

DIN 7150-2

ICS 17.040.30

Ersatz für
DIN 7150-2:1977-08 und
DIN 7162:1965-12

**Geometrische Produktspezifikation (GPS) –
System für Grenzmaße und Passungen –
Teil 2: Grenzlehren und Lehrung für glatte zylindrische Werkstücke**

Geometrical product specifications (GPS) –
System of limits and fits –
Part 2: Limit gauges and gauging for plain cylindrical workpieces

Spécification géométrique des produits (GPS) –
Système de tolérances et d'ajustements –
Partie 2: Calibres à limites des pièces lisses cylindriques

Gesamtumfang 55 Seiten

Normenausschuss Technische Grundlagen (NATG) im DIN

Vorwort

Diese Norm wurde vom Normenausschuss Technische Grundlagen (NATG), Fachbereich 3 „Geometrische Produktspezifikation und -prüfung“, Unterausschuss NA 152-03-02-07 UA „Eindimensionale Längenprüftechnik“ unter Beteiligung des Arbeitsausschusses NA 152-02-03 AA „Gewindeprüfung“ erarbeitet.

Weil die Diskussion um eine Änderung des Lehrensystems schon seit Jahren geführt wird und dadurch Unsicherheit hinsichtlich der Anwendung von Lehren auftritt, hat sich der Unterausschuss NA 152-03-02-07 UA „Eindimensionale Längenprüftechnik“ dazu entschlossen, eine Norm zu erarbeiten, in der die neue Terminologie berücksichtigt, die bisherige Lehrenpraxis aber unverändert beibehalten wird.

Im ISO/TC 213 wird die bisherige Norm ISO/R 1938:1971 „ISO-system of limits and fits — Inspection of plain workpieces“ überarbeitet. Dabei wird eine grundlegende Neufassung angestrebt, die erhebliche Auswirkungen auf die industrielle Praxis haben wird.

Besonders die Reduzierung der Abnutzung für IT6 bis IT8 und die Verminderung der Lehrentoleranz beeinflussen die Wirtschaftlichkeit von Lehren negativ, weil Kosten und Nutzen der Änderungen in einem ungünstigen Verhältnis stehen.

Alle bisher im ISO/TC 213 diskutierten Änderungen beruhen auf theoretischen Überlegungen. Eine praktische Erprobung fand nicht statt.

Folgende wesentliche z. T. kostenträchtige Änderungen sind geplant:

- es soll Übereinstimmungs- und Nichtübereinstimmungslehren geben;
- Abnutzungsbeträge, die außerhalb der Werkstücktoleranz liegen (y -Werte für die Grundtoleranzgrade IT6 bis einschließlich IT8), sind nicht mehr zugelassen. Dadurch verringert sich die Lebensdauer der Lehren und die Kalibrierkosten steigen;
- die bisherige Regelung von Streitfällen entfällt;
- die Lehrentoleranz an der Ausschusseite liegt innerhalb der Werkstücktoleranz. Dadurch wird die verbleibende Fertigungstoleranz verringert;
- die Lehrentoleranz darf innerhalb eines vorgegebenen Bereichs verschoben werden. Dieses bedeutet, dass es defakto keine genormten Lehren mehr geben wird, wie es bisher üblich war. Hier ist besonders der administrative Aufwand für die Lehrenkennzeichnung und Lehrenverwaltung zu beachten;
- die Lehrenlänge soll jetzt der Länge des Werkstückelements entsprechen. Damit wird die Lehrenanzahl vervielfacht. Bisher hatten wir die Regelung, dass die Austauschbarkeit sichergestellt ist, wenn die Länge des Werkstückelements nicht größer ist als 2-mal der Lehrenlänge.

Die deutschen Experten haben in den Sitzungen der ISO/TC 213/WG 6-Arbeitsgruppe stets die Meinung vertreten, dass keine Probleme hinsichtlich der Anwendung der bestehenden Normen bekannt sind, die eine grundlegende Überarbeitung rechtfertigen. Alle bisher vorgetragenen Argumente wurden nachweislich schon bei der letzten angestrebten Überarbeitung der Norm durch das ISO/TC 3 vor über 18 Jahren diskutiert. Das Ergebnis war, dass sich Änderungen am Lehrensystem aus den folgenden Gründen nicht durchführen lassen:

- Das Lehrensystem nach ISO 1938 wird in Europa und anderen Ländern seit vielen Jahren ohne Probleme eingesetzt, obwohl theoretisch Werkstücke abgenommen werden können, die außerhalb der festgelegten Grenzmaße liegen.
- Das Lehrensystem ist fest in der Industrie vieler Länder eingeführt sogar außerhalb Europas.
- Die Einführungskosten eines neuen Systems würden sehr hoch sein, die in der augenblicklichen wirtschaftlichen Lage nicht vertretbar sind und würden an wirtschaftliche Grenzen der Industrie stoßen.

Änderungen

Gegenüber DIN 7150-2:1977-08 und DIN 7162:1965-12 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) die Inhalte von DIN 7150-2 und DIN 7162 wurden zusammengefasst und dem letzten Stand der Überarbeitung von ISO/R 1938 angepasst;
- b) der Anwendungsbereich wurde auf zylindrische Werkstücke eingeschränkt;
- c) die Zahlenwerte für Grundtoleranzen in Tabelle 3 wurden aus DIN ISO 286-1, Tabelle 1 übernommen;
- d) die Terminologie wurde an die in aktuellen Normen angepasst;
- e) die Norm wurde redaktionell überarbeitet.

Frühere Ausgaben

DIN 7150-2: 1938x-07, 1977-08

DIN 7162: 1936-10, 1965x-12

Inhalt

	Seite
Vorwort	2
Einleitung.....	7
1 Anwendungsbereich	8
2 Normative Verweisungen.....	8
3 Begriffe	9
4 Lehrenarten	10
4.1 Konstruktion der Lehren.....	10
4.2 Wahl der Lehren.....	12
5 Konstruktionsmerkmale der Lehren und allgemeine Anforderungen	13
5.1 Charakteristische Unterscheidung zwischen Gut- und Ausschusslehren.....	13
5.1.1 Allgemeines.....	13
5.1.2 Vollzylindrische Lehrdorne (Form A)	13
5.1.3 Abgeflachter zylindrischer Lehrdorn (Form B)	13
5.1.4 Abgeflachter zylindrischer Lehrdorn mit verkürzten Prüfflächen (Form C).....	13
5.1.5 Stichmaße mit kugelförmigen Endflächen (Form D).....	13
5.1.6 Zylindrische Lehrringe (Form E)	13
5.1.7 Rachenlehren (Form F)	13
5.1.8 Prüflehren.....	13
5.1.9 Isolierung.....	14
5.2 Werkstoff und Eigenschaften	14
5.2.1 Allgemeines.....	14
5.2.2 Lehrenkörper und Prüfflächen	14
5.2.3 Härte.....	14
5.2.4 Maßbeständigkeit	14
5.3 Oberflächenbeschaffenheit	14
5.4 Kennzeichnung	14
6 Toleranzen und Abnutzungsgrenzen von Lehren.....	16
6.1 Allgemeines.....	16
6.2 Lagen von Toleranzfeldern und Abnutzungsgrenzen, bezogen auf die Grenzmaße des Werkstückes	17
6.2.1 Beziehung zwischen der Maximum-Material-Grenze des Werkstückes und den Grenzlehren	17
6.2.2 Beziehung zwischen der Minimum-Material-Grenze des Werkstückes und den Grenzlehren.....	20
6.2.3 Beziehung zwischen der Maximum-Material-Grenze des Werkstückes und den Prüflehren für Rachenlehren	20
6.2.4 Beziehung zwischen der Minimum-Material-Grenze des Werkstückes und den Prüflehren für Rachenlehren	20
6.3 Toleranzen	20
6.3.1 Maßtoleranzen der Grenzlehren	20
6.3.2 Formtoleranzen der Grenzlehren	20
6.3.3 Maßtoleranzen von Prüflehren für Rachenlehren	20
6.3.4 Formtoleranzen von Prüflehren für Rachenlehren	21
6.4 Einstellbare Rachenlehren.....	21
6.5 Beziehung zwischen den Toleranzen der Rachenlehren und denen ihrer Prüflehren.....	21
6.6 Überschreiten der Grenzmaße	21
6.7 Berechnung der Lehrenmaße.....	22
7 Interpretation und Messung von Lehrenmaßen	45
7.1 Allgemeines.....	45
7.2 Stichmaße mit kugelförmigen Enden	45

7.3	Rachenlehren	45
7.3.1	Interpretation des Lehrenmaßes	45
7.3.2	Bestimmung des Arbeitsmaßes	45
8	Allgemeine Grundsätze der Lehrung	46
8.1	Referenztemperatur	46
8.2	Der Taylorsche Grundsatz	46
8.2.1	Anwendung des Taylorschen Grundsatzes	47
8.2.2	Zugelassene Abweichungen vom Taylorschen Grundsatz	47
8.3	Interpretation der Grenzmaße von Werkstücken	48
8.4	Streitfälle	49
9	Funktion und Anwendung von Lehren	49
9.1	Lehren für Innenpassflächen	49
9.1.1	Gutlehren	49
9.1.2	Ausschusslehren	49
9.2	Lehren für Außenpassflächen	49
9.2.1	Zylindrische Gutlehringe	49
9.2.2	Gutrachenlehren	50
9.2.3	Ausschussrachenlehren	50
9.3	Schlichtung von Streitfällen	50
9.3.1	Prüfung durch den Hersteller	50
9.3.2	Prüfung durch den Besteller	50
Anhang A (informativ) Wirkungen von Temperatureinflüssen		53
Literaturhinweise		55

Bilder

Bild 1 — Empfohlene Formen der Grenzlehren für Innenpassflächen	11
Bild 2 — Empfohlene Formen der Grenzlehren für Außenpassflächen	11
Bild 3 — Bevorzugte Reihenfolge der Formen der Grenzlehren zur Lehrung von Innenpassflächen	12
Bild 4 — Bevorzugte Reihenfolge der Formen der Grenzlehren zur Lehrung von Außenpassflächen	12
Bild 5 — Lage von Toleranzfeldern von Grenzlehren und Prüflehren für die Grundtoleranzgrade IT6 bis IT8	18
Bild 6 — Lage von Toleranzfeldern von Grenzlehren und Prüflehren für die Grundtoleranzgrade IT9 bis IT16	19
Bild 7 — Beziehung zwischen den Toleranzen der Rachenlehren und denen ihrer Prüflehren	21
Bild 8 — Beispiele für zugelassene extreme Formabweichungen von Werkstück-Innenpassflächen	51
Bild 9 — Beispiele für zugelassene extreme Formabweichungen von Werkstück-Außenpassflächen	52

Tabellen

Tabelle 1 — Symbole und Abkürzungen	16
Tabelle 2 — Toleranzen für Grenzlehren und Prüflehren	22
Tabelle 3 — Zahlenwerte der Grundtoleranzen IT für Nennmaße bis 500 mm	22

	Seite
Tabelle 4 — Formeln für die Berechnung der Lehrenmaße bis 180 mm	23
Tabelle 5 — Formeln für die Berechnung der Lehrenmaße über 180 mm.....	23
Tabelle 6 — Lage von Toleranzfeldern für Grenzlehren und Prüflehren, Lehren-Abnutzungsgrenzen und Sicherheitsbereich, bezogen auf die Grenzmaße der Werkstücke ...	25
Tabelle 7 — Abweichungen, Abnutzungsgrenzen und Formtoleranzen für Grenzlehren	28
Tabelle 8 — Abweichungen und Formtoleranzen für Prüflehren für Rachenlehren	39
Tabelle A.1 — Längenänderungen der Werkstoffe aufgrund von Temperaturänderungen	53

Einleitung

Diese Norm behandelt glatte Grenzlehren und Prüfverfahren für Längenmaße von zylindrischen Maßelementen und ist vorrangig dann anzuwenden, wenn Werkstücke gepaart werden, eine Passung gefordert ist und wenn jegliche Formabweichungen in die Grenzmaße einbezogen werden, d. h. wenn die Hüllbedingung gilt.

Werden in Zeichnungen Toleranzen mit dem Hinweis „Tolerierung ISO 8015“ angegeben, dann gilt:

Einzelne Maßelemente werden in der Zeichnung zusätzlich zu dem Maß und der Toleranz mit dem Symbol $\oplus$ gekennzeichnet. Damit wird auf eine wechselseitige Abhängigkeit von Maß und Form hingewiesen, die bedingt, dass die geometrisch ideale Hüllfläche für das Maßelement bei Maximum-Material-Maß nicht durchbrochen werden darf (Näheres siehe DIN ISO 286-1 und DIN ISO 8015).

ANMERKUNG 1 Einige nationale Normen (auf die in der Zeichnung Bezug genommen werden sollte) legen die Hüllbedingung als Regelfall für einzelne Maßelemente fest; sie wird deshalb nicht gesondert in die Zeichnung eingetragen.

Werden in Zeichnungen Toleranzen ohne den Hinweis „Tolerierung ISO 8015“ angegeben, dann gilt:

a) für Innenpassflächen (Bohrungen)

Der Durchmesser des größten gedachten Zylinders geometrisch idealer Form, der innerhalb der Innenpassfläche so einbeschrieben werden kann, dass er gerade eben die höchsten Punkte der Oberfläche berührt, sollte nicht kleiner als das Maximum-Material-Maß sein. Der größte Durchmesser der Bohrung darf an keiner Stelle das Minimum-Material-Maß überschreiten.

b) für Außenpassflächen (Wellen)

Der Durchmesser des kleinsten gedachten Zylinders geometrisch idealer Form, der um die Außenpassfläche so umschrieben werden kann, dass er gerade eben die höchsten Punkte der Oberfläche berührt, sollte nicht größer als das Maximum-Material-Maß sein. Der kleinste Durchmesser der Welle darf an keiner Stelle das Minimum-Material-Maß unterschreiten.

Die unter a) und b) angegebenen Interpretationen besagen, dass ein Werkstück, das überall Maximum-Material-Maß hat, perfekt rund und gerade sein müsste, d. h. es müsste ein Zylinder mit geometrisch idealer Form sein.

Falls nicht anders festgelegt und die obigen Anforderungen gelten, dürfen Abweichungen vom Zylinder geometrisch idealer Form den vollen Betrag der festgelegten Durchmesser-toleranz erreichen. Weitere Hinweise sind in DIN ISO 286-1 enthalten.

ANMERKUNG 2 In Sonderfällen können die größten nach a) und b) zugelassenen Formabweichungen zu groß sein, um ein zufriedenstellendes Funktionieren der zu fügenden Teile zu gestatten; in diesen Fällen sollten für die Form einzelne Toleranzen angegeben werden, z. B. für die Rundheit und/oder die Geradheit (siehe DIN EN ISO 1101).

Wenn die Hüllbedingung gefordert ist, prüfen die glatten Lehren sowohl das Maß als auch die Form des Werkstückes. Ist die Hüllbedingung nicht gefordert, dürfen die Werkstücke direkt gemessen werden, z. B. mit einem Messgerät für Zweipunktmessung, oder mit einer anzeigenden Grenzrachenlehre.

Die Festlegungen eines Systems von glatten Grenzlehren erfordern, dass alle Lehrenmaße und Abnutzungsgrenzen so weit wie möglich innerhalb der Werkstücktoleranzen liegen müssen. Aus praktischen und wirtschaftlichen Gründen bleibt jedoch für Werkstücktoleranzen von IT8 und niedriger ein Überschreiten der Maximum-Material-Grenze (y_- oder y_+ -Zugabe) der Regelfall.

1 Anwendungsbereich

Diese Norm legt die zur Herstellung und Anwendung erforderlichen Angaben für glatte Grenzlehren fest, die angewendet werden, wenn zwischen zu paarenden zylindrischen Werkstücken eine Passung gefordert ist und wenn jegliche Formabweichung in die Grenzmaße einbezogen werden muss, d. h. die Hüllbedingung gilt.

Die Norm enthält Grenzlehren für Maße bis 500 mm mit Grundtoleranzgraden von IT6 bis IT16.

ANMERKUNG Lehren für Werkstücke mit einem Grundtoleranzgrad kleiner IT6 sind bei der Anwendung problematisch und deshalb nicht genormt.

Sie enthält auch Prüflehren für Rachenlehren.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

DIN 2239, *Geometrische Produktspezifikation (GPS) — Lehren der Längenprüftechnik — Anforderungen und Prüfung*

DIN 7167, *Zusammenhang zwischen Maß-, Form- und Parallelitätstoleranzen; Hüllbedingung ohne Zeichnungseintragung*

DIN EN ISO 1, *Geometrische Produktspezifikation (GPS) — Referenztemperatur für geometrische Produktspezifikation und -prüfung*

DIN EN ISO 1101, *Geometrische Produktspezifikation (GPS) — Geometrische Tolerierung — Tolerierung von Form, Richtung, Ort und Lauf*

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

DIN EN ISO 3650, *Geometrische Produktspezifikationen (GPS) — Längennormale — Parallelendmaße*

DIN EN ISO 14253-1, *Geometrische Produktspezifikationen (GPS) — Prüfung von Werkstücken und Messgeräten durch Messen — Teil 1: Entscheidungsregeln für die Feststellung von Übereinstimmung oder Nichtübereinstimmung mit Spezifikationen*

DIN ISO 286-1, *ISO-System für Grenzmaße und Passungen; Grundlagen für Toleranzen, Abmaße und Passungen*

DIN ISO 286-2, *ISO-System für Grenzmaße und Passungen; Tabellen der Grundtoleranzgrade und Grenzabmaße für Bohrungen und Wellen*

DIN ISO 8015, *Technische Zeichnungen; Tolerierungsgrundsatz*

VDI/VDE/DGQ 2618 Blatt 4.1, *Prüfmittelüberwachung — Prüfanweisung für zylindrische Einstellnormale, Lehrdorne und Lehrringe/Achtung: Gilt nur in Verbindung mit VDI/VDE/DGQ 2618 Blatt 1.1 und Blatt 1.2*

VDI/VDE/DGQ 2618 Blatt 4.7, *Prüfmittelüberwachung — Prüfanweisung für Rachenlehren/Achtung: Gilt nur in Verbindung mit VDI/VDE/DGQ 2618 Blatt 1.1 und Blatt 1.2*

*Internationales Wörterbuch der Metrologie (VIM)*¹⁾

1) Zu beziehen bei: Beuth Verlag GmbH, AuslandsNormen-Service (ANS), 10772 Berlin, Best.-Nr. 13086, ISBN 3-410-13086-1.

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach DIN ISO 286-1, VIM und die folgenden Begriffe.

3.1

Maximum-Material-Grenze

MML

dasjenige der beiden Grenzmaße, das dem Maximum-Material-Maß des Maßelementes entspricht

Das ist

- bei einem äußeren Maßelement (Welle) das Höchstmaß,
- bei einem inneren Maßelement (Bohrung) das Mindestmaß.

3.2

Minimum-Material-Grenze

LML

dasjenige der beiden Grenzmaße, das dem Minimum-Material-Maß des Maßelementes entspricht

Das ist

- bei einem äußeren Maßelement (Welle) das Mindestmaß,
- bei einem inneren Maßelement (Bohrung) das Höchstmaß.

3.3

Maximum-Material-Maß

MMS

Maß, das den Maximum-Material-Zustand eines Geometrieelementes definiert

ANMERKUNG 1 Das Maximum-Material-Maß kann durch den Regelfall oder durch verschiedene spezielle Definitionen des erfassten Maßes (siehe DIN EN ISO 14660-2) festgelegt sein.

ANMERKUNG 2 In DIN EN ISO 2692 wird das Maximum-Material-Maß als numerischer Wert genutzt, daher ist keine spezielle Definition des erfassten Maßes für den eindeutigen Gebrauch des Maximum-Material-Maßes nötig.

3.4

Minimum-Material-Maß

LMS

Maß, das den Minimum-Material-Zustand eines Geometrieelementes definiert

ANMERKUNG 1 Das Minimum-Material-Maß kann durch den Regelfall oder durch verschiedene spezielle Definitionen des erfassten Maßes (siehe DIN EN ISO 14660-2) festgelegt sein.

ANMERKUNG 2 In DIN EN ISO 2692 wird das Minimum-Material-Maß als numerischer Wert genutzt, daher ist keine spezielle Definition des erfassten Maßes für den eindeutigen Gebrauch des Minimum-Material-Maßes nötig.

3.5

Höchstmaß

S_{UL}

größtes zugelassenes Maß eines Maßelementes

3.6

Mindestmaß

S_{LL}

kleinstes zugelassenes Maß eines Maßelementes

3.7

Arbeitslehre

eine Arbeitslehre, die eine Gutlehre, eine Ausschusslehre oder eine Grenzlehre sein kann, wird zur Abnahme oder Annahme von Werkstücken angewendet

3.8

Prüflehre

eine Prüflehre wird zum Prüfen des Arbeitsmaßes einer Rachenlehre angewendet oder (mit anderer Toleranzfeldlage) um festzustellen, ob die Abnutzungsgrenze einer Rachenlehre überschritten ist

3.9

Gutlehre

eine Gutlehre prüft, ob das Material des Werkstückes die Maximum-Material-Grenze nicht überschreitet

3.10

Ausschusslehre

eine Ausschusslehre prüft, ob das Material des Werkstückes die Minimum-Material-Grenze nicht überschreitet

3.11

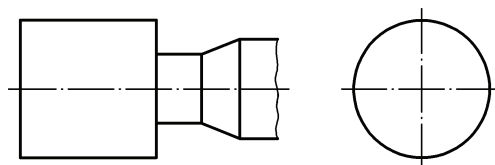
Grenzlehre

eine Grenzlehre prüft, ob die Werkstückmerkmale ihre Toleranzgrenzen nicht überschreiten

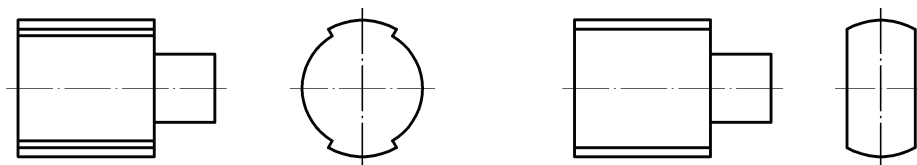
4 Lehrenarten

4.1 Konstruktion der Lehren

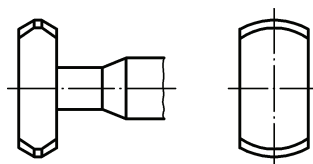
Die Bilder 1 und 2 stellen Beispiele für übliche Lehrenarten dar. Die idealgeometrische Prüffläche der Gutlehen sollte eine Prüfung der zylindrischen Oberfläche des Werkstückes an jeder Stelle ermöglichen. Um die Gleichförmigkeit eines Werkstückdurchmessers festzustellen, sollten die Ausschusslehen verkürzte Prüfflächen aufweisen. Eine Anwendung der idealen Formen über den gesamten Bereich ist allerdings aus wirtschaftlichen Gründen nicht möglich.



Form A: Vollzylindrischer Lehrdorn (DIN 2248-1, DIN 2248-2, DIN 2248-4, DIN 2249-1, DIN 2249-4 und DIN 2249-5)

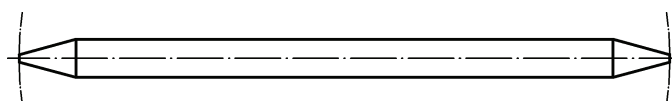


Form B: Abgeflachter zylindrischer Lehrdorn (DIN 2248-3, DIN 2249-1 und DIN 2249-3)



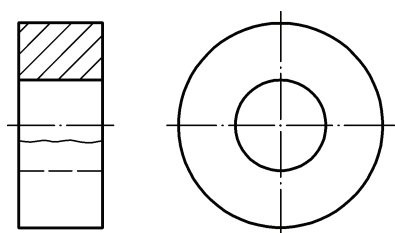
Für diese Lehren sind keine Baumaße genormt.

Form C: Abgeflachter zylindrischer Lehrdorn mit verkürzten Prüfflächen

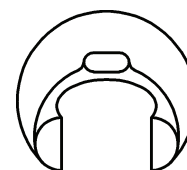


Form D: Lehre als Stichmaß mit kugelförmigen Enden (DIN 2249-2)

Bild 1 — Empfohlene Formen der Grenzlehren für Innenpassflächen



**Form E: Zylindrischer Lehrring
(DIN 2250-1, DIN 2250-2, DIN 2254-1 und
DIN 2254-2)**



**Form F: Rachenlehre
(DIN 2231, DIN 2232 und DIN 2233)**

Bild 2 — Empfohlene Formen der Grenzlehren für Außenpassflächen

4.2 Wahl der Lehren

Die für die Praxis empfohlenen Gut- und Ausschusslehren für formstabile und nicht formstabile Werkstücke sind, zugeordnet nach Durchmessern, in den Bildern 3 und 4 angegeben.

Zu prüfender Teil	Lehren	Bevorzugte Reihenfolge	Nennmaß für Innenpassflächen in mm					
			0	6	10	120	315	500
Formstabiler Teil	Gutlehren	1 2	Form A Form B Form B Form D					
	Ausschusslehren	2	Form A Form C Form D Form D					
Nichtformstabiler Teil	Gutlehren	1	Form A Form C^a Form D^a					
	Ausschusslehren	1	Form A Form C^a Form D^a					

^a Siehe 8.2.2.3 c).

Bild 3 — Bevorzugte Reihenfolge der Formen der Grenzlehren zur Lehrgung von Innenpassflächen

Zu prüfender Teil	Lehren	Bevorzugte Reihenfolge	Nennmaß für Außenpassflächen in mm					
			0	6	10	120	315	500
Formstabiler Teil	Gutlehren	1 2	Form E Form F					
	Ausschusslehren	1	Form F					
Nicht formstabiler Teil	Gutlehren	1	Form E					
	Ausschusslehren	1	Form E					

Bild 4 — Bevorzugte Reihenfolge der Formen der Grenzlehren zur Lehrgung von Außenpassflächen

5 Konstruktionsmerkmale der Lehren und allgemeine Anforderungen

5.1 Charakteristische Unterscheidung zwischen Gut- und Ausschusslehren

5.1.1 Allgemeines

Gut- und Ausschusslehren müssen durch verschiedene Formen oder verschiedene Längen der Prüfflächen zu unterscheiden sein, wie z. B. kurze zylindrische Ausschusslehrdorne im Vergleich zu langen zylindrischen Gutlehrdornen. Ausschusslehren müssen zusätzlich durch eine rote Markierung oder durch eine Rille gekennzeichnet werden.

5.1.2 Vollzylindrische Lehrdorne (Form A)

Zylindrische Lehrdorne haben eine Prüffläche in Form eines Außenzylinders. Die Befestigung der Lehre am Griff darf keine unerwünschte Spannung verursachen, die das Maß und die Form der Lehre beeinflusst.

Um das Einführen der Gutlehre in das Werkstück zu erleichtern, sollte diese mit Einführansatz an der Lehrenvorderseite versehen werden, der aus einer Rille am Umfang und dem verbleibenden kürzeren zylindrischen Teil mit gegenüber dem Lehenkörper vermindertem Durchmesser besteht.

5.1.3 Abgeflachter zylindrischer Lehrdorn (Form B)

Abgeflachte zylindrische Lehrdorne haben eine Prüffläche in Form eines Außenzylinders, von dem zwei diametral gegenüberliegende Teilflächen ausgespart oder abgeschliffen wurden.

5.1.4 Abgeflachter zylindrischer Lehrdorn mit verkürzten Prüfflächen (Form C)

Abgeflachte zylindrische Lehrdorne mit verkürzten Prüfflächen ähneln den abgeflachten zylindrischen Lehdornen, haben jedoch verkürzte Prüfflächen in einer Ebene parallel zu der Achse des Griffes (siehe Bild 1). In der transversalen Ebene muss der Durchmesser überall mit den Grenzmaßen für die Lehre übereinstimmen.

5.1.5 Stichmaße mit kugelförmigen Endflächen (Form D)

Bei Stichmaßen mit kugelförmigen Endflächen darf der Radius jeder berührenden Prüffläche nicht größer als 50 % des Mindestmaßes des zu prüfenden Werkstückes betragen. Die Lehre muss so stabil sein, dass sie sich bei der Anwendung nicht merklich verformt. Das Stichmaß darf fest oder einstellbar ausgeführt sein.

5.1.6 Zylindrische Lehrringe (Form E)

Zylindrische Lehrringe haben eine Prüffläche in Form eines Innenzylinders. Der Ringquerschnitt des Lehringes muss so bemessen sein, dass er sich unter üblichen Anwendungsbedingungen nicht verformt.

5.1.7 Rachenlehren (Form F)

Rachenlehren haben ebene und parallele Prüfflächen. Gut- und Ausschussrachen dürfen auf derselben Seite der Rachenlehre liegen. Die Rachenlehre darf fest oder einstellbar ausgeführt sein.

5.1.8 Prüflehren

Prüflehren für Rachenlehren haben eine Prüffläche in Form eines Außenzylinders.

5.1.9 Isolierung

Lehren sind gegen die Handwärme des Anwenders zu isolieren, besonders dann, wenn anzunehmen ist, dass dieser Einfluss bei größeren Maßen die Lehrenmaße erheblich beeinträchtigen kann.

5.2 Werkstoff und Eigenschaften

5.2.1 Allgemeines

Der für die Lehren zu verwendende Werkstoff muss sorgfältig ausgewählt werden und Maßbeständigkeit, Steifheit und Verschleißfestigkeit berücksichtigen.

5.2.2 Lehrenkörper und Prüfflächen

Lehrenkörper müssen üblicherweise aus Lehrenstahl mit hoher Qualität hergestellt werden, damit ein hoher Grad an Verschleißfestigkeit nach einer Wärmebehandlung sichergestellt ist. Andere verschleißfeste Werkstoffe, z. B. Hartmetall, dürfen verwendet werden, vorausgesetzt, dass ihre Haltbarkeit nicht geringer ist als die des oben genannten Lehrenstahls.

Die Prüfflächen dürfen auch durch eine Beschichtung gegen Verschleiß geschützt werden. Die Schichtdicke ist dem Lehrenhersteller überlassen.

In bestimmten Anwendungsfällen wird der Einsatz von besonderen Werkstoffen (z. B. Glas) durch die Beschaffenheit des Werkstückes oder durch die Umgebung während der Herstellung erforderlich. In solchen Fällen muss Sorgfalt für die Kalibrierung von Lehren mit ausreichenden Prüfintervalen aufgewendet werden, damit die Abnutzung der Lehren angemessen geprüft werden kann.

5.2.3 Härte

Unabhängig vom Werkstoff darf die Härte der Prüffläche nicht geringer sein als 760 HV ($\cong$ Rockwellhärte 63 HRC).

5.2.4 Maßbeständigkeit

Der Lehrenhersteller muss sicherstellen, dass die Lehren durch geeignete Werkstoffe, Formen und Größen ausreichend maßbeständig sind.

5.3 Oberflächenbeschaffenheit

Die Prüfflächen müssen durch Schleifen oder Läppen oder durch ein gleichartiges Verfahren, das eine ähnliche Oberflächenbeschaffenheit ergibt, bearbeitet werden. Alle scharfen Kanten müssen, sofern sie nicht für die Funktion erforderlich sind, entfernt werden. Die Oberflächenrauheit muss DIN 2239 entsprechen.

5.4 Kennzeichnung

Jede Lehre muss gut lesbar und dauerhaft mit den im Folgenden aufgeführten Angaben gekennzeichnet sein:

- a) die Werkstückgrenzmaße oder alternativ das Nennmaß und das Kurzzeichen der Toleranzklasse oder die Toleranz des Werkstückes bzw. die Grenzabmaße;
- b) gegebenenfalls die Formbuchstaben der Lehre;
- c) DIN 7150;

BEISPIEL 20H6 DIN 7150 oder 20 + 0,013 DIN 7150

Zusätzlich muss die Lehre auch mit den folgenden Angaben gekennzeichnet werden:

- d) Name oder Firmenzeichen des Herstellers;
- e) Seriennummer oder eine andere dauerhafte Kennzeichnung zur Identifizierung;
- f) die Gebrauchsbelastung für Rachenlehren, falls erforderlich.

Die Kennzeichnung darf nicht auf den Prüfflächen angebracht sein und darf die metrologischen Merkmale der Lehren nicht beeinträchtigen. Bei vollzylindrischen Lehdornen mit austauschbaren Lehrenkörpern, sollte die Kennzeichnung auf dem Griff und zusätzlich auf den austauschbaren Lehrenkörpern erscheinen.

6 Toleranzen und Abnutzungsgrenzen von Lehren

6.1 Allgemeines

Die in den Bildern 5, 6 und 7 benutzten Symbole sind in Tabelle 1 dargestellt.

Tabelle 1 — Symbole

Symbol	Bedeutung
A	Sicherheitsbereich für Prüflehren
D, d	Nenndurchmesser des Werkstückes
EI	unteres Grenzabmaß
es	oberes Grenzabmaß
H	Toleranz für vollzylindrische Lehrdorne oder abgeflachte zylindrische Lehrdorne einschließlich der Lehren mit verkürzten Prüfflächen
H_s	Toleranz für Stichmaße mit kugelförmigen Endflächen
H_1	Toleranz für Lehren für Außenpassflächen
H_p	Toleranz für Prüflehren für Rachenlehren
S_{LL}	$= D + EI^a$ bzw. $d - es^a - T$: Mindestmaß für Innenmaße bzw. Außenmaße
S_{UL}	$= D + EI^a + T$ bzw. $d - es^a$: Höchstmaß für Innenmaße bzw. Außenmaße
T	Werkstücktoleranz
y	Abnutzungszugabe; bestimmt das Maß für die Abnutzungsgrenze der Lehren für Innenpassflächen außerhalb der Maximum-Material-Grenze des Maßelementes (für IT6 bis IT8)
y'	Unterschied in absoluten Werten zwischen y und α
y_1	Abnutzungszugabe; bestimmt das Maß für die Abnutzungsgrenze der Lehren für Außenpassflächen außerhalb der Maximum-Material-Grenze des Maßelementes (für IT6 bis IT8)
y'_1	Unterschied in absoluten Werten zwischen y_1 und α_1
z	Abstand zwischen der Mitte des Toleranzfeldes der neuen Gutlehre für Innenpassflächen und der Maximum-Material-Grenze des Maßelementes
z_1	Abstand zwischen der Mitte des Toleranzfeldes der neuen Gutlehre für Außenpassflächen und der Maximum-Material-Grenze des Maßelementes
α	Sicherheitsbereich zum Ausgleich von Messunsicherheiten von Lehren für Innenpassflächen über 180 mm Nenndurchmesser
α_1	Sicherheitsbereich zum Ausgleich von Messunsicherheiten von Lehren für Außenpassflächen über 180 mm Nenndurchmesser
LML	Minimum-Material-Grenze
LMS	Minimum-Material-Maß
MML	Maximum-Material-Grenze
MMS	Maximum-Material-Maß
^a Die Werte für EI und es sind unter der Berücksichtigung des Vorzeichens einzusetzen.	

6.2 Lagen von Toleranzfeldern und Abnutzungsgrenzen, bezogen auf die Grenzmaße des Werkstückes

Die Lagen sind der graphischen Darstellung in den Bildern 5, 6 und 7 zu entnehmen.

6.2.1 Beziehung zwischen der Maximum-Material-Grenze des Werkstückes und den Grenzlehren

Eine angemessene Lebensdauer für Gutlehren wird durch zwei Maßnahmen erreicht:

- a) das Toleranzfeld einer neuen Gutlehre wird um den Betrag z oder z_1 in die Werkstücktoleranz hineinverschoben;
- b) die Gutlehre darf sich für IT6 bis IT8 außerhalb der Maximum-Material-Grenze des Maßelementes um den Betrag y oder y_1 abnutzen.

Für Nennmaße über 180 mm werden die Werte von y und y_1 um den Betrag der Sicherheitsbereiche α bzw. α_1 verringert, so dass in diesen Fällen die Istabnutzung der Gutlehren auf y' bzw. y'_1 begrenzt wird.

Die Abnutzungszugaben y oder y_1 sollten so klein wie möglich gehalten werden, um das Risiko zu verringern, dass Werkstücke abgenommen werden, die außerhalb der festgelegten Maximum-Material-Grenze liegen. Diese Abnutzungszugaben sind deshalb nur in den Fällen von kleineren Werkstücktoleranzen (IT6 bis IT8) gegeben.

Eine Prüfung ohne die Abnutzungszugaben y oder y_1 ist jedoch gestattet, vorausgesetzt, dass dies klar festgelegt ist. In diesem Fall ist der Toleranzangabe der Buchstabe N hinzuzufügen (z. B. 10H6N, 15G7N, 20f8N), um jeden Fehler zu vermeiden.²⁾

Für Nennmaße über 180 mm wird die Werkstücktoleranz an der Maximum-Material-Grenze (mit Abnutzungszugaben y oder y_1) und an der Minimum-Material-Grenze um den Betrag des Sicherheitsbereiches α und α_1 verringert. Hersteller und Anwender sollten nicht vergessen, dass aufgrund von Messabweichungen die Werkstückmaße um den Betrag der Sicherheitsbereiche α und α_1 außerhalb der Grenzwerte der Lehre liegen dürfen und durch y und y_1 gegebene extreme Werkstückgrenzmaße erreicht werden dürfen.

2) Die Bezeichnung früherer Klassen mit Abnutzungszugabe bleibt unverändert. Nichtsdestoweniger ist es gestattet, den Unterschied klarer durch das Einfügen des Buchstaben N hinter ihrem Toleranzgrad zu verdeutlichen.