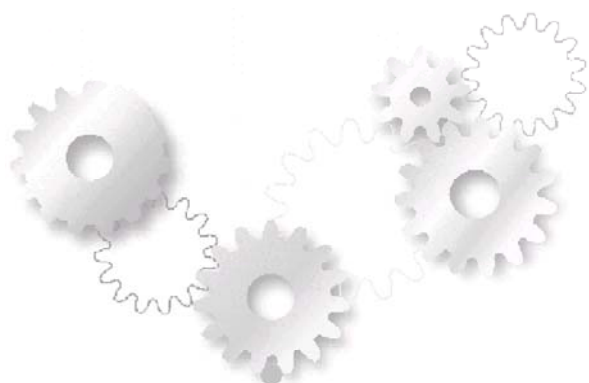




Verzahnungslehren nach INO - System oder als Sonderausführung



*Fast alles
ist möglich*



*pure
perfection*

FRENCO

Unerlässlich für die Verbaubarkeit!

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

Verzahnungslehren sind für Passverzahnungen mit Evolventenflanken, Passverzahnungen mit Kerbflanken und Passverzahnungen mit Keiflanken eine schnelle Prüfmethode.

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

Die direkte Maßprüfung hat Priorität gegenüber der Ausschusslehre.

Lehrdorne Gut - Ausschuss

für Evolventenflanken



für Kerbflanken



für Keiflanken



Lehrringe Gut - Ausschuss

für Evolventenflanken



für Kerbflanken



für Keiflanken



Technischer Standard

Verzahnungslehren werden in mehreren deutschen, verschiedenen ausländischen 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. Nebenstehende Merkmale definieren diese in der Form, dass sie auch für zertifizierte Unternehmen anwendbar sind.

Lehrenzeichnungen

- + Lehrenzeichnungen enthalten ein abgenutztes Maß auch für Ausschusslehren
- + Ausschusslehndorne 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 eine 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 Prüfschein 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 OFD 10.
- + Für die Prüfmittelüberwachung im Hause des Anwenders werden entsprechende Anweisungen zur Verfügung gestellt.
- + Die Prüfmittelüberwachung wird als Dienstleistung zur Verfügung gestellt.

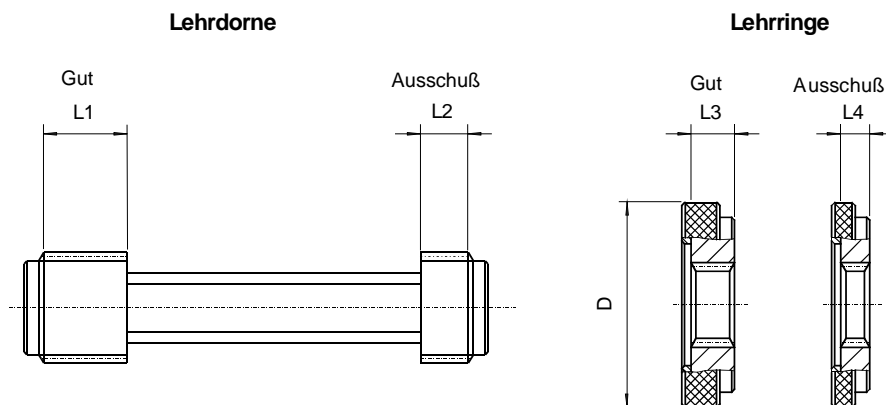
Reklamationen

- + Im Falle von Reklamationen werden die entstandenen Prüfkosten des Anwenders bis zur Preisgrenze des Prüfscheines ersetzt.
- + Schadenersatzforderungen sind möglich, wenn ein Prüfschein mitbestellt wurde.
- + Eine eventuelle Neuherstellung 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 HX.

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 Plastik-
kappe, L = Gesamtlänge

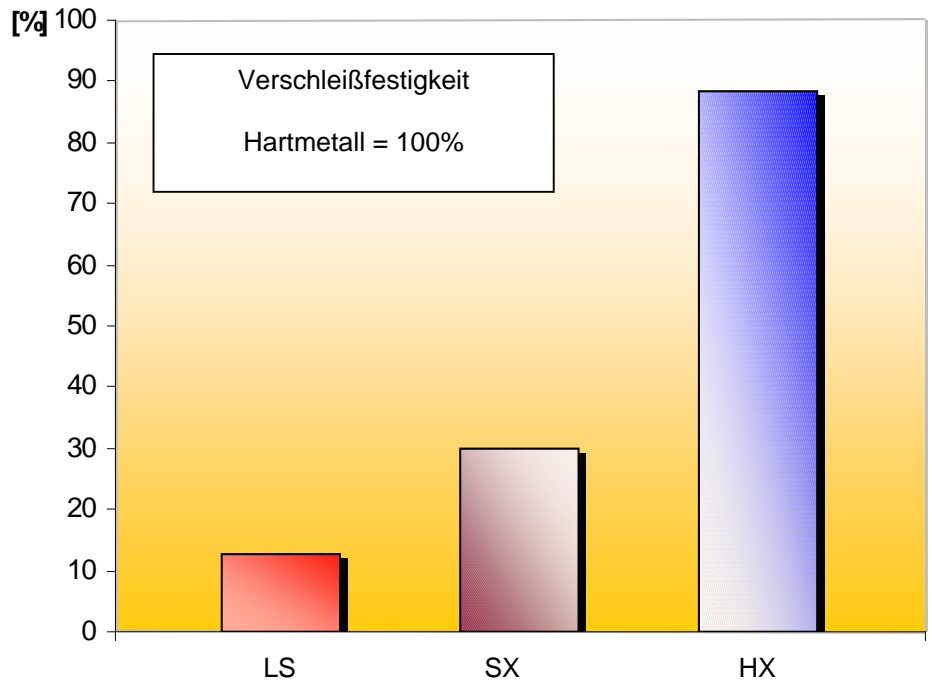


FRENCO

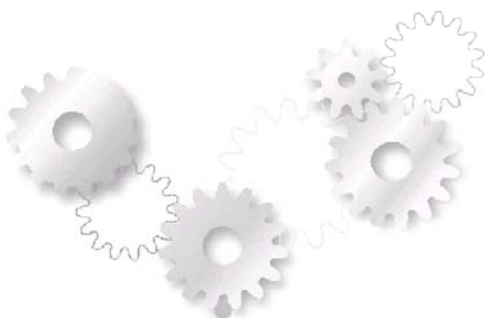
Größe	Teilkreis	D	FRENCO INO				FRENCO INO-L			
			L1	L2	L3	L4	L1	L2	L3	L4
4	7-12	53	8	6	12	9	12	8	16	12
6	12-17	53	12	8	12	9	16	12	16	12
8	17-22	70	15	10	16	11	20	15	20	16
10	22-30	70	20	10	16	11	30	20	20	16
13	30-40	100	25	15	20	15	40	25	25	20
16	40-50	100	30	18	20	15	45	30	25	20
22	50-70	125	30	18	25	15	50	30	30	25
32-1	70-90	150	40	20	25	15	50	30	30	25
32-2	90-120	175	40	20	30	20	55	40	40	30
45-1	120-150	225	45	25	40	25	60	45	50	40
45-2	150-220	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, als auch 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 (1.2379)	1,0	0,1	0,6	60-62
SX	niedrigleg. Pulverschnellstahl ASP 23	1,4	4	4	63-65
HX	hochlegierter Pulverschnellstahl	3,8	9	25	64-66



Lieferzeitvarianten

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.

Um den notwendigen Ansprüchen der Abnehmer entgegenzukommen, stehen 3 Lieferzeitvarianten zur Auswahl. Für Lehren nach INO-Standard sind dies:

Lieferzeitvariante	Erklärung	Lieferzeit derzeit	Toleranz
Economy	Die wirtschaftliche Alternative. Dies ist speziell für langfristige Termine und Nachbestellungen geeignet.	8 Wochen	±3 Wochen
Premium	Die sichere Alternative. Der Liefertermin wird verbindlich mit kleiner Toleranz bestätigt.	4 Wochen	±1 Woche
Premium Express	Die schnellste Aktion. Ein spezieller Auftragsbetreuer wird benannt und sorgt für absolute Termintreue	min. 2 Tage	± 1 Tag

Ab Lehrengröße 32 gelten Lieferzeiten auf Anfrage

Lehrenzeichnungen

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

DIN 5480 – N 23 x 1,75 x 12 x 30 x 9H LQ4		
Verzahnungslehndorn	Gutlehndorn	Ausschusslehndorn
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 _{-0,033}	22,545 _{-0,033}
Messrollen Ø	3,50 (AF1=2,6)	
Zahndicke	2,7920 ^{+0,007}	2,8550 ± 0,0035
Maß über 2 Rollen	26,5582 ^{+0,0098}	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

Merkmals	Mess-unsicherheit	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	0,001bis 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-Ø Fußkreis-Ø	0,002	Abbe-Messmethoden 3D-Messmaschinen	Bei Flankenzentrierungen wird der Fußkreis -Ø nicht mitgeprüft.
Formkreis-Ø	0,010	Zahnradprüfmaschinen 3D- Prüfmaschinen	Prüfen über Wälzweg oder Wälzwinkel
Einzelform- abweichungen Profilform Flan-kenlinie Einzelteilung Summenteilung Rundlauf Rundheit	0,002	Zahnradprüfmaschinen 3D- Prüfmaschinen mit Rundtisch Profilform und Flankenlinie an jeweils 4 Rechts- und Linksflanken Nur bei Gutlehren: Teilung alle Zahnflanken	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 Frencos 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 Einzelformfehlerprüfung.

Lehrenwerkstoff		Anzahl Werkstückprüfungen	
		gehärtet	ungehärtet
Chromstahl HRc 60-62 (1.2379)	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 (ASP)	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 64-66 (HX)	geschätzte Lebensdauer	60 000	90 000
	Maßprüfung nach Stück	15 000	22 500
	Maß- u. Formprüfung nach Stück	30 000	45 000

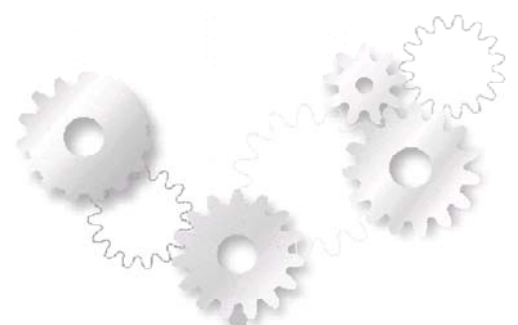
Die geschätzte Lebensdauer einer Lehre ist den jeweiligen tatsächlichen Bedingungen nach Erfahrung anzupassen.

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 und Identnummer enthalten
Zahndicke Lehrdorne	0,001 bis 0,003	Hilfsmaß über 2 Rollen Hilfsmaß üb. 2 Messkugeln mit Abbe-Meßmethoden jeweils über 90° vorne, in der Mitte, hinten Messkraft <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	Das Endmaß mit dem Istmaß darf kein seitliches Kippspiel zwischen den beiden Messrollen haben, 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	0,002	Abbe-Messmethoden 3D-Messmaschinen	Bei ungeraden Zähnezahlen keine Abbe-Messmethoden möglich
Formkreis-Ø	0,010	Zahnradprüfmaschinen 3D-Prüfmaschinen	Prüfen über Wälzweg oder Wälzwinkel
Einzelform- Abweichungen: Profilform Flankenlinie Einzelteilung Summenteilung	0,002	Zahnradprüfmaschinen 3D-Prüfmaschinen mit Rundtisch Profilform und Flankenlinie an jeweils 4 Rechts- u. Linksflanken Nur bei Gutlehren: Teilung alle Zahnflanken	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.



FRENCO

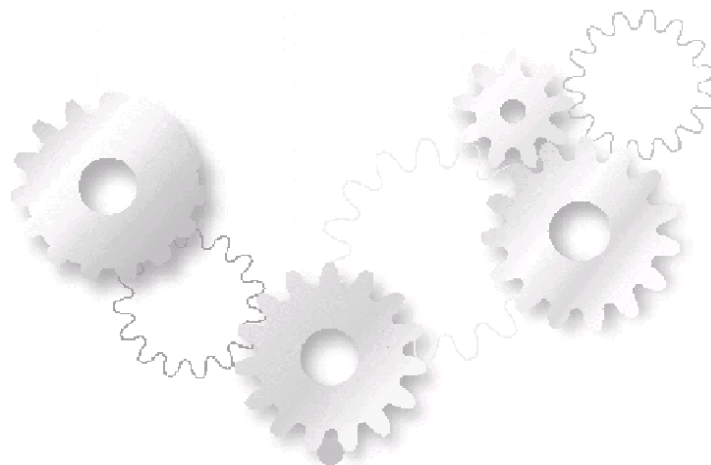
Verschleißtoleranzen

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 werden in den neuen Ausgaben von DIN 5480 und ISO 4156 auch enthalten sein):

Abweichung		Zusätzliche Toleranz zur Neutoleranz	
		D = 0-50	50<D<300
Gesamt-Profilabweichung	F_α	+ 0,002	+ 0,003
Gesamt- Flankenlinienabweichung	F_β	+ 0,001	+ 0,002
Rundlaufabweichung	FR	+ 0,002	+ 0,003
Gesamt-Teilungsabweichung	FP	+ 0,002	+ 0,003
Einzel-Teilungsabweichung	fp	+ 0,001	+ 0,002



Besonderheiten

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

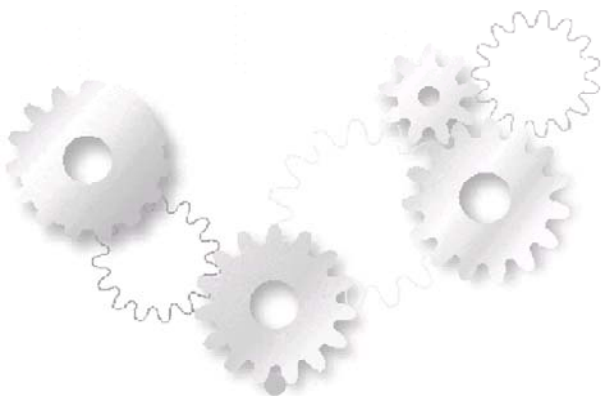
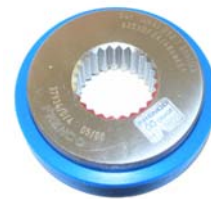
Sonderlehrring



**Gegenlehrdorne für
Verzahnungslehrringe**



Einstellmeister



pure
perfection

FRENCO

FRENCO Produktgruppen



Verzahnte Höchstpräzision

Verzahnungslehren
Lehrzahnräder, Prüfräder
Normale, Meister
Verzahnte Werkzeuge
Verzahnte Spannsysteme
Verzahnungsherstellung



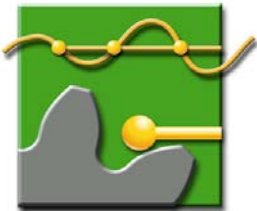
Istmaßprüfgeräte Gruppe V

Messrollen und Kugeln VRK
Prüfgeräte zum Auspendeln VA
Prüfgeräte mit Plananschlag VP
Prüfgeräte mit Verzahnung VM
Drehflankenspielmessgeräte VD
Sonderprüfgeräte VS



Rotationsmessgeräte

URM - K mit Messkreisen
URM - R mit Prüfrädern
EWP Einflanken- Wälzprüfung
ZWP Zweiflanken-Wälzprüfung
WS Wälzscannen



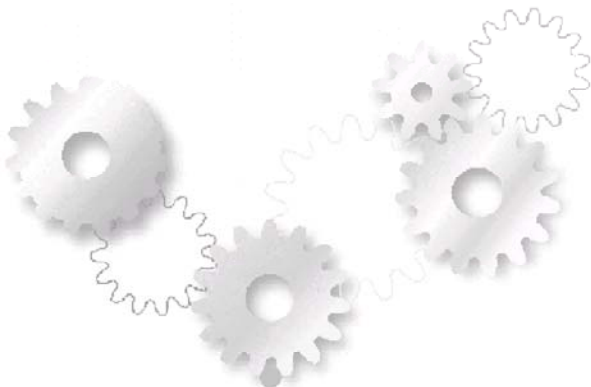
Verzahnungsprüfung

DKD – Kalibrierungen
Prüfmittelüberwachung
Werkstückprüfungen
Abweichungsanalysen



Know-how Transfer

Software
Schulungen, Seminare, Workshops
Beratung und Berechnung
Literatur und Dokumentationen
Normung



FRENCO

Frenco GmbH

Verzahnungstechnik·Messtechnik

Jakob-Baier-Straße 3

D 90518 Altdorf, Germany

Tel.: +49 (0) 9187 9522 0

Fax: +49 (0) 9187 9522 40

E-mail: frenco@frenco.de

Web: www.frenco.de