

# Geometrische Produktspezifikation GPS - eine unvollständige Bestandsaufnahme

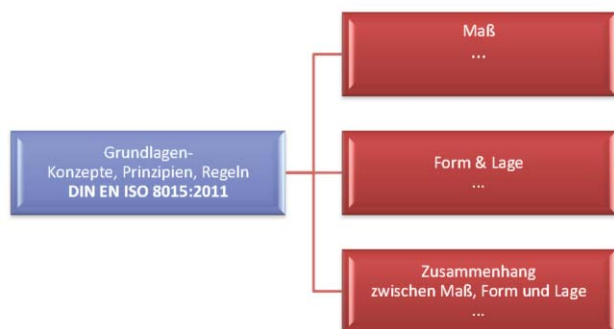
Dr.-Ing. Gunter Effenberger, TEQ® Training & Consulting GmbH

## Vorbemerkung

Die intensive Arbeit des ISO-TC 213 „Geometrische Produktspezifikation“ hat in den Jahren 2010 und 2011 zur Verabschiedung von 33 (!) neuen oder aktualisierten Normen geführt. Fast wünschte man sich ein Navigationssystem gleicher Buchstabenfolge, um im Normen-Labyrinth den richtigen Weg zur richtigen Norm für den konkreten Anwendungsfall zu finden. PIQ will beginnend mit dieser Ausgabe einen Überblick geben und einige wesentliche Neuerungen zur Beschreibung geometrischer Merkmale und ihrer Toleranzen vorstellen. Kenntnisse dazu sind vor dem Hintergrund verschiedener, toleranzbasierter Fähigkeitskennzahlen sowohl im Bereich der Fertigung (Merkmals-erzeugung) als auch Qualitätsprüfung (Konformitätsbewertung) notwendig. Einen noch stärkeren Bezug zum Thema haben freilich Produktentwickler und Konstrukteure, die mit den Möglichkeiten der Normen, unabhängig vom Ort der Fertigung und Qualitätsprüfung, die Funktionsanforderungen an die Bauteilgeometrie eindeutig und damit interpretati-onssicher vornehmen können. Insofern ist die Weitergabe dieser PIQ von den Bereichen Qualität in die Bereiche Produktentwicklung und Konstruktion ausdrücklich erwünscht!

## Gesamtüberblick

Einen ersten Überblick über die Normen zur Geometrie-beschreibung und Zuordnung von Toleranzen gibt das nachstehende erste Schaubild.

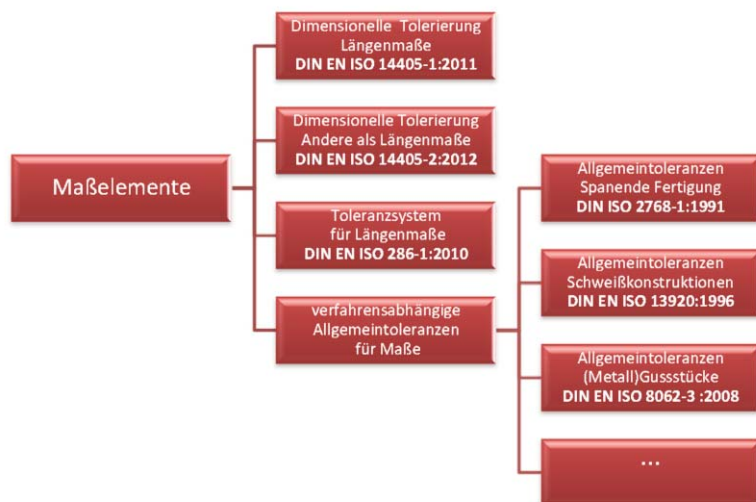


Wie der Titel der neuen globalen Norm DIN EN ISO 8015 bereits verdeutlicht, werden grundlegende Annahmen für das Lesen technischer Zeichnungen vereinbart. Mit 13 Grundsätzen wird das GPS-Normenkonzept mit den unternehmensindividuellen Zeichnungen verknüpft und grundlegende Voraussetzungen zur Interpretation von Zeichnungen werden festgelegt, wie z. B. Maße und Toleranzen gelten bezogen auf 20°C, jedes Werkstück ist starr, Toleranzen für geometrische Merkmale gelten unabhängig voneinander. Mit einem sogenannten Grundsatz der Dualität wird die Vereinbarkeit von Beschreibungsform der Funktionsanforderung, der sogenannte Spezifikationsoperator, mit der Beschreibungsform der Messung und damit Bewertung der Funktion (Verifikationsoperator) eingeführt. Die Kenntnis dieser globalen Norm ist eine der wichtigsten Voraussetzungen, das Konzept der geometrischen Produktspezifikation und ihrer Einzel-elemente zu verstehen.

## Überblick Tolerierung der Abmessung von Maßelementen

Beschreibungsmöglichkeiten für Maße, Toleranzangaben und Toleranzsysteme (fertigungsverfahrensspezifisch und -unspezifisch) sind in einigen Normen aufgenommen worden, wie die nachstehende zweite Übersicht beispielhaft zeigt.

Maße werden nunmehr als (Größen)Maßelemente bezeichnet und sind vorzugsweise als Zweipunktmaße an Zylinder, Kugel, Kegel, Prisma mit drei parallel liegenden Ebenen definiert (ISO 14405-1). Neben diesem örtlichen Maß, das über die Gesamtausdehnung der Maßelemente am realen Bauteil streuen wird, können nun auch globale Maße vereinbart und toleriert werden. Gauß-, Hüll- und Pferchmaßelemente sind eingeführt. Das alte, früher oft zweidimensional dargestellte Toleranzfeld für Passmaße ist richtigerweise auf ein ein-dimensionales Toleranzintervall reduziert worden (ISO 286). Auch Passmaße sind nun generell als Zweipunktmaße definiert.



Die traditionell bekannten Allgmeintoleranzen, in Klassen nach Fertigungsgenauigkeiten gruppiert, vereinfachen den Tolerierungsprozess und halten die Zeichnung übersichtlich. Für die Interpretation der Allgmeintoleranzen ist ebenfalls vom örtlichen Zweipunktmaß auszugehen, wenn nicht spezifische Festlegungen in den Allgmeintoleranznormen direkt angesprochen werden.

Einen eigenwilligen Titel trägt die Norm DIN EN ISO 14405 mit ihrem Teil 2. Was sind „Andere als lineare Maße“? Die Normung will hier die Interpretationslücke bei Achsabstandsmaßen, Maßen nicht direkt gegenüberliegender Ebenen, Winkel und Radien schließen. Sie enthält eine Beispielsammlung, die aufzeigt, dass mit den Möglichkeiten der Form- und Lagetolerierung - angewendet auf die genannten anderen als Maßelementkonstellationen - die Eindeutigkeit in der Beschreibung der Funktion und Verifikation sichergestellt ist. Es bleibt abzuwarten, inwieweit sich Konstrukteure in dieser Frage überzeugen lassen. Denn eines ist sicher: Das platzsparende Bemaßen mit Maßlinie, Maßhilfslinie und Maßpfeil gehört dann der Vergangenheit an.

### Überblick Tolerierung von Form und Lage geometrischer Elemente

Beschreibungsmöglichkeiten für die Form und Lage von Geometrielementen sind als Form- und Lagetoleranzen bereits über Jahrzehnte eingeführt. Ein Überblick über die Normen zur Form und Lage von Geometrielementen ist notwendig, weil der allseits bekannten Norm DIN EN ISO 1101 viele Stütznormen zugeordnet worden sind, wie aus dem nächsten, dritten Schaubild ersichtlich.

DIN EN ISO 1101 legt die Angabe von Form- und Lage-toleranzen auf den technischen Zeichnungen fest und definiert die Toleranzzone mit ihrem charakteristischen, vom Konstrukteur frei wählbaren Toleranzwert T. Für die Formeigenschaften der allgemeinen Aufbauelemente eines Bauteiles (Geraden, Ebenen, Kreise, Zylinder) sind nunmehr die Begriffe und Kenngrößen für die Erfassung der Abweichungen im jeweiligen Teil 1 der aufgeführten 12xxx-Normen definiert. Die Bestandteile, die der vollständige Spezifikationsoperator (elektrische Filterbedingungen, Gestaltung des Tastelementes, zu verwendendes Referenzelement zur Quantifizierung der Abweichung) für eine reproduzierbare Qualitätsprüfung liefern muss, ist im jeweiligen Teil 2 der aufgeführten 12xxx-Normen festgelegt. Auf deren Grundlage kann die Formabweichung erfasst und mit dem Toleranzwert T verglichen werden.

Dieses Konzept der Beschreibung von Begriffen und Kenngrößen in Kopplung mit den notwendigen Zeichnungsangaben (Spezifikationsoperatoren) ist noch nicht vollständig. Es muss nun noch auf die Lage-toleranzen und kombinierte Form- und Lagetoleranzen erweitert werden.

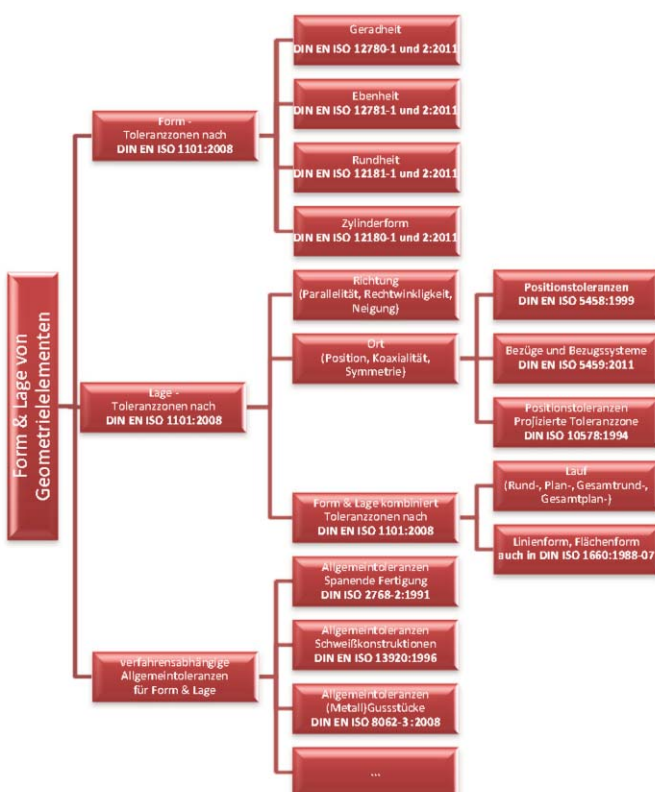
Die Bedeutung der aktuellen Norm für die Bezüge und Bezugssysteme (DIN EN ISO 5459) muss an dieser Stelle herausgestellt werden. Ziel der Bauteilauslegung muss es sein, an jedem Bauteil ein eindeutiges System von Bezugselementen zu bilden, das die Aspekte Funktion, Herstellung und Prüfung widerspruchsfrei sicherstellt. Die Norm gibt wichtige Hilfsmittel an die Hand, die Bezüge bzw. Bezugselemente wesentlich eindeutiger beschreiben zu können als bisher.

Allen Normen über Allgmeintoleranzen zur Form & Lage haftet der Makel an, über die Eigenschaftssymbole der ISO 1101 nicht zu verfügen und damit die Vielfalt möglicher Tolerierungskonstellationen nicht einschränken zu können. Auch bei der Wahl der Bezüge können diese Normen es nicht leisten, eindeutige Vorgaben zu treffen. Somit sind die Allgmeintoleranzen immer ein Mittel zum Zweck: Sie geben die werkstattübliche oder verfahrensübliche Genauigkeit vor, sind der Rettungsanker, um bei offensichtlichen, funktionsbeeinflussenden Abweichungen reklamieren zu können und gewährleisten natürlich die Übersichtlichkeit der Zeichnung.

### Überblick zum Zusammenhang von Maß, Form und Lage

Dieser Aspekt der Geometrietoleranzen hat ebenfalls eine lange Historie und ist durch die Begriffe Unabhängigkeitsprinzip, Hüllprinzip, Maximum-Material-Prinzip und Taylorscher Grundsatz der Maßprüfung geprägt, wie dem abschließenden vierten Schaubild zu entnehmen ist.

Das Unabhängigkeitsprinzip, seit 1985 international etablierter Grundsatz für die Geometrietolerierung, hatte mit DIN 7167 in Deutschland einen starken Wider-





sacher. Ohne, dass es auf einen besonderen Zeichnungseintrag ankam, wurde mit dieser DIN-Norm die Hüllbedingung für alle Maßelemente (Zylinder, Kugel, Parallelebenenpaar) einer Zeichnung vereinbart. Mit dem Wegfall dieser Norm im November 2011 gibt es für viele Konstruktionsabteilungen deutscher Unternehmen einen Zwang zum Handeln. DIN EN ISO 14405-1 gibt im deutschen Vorwort Hinweise, wie mit diesem harten Einschnitt in das Zeichnungswesen umgegangen werden kann.

Die Möglichkeiten, Toleranzraum durch Anwendung der in DIN EN ISO 2692 verankerten Prinzipien zu vergrößern und damit der Fertigung Reserven einzuräumen, wird in den Unternehmen noch sehr differenziert genutzt. Der Kenntnisstand dazu ist sehr unterschiedlich und oft fehlt auch der Mut, die in der Praxis so häufig wider der Zeichnungsangabe genutzte komplexe Lehrgang von Maß, Form und Lage auch auf der Zeichnung zu autorisieren.

**Fazit**

Die Werkzeugkiste für die eindeutige Beschreibung geometrischer Merkmale ist aufgefüllt worden. Die hier nur im Überblick dargestellten Möglichkeiten sollten den Leser anregen, die eine oder andere Norm zu lesen, besser noch zu studieren, um sinnvolle Schlussfolgerungen für die Praxis zu ziehen. Wie im Vorwort bereits bemerkt, wird PIQ auf einige der vorgestellten Themen und ggf. auch absehbaren Schwierigkeiten in den folgenden Ausgaben detailliert eingehen.

**Dr.-Ing. Gunter Effenberger 20 Jahre bei der TEQ**

Dr. Wolfgang Schultz und Heike Kroboth, TEQ® Training & Consulting GmbH

**Am 1. März 2012 feierte Dr.-Ing. Gunter Effenberger sein 20 jähriges Firmenjubiläum bei der TEQ GmbH.**



Dr. Effenberger studierte und promovierte an der damaligen Technischen Hochschule Karl-Marx-Stadt (heute Technische Universität Chemnitz) im Fachbereich Maschinenbau mit dem Schwerpunkt Qualitätssicherung und Fertigungsmesstechnik.

Nach einer Industrietätigkeit bei der Elite Diamant GmbH kam er 1992 als Dozent für

die Fachgebiete Qualitätsmanagement und Fertigungsmesstechnik zur TEQ in Chemnitz.

Dr. Effenberger qualifizierte sich als Qualitätsmanager der DGQ, EOQ Quality Auditor und interner Auditor für ISO/TS 16949. Er war als Dozent und als Autor in Lehrgängen zum Qualitätsmanagement tätig, entwickelte gemeinsam mit Prof. Dr.-Ing. habil. Claus Morgenstern das Konzept zur Ausbildung von QM-Fachpersonal und mit Dr.-Ing. habil. Christian Beck das Bildungs- und Beratungsprogramm der TEQ im Bereich der Fertigungsmesstechnik. Zehn Jahre gestaltete er als Qualitätsmanagementbeauftragter der TEQ maßgeblich deren QM-System und beriet 25 Unternehmen des Mittelstandes bei der Einführung und Zertifizierung von ISO 9001 basierten QM-Systemen.

Durch die Verbindung seiner Industrietätigkeit mit seiner langjährigen Tätigkeit als Trainer und Berater der TEQ verfügt er über außergewöhnlich hohe Kompetenz und Erfahrung auf diesen Fachgebieten. Neben der Konzeption und Durchführung von offenen Lehrgängen und Seminaren für die TEQ führt Dr. Effenberger zahlreiche individuelle Trainings und Beratungen in namhaften Firmen durch. U.a. ist er seit mehreren Jahren in der Continental Automotive GmbH Limbach-Oberfrohna beratend im Bereich der Qualitätssicherung von Prototyp-Zulieferbauteilen tätig.

Nach dem Tod von Dr. Beck übernahm Dr. Effenberger die fachliche Leitung für den überwiegenden Teil der TEQ Seminare zur Fertigungsmesstechnik. Eine wichtige Aufgabe dabei war der Ausbau des bestehenden Grundlehrgangs Fertigungsmesstechnik zu einem mehrteiligen Lehrgangsblock, der dem aktuellen Fachkräftebedarf am Markt entspricht und mit Prüfung und Zertifikat abschließt.

Die Fachkompetenz und Persönlichkeit von Dr. Effenberger genießen in und außerhalb der TEQ hohe Wertschätzung. Ein Jubiläum dieser Art ist nicht alltäglich. Grund genug, einmal Danke zu sagen für sein stetes Engagement, hervorragende Leistungen und die gute Zusammenarbeit.

Der Geschäftsführer sowie die Kolleginnen und Kollegen der TEQ gratulieren Herrn Dr. Effenberger herzlich zu seinem Jubiläum!