterung für das Maß an beliebiger Stelle der Meßfläche empfunden wurde.
- Um die gestiegenen Stabilitätsanforderungen und den technischen Fortschritt bei der Herstellung qualitativ hochwertiger Endmaße zu berücksichtigen, wurden die Toleranzen für die Maßbeständigkeit verringert. Der Abschnitt über die Längeneinheit wurde durch Zitieren der seit 1983 gültigen Definition der SI-Einheit Meter aktualisiert und der Weg für den Anschluß von Endmaßen an diese Definition durch einen Abschnitt über Rückverfolgbarkeit ergänzt.
- Zur Anpassung an die einschlägigen Begriffsnormen wurden folgende Benennungen unter Beibehaltung der Begriffsinhalte geändert:
  - Zulässige Abweichungen in Grenzabmaße,
  - Genauigkeitsgrad in Toleranzklasse.

Der Entwurf ISO/DIS 3650 : 1995 war im Parallelverfahren auch im CEN zur Abstimmung gestellt worden und mit der qualifizierten Mehrheit der CEN-Mitgliedsländer angenommen worden.

Fortsetzung Seite 2  
und 11 Seiten EN

Zusammenhang der im Abschnitt 2 genannten ISO-Normen mit DIN-Normen:

ISO-Norm	DIN-Norm
ISO 1 : 1975	DIN 102
ISO 1101 : 1983	DIN ISO 1101
ISO 6507-2 : 1983	DIN 50133
ISO 14253-1 : 1998	DIN EN ISO 14253-1
VIM (E, F)	VIM (D) zu beziehen beim Beuth-Verlag, Best.-Nr 13086

### **Änderungen**

Gegenüber DIN 861-1 : 1980-01 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- Norm wurde grundlegend überarbeitet und an ISO-Normen angepaßt, siehe Nationales Vorwort.

### **Frühere Ausgaben**

DIN 861: 1927-07, 1955-05

DIN 861-1: 1959-10, 1980-01

ICS 17.040.30

Deskriptoren:

**Deutsche Fassung**

Geometrische Produktspezifikationen (GPS)  
**Längennormale – Parallelendmaße**  
(ISO 3650 : 1998)

Geometrical product specifications (GPS) – Length standards – Gauge blocks (ISO 3650 : 1998)

Spécification géométrique des produits (GPS) – Étalons de la longueur – Cales-étalons (ISO 3650 : 1998)

Diese Europäische Norm wurde von CEN am 8. November 1998 angenommen.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist.

Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim Zentralsekretariat oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Zentralsekretariat mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien, der Tschechischen Republik und dem Vereinigten Königreich.

**CEN**

EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG  
European Committee for Standardization  
Comité Européen de Normalisation

**Zentralsekretariat: rue de Stassart 36, B-1050 Brüssel**

## Inhalt

	Seite
Vorwort .....	2
Einleitung .....	2
1 Anwendungsbereich .....	2
2 Normative Verweisungen .....	3
3 Definitionen .....	3
4 Benennung der Flächen .....	4
5 Grundlagen der Messung, Rückverfolgbarkeit, Referenzbedingungen .....	5
6 Maße, Werkstoffeigenschaften, Kennzeichnung .....	5
7 Meßtechnische Anforderungen .....	6
8 Kalibrierung von Parallelendmaßen .....	8
Anhang A (informativ) Beispiel eines Endmaßmeßgerätes für die Unterschiedsmessung ..	10
Anhang B (informativ) Beziehung zum GPS-Matrixmodell .....	11
Anhang C (informativ) Literaturhinweise .....	11

### Vorwort

Der Text der Internationalen Norm ISO 3650 : 1998 wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 213 „Dimensional and geometrical product specification and verification“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 290 „Geometrische Produktspezifikationen und -prüfung“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom DIN gehalten wird.

Diese Europäische Norm muß den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Juni 1999, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Juni 1999 zurückgezogen werden.

Entsprechend der CEN/CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen:

Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien, die Tschechische Republik und das Vereinigte Königreich.

### Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm ISO 3650 : 1998 wurde von CEN als Europäische Norm ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

ANMERKUNG: Die normativen Verweisungen auf Internationale Normen sind im Anhang ZA (normativ) aufgeführt.

Die zweite Ausgabe ersetzt die erste Ausgabe (ISO 3650 : 1978), die technisch überarbeitet worden ist.

### Einleitung

Diese Internationale Norm gehört zum Bereich der Geometrischen Produktspezifikationen (GPS) und ist eine grundlegende GPS-Norm (siehe ISO/TR 14638). Sie beeinflusst Kettenglied 6 (Kalibrieranforderungen – Kalibriernormale) der Normenkette für Maß und Abstand.

Weitere Informationen im Zusammenhang mit dieser Norm und dem GPS-Matrixmodell, siehe Anhang B.

Parallelendmaße sind Maßverkörperungen der Länge, die bestimmte Bruchteile der Längeneinheit "Meter" des Internationalen Einheitssystems SI darstellen. In Abhängigkeit von der Art der Anwendung und der erforderlichen Qualität werden Parallelendmaße in mehreren Toleranzklassen angeboten. Die Kalibrierung der Parallelendmaße, d.h. die Messung der Länge an einem festgelegten Punkt der Meßfläche und die Abschätzung der Meßunsicherheit, bilden die Grundlage für die Anwendung von Parallelendmaßen als Längennormale.

### 1 Anwendungsbereich

Diese Internationale Norm legt die wichtigsten maßlichen und meßtechnischen Eigenschaften von Parallelendmaßen mit rechteckigem Querschnitt und einem Nennmaß  $l_n$  im Bereich von 0,5 mm bis 1 000 mm fest.

Die Grenzabmaße und Toleranzen werden für die Kalibrierklasse K und für die Toleranzklassen 0, 1 und 2 für verschiedene Meßzwecke angegeben.

### 2 Normative Verweisungen

Die folgenden normativen Dokumente enthalten Festlegungen, die durch Verweisung in diesem Text Bestandteil der vorliegenden Internationalen Normen sind. Zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieser Internationalen Norm waren die angegebenen Ausgaben gültig. Alle normativen Dokumente unterliegen der Überarbeitung. Vertragspartner, deren Ver-

einbarungen auf dieser Internationalen Norm basieren, werden gebeten, die Möglichkeit zu prüfen, ob die jeweils neuesten Ausgaben der im folgenden genannten Normen angewendet werden können. Die Mitglieder von IEC und CEN führen Verzeichnisse der gegenwärtig gültigen Internationalen Normen.

ISO 1 : 1975

Standard reference temperature for industrial length measurements

ISO 1101 : 1983 <sup>1)</sup>

Technical drawings – Geometrical tolerancing – Tolerances of form, orientation, location and run-out – Generalities, definitions, symbols, indications on drawings

<sup>1)</sup> In Überarbeitung

ISO 6507-2 : 1983

Metallic materials – Hardness test – Vickers test – Part 2:  
HV 0,2 to less than HV 5

ISO 14253-1 <sup>2)</sup>

Geometrical Product Specifications (GPS) – Inspection of  
workpieces and measuring instruments – Part 1: Deci-  
sion rules for proving conformance or non-conformance  
with specification

VIM : 1993

International Vocabulary of Basic and General Terms in  
Metrology

### 3 Definitionen

Für die Anwendung dieser Internationalen Norm gelten die  
Begriffe und deren Definitionen nach ISO 14253-1, VIM und  
die folgenden:

**3.1 Parallelendmaß:** Maßverkörperung der Länge in der  
Form eines Quaders aus verschleißfestem Werkstoff mit  
zwei ebenen, zueinander parallelen Meßflächen, die an  
Meßflächen anderer Endmaße zur Bildung von Kombina-  
tionen oder an Flächen gleicher Oberflächenbeschaffenheit  
von Anschubplatten zur interferometrischen Längenmessung  
angeschoben werden können.

**3.2 Länge  $l$  eines Parallelendmaßes:** Senkrechter Abstand  
zwischen einer beliebigen Stelle und der ebenen Fläche  
einer Anschubplatte aus gleichem Werkstoff und von glei-  
cher Oberflächenbeschaffenheit, auf der die andere Meß-  
fläche angeschoben ist.

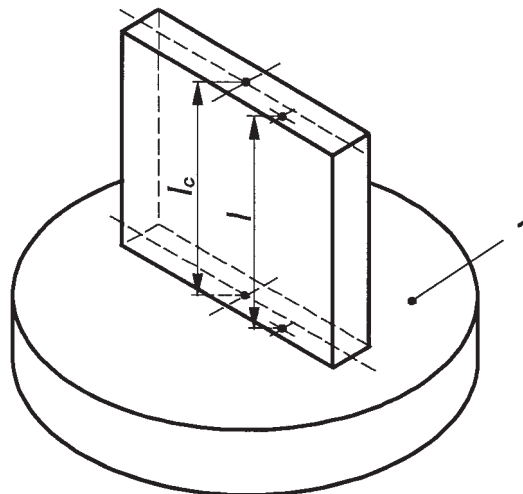
ANMERKUNG 1: Die Länge  $l$  eines Parallelend-  
maßes enthält den Einfluß eines Anschubes (siehe  
8.3.1).

ANMERKUNG 2: Die Länge  $l$  ist eine physikalische  
Größe, bestehend aus einem Zahlenwert und einer  
Längeneinheit (z. B. m, mm oder  $\mu\text{m}$ ). Wenn nur der  
Zahlenwert angegeben ist (z. B. in Tabellen), muß die  
zugehörige Einheit ausdrücklich angegeben werden.

**3.3 Mittenmaß  $l_c$  eines Parallelendmaßes:** Länge des  
Parallelendmaßes in der Mitte der freien Meßfläche.

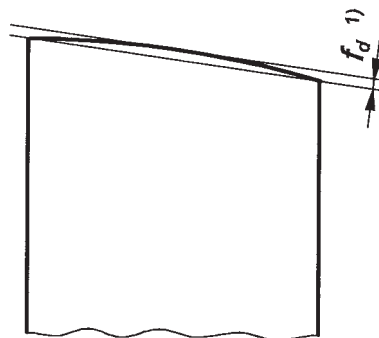
ANMERKUNG:  $l_c$  ist eine bestimmte Länge von  $l$   
(siehe Bild 1).

**3.4 Abweichung der Länge  $e$  an beliebiger Stelle vom  
Nennmaß:** Differenz  $l - l_n$ .



1 = Anschubplatte

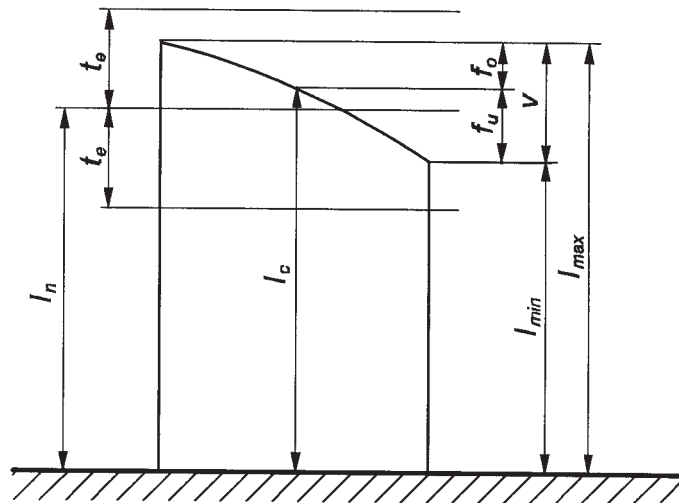
**Bild 1:** Mittenmaß  $l_c$  und ein Beispiel für die Länge  $l$  an beliebiger Stelle eines  
Parallelendmaßes, angeschoben auf die ebene Fläche einer Anschubplatte



**Bild 2:** Ebenheitsabweichung  $f_d$

<sup>1)</sup> Siehe 7.1

<sup>2)</sup> In Vorbereitung



**Bild 3: Nennmaß  $l_n$ ; Mittenmaß  $l_c$ , Abweichungsspanne  $v$  mit  $f_o$  und  $f_u$ ; Grenzabmaße  $t_e$  für die Länge an beliebiger Stelle, ausgehend vom Nennmaß (siehe Tabelle 4)**

**3.5 Ebenheitsabweichung  $f_d$ :** Kleinster Abstand zweier paralleler Ebenen, zwischen denen alle Punkte der Meßfläche liegen.

ANMERKUNG: Zur Verdeutlichung siehe Bild 2.

**3.6 Abweichungsspanne  $v$ :** Differenz zwischen der größten Länge  $l_{max}$  und der kleinsten Länge  $l_{min}$ .

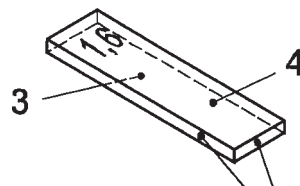
ANMERKUNG: Die Abweichungsspanne ist gleich die Summe der Abweichungen  $f_o$  und  $f_u$  vom Mittenmaß  $l_c$  (siehe Bild 3).

**3.7 Anschiebbarkeit:** Eigenschaft der Meßflächen von Parallelendmaßen, an anderen Meßflächen oder an Flächen gleicher Oberflächenbeschaffenheit infolge molekularer Kräfte haften.

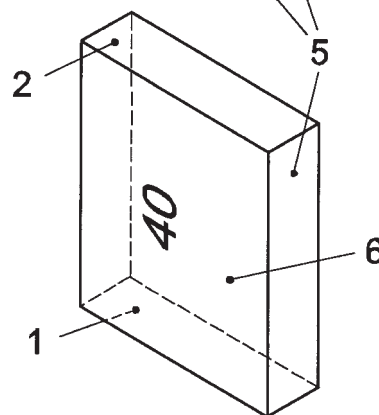
## 4 Benennung der Flächen

Siehe Bild 4.

a) für Nennlängen  $l_n < 6$  mm



b) für Nennlängen  $l_n \geq 6$  mm



- 1 = linke Meßfläche
- 2 = rechte Meßfläche
- 3 = unbeschriftete Meßfläche
- 4 = beschriftete Meßfläche
- 5 = Seitenflächen
- 6 = beschriftete Seitenfläche

ANMERKUNG: vollständige Kennzeichnung siehe 6.3

**Bild 4: Benennung der Flächen**

## 5 Grundlagen der Messung, Rückverfolgbarkeit, Referenzbedingungen

### 5.1 Längeneinheit: Meter

Das Meter ist festgelegt als die Länge der Strecke, die Licht im Vakuum während der Dauer 1/299 792 458 Sekunden zurücklegt (17. Generalkonferenz für Maß und Gewicht, 1983).

Die Definition wird realisiert durch Arbeits-Wellenlängennormale, vom Internationalen Komitee für Maß und Gewicht (CIPM) empfohlen.

### 5.2 Rückverfolgbarkeit der Länge

Die gemessene Länge eines Parallelendmaßes ist rückführbar auf ein nationales oder internationales Längennormal, wenn das Meßergebnis durch eine ununterbrochene Kette von Unterschiedsmessungen mit dokumentierten Unsicherheiten auf ein Parallelendmaß bezogen ist, das interferentiell unter Verwendung geeigneter Wellenlängennormale kalibriert wurde.

### 5.3 Referenztemperatur und Normdruck

Das Nennmaß und die gemessenen Längen eines Parallelendmaßes beziehen sich auf die Referenztemperatur 20 °C (siehe ISO 1) und den Normdruck 101 325 Pa = 1,013 25 bar.

ANMERKUNG: Der Einfluß der Abweichungen vom Normdruck auf die Länge eines Parallelendmaßes kann bei normalen atmosphärischen Bedingungen vernachlässigt werden.

### 5.4 Referenzlage von Parallelendmaßen

Die Länge eines Parallelendmaßes bis einschließlich 100 mm Nennmaß gilt für die vertikale Lage mit horizontal liegenden Meßflächen.

Die Länge eines Parallelendmaßes über 100 mm Nennmaß gilt für die horizontale Lage, bei der das Parallelendmaß auf einer der schmalen Seitenflächen auf entsprechenden Auflagen ohne zusätzliche Beanspruchung liegt, die im Abstand von je  $0,211 \times$  Nennmaß vom Ende angeordnet sind. Wenn ein solches Endmaß in horizontaler Lage interferentiell gemessen wird, muß das Gewicht der Anschubplatte, die an eine der Meßflächen angeschoben ist, kompensiert werden.

## 6 Maße, Werkstoffeigenschaften, Kennzeichnung

### 6.1 Maße

Die Nennmaße des Querschnitts und ihre Grenzabmaße sind in Tabelle 1 angegeben.

### 6.2 Werkstoffeigenschaften

#### 6.2.1 Werkstoff

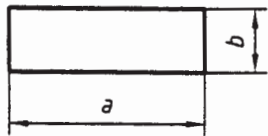
Die Parallelendmaße müssen aus hochwertigem Stahl oder ähnlich verschleißfestem Werkstoff hergestellt sein, der anschiebbar polierte Meßflächen und eine Maßbeständigkeit nach Tabelle 2 sicherstellt.

#### 6.2.2 Längenausdehnungskoeffizient

Der Längenausdehnungskoeffizient von Parallelendmaßen aus Stahl im Temperaturbereich von 10 °C bis 30 °C soll  $(11,5 \pm 1,0) \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$  betragen.

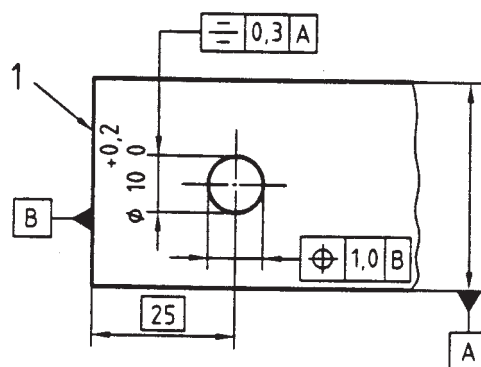
Tabelle 1: Querschnitt

Maße in Millimeter

Querschnitt	Nennmaß $l_n$	a		b	
		Nennmaß	Grenzabmaße	Nennmaß	Grenzabmaße
	0,5 bis 10	30	0 -0,3	9	-0,05 -0,2
	über 10 bis 1000	35			

Wenn Parallelendmaße mit Nennmaßen über 100 mm mit Verbinderbohrungen versehen sind, müssen Maße und Lage der Bohrungen Bild 5 entsprechen. Parallelendmaße der Kalibrierklasse K dürfen nicht mit Verbindern zusammengesetzt werden.

Maße in Millimeter



1 = Meßfläche

Bild 5: Maße der Verbinderbohrungen in mm

Bei Parallelendmaßen aus Stahl der Kalibrierklasse K sowie bei Parallelendmaßen aller Toleranzklassen, die aus einem anderen Werkstoff als Stahl hergestellt sind, muß der Längenausdehnungskoeffizient mit seiner Unsicherheit angegeben werden.

### 6.2.3 Härte

Die Meßflächen der Parallelendmaße aus Stahl müssen eine Vickershärte von mindestens 800 HV 0,5 haben (siehe ISO 6507-2).

### 6.2.4 Maßbeständigkeit

Die höchstzulässigen Längenänderungen von Parallelendmaßen je Jahr sind in Tabelle 2 angegeben. Sie gelten unter der Voraussetzung, daß die Endmaße keinen außergewöhnlichen Temperaturen, Erschütterungen, Stößen, Magnetfeldern oder mechanischen Kräften ausgesetzt werden.

**Tabelle 2: Maßbeständigkeit**

Kalibrier- bzw. Toleranzklasse	Höchstzulässige Längenänderung je Jahr
K 0	$\pm (0,02 \mu\text{m} + 0,25 \times 10^{-6} l_n)$
1 2	$\pm (0,05 \mu\text{m} + 0,5 \times 10^{-6} l_n)$
ANMERKUNG: $l_n$ in mm	

### 6.3 Kennzeichnung

Jedes Parallelendmaß muß mit seinem Nennmaß in mm und dauerhaft einzeln identifizierbar in einer Schriftgröße von mindestens 1,5 mm dauerhaft gekennzeichnet sein. Parallelendmaße unter 6 mm Nennmaß dürfen auf einer Meßfläche gekennzeichnet werden, aber eine Fläche von 9 mm × 12 mm in der Mitte der Meßfläche und eine Fläche von 2,5 mm × 2,5 mm in jeder der vier Ecken muß frei von Kennzeichnungen bleiben.

Falls die Kalibrier- bzw. Toleranzklasse auf dem Parallelendmaß angegeben ist, sind folgende Kennzeichen zu verwenden:

- Kalibrierklasse K: K
- Toleranzklasse 0: 0
- Toleranzklasse 1: –
- Toleranzklasse 2: =

Bei Endmaßen über 100 mm Nennmaß sind die Auflagestellen in Abständen von  $0,211 \times l_n$  von den Meßflächen zu kennzeichnen (siehe 5.4).

## 7 Meßtechnische Anforderungen

### 7.1 Allgemeines

Jedes Parallelendmaß muß die Anforderungen seiner Kalibrier- bzw. Toleranzklasse wie im folgenden angegeben erfüllen.

Für die Übereinstimmung mit den Spezifikationen gilt ISO 14253-1.

Die Anforderungen in den Tabellen 3 und 4 gelten für die Meßflächen des Endmaßes, jedoch bleibt eine Randzone von höchstens 0,8 mm Breite, gemessen von der Ebene der Seitenflächen, unberücksichtigt. In dieser Randzone darf die Oberfläche nicht über der Ebene der Meßfläche liegen.

Parallelendmaße der Kalibrierklasse K müssen in den Grenzabmaßen  $t_e$  vom Nennmaß der Toleranzklasse 1 entsprechen. Die engen Toleranzen für die Ebenheit und für die Abweichungsspanne von Parallelendmaßen der Kalibrierklasse K sind in den Tabellen 3 und 4 angegeben. Diese Parallelendmaße sind zum Kalibrieren anderer Parallelendmaße bestimmt und dürfen nur in Verbindung mit einem Kalibrierschein verwendet werden.

### 7.2 Ebenheitstoleranz $t_f$

#### 7.2.1 Parallelendmaße mit Nennmaßen über 2,5 mm

Die Ebenheitsabweichung  $f_d$  für jede Meßfläche eines Parallelendmaßes mit einem Nennmaß über 2,5 mm darf die zutreffende Toleranz der Tabelle 3 nicht überschreiten, unabhängig davon, ob das Endmaß an einer Anschubplatte angeschoben ist oder nicht.

#### 7.2.2 Parallelendmaße mit Nennmaßen bis 2,5 mm

Die Ebenheitsabweichung  $f_d$  für jede Meßfläche eines Parallelendmaßes mit einem Nennmaß bis 2,5 mm darf, wenn das Parallelendmaß an einer Anschubplatte von mindestens 11 mm Dicke angeschoben ist, die zutreffende Toleranz der Tabelle 3 nicht überschreiten.

Bei dem Parallelendmaß im nicht angeschobenen Zustand muß jede Meßfläche innerhalb von 4 µm eben sein.

### 7.3 Meßflächen

Die Meßflächen von allen Parallelendmaßen müssen sich leicht anschieben lassen. Feine Läppriefen ohne Grat, die das Anschieben nicht beeinträchtigen, sind zulässig.

Die Kanten der Meßflächen sind mit einem Radius von höchstens 0,3 mm zu runden oder mit einer Fase von höchstens 0,3 mm zu versehen. Der Übergang zwischen der Fase und der Meßfläche muß so ausgeführt sein, daß die Anschließbarkeit der Meßflächen nicht beeinträchtigt wird.

### 7.4 Seitenflächen

#### 7.4.1 Ebenheit

Für Nennmaße bis 100 mm ist die Ebenheitstoleranz (siehe ISO 1101) der Seitenfläche 40 µm.

Für Nennmaße über 100 mm bis 1000 mm sind die Ebenheitstoleranzen wie folgt festgelegt:

$$40 \mu\text{m} + 40 \times 10^{-6} \times l_n.$$

#### 7.4.2 Parallelität

Für Nennmaße bis 100 mm darf die Parallelitätsabweichung (siehe ISO 1101) der Seitenflächen 80 µm nicht überschreiten, wobei die gegenüberliegende Seitenfläche als ein Bezug dient.

Für Nennmaße über 100 mm bis 1000 mm sind die Parallelitätstoleranzen wie folgt festgelegt:

$$80 \mu\text{m} + 80 \times 10^{-6} \times l_n.$$

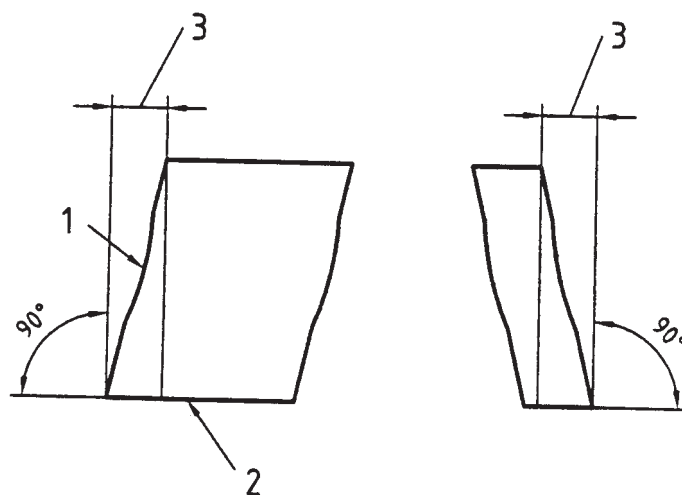
**Tabelle 3: Ebenheitstoleranz  $t_f$**

Nennmaßbereich für $l_n$ mm	Ebenheitstoleranz $t_f$ in µm			
	Kalibrier- bzw. Toleranzklasse			
	K	0	1	2
0,5 bis 150	0,05	0,1	0,15	0,25
über 150 bis 500	0,1	0,15	0,18	0,25
über 500 bis 1000	0,15	0,18	0,2	0,25



**Tabelle 4: Grenzabmaße  $t_e$  der Länge vom Nennmaß an beliebiger Stelle der Meßfläche und Toleranzen  $t_v$  für die Abweichungsspanne**

Nennmaßbereich mm	Kalibrierklasse K		Toleranzklasse 0		Toleranzklasse 1		Toleranzklasse 2	
	Grenzabmaße der Länge vom Nennmaß an beliebiger Stelle	Toleranz für die Abweichungs- spanne	Grenzabmaße der Länge vom Nennmaß an beliebiger Stelle	Toleranz für die Abweichungs- spanne	Grenzabmaße der Länge vom Nennmaß an beliebiger Stelle	Toleranz für die Abweichungs- spanne	Grenzabmaße der Länge vom Nennmaß an beliebiger Stelle	Toleranz für die Abweichungs- spanne
	$\pm t_e$ $\mu\text{m}$	$t_v$ $\mu\text{m}$	$\pm t_e$ $\mu\text{m}$	$t_v$ $\mu\text{m}$	$\pm t_e$ $\mu\text{m}$	$t_v$ $\mu\text{m}$	$\pm t_e$ $\mu\text{m}$	$t_v$ $\mu\text{m}$
von 0,5 bis 10	0,2	0,05	0,12	0,1	0,2	0,16	0,45	0,3
über 10 bis 25	0,3	0,05	0,14	0,1	0,3	0,16	0,6	0,3
über 25 bis 50	0,4	0,06	0,2	0,1	0,4	0,18	0,8	0,3
über 50 bis 75	0,5	0,06	0,25	0,12	0,5	0,18	1	0,35
über 75 bis 100	0,6	0,07	0,3	0,12	0,6	0,2	1,2	0,35
über 100 bis 150	0,8	0,08	0,4	0,14	0,8	0,2	1,6	0,4
über 150 bis 200	1	0,09	0,5	0,16	1	0,25	2	0,4
über 200 bis 250	1,2	0,1	0,6	0,16	1,2	0,25	2,4	0,45
über 250 bis 300	1,4	0,1	0,7	0,18	1,4	0,25	2,8	0,5
über 300 bis 400	1,8	0,12	0,9	0,2	1,8	0,3	3,6	0,5
über 400 bis 500	2,2	0,14	1,1	0,25	2,2	0,35	4,4	0,6
über 500 bis 600	2,6	0,16	1,3	0,25	2,6	0,4	5,0	0,7
über 600 bis 700	3	0,18	1,5	0,3	3	0,45	6,0	0,7
über 700 bis 800	3,4	0,2	1,7	0,3	3,4	0,5	6,5	0,8
über 800 bis 900	3,8	0,2	1,9	0,35	3,8	0,5	7,5	0,9
über 900 bis 1000	4,2	0,25	2,0	0,4	4,2	0,6	8	1



- 1 = Seitenfläche
- 2 = Meßfläche
- 3 = Rechtwinkligkeitsabweichung

**Bild 6: Rechtwinkligkeitsabweichung einer Seitenfläche mit einer Meßfläche als Bezug**

### 7.4.3 Rechtwinkligkeit

Die Rechtwinkligkeitstoleranz (siehe ISO 1101) einer Seitenfläche, wobei eine Meßfläche als Bezug dient, darf die in Tabelle 5 angegebenen Werte nicht überschreiten (siehe Bild 6).

**Tabelle 5: Rechtwinkligkeitstoleranz**

Nennmaß mm		Rechtwinkligkeits- toleranz $\mu\text{m}$
von	10 bis 25	50
über	25 bis 60	70
über	60 bis 150	100
über	150 bis 400	140
über	400 bis 1000	180

Der Winkel zwischen den benachbarten Seitenflächen muß  $90^\circ \pm 10'$  betragen.

### 7.4.4 Kanten

Die Kanten zwischen den Seitenflächen sollen einen Radius oder eine Fase von höchstens 0,3 mm haben.

## 8 Kalibrierung von Parallelendmaßen

### 8.1 Allgemeines

Die Messung der Parallelendmaße folgt den in 5.1 und 5.2 beschriebenen Festlegungen. Ausgehend von der Definition der Längeneinheit wird die Länge im ersten Schritt durch das Prinzip der Lichtinterferenz auf ein Parallelendmaß einer hohen Toleranzklasse – vorzugsweise Kalibrierklasse K – übertragen. Ein oder mehrere weitere Schritte von Unterschiedsmessungen können sich für die Kalibrierung der Parallelendmaße anderer Klassen anschließen. Weitere Einzelheiten über die Schritte sind in 8.3 und 8.4 angegeben. Das Ergebnis der Längenmessung mit zugehöriger Meßunsicherheit muß im Kalibrierschein angegeben werden.

### 8.2 Anschubprüfung

Die Anschiebbarkeit der Meßflächen eines Parallelendmaßes wird unter Anwendung einer transparenten optischen Planplatte geprüft, für die eine Ebenheitstoleranz von  $0,1 \mu\text{m}$  zulässig ist.

Die angeschobene Meßfläche wird durch die optische Planfläche hindurch betrachtet und muß frei von Interferenzstreifen, Farbschattierungen und hellen Flecken sein.

Für Endmaße der Klassen 1 und 2 sind helle Flecken und Schattierungen in geringem Umfang zulässig.

## 8.3 Interferenzmeßverfahren

### 8.3.1 Gemessene Länge

Beim Interferenzmeßverfahren wird die Länge eines Parallelendmaßes – empfohlen wird Kalibrierklasse K – wie in Bild 1 dargestellt, in der Mitte der Meßfläche gemessen.

Die Messung der Abweichungen  $f_o$  und  $f_u$  vom Mittenmaß (siehe 3.6) muß an den Stellen der größten Länge  $l_{\text{max}}$  und der kleinsten Länge  $l_{\text{min}}$  des Parallelendmaßes durchgeführt werden (siehe Bild 3).

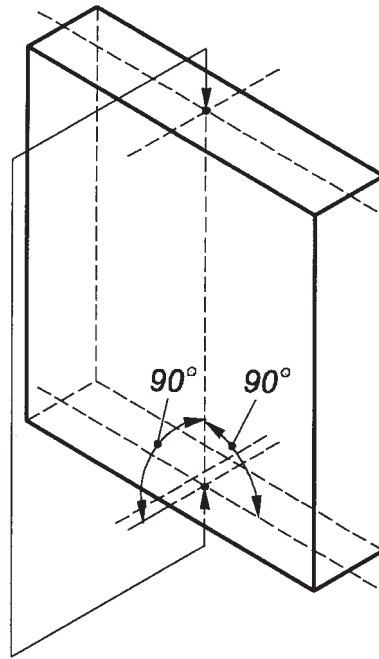
### 8.3.2 Anschubplatte

Die Anschubplatte, an die das Parallelendmaß bei der Messung angeschoben ist, sollte den Anforderungen von 6.2 entsprechen, d. h. aus gleichem Werkstoff wie das Parallelendmaß bestehen und eine Anschubfläche von gleicher Oberflächenbeschaffenheit wie die Meßfläche des Parallelendmaßes haben. Falls Anschubplatten aus anderem Werkstoff, z. B. kristallinem Quarz, verwendet werden, dann sind die Korrekturen aufgrund der unterschiedlichen physikalischen Eigenschaften der Werkstoffe zu berücksichtigen (siehe 8.3.3). Die Anschubplatte muß mindestens 11 mm dick sein und ihre Anschubfläche innerhalb eines Durchmessers von 40 mm eine Ebenheitstoleranz von  $0,025 \mu\text{m}$  einhalten.

### 8.3.3 Korrekturen bei den interferentiellen Messungen

Bei den Messungen müssen die Korrekturen für die folgenden wesentlichen Einflüsse gemacht werden, z. B.:

- Einfluß der Temperatur, des Luftdruckes und der Luftfeuchtigkeit auf die Lichtwellenlänge;
- Einfluß der Abweichung der Temperatur des Parallelendmaßes von  $20^\circ\text{C}$ ;
- Einfluß des Anschubs bei unterschiedlichen Werkstoffen von Parallelendmaß und Anschubplatte auf die Länge des Parallelendmaßes;
- Einfluß von Oberflächenbeschaffenheit und optischen Phasensprüngen auf die Reflexion der Lichtwelle;
- Einfluß der Apertur des Interferometers (Blendengröße und Brennweite) auf die Lage der Interferenzstreifen;



**Bild 7: Messung des Mittenmaßes bei der Unterschiedsmessung, wobei der senkrechte Abstand von der Mitte einer Meßfläche zur gegenüberliegenden Meßfläche genommen wird**

- Einfluß der Kompression des Parallelendmaßes über 100 mm Nennmaß, falls in vertikaler Lage gemessen wurde.

#### 8.3.4 Kalibrierschein

Der Kalibrierschein muß die Meßergebnisse, insbesondere das Mittenmaß  $l_c$  oder die Abweichung des Mittenmaßes vom Nennmaß ( $l_c - l_n$ ) und die ermittelten Unsicherheiten sowie eine Angabe zur Rückverfolgbarkeit mit Bezugnahme auf die verwendete Wellenlängennormale enthalten. Im Kalibrierschein muß angegeben werden, welche Meßfläche des Endmaßes während der Messung angeschoben war, oder ob die beiden Meßflächen nacheinander an die Anschlagplatte angeschoben waren. Im Kalibrierschein muß außerdem der Längenausdehnungskoeffizient angegeben werden, um die Meßergebnisse auf die Längen bei 20 °C anzupassen (siehe 8.3.3).

### 8.4 Unterschiedsmessung

#### 8.4.1 Meßverfahren

Um die Länge eines Parallelendmaßes durch Unterschiedsmessung zu bestimmen, wird die Abweichung seines Mittenmaßes von dem eines Endmaßnormals gemessen und zu der Länge des Normals addiert. Die Meßflächen jedes Endmaßes werden von Meßbolzen aus entgegengesetzten Richtungen in der in Bild 7 dargestellten Weise angetastet und die Längendifferenz wird mit einem hochauflösenden Längenmeßgerät gemessen.

#### 8.4.2 Mittenmaß

Bei einer Unterschiedsmessung wird das Mittenmaß eines Endmaßnormales auf das zu kalibrierende Parallelendmaß übertragen. Das Endmaßnormal kann entweder direkt interferentiell gemessen sein oder durch Unterschiedsmessungen in ein oder mehreren Schritten auf ein interferentiell gemessenes Normal bezogen sein.

ANMERKUNG: Der Einfluß eines Anschubes, welcher in der interferentiell bestimmten Länge eines Endmaßnormals enthalten ist, wird durch Unterschiedsmessungen übertragen.

#### 8.4.3 Verfahren zur Bestimmung der Länge durch Unterschiedsmessung

Die relativ kleine Differenz der Mittenmaße von einem Endmaßnormal mit bekanntem Mittenmaß und einem anderen Parallelendmaß mit unbekanntem Mittenmaß wird mit einem Längenmeßgerät mit hoher Auflösung gemessen (siehe Anhang A).

#### 8.4.4 Abweichungsspanne der Länge

Die Unterschiedsmessung darf zur Bestimmung der Abweichungsspanne der Länge angewendet werden. Die Abweichungen zwischen Ablesungen in der Mitte und in den vier Ecken der Meßfläche, ungefähr 1,5 mm von den Seitenflächen entfernt, können als repräsentativ für die Bestimmung der Abweichungsspanne der Länge betrachtet werden. Werden zur Bestimmung der Abweichungsspanne andere repräsentative Punkte als die nahe den Ecken der Meßflächen benutzt, so müssen ihre Lagen beschrieben werden.

#### 8.4.5 Korrekturen

Die folgenden Korrekturen sollten bei der Auswertung der Ergebnisse von Unterschiedsmessungen nach 8.4.2 berücksichtigt werden:

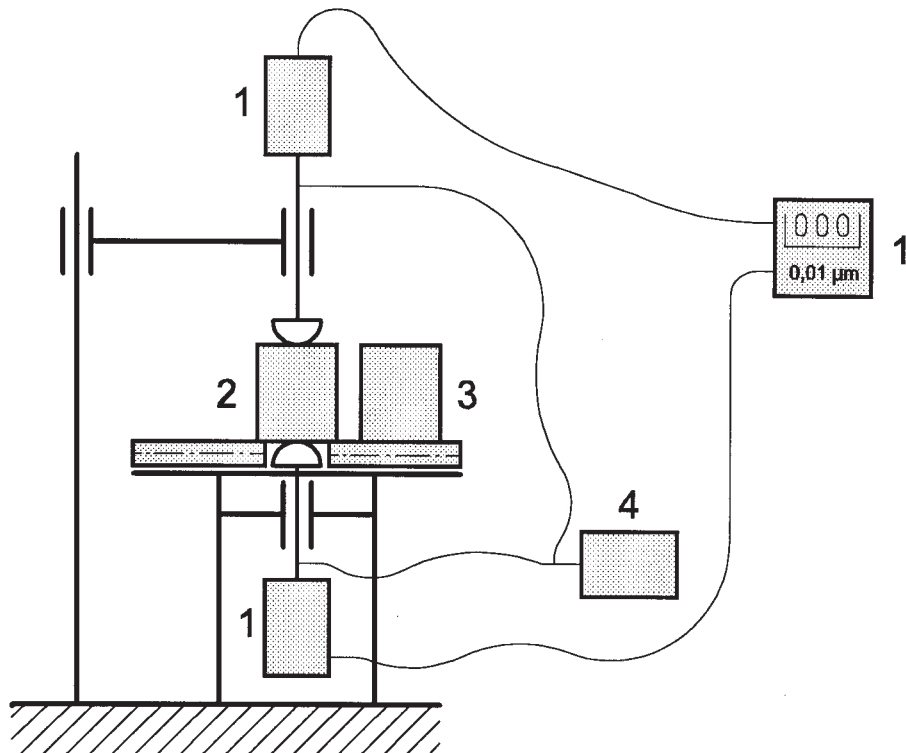
- Systematische Meßabweichung des Meßgerätes (siehe VIM);
- Einfluß von Temperaturen, die von 20 °C abweichen, und unterschiedlicher Längenausdehnungskoeffizienten der beiden zu vergleichenden Parallelendmaße;
- Einfluß unterschiedlicher Verformungen an den Berührungsstellen der Meßbolzen mit den Meßflächen der beiden Parallelendmaße, hergestellt aus verschiedenen Werkstoffen.

#### 8.4.6 Kalibrierschein

Der Kalibrierschein muß die Meßergebnisse, insbesondere das Mittenmaß  $l_c$  oder die Abweichung des Mittenmaßes vom Nennmaß  $l_c - l_n$  und die ermittelten Unsicherheiten sowie eine Angabe zur Rückverfolgbarkeit enthalten. Im Kalibrierschein muß außerdem der zur Korrektur nach 8.4.5 verwendete Längenausdehnungskoeffizient der Endmaße enthalten sein.

## Anhang A (informativ)

### Beispiel eines Endmaßmeßgerätes für die Unterschiedsmessung



- 1 = hochauflösendes Längenmeßgerät mit Anzeigeeinheit
- 2 = Endmaß
- 3 = zu kalibrierendes Parallelendmaß
- 4 = Hebevorrichtung

**Bild A.1: Beispiel eines Endmaßmeßgerätes für Parallelendmaße bis 100 mm Nennmaß**

Bild A.1 zeigt das Endmaßnormal in vertikaler Lage zwischen einem oberen und einem unteren Meßbolzen. Die Meßbolzen sind abhebbar; das Parallelendmaß mit seinem Eigengewicht ruht unabhängig davon auf dem Meßtisch. Die Verbindungslinie zwischen beiden Meßbolzen verläuft senkrecht zu den Meßflächen. Die Ablesung wird bei der Antastung in der Meßflächenmitte des Endmaßnormales vorgenommen; anschließend wird das Endmaßnormal durch das zu kalibrierende Endmaß ersetzt und ebenfalls der Antastwert abgelesen. Die vertikale Lage wird für eine Unterschiedsmessung von Parallelendmaßen bis 100 mm Nennmaß angewendet, siehe 5.4.

Parallelendmaße über 100 mm Nennmaß können auch durch Unterschiedsmessung mit einem Endmaßnormal gemessen werden. Falls eine horizontale Lage nach 5.4 angewendet wird, werden die Endmaßauflagen horizontal und vertikal so verstellt, daß ein Meßbolzen des Komparators die Mitte einer Meßfläche des Parallelendmaßes berührt und der zweite Meßbolzen wird auf der zweiten Meßfläche so eingestellt, daß ein Minimum der Länge angezeigt wird.

## Anhang B (informativ)

### Beziehung zum GPS-Matrixmodell

Einzelheiten des gesamten GPS-Matrixmodell siehe ISO/TR 14638.

#### B.1 Information über diese Internationale Norm und ihre Anwendung

ISO 3650 definiert die Eigenschaften von Parallelendmaßen. Parallelendmaße sind die in der Industrie allgemein als Maßverkörperungen angewendeten Längennormale. ISO 3650 legt vier Klassen von Parallelendmaßen und definiert zwei Verfahren zur Kalibrierung von Parallelendmaßen (Interferenzverfahren und Vergleichsverfahren).

#### B.2 Lage in dem GPS-Matrixmodell

Diese Internationale Norm ist eine allgemeine GPS-Norm, die Kettenglied 6 der Normenkette für Maß und Abstand in der GPS-Matrix beeinflusst, wie in Bild B.1 graphisch dargestellt.

Globale GPS-Normen							
GPS Grundnormen	Matrix allgemeiner GPS-Normen						
	Kettengliednummer						
	Maß	1	2	3	4	5	6
	Abstand						
	Radius						
	Winkel						
	Form einer Linie bezugsunabhängig						
	Form einer Linie bezugsabhängig						
	Form einer Oberfläche bezugsunabhängig						
	Form einer Oberfläche bezugsabhängig						
	Richtung						
	Lage						
	Rundlauf						
	Gesamtlauf						
	Bezüge						
	Rauheitsprofil						
	Welligkeitsprofil						
	Primärprofil						
	Oberflächenunvollkommenheit						
	Kanten						

Bild B.1

#### B.3 Verwandte Internationale Normen

Verwandte Internationale Normen gehen aus den in Bild B.1 angegebenen Normenketten hervor.

## Anhang C (informativ)

### Literaturhinweise

- [1] ISO/TR 14638 : 1995  
Geometrical Product Specification (GPS) – Masterplan
- [2] Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM);  
1. Ausgabe herausgegeben von BIPM, IEC, IFCC, ISO, IUPAC; IUPAP, OIML; ISBN 92-67-10188-9