



**Verzahnungslehren nach INO-System  
oder als Sonderausführung** - Nahezu alles ist möglich

 **pure  
perfection**

**FRENCO**

# Unerlässlich für die Verbaubarkeit

Verzahnungslehren sind Gut- und Ausschusslehren für Passverzahnungen und werden in verschiedenen Normen beschrieben. Sie sind für Passverzahnungen mit Evolventenflanken, Passverzahnungen mit Kerbflanken und Passverzahnungen mit Keilflanken eine schnelle Prüfmethode.

Gutlehren sind bis heute für die Prüfung der Verbaubarkeit unerlässlich. Ausschusslehren hingegen sind nur eine eingeschränkte Möglichkeit der Prüfung.

## Lehrdorne Gut - Ausschuss

für Evolventenflanken



für Kerbflanken

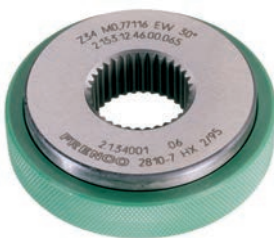


für Keilflanken



## Lehrringe Gut - Ausschuss

für Evolventenflanken



für Kerbflanken



für Keilflanken



# Technischer Standard

Verzahnungslehren werden in mehreren deutschen, verschiedenen ausländischen Normen und der internationalen Norm ISO 4156 beschrieben. Alle diese Normen weichen voneinander ab und sind weder vollständig, noch entsprechen sie dem letzten technischen Stand.

Das Spezialwissen von FRENCO ermöglicht weitergehende Festlegungen als in den derzeit gültigen Normen. Gleichzeitig arbeitet FRENCO an der Anpassung der bestehenden Normen in den entsprechenden Gremien.

Verzahnungslehren werden meist einfach nach Norm oder mit der Werkstückzeichnung bestellt. Bei Preisvergleichen ist der Hinweis auf entsprechende Normen nicht ausreichend, da diese den hohen Anforderungen nach ISO 9000ff nicht genügen. Folgende Merkmale definieren diese in der Form, dass sie auch für zertifizierte Unternehmen anwendbar sind.

## • Lehrenzeichnungen

- + Lehrenzeichnungen enthalten ein abgenutztes Maß auch für Ausschusslehren
- + Ausschusslehrdorne haben einen komplett erhaltenen Vorzentrierdurchmesser
- + Lehrringe werden bevorzugt mit Schutz gegen Handwärme ausgeführt
- + Änderungsstände sind auf Lehrenzeichnungen mit Datum vermerkt
- + Nachbestellungen sind den Änderungsständen zugeordnet
- + Die Lehrenzeichnung beinhaltet einen Messrollenabmaßfaktor (AF1=)
- + Lehrenzeichnungen enthalten Abnutzungsgrenzen für Einzelformabweichungen

## • Lehrenausführung

- + Alle Verzahnungslehren werden mit Profildaten, Identnummer des Anwenders, Zeichen und Zeichnungsnummer des Herstellers, Werkstoff, laufender Nummer und Herstelldatum sauber und dauerhaft beschriftet.
- + Für längere Haltbarkeit, Senkung der Prüfmittelüberwachungskosten oder eingeschränkte Herstell- und Abnutzungstoleranzen stehen Sonderstähle zur Verfügung, die höhere Legierungsanteile und Härte besitzen.
- + Verzahnungslehren sind wiederverwertbar. Verschlossene Lehren werden gegen Vergütung zurückgenommen.
- + Bei Eilbedarf sind Sonderlieferzeiten bis zu wenigen Tagen gegen Aufpreis möglich.
- + Bis Teilkreis 50 mm sind Gutlehren grün, Ausschusslehren rot gekennzeichnet.

## • Qualität

- + Standardmäßig werden alle Verzahnungslehren mit komplettem Prüfzertifikat inklusive der Schriebe aller Einzelformabweichungen geliefert. Sie entsprechen den Anforderungen von ISO 9000ff und ersetzen komplett die Eingangskontrolle. Auf Wunsch sind Ausnahmen möglich.
- + Als Abnahmebedingung für die Einhaltung der Toleranzgrenzen gilt Absprache B mit Prioritätenregelung nach FRENCO Richtlinie OFD 10.
- + Für die Prüfmittelüberwachung im Hause des Anwenders werden entsprechende Anweisungen zur Verfügung gestellt.
- + Die Prüfmittelüberwachung wird als Dienstleistung zur Verfügung gestellt.

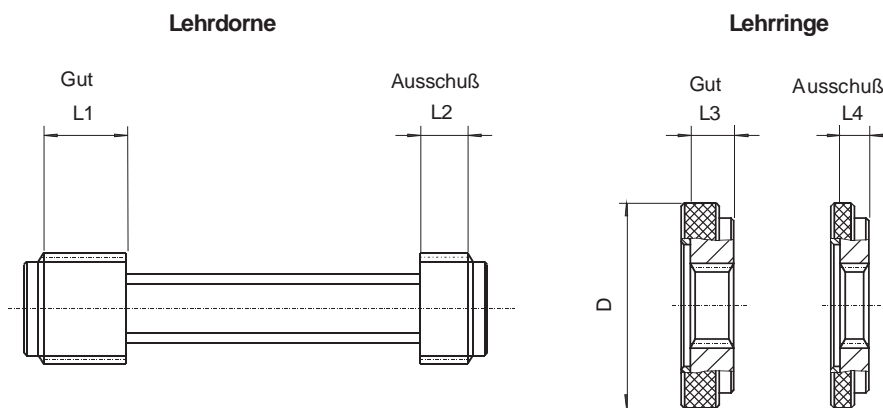
## • Reklamationen

- + Im Falle von Reklamationen werden die entstandenen Prüfkosten des Anwenders bis zur Preisgrenze des Prüfzertifikates ersetzt.
- + Schadenersatzforderungen sind möglich, wenn ein Prüfzertifikat mitbestellt wurde.
- + Eine eventuelle Neuankfertigung oder Nacharbeit erfolgt innerhalb kürzester Zeit
- + Eventuell entstandene Kosten für Produktionsausfälle werden bis zur Höhe des Lehrenpreises ersetzt.
- + Es wird eine Garantie gegen Materialwachstum für 5 Jahre gewährt. Wird innerhalb dieses Zeitraumes ein Materialwachstum festgestellt, so erfolgt eine kostenlose Nacharbeit.

# Das Frenco INO System

Das INO System ist eine FRENCO interne Norm für die Außenabmessungen von Verzahnungslehren. Sie wurde unter Berücksichtigung aller nationalen und internationalen Normen erstellt und stellt einen Durchschnitt der in diesen Normen angegebenen Maße dar. Die Konstruktion berücksichtigt die Wiederverwertbarkeit und Herstellbarkeit aus dem extrem verschleißfesten Werkstoff PX.

Die Tabellenmaße von Frenco INO gelten für alle Passverzahnungen mit Evolventen- und Kerbflanken. Frenco INO-L wird bei Gutlehren für Passverzahnungen mit Keilflanken standardmäßig angewendet. Auf Sonderwunsch stehen die INO-L Maße für überlange Lehren zur Verfügung.



ab  $D \geq 125$  ohne Plastikkappe, L = Gesamtlänge

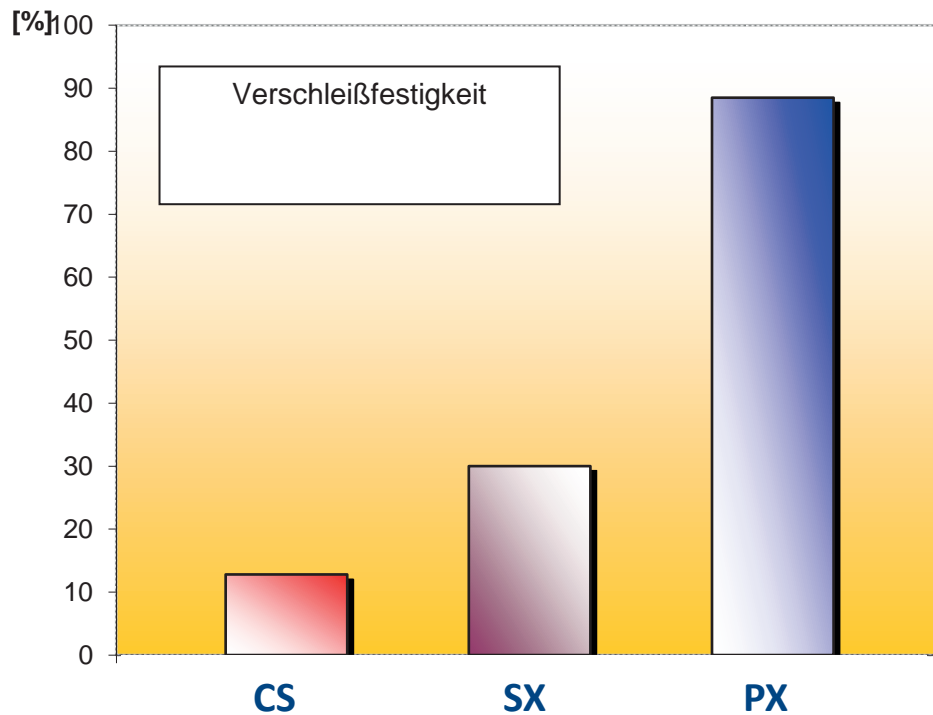
pure  
perfection

**FRENCO**

Größe	Teilkreis	D	FRENCO INO				FRENCO INO-L			
			L1	L2	L3	L4	L1	L2	L3	L4
4	7-12	53	8	6	12	9	12	8	16	12
6	>12-20	53	12	8	12	9	16	12	16	12
8	>20-25	70	15	10	16	11	20	15	20	16
10	>25-35	70	20	10	16	11	30	20	20	16
13	>35-45	100	25	15	20	15	40	25	25	20
16	>45-60	100	30	18	20	15	45	30	25	20
22	>60-80	125	30	18	25	15	50	30	30	25
32-1	>80-100	150	40	20	25	15	50	30	30	25
32-2	>100-130	175	40	20	30	20	55	40	40	30
45-1	>130-170	225	45	25	40	25	60	45	50	40
45-2	>170-(220)	275	50	30	40	30	70	50	50	40
45-3	>220-(290)	350	55	35	40	30	80	55	50	40

# Werkstoffauswahl

Die Legierungsbestandteile Chrom und Vanadium sowie die Härte des Werkstoffes bestimmen die Verschleißfestigkeit von Verzahnungslehren. Die Zeitabstände der Verschleißprüfung richten sich nach der Verschleißfestigkeit, so dass hochverschleißfeste Werkstoffe eine wesentliche Verlängerung der Überwachungsperioden zulassen und damit oft die höheren Herstellkosten mehr als kompensieren.



Werkstoff	Art	% C	% V	% Cr	HRc
CS	Chromstahl	1,5	0,85	12	60-62
SX	niedrigleg. Pulverschnellstahl ASP 23	1,4	4	4	63-65
PX	hochlegierter Pulverschnellstahl	3,8	9	25	66-67

# Lieferzeit

Die Lieferkapazität ist durch die technische Nischenlage und die dadurch eingeschränkte Verfügbarkeit von ausgebildeten Mitarbeitern und technischer Ausrüstung begrenzt. Die Lieferzeit ist deshalb Schwankungen entsprechend der Nachfrage unterworfen und kann nur zeitversetzt angepasst werden.

# Lehrenzeichnungen

Die angebotenen Preise für Verzahnungslehren beinhalten immer die Erstellung der kompletten Lehrenzeichnung (auch in Dateiform erhältlich), sowie ein komplettes Prüfzertifikat des Neuzustandes vom FRENCO Kalibrierlaboratorium.

DIN 5480 – N 23 x 1,75 x 12 x 30 x 9H LQ4		
Verzahnungslehrdorn	Gutlehrdorn	Ausschusslehrdorn
Zähnezahl	12	2 + 2
Modul	1,75	
Eingriffswinkel	30°	
Teilkreis Ø	21,000	
Grundkreis Ø	18,1865	
Fußkreis Ø	18,9	
Formkreis Ø	19,40	
Kopfkreis Ø	22,720 <sub>-0,033</sub>	22,545 <sub>-0,033</sub>
Messrollen Ø	3,50 (AF1=2,6)	
Zahndicke	2,7920 <sup>+0,007</sup>	2,8550 ± 0,0035
Maß über 2 Rollen	26,5582 <sup>+0,0098</sup>	26,6466 ± 0,0049
Zahndicke abgenutzt	2,7810	2,8480
Maß über Rollen abgenutzt	26,5427	26,6368
Bezugsachse=Verzahnungsachse	Neuzustand	Verschleißgrenze
Profilgesamtabweichung	0,004	0,006
Rundlaufabweichung	0,006	0,009
Teilungsgesamtabweichung	0,006	0,009
Flankenl.-Gesamtabweichung	0,004	0,006

# Prüfung im Neuzustand

Merkmal	Messunsicherheit	Messmethoden	Hinweise
Beschädigung		Sichtprüfung der Verzahnung	Beschädigungen oder Rost sind nicht zulässig.
Identität		Sichtprüfung der Beschriftung	Die Beschriftung muss Profildaten, Normbezeichnung, Ident-Nr. , Materialbezeichnung, Herstelldatum und Herstellerzeichen enthalten.
Zahndicke Lehrdorne	0,001 bis 0,003	Hilfsmaß über 2 Rollen Hilfsmaß über 2 Messkugeln mit Abbe-Messmethoden  jeweils über 90° vorne, in der Mitte, hinten  Messkraft kleiner 1,5 N  Messrollen müssen eingerieben werden	Rundheitsabweichung der Messrollen oder Messkugeln: max. 0,0003  Abweichung der Messrollen oder Messkugeln vom Nennmaß: max. 0,001  Nennmaßkorrektur mit Istmaß der Messrollen oder Messkugeln ist notwendig.
Zusätzlich für Zahnlücke Lehrringe	0,001 bis 0,003	Abstecken mit Messrollen und Endmaßen (siehe OFE 09) Mit Gegenlehrdorn siehe OFR 12.	Das Endmaß mit dem Istmaß darf kein seitliches Kippspiel zwischen den beiden Messrollen besitzen, muss aber axial ohne Klemmen verschiebbar sein.
Kopfkreis- $\emptyset$ Fußkreis- $\emptyset$	0,002	Abbe-Messmethoden Verzahnungsmessmaschinen	Bei Flankenzentrierungen wird der Fußkreis- $\emptyset$ nicht mitgeprüft.
Formkreis- $\emptyset$	0,010	Verzahnungsmessmaschinen	Prüfen über Wälzweg oder Wälzwinkel
Einzelabweichungen	0,002	Verzahnungsmessmaschinen  Profil und Flankenlinie an jeweils 4 Rechts- und Linksflanken  Nur bei Gutlehren: Teilung, Rundlauf, Rundheit	Bezugsachse Teilkreisachse oder mit minderer Priorität Ausrichtdurchmesser  Die Messunsicherheit von 0,002 ist theoretisch zu groß, praktisch aber nicht besser erreichbar.

Durch das ungünstige Verhältnis von Lehrentoleranzen zu kleinster erreichbarer Messunsicherheit sind Verzahnungslehren erst dann zurückzuweisen, wenn gemessene Istmaße außerhalb der um die Messunsicherheit erweiterten Toleranzgrenzen liegen.

(Bereich der Nichtübereinstimmung nach DIN EN ISO 14253-1).

Wird nicht ausdrücklich auf anderslautende Vorschriften oder Absprachen hingewiesen, so gilt Absprache B mit Prioritätenregelung nach der Frenco Definition OFD 10 Seite 18.

# Die periodische Verschleißprüfung ist notwendig

Verzahnungslehren unterliegen während ihres Gebrauches einem Verschleiß. Dafür ist eine Abnutzungstoleranz mit einer zulässigen Verschleißgrenze des abgenutzten Maßes vorgesehen. Ist diese Verschleißgrenze erreicht, dann sind solche Lehren auszusondern. In vielen Fällen ist der Verschleiß nicht gleichmäßig verteilt.

Deshalb ist die Prüfung der Einzelformabweichungen in gewissen Zeitabständen zusätzlich zur Maßprüfung notwendig (siehe auch OFE 05 'Abnutzungsgrenze von Verzahnungs-Ausschusslehren'). Untenstehende Tabelle gibt Anhaltswerte für die Zyklen der notwendigen Prüfmittelüberwachung von Verzahnungslehren.

Diese Werte sind nur grobe Annahmen, da sich der Verschleiß in jedem Fall unterschiedlich verhalten wird. Als Basis für den Überwachungszyklus dient die voraussichtliche Lebensdauer ausgedrückt in Anzahl von durchgeführten Werkstückprüfungen. Nach jeweils 25% der gesamten geschätzten Lebensdauer sollte zumindest eine Maßprüfung über oder zwischen Rollen erfolgen, nach jeweils 50% eine Maß- und Einzelfehlerprüfung.

Lehrenwerkstoff		Anzahl Werkstückprüfungen	
		gehärtet	ungehärtet
Chromstahl HRc 60-62 (CS)	geschätzte Lebensdauer	8 000	12 000
	Maßprüfung nach Stück	2 000	3 000
	Maß- u. Formprüfung nach Stück	4 000	6 000
Niedriglegierter Pulver HSS HRc 63-65 (SX)	geschätzte Lebensdauer	18 000	26 000
	Maßprüfung nach Stück	4 500	6 500
	Maß- u. Formprüfung nach Stück	9 000	13 000
hochlegierter Pulver HSS HRc 66-67 (PX)	geschätzte Lebensdauer	60 000	90 000
	Maßprüfung nach Stück	15 000	22 500
	Maß- u. Formprüfung nach Stück	30 000	45 000

Die geschätzte Lebensdauer einer Lehre ist den jeweiligen tatsächlichen Bedingungen nach Erfahrung anzupassen.

Liegt die Anzahl von Werkstückprüfungen so niedrig, dass eine Verschleißprüfung von Lehren erst nach über einem Jahr erforderlich ist, so wird empfohlen, einen Zeitraum von jeweils einem Jahr für die Maßprüfung und von jeweils zwei Jahren für die Maß- und Formprüfung vorzugeben.

In Zweifelsfällen, bei kritischen Werkstücken und bei sicherheitsrelevanten Bauteilen sollte immer eine Maß- und Formprüfung durchgeführt werden.

Zusätzliche Toleranzen der Einzelabweichungen zu den Toleranzen im Neuzustand siehe übernächste Seite.



# Verschleißprüfung von Verzahnungslehren

Merkmal	Messunsicherheit	Messmethoden	Hinweise
Beschädigung		Sichtprüfung der Verzahnung	Kleine Beschädigungen dürfen mit Stein entfernt werden.
Identität		Sichtprüfung der Beschriftung	Die Beschriftung muss Profildaten, Normbezeichnung, Ident-Nr. , Materialbezeichnung, Herstelldatum und Herstellerzeichen enthalten.
Zahndicke Lehrdorne	0,001 bis 0,003	Hilfsmaß über 2 Rollen Hilfsmaß über 2 Messkugeln mit Abbe-Messmethoden  jeweils über 90° vorne, in der Mitte, hinten  Messkraft kleiner 1,5 N  Messrollen müssen eingerieben werden	Rundheitsabweichung der Messrollen oder Messkugeln: max. 0,0003  Abweichung der Messrollen oder Messkugeln vom Nennmaß: max. 0,001  Nennmaßkorrektur mit Istmaß der Messrollen oder Messkugeln ist notwendig.
Zusätzlich für Zahnlücke Lehrringe	0,001 bis 0,003	Abstecken mit Messrollen und Endmaßen (siehe OFE 09) Mit Gegenlehrdorn siehe OFR 12.	Das Endmaß mit dem Istmaß darf kein seitliches Kippspiel zwischen den beiden Messrollen besitzen, muss aber axial ohne Klemmen verschiebbar sein.
Liegt das Istmaß der Zahndicke/Zahnlücke genau am verschlissenen Maß, so ist die Prüfung abzubrechen und die Lehre nicht mehr verwendbar.			
Kopfkreis-Ø Fußkreis-Ø	0,002	Abbe-Messmethoden Verzahnungsmessmaschinen	Bei Flankenzentrierungen wird der Fußkreis-Ø nicht mitgeprüft.
Formkreis-Ø	0,010	Verzahnungsmessmaschinen	Prüfen über Wälzweg oder Wälzwinkel
Einzelabweichungen	0,002	Verzahnungsmessmaschinen  Profil und Flankenlinie an jeweils 4 Rechts- und Linksflanken  Nur bei Gutlehren: Teilung, Rundlauf, Rundheit	Die Messunsicherheit von 0,002 ist theoretisch zu groß, praktisch aber nicht besser erreichbar.  Die Einzelabweichungen dürfen um die umseitigen Beträge die von neuen Lehren überschreiten.

Durch das ungünstige Verhältnis von Lehrentoleranzen zu kleinster erreichbarer Messunsicherheit sind Verzahnungslehren erst dann zurückzuweisen, wenn gemessene Istmaße außerhalb der um die Messunsicherheit erweiterten Toleranzgrenzen liegen (Bereich der Nichtübereinstimmung nach DIN EN ISO 14253-1).

Wird nicht ausdrücklich auf anderslautende Vorschriften oder Absprachen hingewiesen, so gilt Absprache B mit Prioritätenregelung nach der Frencos Definition OFD 10 Seite 18.

# Verschleißtoleranzen

Während des Verschleißes werden die Einzelabweichungen von Verzahnungslehren ansteigen, wenn sich die Zahnflanken nicht gleichmäßig über alle Flanken verteilt abnutzen.

Haben Lehren noch nicht das abgenutzte Maß erreicht, aber die Einzelabweichungen übersteigen die unten angegebenen Toleranzaufschläge zu den Werten des Neuzustandes, so gelten diese Lehren als abgenutzt und müssen ersetzt werden.

Zulässige angenommene Einzelabweichungen von Verzahnungslehren während des Verschleißes bis zum abgenutzten Maß über/zwischen Rollen (Werte in ähnlichen Größenordnungen sind in den neuen Ausgaben von DIN 5480 und ISO 4156 enthalten):

Abweichung		Zusätzliche Toleranz zur Neutoleranz	
		D = 0-50	50<D<300
Gesamt-Profilabweichung	$F_{\alpha}$	+ 0,002	+ 0,003
Gesamt- Flankenlinienabweichung	$F_{\beta}$	+ 0,001	+ 0,002
Rundlaufabweichung	$F_R$	+ 0,002	+ 0,003
Gesamt-Teilungsabweichung	$F_p$	+ 0,002	+ 0,003
Einzel-Teilungsabweichung	$f_p$	+ 0,001	+ 0,002

## VZ-Kappe



**Vorteile:**

- ✓ schnelleres Einfädeln des Gutlehringes
- ✓ sichere richtige Entscheidung
- ✓ stressfreieres Arbeiten
- ✓ alte Ausführung kann umgerüstet werden

**Patentnummer**  
EP 3 550 255 B1

**Vorzentrierdurchmesser-Kappe zur einfacheren Lehrenprüfung**

# Besonderheiten

Sonderlehren werden speziell nach Zeichnung in Einzelanfertigung hergestellt. Hier gibt es nahezu keine Grenzen.

## Sonderlehrring



## Gegenlehrdorne für Verzahnungslehrringe



## Einstellmeister





## Pure Perfection. Seit 1978.

Erfahrung, Kompetenz und Innovation in der Verzahnungsmesstechnik.



### Unsere Produkte:

Verzahnungslehren | Lehrzahnräder | Meister | Normale |  
Werkzeuge | Spannmittel | Zweikugelmäß Prüfgeräte |  
Zweiflankenwölzprüfgeräte | Universelle Messgeräte |  
Zahnstangenmessgeräte | Wälzscangeräte | Software

### Unsere Dienstleistungen:

DAKs Kalibrierungen | Verzahnungsmessung im Lohn |  
Verzahnungsherstellung im Lohn | Schulungen | Service |  
Beratung und Berechnung

Tel: +49 (0) 9187 95 22 0

### FRENCO GmbH

Verzahnungstechnik • Messtechnik

Jakob-Baier-Str. 3 • D - 90518 Altdorf

[www.frenco.de](http://www.frenco.de)



**FRENCO**