

## Glatte Lehren - Eine technische Einführung - Plain gauges - Technical introduction -

DE

GB

### Allgemeines

Feste Lehren sind Prüfmittel für Längen und Formen (Paarungslehren), die zum Feststellen der Einhaltung von Grenzmaßen dienen. Früher paßte man die Werkstücke sog. Normallehren an, um die für eine wirtschaftliche Reihen- und Massenfertigung unerlässliche Austauschbarkeit von Einzelteilen und Baugruppen zu sichern. Diese Lehren enthalten nur ein Maß. Das Prüflingsmaß (Werkstückmaß) ist in diesem Fall so genau wie möglich an die Lehre anzupassen. In der Praxis zeigt sich jedoch, dass Maß und Form eines Werkstückes innerhalb gewisser Grenzen beliebig schwanken dürfen, ohne daß dadurch der Verwendungszweck beeinträchtigt wird. Statt eine möglichst genaue Annäherung an ein bestimmtes Maß durch teures Anpassen zu erstreben, schreibt man zweckmäßig für jedes Nennmaß zwei Grenzmaße vor. Ihr Unterschied ist die Messtoleranz, innerhalb derer das Paarungsmaß und die Istmaße des Werkstückes liegen müssen. Sollen die Abweichungen von der geometrischen Form besonders beschränkt werden, so ist noch eine Formtoleranz vorzuschreiben. Außerdem sind bisweilen Lagenmaße (Abstände, Tiefenmarkierungen, Unparallelität u.a.) zu tolerieren. In den Fällen, wo der Verwendungszweck eine bestimmte Oberflächengüte erfordert (Presspassungen, Führungen Messflächen usw.), sind Toleranzen für Oberflächenbeschaffenheit (Beschränkung der Rauheit) anzugeben.

Diese in der Fertigung vorwiegend verwendeten Grenzlehren bestehen aus Gut- und Ausschusslehre. Beide sind im allgemeinen auf einem Lehrenkörper oder Griff vereinigt.

Das Prüfergebnis bei Grenzlehren ist abhängig von der eigenen Herstellungstoleranz und der Abnutzung der Lehren. Dazu kommen noch die Messkraft und Fehler beim Messen (Messunsicherheit). Bei der Bohrungslehre (z.B. Grenzlehrdorn) muß sich der Dorn mit dem Kleinstmaß, d.h. der Gutseite, zwanglos in die Bohrung einführen lassen, während der Dorn mit dem Größtmaß, der Ausschussseite, höchstens anschnäbeln darf.

Bei der Wellenlehre (z.B. Grenzachsenlehre) verkörpert die Gutseite das Größtmaß und sie darf nur durch ihr Eigengewicht oder durch eine besondere Gebrauchsbelastung über die zu prüfende Welle gleiten, während die Ausschussseite mit dem Kleinstmaß nicht darübergehen, sondern nur anschnäbeln darf.

### Taylorischer Grundsatz

Noch heute gilt der von W. Taylor im Jahre 1905 formulierte Grundsatz für das Lehren mit Grenzlehren: „Auf der Gutseite sind alle Maße oder Bestimmungsgrößen gleichzeitig, also auf Paarung, auf der Ausschussseite ist jedes Maß einzeln zu prüfen.“ Es ist also messtechnisch richtig, die Gutseite einer Lehre so zu gestalten, dass sie die gesamten Maße des Werkstückes in ihrer gegenseitigen Abhängigkeit prüft, d.h. zum Beispiel bei zylindrischen Werkstücken alle Durchmesser in allen Ebenen auf einmal. Dadurch gewinnt man die Sicherheit, dass längs der Achse bei Bohrungen und Wellen die gewollte Größe des Unter- bzw. Übermaßes für die Paarung der Werkstücke erreicht wird. Umgekehrt sollte auf der Ausschussseite jedes Maß einzeln geprüft werden, da es hier nicht auf die Paarungsmöglichkeit ankommt, sondern auf die Feststellung, dass der Grenzzylinder durch die gesamte Werkstückoberfläche (Bohrung und Welle) keinen zu großen bzw. zu kleinen Durchmesser aufweist; ferner, dass er das Grenzmaß nicht durch Unrundheit, Kegeligkeit, ballige oder hohle Stellen überschreitet.

Die Anwendung des Taylorischen Grundsatzes kommt nur für sich völlig umhüllende Paarungen in Frage und erfordert z.B. folgende Lehrenauführungen:

#### Wellenlehren:

Gutseite Leerring so breit wie zu lehrende Welle.

#### Bohrungslehren:

Gutseite Lehrdorn so lang wie Bohrung.

Der Grundsatz von Taylor kann in der Praxis nicht immer kompromisslos angewandt werden. Bei der Kegellehre wird „Ausschuss“ vollprofilig gelehrt. Bei der Bohrungslehre werden über 100 mm aus Gründen der Gewichtseinsparung und Handlichkeit keine vollzylindrischen Lehrdorne mehr verwendet, sondern Flachlehrdorne.

### General

Solid gauges (i.e. mating gauges) are a means testing size and shape. They are used to determine whether certain tolerance limits are maintained. Earlier workpieces were dimensioned according to so-called standard gauges to ensure the essential interchangeability of parts and components produced in economic batches and mass production. Such gauges were made for one single measurement. In such a case the workpiece has to be machined as close as possible in size to that of the gauge. However, in practice it is found that the size and shape of a workpiece can fluctuate within certain limits without its application purpose being affected. Instead of trying to get as close as possible to a certain measurement, which is an expensive business, two limits are set for any standard measurements. The difference between these two measurements is the tolerance within which the mating measurement and the actual measurement of workpiece has to be.

If deviations from the geometrical shape have to be specifically limited then a tolerance in shape has to be prescribed. Moreover, it was previously necessary to determine tolerances for precision measurements (i.e. distances, depths marks, non-parallelism, etc.). In those cases where the application purpose calls for a certain quality of surface finish (i.e. press fits, guideways, measuring surfaces, etc.), tolerances have to be given for the surface finish (i.e. limitation of roughness).

These limit gauges used primarily in production are "go" and "no-go" gauges. As a general rule these gauges are provided with the stand or handle. In the case of limit gauges the results depend on just how accurately they are made and the wear to which they are subjected. Other aspects that have a bearing on the measured results is the force used and the errors made when measuring as a result of uncertainty. In the case of internal cylindrical gauges (e.g. cylindrical limit plug gauges) the plug with the minimum measurement, i.e. the "go" member has to be introduced into the hole without force whereas the plug having the maximum measurement, i.e. the "no-go" member may only just touch at the most.

In the case of a shaft gauge (i.e. limit snap gauge) the "go" member is the maximum measurement and the gauge must only slide as a result of its own weight or under a specific load over the shaft whereas the "no-go" member with the minimum measurement must not clear the shaft but just touch it.

### The Taylor law

Still applicable today is the principle for gauging with limit gauges formulated by W. Taylor in the year 1905: "All measurements or determining values are to be checked simultaneously on the go side for pairing whereas on the not go side each measuring technology point of view the go member of gauge is to be designed so that the entire measurements of a workpiece and their mutual dependence on each other can be tested, i.e. in the case of a cylindrical workpiece all the diameters in all planes at the case of bores and shafts one achieves the desired undersize or oversize values down axis for the matching of the workpieces. On the other hand on the "no go" side each measurement is to be tested individually because it is not a question of pairing but rather determining parallelism that the cylindrical limit over the entire surface of the workpiece (bore and shaft) is not larger or smaller in diameter. Moreover, that the limit measurement of the workpiece is not exceeded through non-concentricity, tapering, convexing or hollow patches. The Taylor principle can only be applied to completely pairs and requires for the following types of gauges, for example.

#### Shaft gauges:

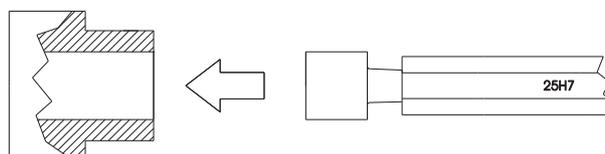
"Go" ring gauges as wide as the shaft to be tested.

#### Internal cylindrical gauges:

"Go" plug gauge as long as the bore.

The Taylor principle cannot always be applied in practice without compromise: In the case of taper gauges "no-go" is tested over the entire profile. Completely solid cylindrical gauge plugs are no longer used for internal cylindrical gauges over 100 mm in diameter for handling and weight-saving reasons.

Gutlehre einer Bohrung mit einem Lehrdorn von der Länge des Gegenstückes entsprechend dem Taylorischen Grundsatz. Alle Durchmesser der Bohrung werden gleichzeitig erfasst.



Testing a bore with a gauge plug of the sample length as the workpiece in accordance with the Taylor principle. All diameters of the bore are tried simultaneously.

## Glatte-Lehren - Eine technische Einführung - Plain gauges - Technical introduction -

DE

GB

### Abmaße und Herstellungsgenauigkeiten

Nach der Art des Prüfanges unterscheidet man für die Grenzmessung **Arbeitslehren** und **Abnahmelehren**.

Arbeitslehren werden zum Prüfen in der Fertigung verwendet, während mit der Abnahmelehre (ohne Aufmaß "z") die Prüfung in der Endkontrolle durchgeführt wird.

**Einstellehnen** (Einstellnormale, Einstellmeister) dienen nicht unmittelbar zum maßlichen Prüfen von Werkstücken, sondern gehören meistens zu Messgeräten, um diese auf Null oder einen sonstigen definierten Wert einstellen zu können.

Die Abmaße und Herstellungsgenauigkeiten der Arbeits-, Abnahme- bzw. Prüflehren sind in den angeführten DIN-Blättern enthalten.

Sämtliche Lehren sind an den Messflächen gehärtet, gealtert, geschliffen, feinstgeläppt und werden nach den DIN-Herstellungsgenauigkeiten gefertigt.

### Vorteile der Lehren

Im Allgemeinen ist das Lehren im Gegensatz zum Messen die einfachere und schnellere Prüfmethode. Außerdem ist diese Methode, besonders bei großen Stückzahlen, in der Regel wirtschaftlicher als das Messen.

Es ist mit festen Lehren möglich, den anerkannten Grundsatz von Taylor zu verwirklichen. Bei der Gutlehrung können verschiedene sich gegenseitig beeinflussende Bestimmungsgrößen gleichzeitig erfasst werden, z.B. bei Gewindelehren: Flanken-Ø, Flankenwinkel und Steigung.

Feste Lehren lassen sich nicht verstellen und erlauben so auch die Maßprüfung durch weniger qualifiziertes Personal.

Ergebnis des Lehrens: Gut oder Ausschuss.

Durch Hartchrom-Beschichtung oder Verwendung von Hartmetall für die Messflächen wird eine außerordentlich hohe Verschleissfestigkeit erreicht.

### Dimensions and precision in manufacturing

Work **gauges** and **inspection gauges** are differentiated for limiting measurements depending on the type of test procedure.

Work gauges are used for testing the manufacturing processes, whereas the final inspection test is carried out using inspection gauges (without tolerance "z").

**Setting gauges** (setting standard, setting master) do not help in dimensional testing of work pieces directly, but are rather a part of measuring devices since these can be set to zero or any other defined value.

Dimensions and precision in manufacturing of production, inspection and test gauges are included in the specified DIN sheets.

Measuring surfaces of all gauges are hardened, aged, polished and finely lapped and manufactured as per DIN standards for precision in manufacturing.

### Advantages of gauges

Gauging is normally an easier and faster testing method as compared to measuring. Moreover, this method is more economical than measuring, particularly in case of large quantities.

The well-known principle of Taylor can be implemented for fixed gauges. Various mutually influencing quantities can be recorded simultaneously using go-gauges, e.g. using thread gauges: Effective-Ø, thread angle and pitch.

Fixed gauges cannot be adjusted and hence even less qualified personnel can execute the dimensional check.

Gauging results: Go or no-go.

An exceptionally high wear resistance is achieved due to hard chromium plating or hard metal for measuring surfaces.

### DIN - Normen

DIN ISO 286 Abmaße für Außenmaße (Wellen) (alte Norm DIN 71 60) Teil 2 Abmaße für Innenmaße (Bohrungen)

DIN 7162 Lehrenmaße und Herstelltoleranzen für Aussenmaße und Lehren für Innenmaße mit zahlenmäßiger Toleranzangabe

DIN 7163 Lehrenmaße und Herstelltoleranzen für Arbeitsrachenlehren und Prüflehren

DIN 7164 Lehrenmaße und Herstelltoleranzen für Arbeitslehrdorne und Kugelendmaße

Grundlegende Bestimmungen zu Toleranzen und Passungen für Längenmaße finden sich in

DIN ISO 286 ISO-Toleranzen und ISO-Passungen für Längenmaße Teil 1 von 1 - 500 mm und inch (alte Norm DIN 7150/1) ISO-Grundtoleranzen für Längenmaße

### DIN standards

DIN ISO 286 tolerances for outer dimensions (shafts) (old standard Part 2 DIN 71 60) Tolerances for inner dimensions (bores)

DIN 7162 gauge dimensions and manufacturing tolerances for gauges for outer dimensions and inner dimensions with numerical tolerance specifications

DIN 7163 gauge dimensions and manufacturing tolerances for production snap gauges and test gauges

DIN 7164 gauge dimensions and manufacturing tolerances for production plug gauges and taper end gauges

Basic regulations for tolerances and clearances for linear measurements are included in

DIN ISO 286 ISO tolerances and clearances for linear measurements Part 1 from 1 - 500 mm and inch (old standard DIN 7150/1) ISO basic tolerances for linear measurements

## Bestellhinweise Order instructions

DE

GB

### Zwischenmaß-Regelung

Bei Lehren mit Kommastelle im Nenn-Ø, die nicht in der DIN-Reihe enthalten sind, werden Zwischenmaßzuschläge berechnet.

### Qualitätszuschlag (Feinheit)

Für Qualität 5 (bei Lehrenstahl, Gut und Hartchrom) und Qualität 6 (bei Hartmetall) und feiner wird ein Zuschlag berechnet.

### Abnahmezuschlag

(Unterscheidung Arbeits- / Abnahmelehren) Grundsätzlich werden Arbeitslehren mit dem Abnutzungsaufmaß „z“ nach DIN 7162 und 7164 gefertigt. Falls Abnahmelehren (ohne Maß „z“) gewünscht werden, ist dies bei Ihrer Bestellung ausdrücklich anzugeben. Für Abnahmelehren wird ein Zuschlag berechnet.

### Sonder- und Zusatzbeschriftungen

Können gegen Aufpreis entsprechend angebracht werden. Je nach Länge und Art der Sonderbeschriftung wird dann eine 2. **Beschriftungsfläche** notwendig.

### Intermediate-measure

For gauges with decimal place in nominal diameter, which are not contained in the DIN series, intermediate-measure surcharges will be charged.

### Fine tolerance charges

For quality 5 (for gauge steel, go side and hard chrome) and quality 6 (carbide) and finer we calculate a surcharge.

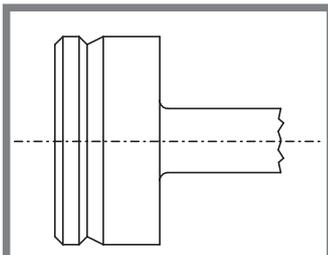
### Inspection surcharge

(Difference between work / inspection gauges) in principle work gauges are produced with wear over measure "z" according to DIN 7162 and 7164. If inspection gauges (without measure "z") are desired, you have to indicate this expressly in your order. If you buy inspection gauges a surcharge must be paid.

### Marking charges

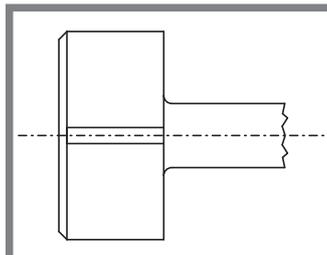
Can be attached against surcharge. Depending upon length and kind of inscription, a **second inscription surface** will be necessary.

## Auswahl an Sonderausführungen Special forms for internal diameters



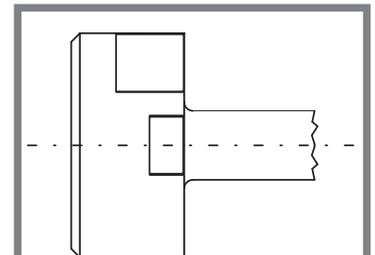
Pilotieransatz (Einführzapfen) zum leichten Einführen der Gutseite des Grenzlehndorns in die Bohrung.

Pilot easy entry for easy insertion of the go member of the plug gauge into the hole.



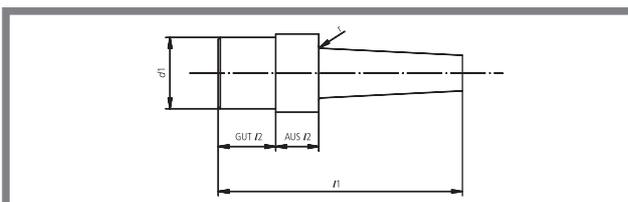
Luftnute (Entlüftungsrille) zur Vermeidung eines Luftstaus beim Einführen der Gutseite in die Sacklochbohrung.

Air groove to avoid air build-up when inserting the go member in blind holes.



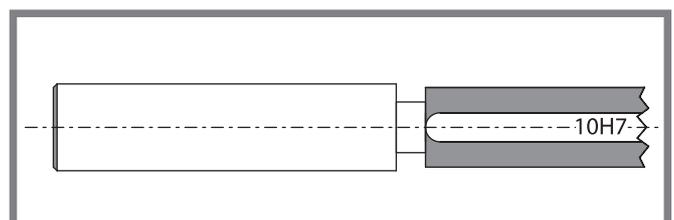
Tiefenmarkierung zur Kontrolle von Tiefen bei Bohrungen.

Depth mark for checking the depth of holes.



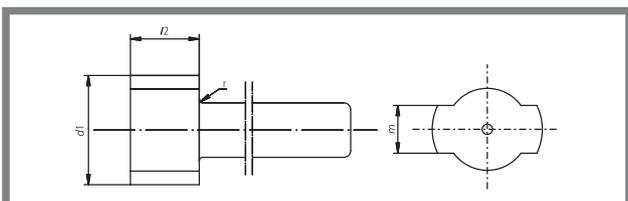
Gut- und Ausschusseite hintereinander liegend zur Rationalisierung und Zeitersparnis beim Kontrollvorgang. Länge der Messfläche nach DIN 2245 oder individuell.

Go and no-go members behind each other for rational and timesaving testing procedures. Length of the testing surface to DIN 2245.



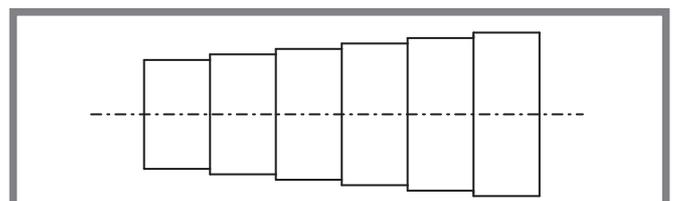
Sonderlänge, z.B. als Fluchtlehndorne, oder bei besonders tiefen Bohrungen.

Go member in special length as alignment gauges and for particularly deep holes.



Ausschusseite mit verminderter Prüffläche zur Prüfung von Bohrungen auf Unrundheit.

No-go member with reduced measuring surface for checking holes for out-of-roundness.



Stufenlehndorne als Fluchtlehndorne und zur rationalen Überprüfung mehrstufiger Bohrungen.

Stepped plugs as alignment gauges and for rational checking of multi-stage holes.