



Bibliothek des  
technischen Wissens

Brabec, Daniel      Reißler, Ludwig      Stenzel, Andreas

# ISO GPS

**Einführung in die  
geometrische Produktspezifikation**

**4. Auflage**

VERLAG EUROPA-LEHRMITTEL · Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG  
Düsselberger Straße 23 · 42781 Haan-Gruiten

**Europa-Nr.: 10212**

**Autoren:**

Brabec, Daniel	Studiendirektor	Mering
Reißler, Ludwig	Studiendirektor	München
Stenzel, Andreas	Studiendirektor	Balingen

**Lektorat:**

Roland Gomeringer	Studiendirektor	Meßstetten
-------------------	-----------------	------------

**Bildentwürfe:**

die Autoren

**Bildbearbeitung:**

Zeichenbüro des Verlags Europa-Lehrmittel, Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG, 73760 Ostfildern

4. Auflage 2025

Druck 5 4 3 2 1

Alle Drucke derselben Auflage sind parallel einsetzbar, da sie bis auf die Korrektur von Druckfehlern identisch sind.

ISBN 978-3-7585-1486-9

Alle Rechte vorbehalten. Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der gesetzlich geregelten Fälle muss vom Verlag schriftlich genehmigt werden.

© 2025 by Verlag Europa-Lehrmittel, Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG, 42781 Haan-Gruiten  
[www.europa-lehrmittel.de](http://www.europa-lehrmittel.de)

Satz: Satz+Layout Werkstatt Kluth GmbH, 50374 Erftstadt  
Umschlag: braunwerbeagentur, 42477 Radevormwald  
Umschlagbild: © Gühring KG, Albstadt  
Druck: LD Medienhaus GmbH & Co. KG, 48268 Greven

## Vorwort

**ISO GPS** ist aktuell das bedeutendste Normungssystem der Technischen Kommunikation. Es betrifft alle Normen, die sich mit den Anforderungen an die Geometrie von Werkstücken befassen. Die **Geometrische Produktspezifikation (GPS)** dient somit der Kommunikation zwischen Konstruktion, Fertigung und Qualitätssicherung mit dem Ziel, die Funktionsfähigkeit von Bauteilen zu gewährleisten und Missverständnisse zu vermeiden.

Die Austauschbarkeit von Bauteilen ist ein Grundprinzip der industriellen Fertigung. Gerade im Hinblick auf Industrie 4.0 sind unmissverständliche technische Zeichnungen bzw. CAD-Daten mit genau spezifizierten Anforderungen an die Werkstücke eine Voraussetzung. ISO GPS ist ein System zur Beschreibung und Prüfung von Werkstückmerkmalen, wie z.B. Größenmaß, Ort, Richtung, Form und Oberflächenbeschaffenheit.

Dieses Buch gibt einen Überblick über das **ISO-GPS-Normensystem** und seine wichtigsten Grundsätze. Anhand von Beispielen wird gezeigt, wie Geometrieelemente und Bauteile nach ISO-GPS-Standard spezifiziert werden können, und welche Auswirkungen dies auf die Konstruktion mit CAD, auf die Messtechnik und für die Qualitätssicherung hat.

Der **erste Teil** des Buches gibt einen Überblick über die Grundlagen des ISO-GPS-Normensystems mit den Auswirkungen auf die Technische Produktdokumentation (TPD) und die Prüftechnik.

Im **zweiten Teil** werden Möglichkeiten der Spezifizierung von Geometrieelementen aufgezeigt. Wichtige Begriffe, wie z.B. Größenmaße und Geometrieelemente, Form-, Richtungs-, Orts- und Lauftoleranzen oder Spezifikation durch eine Lehre werden erläutert.

Der **dritte Teil** zeigt anhand von Anwendungsbeispielen, ausgehend von der Funktion, die Vorgehensweise bei der Spezifizierung von Bauteilen.

Im **Anhang** befindet sich eine Checkliste zur Umsetzung geometrischer Produktspezifikationen in Zeichnungen. Außerdem werden die verwendeten Normen aufgeführt. Ergänzt wird der Anhang durch ein ausführliches Sachwortverzeichnis.

Ein **Einleger** zeigt übersichtlich die wichtigsten Regeln, Symbole und Modifikatoren zur geometrischen Produktspezifikation. Der Einleger kann unabhängig von diesem Buch verwendet werden.

### Hinweise zur 4. Auflage

- Zur besseren Lesbarkeit der Zeichnungen wurde auf eine vollständige Bemaßung von Bauteilen weitgehend verzichtet.
- Die **Oberflächenangaben** entsprechen der neuen Norm DIN EN ISO 21920 (2022-12).
- Bei den **Allgemeintoleranzen** wird auf die neuen Normen DIN EN ISO 22081 und DIN 2769 (2023-04) Bezug genommen.
- Der Umgang mit der **Messunsicherheit** wird beschrieben und am Beispiel gezeigt.
- Spezifizierungen werden an vielen zusätzlichen Beispielen beschrieben und dargestellt.
- Am einfachen Beispiel „Winkelherstellung“ wird schrittweise in die Spezifizierung eingeführt.
- Standardelemente wie Welle, Nabe, Nut ... werden beschrieben und die Spezifizierung abgeleitet.
- Fachbegriffe und Zeichnungen sind den neuen Normen entsprechend angepasst.
- Außerdem wurden sprachliche Verbesserungen vorgenommen und vereinzelte Fehler korrigiert.

Da die Geometrische Produktspezifikation (GPS) der Kommunikation zwischen Konstruktion, Fertigung und Qualitätssicherung sowie zwischen Zulieferer und Abnehmer des Produktes dient, sind alle Beteiligten im Produktionsprozess betroffen.

Dieses Buch bietet einen Überblick über das ISO-GPS-Normenwerk und einen Einstieg in die umfangreiche Thematik der geometrischen Produktspezifikation für die technische Aus- und Weiterbildung. Das Buch soll hier eine Hilfestellung bieten sowohl für jene, die technische Zeichnungen und Produktdokumentationen erstellen, als auch für jene, die diese lesen und verstehen müssen. Betroffen sind somit Konstrukteure, Technische Produktdesigner, Auszubildende und Ausbilder in allen fertigungstechnischen Berufen, Meister und Techniker.

# Inhaltsverzeichnis

Vorwort .....	3
<b>1 Das ISO-GPS-System .....</b>	<b>5</b>
1.1 Geometrische Produktspezifikation – Bedeutung und Begriffe .....	5
1.2 Das ISO-GPS-Normensystem .....	12
1.3 Technische Kommunikation .....	26
– Technische Zeichnung .....	27
1.4 Prüftechnik .....	31
– Bedeutung und Grundbegriffe .....	31
– Prüfarten .....	32
– Prüfmittel .....	32
– Spezifizierung und Prüfung von Oberflächen .....	36
– Oberflächenangaben in der Technischen Produktdokumentation .....	42
– Prüfung von Form, Richtung, Ort und Lauf (Form- und Lageprüfung) .....	51
1.5 Messunsicherheit .....	56
<b>2 Spezifikation und Modifikation .....</b>	<b>59</b>
2.1 Lineare Größenmaße .....	59
– Örtliches Größenmaß .....	60
– Globale Größenmaße .....	63
2.2 Hüllbedingung .....	66
2.3 Rangordnungsgrößenmaße .....	69
2.4 Berechnete Größenmaße .....	72
2.5 Begrenzte Tolerierung von Geometrieelementen .....	74
2.6 Spezifikation von Winkelgrößenmaßen .....	77
– Örtliche Winkelgrößenmaße .....	78
– Globale Winkelgrößenmaße .....	80
2.7 Lineare Abstände von Geometrieelementen .....	83
– Linearer Abstand zwischen zwei integralen Geometrieelementen .....	83
2.8 Bezüge und Bezugssysteme .....	88
2.9 Spezifikation durch eine Zone .....	96
– Geometrische Tolerierung .....	96
2.10 Filterung .....	106
2.11 Ergänzende Angaben beim Toleranzindikator .....	111
2.12 Indikatoren .....	115
2.13 Form- und Lagetoleranzen .....	118
2.14 Spezifikation durch eine Lehre .....	123
2.15 Spezifikationen im 3D-Modell .....	130
<b>3 Anwendungsbispiel .....</b>	<b>133</b>
3.1 Form- und Lagetoleranzen bei Flächen .....	133
3.2 Beispiele für Geradheit .....	135
3.3 Beispiele für Linienprofil .....	138
3.4 Beispiel für Flächenprofiltoleranz .....	140
3.5 Bohrbilder und Lochkreise .....	142
3.6 Parallelschraubzwinge .....	146
3.7 Anschlagwinkel .....	148
3.8 Rollenlagerung .....	152
3.9 Kettenradlagerung .....	156
3.10 Spindelantrieb .....	171
– Allgemeine Hinweise zur Toleranzfindung .....	176
Checkliste zur Umsetzung geometrischer Produktspezifikationen .....	177
Normenübersicht .....	179
<b>4 Sachwortverzeichnis .....</b>	<b>181</b>

# 1

## Das ISO-GPS-System Grundlagen

Das ISO-GPS-System definiert die geometrischen Anforderungen an Werkstücke zur Spezifizierung und Verifizierung.

### 1.1 Geometrische Produktspezifikation – Bedeutung und Begriffe

#### I Bedeutung und Zielsetzung

Komplexe technische Systeme wie Fahrzeuge, Maschinen und Anlagen werden heute arbeitsteilig entwickelt, konstruiert und in Serie produziert. Entwicklung und Konstruktion sowie Fertigung und Montage finden häufig an unterschiedlichen Orten statt, oft in verschiedenen Ländern. Die Zulieferung von fehlerlosen Bauteilen und Baugruppen, ihre Funktionssicherheit und Montagefähigkeit, die Gesamtfunktion des Produkts sowie der reibungslose Austausch von Ersatzteilen müssen sichergestellt werden. Die Geometrie von mechanischen Bauteilen muss hierzu eindeutig festgelegt werden. Für die Definitionen von Geometrieelementen bedarf es einer gemeinsamen Sprache, die in der Konstruktion, in der Fertigung und in der Prüftechnik verwendet werden kann.

Arbeitsteilige Produktion und globalisierte Märkte sind auf den Austausch technischer Produktinformationen angewiesen.

Bei der **Technischen Produktdokumentation** (TPD) ist die technische Zeichnung, meist in digitaler Form als CAD-Datensatz, das zentrale Medium zur Festlegung der Merkmale von Geometrieelementen und ihren Beziehungen untereinander.

Die dort festgelegten dimensionellen und geometrischen Spezifikationen müssen von allen Beteiligten verstanden und eingehalten werden. Die Geometrische Produktspezifikation (GPS) dient somit auch der Verständigung zwischen Entwicklung, Konstruktion, Arbeitsplanung, Fertigung und Qualitätssicherung. Für eine Produktion nach Industrie 4.0 sind ebenfalls unmissverständliche geometrische Produktspezifikationen elementare Voraussetzung.

In DIN EN ISO 17450-1:2012 werden Grundlagen für das GPS-System festgelegt, um

- eine eindeutige GPS-Sprache bereitzustellen,
- Geometrieelemente, Merkmale und Regeln als Grundlage für Spezifikationen festzulegen,
- Standardregeln bereitzustellen,
- eine vollständige Symbolsprache zur Angabe von GPS-Spezifikationen zur Verfügung zu stellen,
- einheitliche Regeln für die Prüfung aufzustellen.

Aus der Funktion des Bauteils leitet der Konstrukteur das Nennmodell des Werkstücks ab. Aus der Nenngeometrie heraus kann er ein nicht-ideales Oberflächenmodell entwickeln, um die Abweichungen der Oberfläche zu simulieren und um die maximal zulässigen Grenzwerte sowie die Toleranzen des Werkstücks zu ermitteln. In Abhängigkeit von der Funktion und unter Berücksichtigung von Prüfbarkeit und Messunsicherheit sind die Toleranzen so klein wie nötig und so groß wie möglich zu wählen.

Beim Prüfen wird nachgewiesen, ob das Werkstück die Spezifikation erfüllt. Ausgehend von der wirklichen Oberfläche des Werkstücks vergleicht der Messtechniker nach einem Prüfplan die Übereinstimmung mit den Spezifikationen.

In der technischen Zeichnung bzw. direkt am CAD-Modell eines Bauteils werden die aus der Funktion abgeleiteten geometrischen Anforderungen als Maß- und Winkeltoleranzen, Form-, Richtungs-, Orts- und Lauftoleranzen sowie als Toleranzen und Auflagen für die Beschaffenheit von Oberflächen eingetragen. Hinzu kommen Vorgaben für die Messtechnik und Qualitätssicherung.

#### Geometrische Produktspezifikation (GPS)

Mit dem Ziel, die funktionalen Anforderungen an das Bauteil zu erfüllen, werden durch die Geometrische Produktspezifikation (GPS) die zulässigen Abweichungen der geometrischen Merkmale eines Werkstücks festgelegt.

Als geometrische **Spezifikation** bezeichnet man die Festlegung der zulässigen Abweichungen eines Werkstückmerkmals durch ein Größenmaß oder eine Zone.

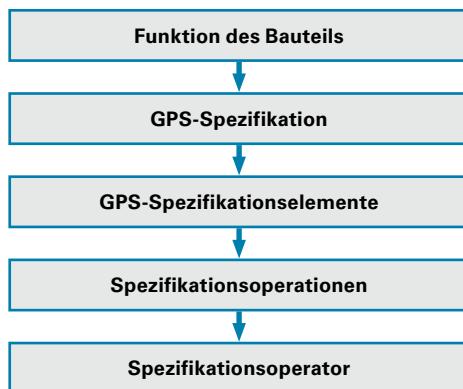
Bei der **Verifikation** wird geprüft, ob ein Produkt mit den spezifizierten Anforderungen übereinstimmt. In der Messtechnik wird ermittelt, ob die reale Oberfläche eines Werkstücks innerhalb der festgelegten zulässigen Abweichungen liegt.

## I Spezifikationsprozess

Der Spezifikationsprozess ist der erste Vorgang, der bei der Definition eines Produkts oder eines Systems stattfindet. Sein Zweck ist die Übertragung der Entwurfsabsicht in Anforderungen an bestimmte GPS-Merkmale.

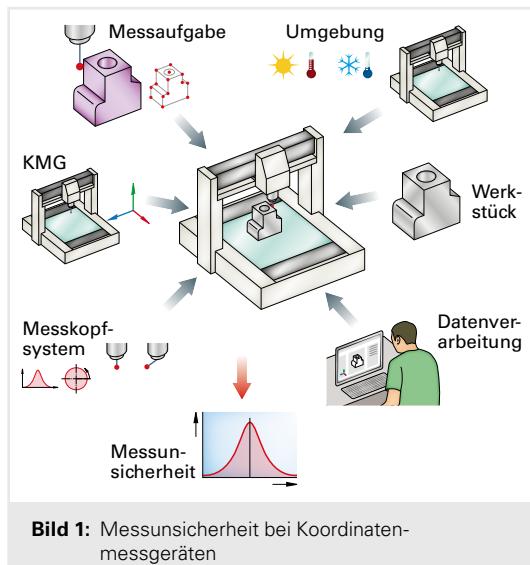
**Der Spezifikationsprozess liegt in der Verantwortung der Konstruktion.**

Er umfasst nach DIN EN ISO 17450-2:2013 die folgenden Schritte:



## I Anforderungen an die Bauteilgeometrie

Um die Funktion von Bauteilen und die Montage von Baugruppen zu gewährleisten, ist eine vollständige geometrische Beschreibung und Tolerierung für ein Werkstück durch Maße, Geometrie und Oberfläche



**Bild 1:** Messunsicherheit bei Koordinatenmessgeräten

vorzunehmen. Folgende Anforderungen sind an die Geometrie der Bauteile zu stellen:

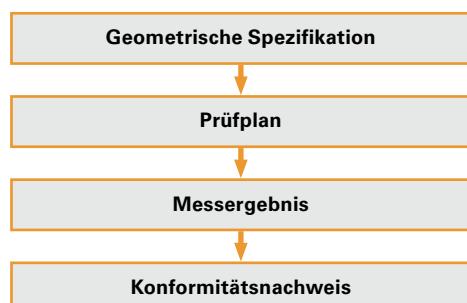
- Das Bauteil muss seine vorgesehene Funktion zuverlässig und dauerhaft erfüllen können.
- Die Toleranzen für das Werkstück sind von der Funktion des Bauteils abzuleiten.
- Die Toleranzgrenzen entsprechen den Funktionsgrenzen.
- Das Werkstück muss sich innerhalb der festgelegten Toleranzen fertigen lassen.
- Das Bauteil muss einfach und sicher geprüft werden können.
- Bei der Verifikation kommt es auf den Nachweis der Funktions- und Montagefähigkeit an.
- Das Bauteil muss sich sicher montieren lassen.

## I Verifikationsprozess

Der Verifikationsprozess erfolgt nach der Fertigung des Bauteils. Der Zweck ist die Verifikation der Merkmale der Geometrieelemente am realen Werkstück.

**Die Verifikation liegt in der Verantwortung der Messtechnik.**

Die Konformität wird dann durch den Vergleich der festgelegten Merkmale mit den Ergebnissen der Messungen bestimmt. DIN EN ISO 14253-1:2018 legt Entscheidungsregeln für den Nachweis von Konformität oder Nichtkonformität mit Spezifikationen fest.



Die Messunsicherheit hat Einfluss auf die Entscheidung, ob ein Werkstück die in der Zeichnung geforderten Toleranzen auch tatsächlich einhält. Die Größe der Messunsicherheit wird bei Messgeräten durch verschiedene Faktoren bestimmt (**Bild 1**).

Bei der **Validierung** wird geprüft, ob ein Produkt auch das leistet, was von ihm gefordert wird. Dies geschieht meist im Rahmen eines sogenannten Feldversuchs. Dabei testen spätere Nutzer das Produkt hinsichtlich der Erreichung der gesteckten Ziele.

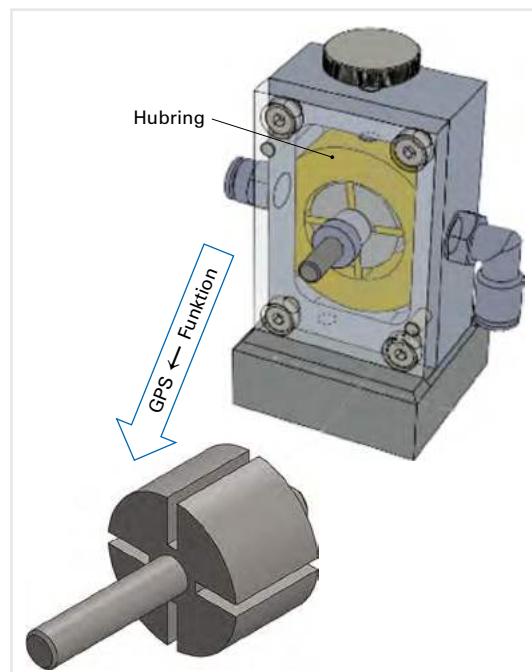
## Beispiel zum Spezifikationsprozess

## Flügelzellenpumpe

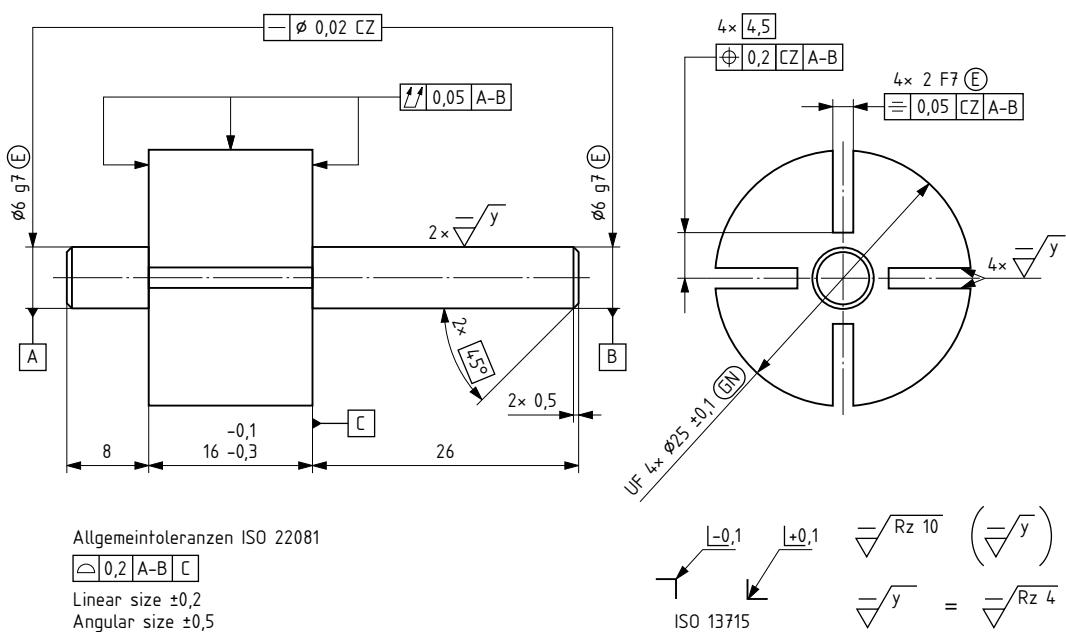
Die Flügelzellenpumpe (**Bild 1**), auch Drehschieberpumpe genannt, ist eine Verdrängerpumpe mit stufenlos verstellbarem Volumenstrom. Die Verstellung erfolgt über den vertikal verschiebbaren Hubring.

Der Rotor (**Bild 2**) ist in zwei Gleitlagerbuchsen im Gehäuse und in der Abdeckplatte drehbar gelagert. Von der Funktion des Rotors leiten sich die dimensionellen und geometrischen Anforderungen und somit die Spezifikationen für die Fertigung des Werkstücks ab, z. B.

- Spielpassung zwischen Antriebswelle und Gleitlagerbuchsen
  - radiale und axiale Rundlaufgenauigkeit (umfasst auch die Zylinderform und die Koaxialität)
  - präzise Zylinderform des Rotors
  - genaue Fluchtung der Lagerpositionen
  - Spiel zwischen den Stirnflächen des Zylinders und den Innenflächen von Gehäuse und Abdeckplatte
  - Spielpassung für die Aufnahme der Flgel
  - geringe Oberflächenrauheit



**Bild 1:** Flügelzellenpumpe, Rotor



**Bild 2:** Rotor, funktionsgerecht spezifiziert

## I Begriffe

Zum besseren Verständnis von GPS ist es ratsam, wichtige Fachbegriffe vorab zu kennen, welche in den verschiedenen GPS-Normen immer wieder Verwendung finden (**Tabelle 1**). Weitere ausführliche Begriffserläuterungen erfolgen nach Bedarf an Ort und Stelle im vorliegenden Buch.

**Tabelle 1: Fachbegriffe und ihre Bedeutung**

Fachbegriff	Bedeutung, Anwendung
<b>ISO GPS</b>	System der geometrischen Produktspezifikation und -prüfung nach ISO.
<b>Spezifikation</b>	Begrenzung der zulässigen Abweichungen eines Werkstückmerkmals.
<b>Verifikation, Verifizierung</b>	Nachweis, dass festgelegte (spezifizierte) Forderungen erfüllt werden.
<b>Validation, Validierung</b>	Nachweis, dass das Nutzungsziel (die Zweckbestimmung) erreicht wird.
<b>Default</b>	Standardannahme, Voreinstellung
<b>Referenzbedingung</b>	Rahmenbedingung, z. B. $t = 20^\circ\text{C}$ , für vergleichbare Messungen.
<b>Operator</b>	Geordnete Menge von Operationen.
<b>Spezifikationsoperation</b>	Mathematische oder geometrische Operation, z. B. die Filterung mit einem Gauß-Filter bei der Spezifikation der Anforderung an eine Oberflächenbeschaffenheit.
<b>Spezifikationsoperator</b>	Spezifikationsoperationen in einer vorgegebenen Reihenfolge
<b>Standardspezifikationsoperator</b>	Standardeinstellung, Default, Festlegung in der jeweiligen fundamentalen oder allgemeinen GPS-Norm.
<b>ISO-Standardspezifikationsoperator für Größenmaße</b>	Dies ist das Zweipunktgrößenmaß. Das Modifikationssymbol <b>(LP)</b> darf nicht in die Zeichnung eingetragen werden, wenn es für beide Spezifikationsgrenzen angewandt wird.
<b>Spezifikations-Modifikationsymbol</b>	Es ändert die Standardfestlegung der grundlegenden GPS-Spezifikation, z. B. verlangt <b>(CC)</b> die Bestimmung eines Durchmessers aus dem Umfang.
<b>Verifikationsoperator</b>	Das ist die geordnete Menge von Verifikationsoperationen, z. B. die Prüfung (Verifikation) einer Oberfläche unter Beachtung der Normvorgaben (Filter, Nesting-Index Nic bzw. Grenzwellenlänge $\lambda_c$ , Toleranzakzeptanzregel, etc.).
<b>Geometrieelement</b>	Punkt, Linie, Fläche, Volumen oder eine Menge dieser Elemente.
<b>Größenmaß</b>	Es kennzeichnet die Ausdehnung eines Geometrieelements.
<b>abgeleitetes Geometrieelement</b>	Achse, Mittelebene, Mittellinie, Mittelfläche
<b>Größenmaßelement</b>	Geometrische Form, definiert durch ein lineares Größen- oder Winkelgrößenmaß, z. B. Zylinder, Kugel, Kegel, Keil oder zwei parallele sich gegenüberliegende Flächen.
<b>obere und untere Maßgrenze ULS, LLS</b>	Größtes und kleinstes zulässiges Maß eines Maßelements; ULS = Upper Limit of Size, LLS = Lower Limit of Size.
<b>Theoretisch genaues Maß (TED, theoretical exact dimension)</b>	Maß in einem Rechteckrahmen, das nicht toleriert werden darf, und für das auch keine Allgemeintoleranzen gelten.
<b>Unabhängigkeitsprinzip (ISO 8015)</b>	Alle Spezifikationen auf einer Zeichnung gelten unabhängig voneinander.
<b>Hüllprinzip (E)</b>	Die Formabweichungen und die Lageabweichungen müssen innerhalb der Größenmaßtoleranz liegen (taylorscher Grundsatz).
<b>Maximum-Material-Bedingung (M)</b>	Die Maximum-Material-Bedingung (MMR) schränkt die maximale Ausdehnung eines Geometrieelementes ein, um die Fügbarkeit bzw. Passungsfähigkeit zu sichern.
<b>Minimum-Material-Bedingung (L)</b>	Die Minimum-Material-Bedingung (LMR) dient dazu, die minimale Ausdehnung eines Geometrieelements zu begrenzen, um z. B. eine Mindestwandstärke zu sichern.
<b>Reziprozitätsbedingung (R) (reziprok = wechselseitig)</b>	Die Abweichungen aus Größenmaß-, Form- und Lagetoleranzen werden zusammengefasst und können beliebig aufgeteilt werden. <b>(R)</b> ist stets ein zusätzlicher Modifikator zu <b>(M)</b> oder <b>(L)</b> . Eine Größenmaßerweiterung ist nur zur Maximum-Material-Seite zulässig.
<b>Zielfunktion Minimax</b>	Minimierung des maximalen Abstands zwischen dem assoziierten Geometrieelement und dem Bezugselement (z. B. Werkstückfläche liegt auf Messplatte mit minimalem Abstand auf).

## I Wirkliche Oberfläche

Die wirkliche Oberfläche eines Werkstücks besteht aus der Menge der physikalisch vorhandenen Geometrieelemente, die das gesamte Werkstück von seiner Umgebung trennen. Bei einer Kugel ist dies die eine Oberfläche.

## I Oberflächenmodell (Bild 1)

Sämtliche physikalischen Grenzen eines Werkstücks ergeben dessen Oberflächenmodell. Das Oberflächenmodell wird auf alle geschlossenen Flächen angewendet und lässt die Festlegung von einzelnen, mehreren oder auch Teilen von Geometrieelementen zu. Das gesamte Produkt, z.B. eine Baugruppe, wird durch eine Menge von Oberflächenmodellen, die den einzelnen Werkstücken entsprechen, gebildet.

- Das Modell des vom Konstrukteur definierten Werkstücks perfekter Gestalt ist das **Nennmodell**.
- Das Modell der physikalischen Grenzflächen des Werkstücks gegenüber seiner Umgebung ist das **nicht-ideale Oberflächenmodell bzw. Hautmodell**.

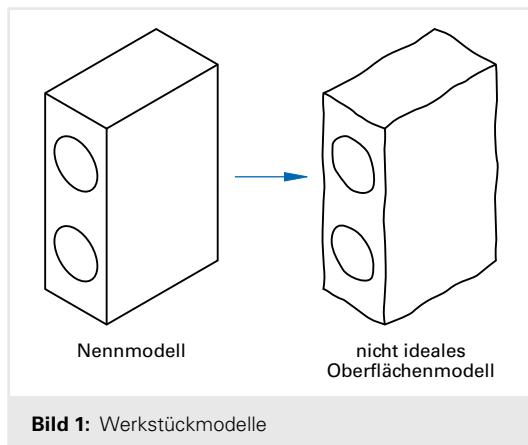


Bild 1: Werkstückmodelle

## I Geometrieelemente (Bild 2)

Punkt, Linie, Fläche, Volumen oder eine Mehrzahl davon sind geometrische Elemente. Ein geometrisches Element kann ein ideales oder ein nicht-ideales Geometrieelement sein und als einzelnes oder zusammengesetztes Geometrieelement betrachtet werden, z.B. ein aus mehreren Flächen zusammengesetzter Körper.

Ein **ideales Geometrieelement** ist durch eine parametrisierte Gleichung definiert, z.B. ein durch eine Gleichung definierter Zylinder.

Ein **nicht-ideales Geometrieelement** ist ein unvollkommenes geometrisches Element als Teil des Hautmodells.

Von einem **Situationselement** aus, z.B. von einem Punkt, einer Geraden, einer Ebene oder einer Schraubenlinie aus, können der Ort oder die Richtung eines Geometrieelements festgelegt werden.

**Größenmaßelemente** sind das **lineare Größenmaßelement** und das **Winkelgrößenmaßelement**.

**Nenngeometrieelemente** sind ideale Geometrieelemente, die zur Definition des Nennmodells verwendet werden. Ein Zylinder z.B. ist ein ideales Geometrieelement mit dem Größenmaß  $D$  als intrinsisches Merkmal.

Ein **wirkliches Geometrieelement** ist ein geometrisches Element, das einem Teil der wirklichen Oberfläche des Werkstücks entspricht, z.B. die Mantelfläche eines Zylinders.

Ein **integrales Geometrieelement** ist ein geometrisches Element, das zur wirklichen Oberfläche des Werkstücks oder zu einem Oberflächenmodell gehört, z.B. eine Fläche.

Ein **abgeleitetes Geometrieelement** ist nicht Teil einer Werkstückoberfläche, z.B. die Achse eines Zylinders. Diese ist abgeleitet von der Mantelfläche des Zylinders.

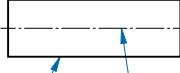
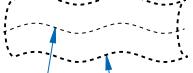
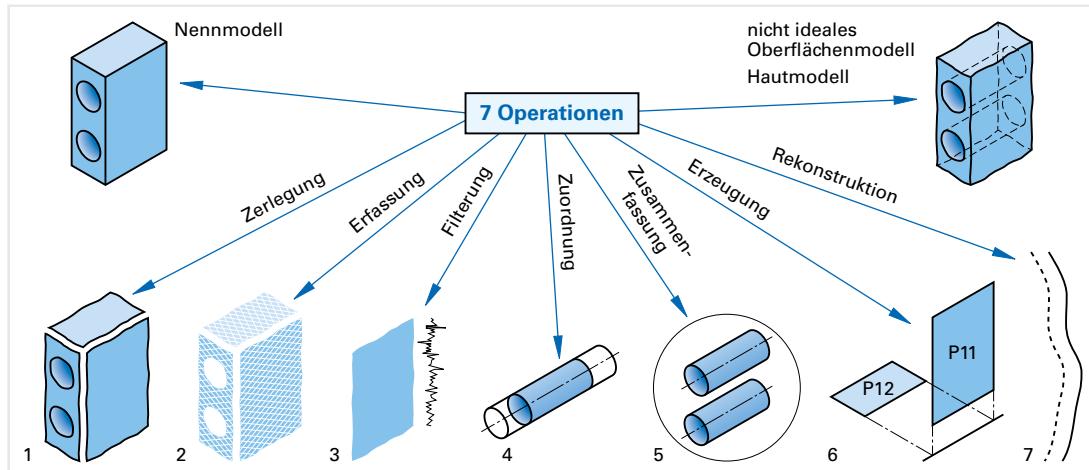
	Zeichnung	Reales Werkstück	Erfassung	Zuordnung
Geometrieelement	 <b>Nenn-Geometrieelement</b>	 <b>Wirkliches Geometrieelement</b>	 <b>Erfasstes Geometrieelement</b>	 <b>Zugeordnetes Geometrieelement</b>
Abgeleitetes Geometrieelement	<b>Abgeleitetes Nenn-Geometrieelement</b> (Mittellinie, Achse)		<b>Erfasstes abgeleitetes Geometrieelement</b> (mittlere Linie)	<b>Zugeordnetes abgeleitetes Geometrieelement</b> (Mittellinie, Achse)

Bild 2: Geometrieelemente



**Bild 1:** Mögliche Operationen an Geometrieelementen

## ■ Operationen

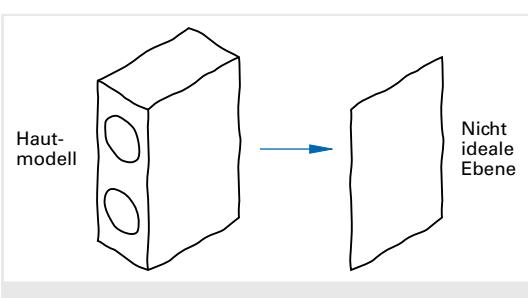
Um ideale oder nicht-ideale Geometrieelemente zu erhalten, sind nach DIN EN ISO 17450-1:2012 folgende sieben Operationen möglich (**Bild 1**):

- 1 Zerlegung (Partition),
- 2 Erfassung (Extraktion),
- 3 Filterung,
- 4 Zuordnung (Assoziation),
- 5 Zusammenfassung (Kollektion),
- 6 Erzeugung (Konstruktion),
- 7 Rekonstruktion.

Alle Operationen werden nach festgelegten Kriterien vorgenommen.

### 1 Zerlegung (Partition)

Eine Zerlegung dient dazu, um vom Hautmodell oder von der wirklichen Oberfläche nicht-ideale Geometrieelemente zu erhalten. Für jedes nicht-ideale Geometrieelement gibt es ein entsprechendes ideales Geometrieelement, z.B. eine ideale Ebene (**Bild 2**).

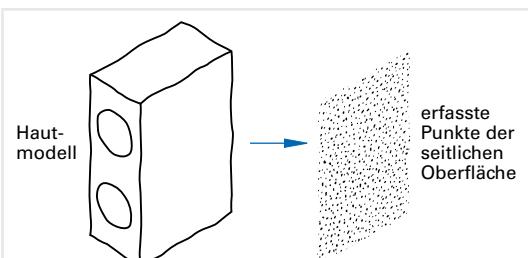


**Bild 2:** Partition einer Ebene

### 2 Erfassung (Extraktion)

Durch Erfassung wird eine endliche Anzahl von Punkten eines nicht-idealen Geometrieelements identifiziert (**Bild 3**).

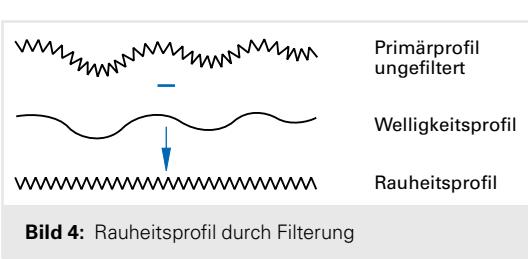
Am Koordinatenmessgerät werden zum Beispiel Punkte der Oberfläche von Geometrieelementen durch taktiles oder optisches Antasten oder Scannen erfasst.



**Bild 3:** Extrahierte Punkte einer Oberfläche

### 3 Filterung

Durch die Anwendung von Filtern bei Geometrieelementen (**Bild 4**) kann zwischen verschiedenen Profilarten wie Rauheits- und Welligkeitsprofil unterschie-



**Bild 4:** Rauheitsprofil durch Filterung