HPN 01 2017 • © Frenco GmbH

IC-Verzahnungsnormale

Das Paket zur Bestimmung der Messunsicherheit

pure perfection

FRENCO

Allgemeine Informationen

Normale sollten geometrisch ähnlich den Prüflingen sein (=Identitätscondition) → **IC-Normale**

Ein neuer Denkansatz für Verzahnungsnormale oder die Lösung eines alten Problems?

Herkömmliche Normale weichen in ihrer Gestalt völlig von den eigentlichen Prüflingen ab. Es besteht keine Ähnlichkeit, geschweige denn eine Identitätscondition.

IC–Normale lassen sich so konstruieren, dass sie eine ähnliche Verzahnung wie die Prüflinge aufweisen. Das ist die Voraussetzung für die Abschätzung der Messunsicherheit bei der Messung von Prüflingen auf Verzahnungsmessmaschinen.

IC-Normale sind in allen Ausführungen denkbar. Sie können für Laufverzahnungen, Außen- und Innenverzahnungen mit verschiedenen Moduln und Teilkreisdurchmessern, sowie für Passverzahnungen hergestellt werden. Von der geometrischen Größe können sie an kleine Kunststoffzahnräder oder an LKW-Getriebe angepasst werden.

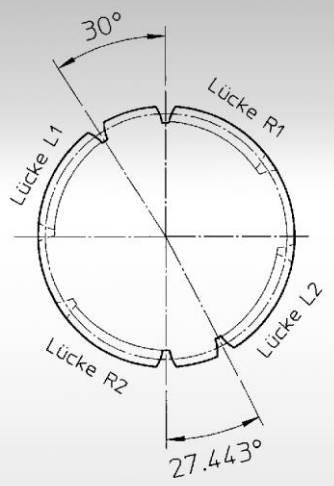
Normale sollten alle wichtigen Merkmale verkörpern

Normal-Kombinationen

Herkömmliche Normale für Verzahnungen sind einzelne Profil-, Flankenlinien- oder Teilungsnormale. Sie sind sehr eingeschränkt in Ihrer Aussagekraft.

IC-Normal-Kombinationen geben die Möglichkeit, die Messunsicherheit aller wichtigen Verzahnungsmerkmale zu bestimmen.

Normal A

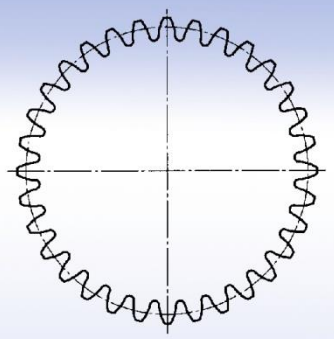


2 gegenüberliegende Zahnlücken R1 und R2
mit rechtem Schrägungswinkel basierend auf z=32

Zwei gegenüberliegende Zahnlücken L1 und L2 mit linkem Schrägungswinkel basierend auf z=33

Zertifikat für:
Profil
Flankenlinie
Kugelmaß R1 . R2
Kugelmaß L1 – L2

Normal B



Vollverzahnte Geradverzahnung

Zertifikat für:
Profil
Flankenlinie
Rundlauf
Einzelteilung
Gesamtteilung
Kugelmaß

Geradverzahnung	+	**Schrägverzahnung**
Sektorenverzahnung	+	**Vollverzahnung**
Linke Flanke	+	**Rechte Flanke**
Eine Zahnlücke	+	**Gegenüberliegende Zahnlücken**
Gerade Zähnezahl	+	**Ungerade Zähnezahl**

Mit Kombinationen von IC-Normalen erfolgt die umfassende Beurteilung von Genauigkeitsabweichungen für nebenstehende Merkmale.

Profilabweichung:	Für Geradverzahnungen und Schrägverzahnungen mit linksseitigem und rechtsseitigem Schrägungswinkel 30°
Flankenlinienabweichung:	Für Geradverzahnungen und Schrägverzahnungen mit linksseitigem und rechtsseitigem Schrägungswinkel 30°
Teilungsabweichung:	Für Einzelteilung und Gesamtteilung
Rundlaufabweichung:	Für Rundlauf, Achslage und Rundheit
Zweikugelmaß:	Für ungerade und gerade Zähnezahl an Geradverzahnungen und Schrägverzahnungen

Ermittlung der Messunsicherheit

Die Messunsicherheit bei Verzahnungsmessungen in der Industrie ist heute meist unbekannt. Die theoretische Berechnung der Messunsicherheit durch Budgets ist für industrielle Verzahnungsmessungen bisher noch nicht erarbeitet.

Die ISO 18653 beschreibt die mögliche Abschätzung der Messunsicherheit bei Verzahnungsmessungen mit Hilfe von werkstückähnlichen Normalen. Diese Vorgehensweise wird auf der folgenden Seite 5 angewandt. Voraussetzung dabei ist die Einhaltung von Ähnlichkeitsbedingungen zwischen den Normalen und den zu prüfenden Werkstücken. Diese Verhältnisse sind in ISO/TS 15530-3 beschrieben.

Die Gültigkeit der Ähnlichkeitsbedingung wird in nebenstehenden Normen nicht für Verzahnungen angegeben. Sie könnte aber beispielsweise so definiert sein:

INTERNATIONAL STANDARD
ISO 18653
First edition 2003-12-01
Gears — Evaluation of instruments for the measurement of individual gears

INTERNATIONAL TECHNICAL SPECIFICATION
ISO/TS 15530-3
213/WG 10 N 412
Geometrical Product Specifications (GPS) — Coordinate measuring machines (CMM): Techniques for evaluation of the uncertainty of measurement — Part 3: Use of calibrated workpieces

Table 2 — Similarity requirements for workpieces to be measured and the calibrated workpieces used during uncertainty evaluation

Parameter		Requirements
Geometrical features	Dimensions	Identical within: - 10 % beyond 250 mm - 25 mm below 250 mm
	Angles	Identical within ± 5°
Form deviations and surface roughness		Similar due to functional properties
Material (e.g. thermal expansion, elasticity, hardness)		Similar due to functional properties
Measuring strategy		Identical
Probe configuration		Identical

Teilkreis-ø in mm	von 10 bis 40	von 40 bis 80	von 80 bis 120	von 120 bis 180
Teilkreis-ø	± 10	± 15	± 20	± 25
Zähnezahl	± 40	± 30	± 25	± 20
Modul	± 0,5	± 1,0	± 1,5	± 2,0
Eingriffswinkel	± 10°	± 10°	± 10°	± 10°
Schrägungswinkel	± 15°	± 15°	± 15°	± 15°

Die experimentelle Abschätzung der Messunsicherheit von Verzahnungsmessungen ist unter diesen Voraussetzungen erfolgreich:

- Geometrische Ähnlichkeit von Normalen und Werkstücken
- Materialähnlichkeit von Normalen und Werkstücken
- Gleiche Umgebungsbedingungen
- Gleiche Messstrategie
- Gleiche Tasterkonfiguration

Einschränkung

Die experimentelle Abschätzung der Messunsicherheit beinhaltet **nicht** die Einflüsse von Form- und Rauhigkeiten der Werkstücke. Die Messunsicherheit gilt deshalb nur für den genauen Ort der durchgeführten Messung und nicht für die Gesamtverzahnung. Soll sie für ein gesamtes Werkstück gelten, so müssen die Einflüsse von Form- und Rauhigkeitseinflüssen separat ermittelt und zur Messunsicherheit hinzugefügt werden.

Weitere Voraussetzung

Die einzusetzenden Normale sind mit hinreichender Genauigkeit kalibriert. Die Istwerte für Maße und Formabweichung und die dabei aufgetretenen Messunsicherheiten sind bekannt. Ebenso bekannt sind die genauen Orte der am Normal ermittelten Istwerte. Diese Daten können dem IC-Normal beigefügten Kalibrierschein entnommen werden. DAkkS-Kalibrierscheine können derzeit für die IC-Normale A und B im Rahmen der akkreditierten Größen ausgestellt werden.

1. Bestimmung der Standardunsicherheit eines Merkmales am kalibrierten IC - Normal u_c:

Das Normal wird unter gleichen Umgebungsbedingungen, mit gleicher Messstrategie und gleicher Taster-Konfiguration wie bei Werkstückmessungen gemessen. Alle Messwerte werden dokumentiert. Diese Messung wird mindestens 10-mal wiederholt unter Berücksichtigung normal auftretender Temperaturschwankungen und anderer Änderungen der Messbedingungen (z.B. Auf- und Abspannen).

$$u_c = \frac{U_c}{2}$$

U_c - Erweiterte Messunsicherheit der Kalibrierung des IC - Normales

u_c - Standardunsicherheit der Kalibrierung des IC -Normales

2. Bestimmung der Standardunsicherheit u_p:

Ermittlung des arithmetischen Mittelwerts der Einzelmessungen

$$\bar{y} = \frac{y_1 + y_2 + \ \dots + y_n}{n}$$

y_i - Messergebnisse während der Unsicherheitsermittlung

$\bar{y}$- arithmetischer Durchschnitt aller Messergebnisse y_i

n - Anzahl der Einzelmesswerte

Dann erfolgt die Berechnung der Standardunsicherheit u_p über die bekannte Formel der Standardabweichung:

$$u_p = \sqrt{\frac{1}{n-1} \cdot \sum_{i=1}^{n} (y_i - \bar{y})^2}$$

u_p - Standardunsicherheit des Messprozesses

3. Bestimmung der systematischen Abweichung b:

Für die Berechnung der systematischen Abweichung wird der Istwert des Normales x_c mit dem arithmetischen Mittelwert aller Messergebnisse y_i verglichen.

$$b = \bar{y} - x_c$$

b - Systematische, bei der Unsicherheitsermittlung festgestellte Abweichung

x_c - Kalibrierter Wert einer Messgröße des IC - Normals

4. Ermittlung der Messunsicherheit U:

Die abgeschätzte erweiterte Messunsicherheit, ermittelt mit dieser experimentellen Methode, beträgt:

$$U = 2 \cdot \sqrt{u_c^2 + u_p^2 + b^2}$$

U - Erweiterte Messunsicherheit, experimentell bestimmt

Hinweise:
Der Einfluss des Werkstückes ist dabei vernachlässigt.
Die systematische Abweichung wird als Messunsicherheitsbeitrag mit in die quadratische Addition integriert (Quelle: F. Härtig, M. Krystek; Correct treatment of systematic errors in the evaluation of measurement uncertainty; Proceedings of ISMTII-2009, Volume 1. St. Petersburg, S 1-106 ff Russia, 2009)

IC-Normale mit DAkkS-Kalibrierschein

Das Laboratorium der FRENCO GmbH ist von der DAkkS nach DIN/ISO 17025 als Konformitätsbewertungsstelle für alle wesentlichen Verzahnungsmerkmale akkreditiert (DK-15199-01-00). Diese Akkreditierung ist für bestimmte Messbereiche gegeben, die am häufigsten gefordert werden. Die genauen Angaben zum Akkreditierumfang können Sie unter http://www.dakks.de/as/ast/d/D-K-15199-01-00.pdf nachschauen. Normale, die außerhalb dieses Akkreditierumfangs liegen, können als Werkskalibrierung ausgeführt werden.

pure perfection
FRENCO

akkreditiert durch die / *accredited by the*

Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH

als Kalibrierlaboratorium im / *as calibration laboratory in the*

Deutschen Kalibrierdienst DKD

ilac-MRA DAkkS Deutsche Akkreditierungsstelle D-K-15199-01-00

Kalibrierschein
Calibration certificate

Kalibrierzeichen
Calibration mark

000789
D-K-15199-01-00
2015-03

Gegenstand *Object*	**IC-Artefact A/B für Profil, Flankenlinie, Teilung, Rundlauf und M_{dK}**
Hersteller *Manufacturer*	**FRENCO GmbH Jakob-Baier-Straße 3 90518 Altdorf**
Typ *Type*	**d = 105.000 mm; ß = 0°, 20° r + l**
Fabrikat/Serien-Nr. *Serial number*	**04711 00 01 00**
Auftraggeber *Customer*	**Musterkunde**
Auftragsnummer *Order No.*	**20154711**
Anzahl der Seiten des Kalibrierscheines *Number of pages of the certificate*	**7**
Datum der Kalibrierung *Date of calibration*	**16.03.2015**

Dieser Kalibrierschein dokumentiert die Rückführung auf nationale Normale zur Darstellung der Einheiten in Übereinstimmung mit dem Internationalen Einheitensystem (SI).
Die DAkkS ist Unterzeichner der multilateralen Übereinkommen der European co-operation for Accreditation (EA) und der International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC) zur gegenseitigen Anerkennung der Kalibrierscheine.
Für die Einhaltung einer angemessenen Frist zur Wiederholung der Kalibrierung ist der Benutzer verantwortlich.
This calibration certificate documents the traceability to national standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).
The DAkkS is signatory to the multilateral agreements of the European co-operation for Accreditation (EA) and of the International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC) for the mutual recognition of calibration certificates.
The user is obliged to have the object recalibrated at appropriate intervals.

Dieser Kalibrierschein darf nur vollständig und unverändert weiterverbreitet werden. Auszüge oder Änderungen bedürfen der Genehmigung sowohl der Deutschen Akkreditierungsstelle GmbH als auch des ausstellenden Kalibrierlaboratoriums. Kalibrierscheine ohne Unterschrift haben keine Gültigkeit.
This calibration certificate may not be reproduced other than in full except with the permission of both the Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH and the issuing laboratory. Calibration certificates without signature are not valid.

Datum *Date*	Leiter des Kalibrierlaboratoriums *Head of the calibration laboratory*	Bearbeiter *Person in charge*
18.03.2015	Dipl. Ing (FH) J. Kühl	J. Stellwag

Frenco GmbH Verzahnungstechnik
DAkkS Kalibrierlaboratorium für Verzahnungsmessgrößen
Jakob-Baier-Str. 3 – 90518 Altdorf
Tel. +49(0)9187 9522-0 – Fax. +49(0)9187 9522-40
Internet www.frenco.de – E-Mail info@frenco.de

DAkkS-Kalibrierscheine können derzeit für die IC-Normale A und sowie konventionelle Normale Typ 100 im Rahmen der akkreditierten Größen ausgestellt werden.

DAkkS- kalibrierte Normale gewährleisten die Rückführung auf die SI-Einheit „Meter“ und bilden einen Teil der Kette zur Rückführung auf das nationale Normal.

Die Kalibrierung wird, je nach Ausführung für folgende Merkmale durchgeführt:

- Profilabweichung
- Flankenlinienabweichung
- Teilungsabweichung
- Rundlaufabweichung
- Zweikugelmaß

Im DAkkS-Kalibrierschein werden die

- Messbedingungen
- Ausrichtebenen für die Bezugsachsenbestimmung
- Messebenen
- und die Bezugsebene

explizit und in Form eines Bildes beschrieben.

DAkkS-Kalibrierscheine sind erhältlich in Deutsch und in Englisch.

Seite 2
Page

000143
D-K-15199-01-00
2011-06

1 Profil und Flankenlinie

1.1 Kalibrierverfahren

Das Verzahnungsnormal wurde auf einem Verzahnungsmessgerät kalibriert, dessen Abweichungen durch eine messaufgabenspezifische Kalibrierung mit PTB-kalibrierten Normalen ermittelt wurde, um die gemessenen Werte für F_α, $f_{H\alpha}$ und F_β und $f_{H\beta}$ zu korrigieren.

1.2 Messbedingungen

Bei der Kalibrierung des Verzahnungsnormales wurden die Referenzachsen durch die Mittelpunkte zweier Kreise bestimmt. Die Kreismittelpunkte wurden aus je einer Rundlaufmessung berechnet, deren Messebenen sich auf den Mantelflächen der beiden Zylinder mit den Durchmessern 58.0 mm befanden. Die Messebenen der Rundlaufmessungen lagen nach oben 24.5 mm und nach unten 148.5 mm von der Messebene entfernt. (siehe auch Bild 1 / Ausrichthöhen P1)

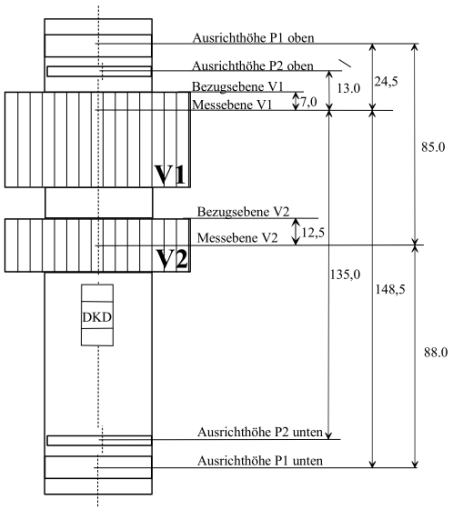


Bild 1: Lage der Bezugsebene und der Messebene (P= Prüfbund / V= Verzahnung)

Die Bezugsebene des Normales ist die Stirnfläche der Verzahnung, auf der die Zähne beschriftet sind (siehe Bild 1). Durch die Prüfkurven wurden Regressionsgeraden nach der Methode der kleinsten Fehlerquadratsumme gelegt.

Verwendete Verzahnungsdaten und Auswertebereiche

Schrägungs-winkel ß [°]	Teilkreis-durchmesser d_0 [mm]	Grundkreis-durchmesser d_b [mm]	Zahnfuß-Wälzlänge L_f [mm]	Zahnkopf-Wälzlänge L_a [mm]	Profil-Prüfbereich L_α [mm]	Flanken-linien-Prüfbereich L_β [mm]	Auswerte-bereich $f_{h\beta}$ [mm]
0	84.000	80.112	9.2	18.2	9.0	28.0	28.0

1.4 Messergebnisse

In den nachfolgenden Tabellen sind die Messergebnisse aufgeführt. Es sind Mittelwerte aus mehreren Messungen.

Flankenlinie

Schrägungswinkel ß [°]	Flanke Nr.	Flankenlinien-Gesamtabweichung F_β [µm]	*Flankenlinien-Winkelabweichung* $f_{H\beta}$ [µm]	Flankenlinien-Formabweichung $f_{f\beta}$ [µm]
Verzahnung V1				
0	1R	1.3	R1.2	0.6
0	2L	1.2	R0.9	0.5

1.5 Messunsicherheit

In der nachfolgenden Tabelle sind die erweiterten Messunsicherheiten für die vorgenannten Messergebnisse aufgeführt.

Flankenlinie

Schrägungswinkel ß [°]	Messunsicherheit U für F_β [µm]	Messunsicherheit U für $f_{H\beta}$ [µm]	Messunsicherheit U für $f_{f\beta}$ [µm]
0	2.1	1.8	1.0

Die für die Kalibrierung verwendeten Verzahnungsdaten, die Kalibrierwerte und die Messunsicherheiten sind tabellarisch dargestellt.

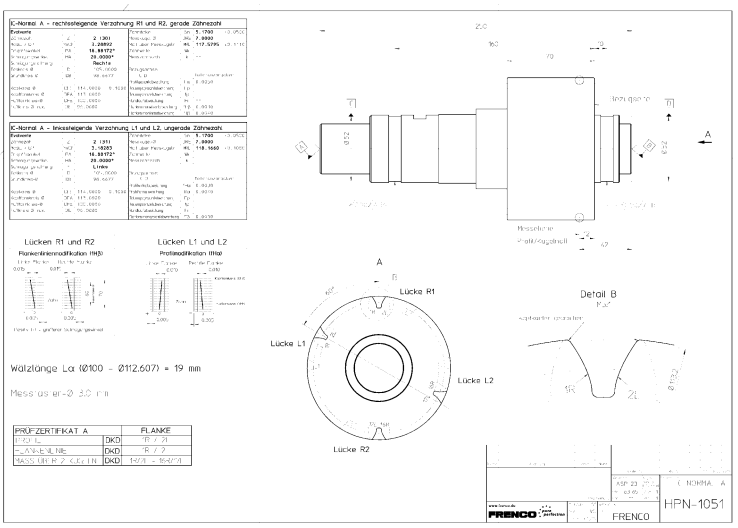
Die Messschriebe bzw. graphische Darstellung der Messergebnisse erfolgt im Anhang des Kalibrierscheines.

Normal A

Beispiel

Normalmodul:	3,5
Grundkreis:	98,6677
Eingriffswinkel:	20°
Schrägungswinkel:	20°R/20°L
Zähnezahl :	30/31

3 Schrägungswinkel
(zusätzlich 0°) sind möglich.



Normal A und B können den jeweiligen Kundenerfordernissen angepasst werden:

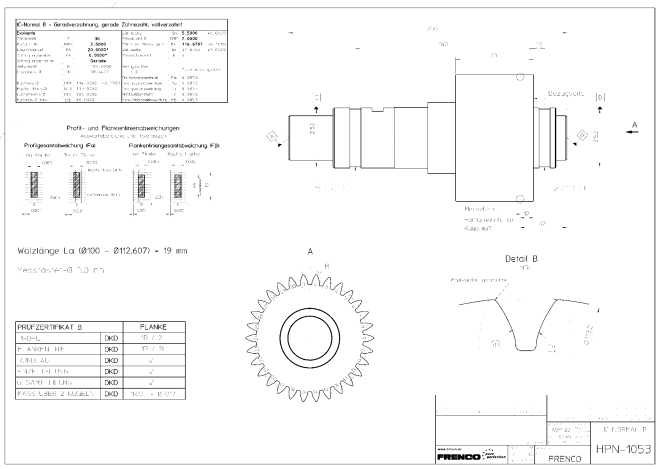
...als Laufverzahnung Modul 1,2

...als Laufverzahnung Modul 2

Normal B

Beispiel

Modul:	3,5
Grundkreis:	98,6677
Eingriffswinkel:	20°
Schrägungswinkel:	0°
Zähnezahl:	30



...als Laufverzahnung Modul 3

...als Passverzahnung Modul 1,5

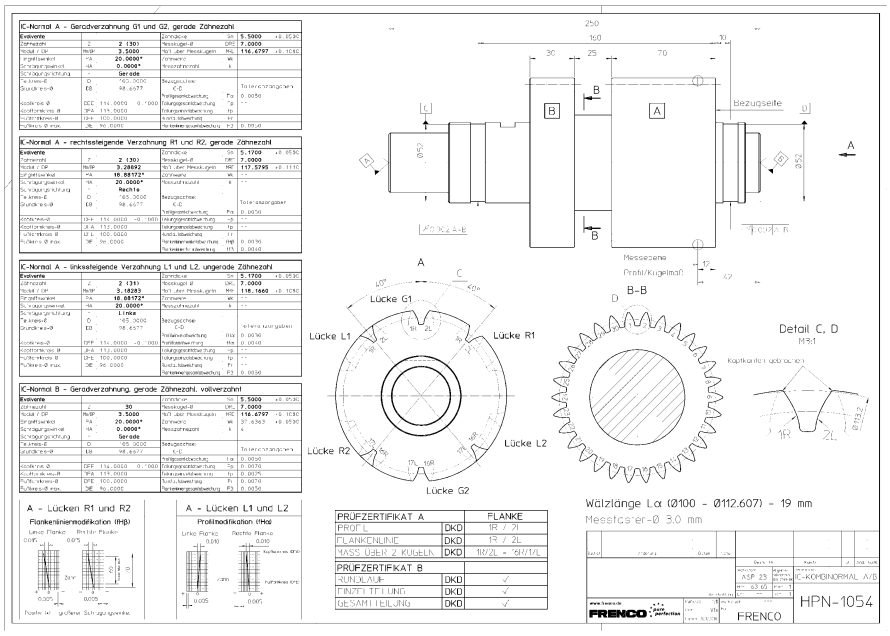
Kombinormal A/B

Wenn die Platzverhältnisse es zulassen, können in das Normal A drei Schrägungswinkel eingebracht werden. Das Normal hat dann sechs Lücken mit drei Schrägungswinkeln (0° / +X° / -X°) für die Kalibrierung von Profil, Flankenlinie und Maß über Kugeln.

Normal B ist dann nur für die Überwachung von Teilung und Rundlauf erforderlich und benötigt nur eine geringe Verzahnungsbreite. Das Normal B kann dann „Huckepack“ an das Normal A angebracht werden, wenn das Normal A entsprechend darauf vorbereitet ist.

Beispiel

Modul:	3,5
Grundkreis:	98,6677
Eingriffswinkel:	20°
Schrägungswinkel:	0°/20°R/20°L
Zähnezahl:	30/31

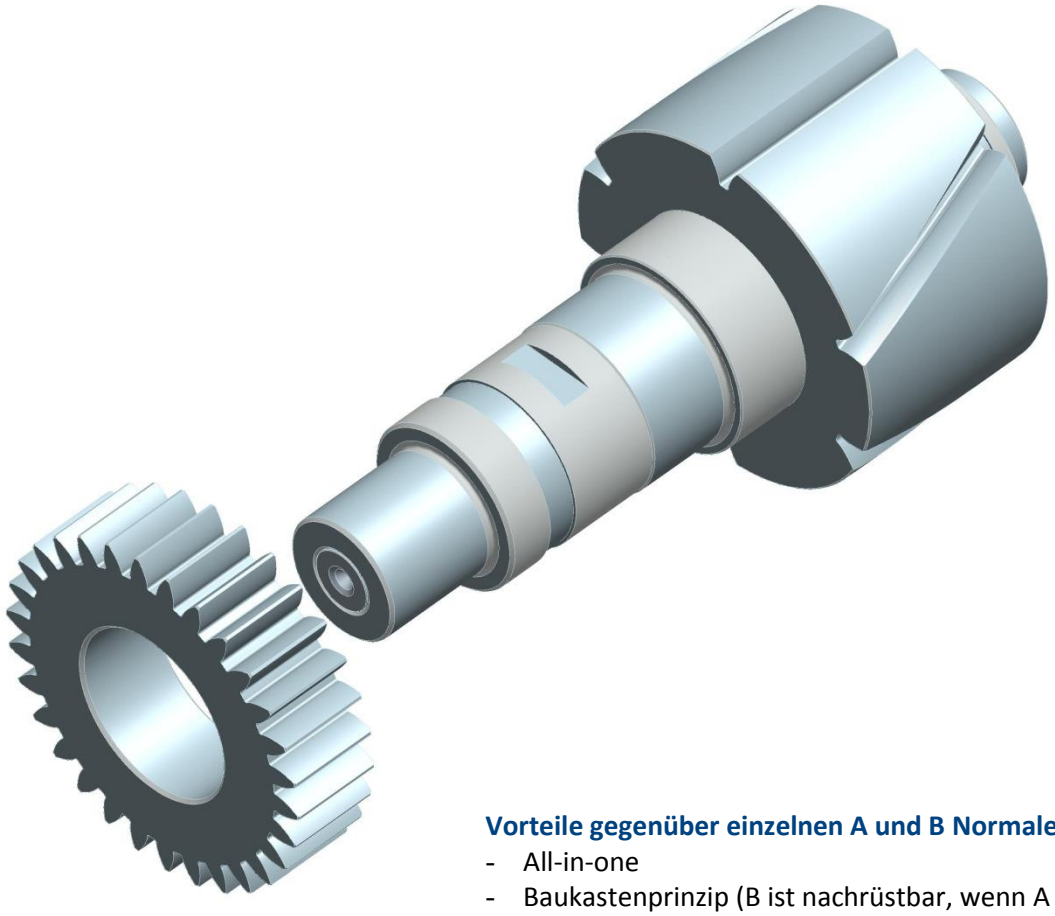


Kombinormal A/B kann den jeweiligen Kundenerfordernissen angepasst werden:

IC-Gedanke:
Das Kombinationsnormal wird hinsichtlich Verzahnungsdaten nach Möglichkeit dem Kundenspektrum angepasst (Identical Conditions).

Das Normal B kann mit definierten Teilungsfehlern versehen werden, um Tasterauslenkungen zu testen.

Modularer Aufbau:
Bei Bestellung eines A-Normals kann der Grundkörper so ausgelegt werden, dass das Normal B später nachgerüstet werden kann. Für Kunden, die erst den Fokus auf Profil und Flankenlinie legen und später an ein Teilungsnormal denken, kann dies eine Alternative sein.



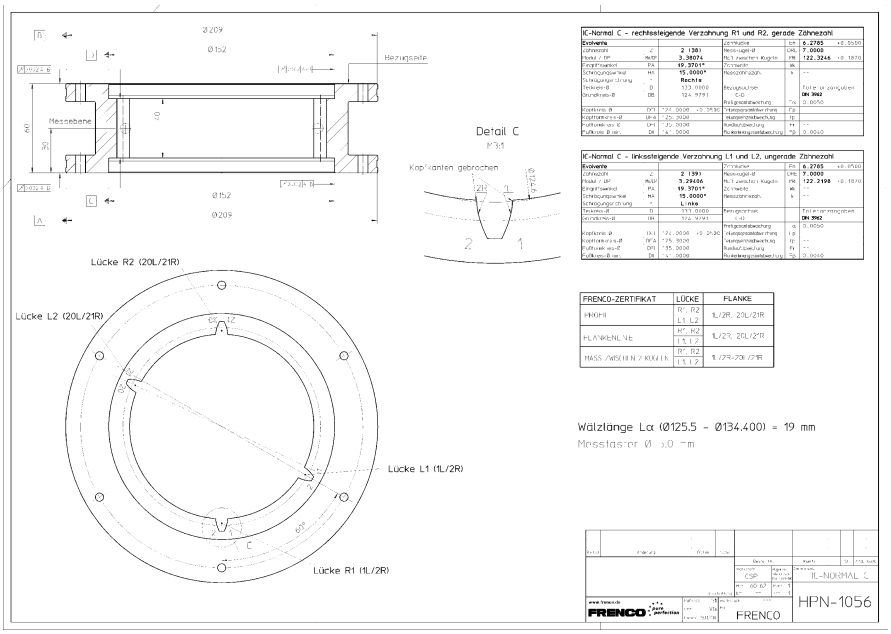
Vorteile gegenüber einzelnen A und B Normalen:
- All-in-one
- Baukastenprinzip (B ist nachrüstbar, wenn A dafür vorgesehen ist)
- geringere Anschaffungskosten gegenüber zwei Einzelnormalen

Nachteile:
- Nicht nachschleifbar
- Höheres Gewicht

Normal C

Beispiel

Normalmodul:	3,5
Grundkreis:	124,9791
Eingriffswinkel:	20°
Schrägungswinkel:	15°R/15°L
Zähnezahl :	38/39



Innenverzahnungsnormale sind bisher nahezu unbekannt. FRENCO ist in der Lage hochgenaue Innenverzahnungen mit Schrägungswinkel herzustellen. Damit ist es erstmalig möglich, Verzahnungsmessmaschinen auch hinsichtlich ihrer Qualitäten beim Messen von Innenverzahnungen zu vergleichen.

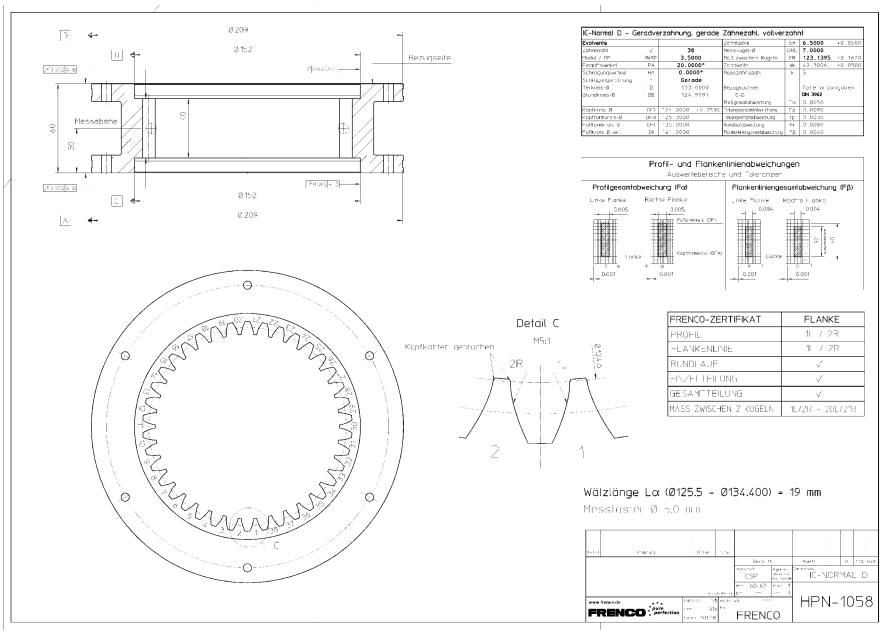
Normal C:

Mit zwei Schägungswinkeln in vier Lücken für die Kalibrierung der Profile, Flankenlinien und der internen Kugelmaße.
Auch sind hier ungerade und gerade Zähnezahl berücksichtigt. Drei Schrägungswinkel (zusätzlich 0°) sind möglich.

Normal D

Beispiel

Normalmodul:	3,5
Grundkreis:	124,9791
Eingriffswinkel:	20°
Schrägungswinkel:	0°
Zähnezahl :	38



Die Innenverzahnungsnormale sind symmetrisch ausgeführt für einfache Umschlagsmessung. Die Verzahnung ist so ausgelegt, dass mit einem 1,5 mm-Taster sowohl im Abwälzverfahren als auch mit der Bahnmessung (Koordinatenmethode) gemessen werden kann.

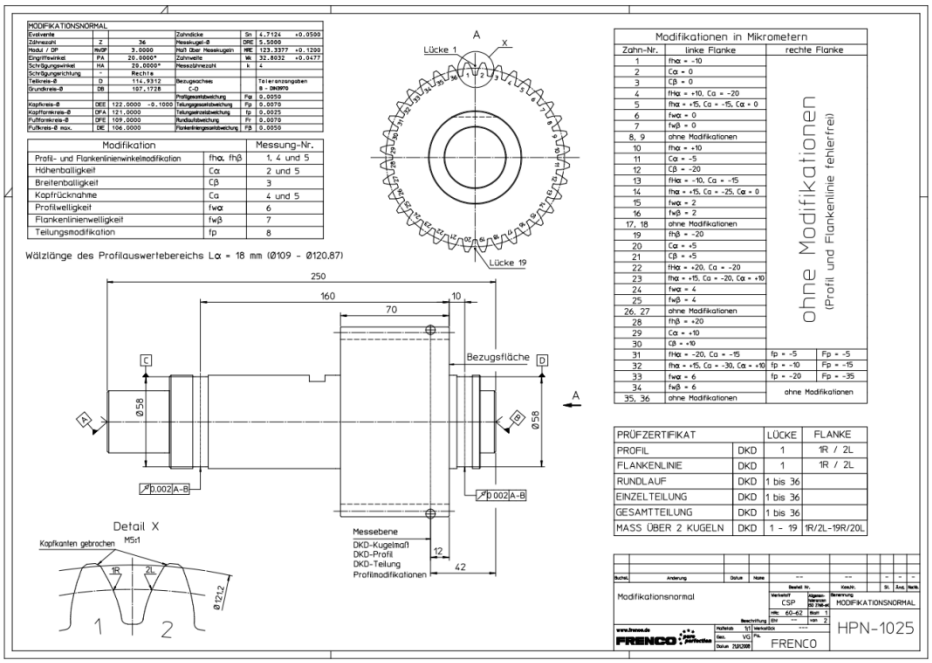
An der DAkkS-Akkreditierung für Innenverzahnung wird noch gearbeitet.

Normal D:
Vollverzahnt und geradverzahnt für die Kalibrierung von Profil, Flankenline, internes Kugelmaß sowie Teilung und Rundlauf.

Modifikationsnormal M

2/80/17,5°

Modul:	2,25
Grundkreis:	90
Eingriffswinkel:	17,5°



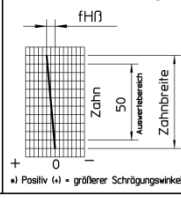
Wie werden Modifikationen an der Messmaschine angezeigt?
Wie werden Rücknahmen ausgewertet?
Wie stellt sich ein Teilungsfehler dar?
Welche Filter reagieren wie bei Welligkeiten auf Profil und Flanke?
Wie reagieren Messsysteme unterschiedlicher Hersteller?

Fragen, auf die auch wir nicht immer eine Antwort haben. Das Modifikationsnormal (M) kann Ihnen bei der Suche nach Antworten helfen. Verschiedene Modifikationen wie Balligkeiten, Rücknahmen, Winkelfehler, Welligkeiten und Teilungsfehler sind auf je einer Flanke angebracht. So wie hier dargestellt oder nach Ihren speziellen Wünschen. Für vergleichende Messungen, zur Langzeitüberwachung oder zu Schulungszwecken.

Messergebnisse M

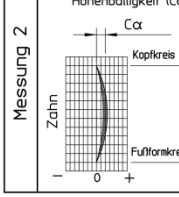
Messung 1	Modifikation	Zahn-Nr.	fHα, µm
	Profilwinkelabweichung (fHα)	1	-10
		11	+10

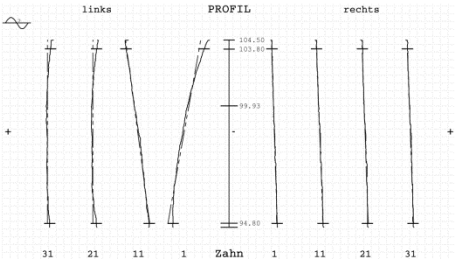
Messung 1	Modifikation	Zahn-Nr.	fHβ, µm
	Flankenlinienwinkelabweichung (fHβ)	21	-20
		31	+20

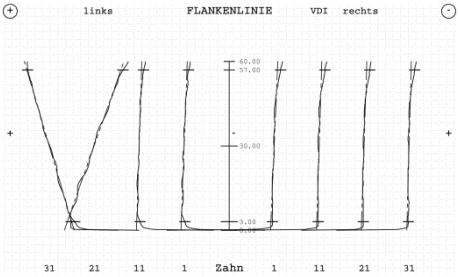


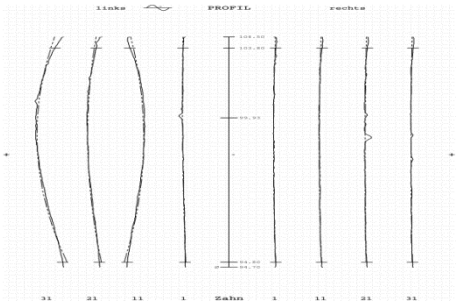
*) Positiv (+) = größerer Schrägungswinkel

Messung 2	Modifikation	Zahn-Nr.	Cα, µm
	Höhenballigkeit (Cα)	2	0
		12	-5
		22	+5
		32	+10



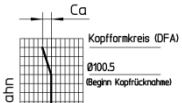




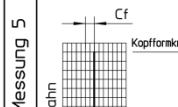


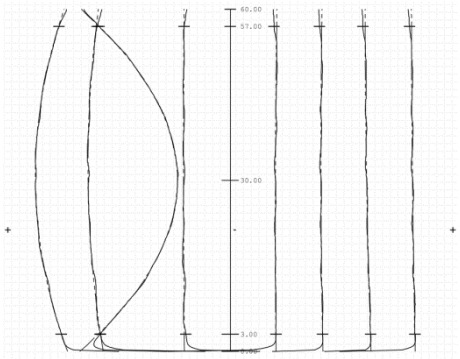
Messung 3	Modifikation	Zahn-Nr.	Cβ, µm
	Breitenballigkeit (Cβ)	3	0
		13	-35
		23	+5
		33	+10

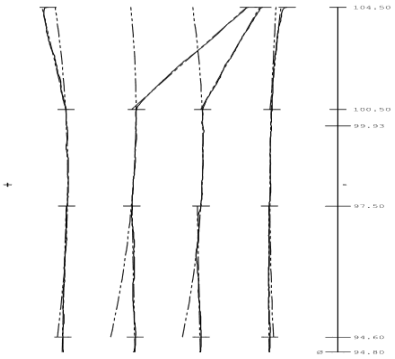
Messung 4	Modifikation	Zahn-Nr.	Ca, µm
	Kopfrücknahme (Ca)	4	0
		14	-10
		24	-20
		34	+5

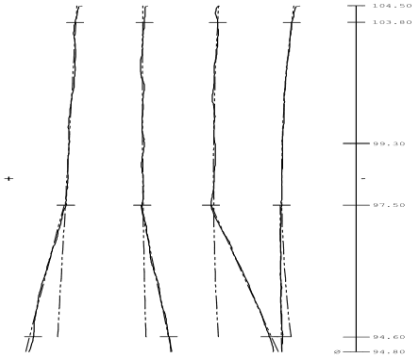


Messung 5	Modifikation	Zahn-Nr.	Cf, µm
	Fußrücknahme (Cf)	5	0
		15	-10
		25	-5
		35	+5





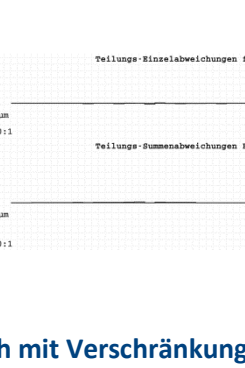


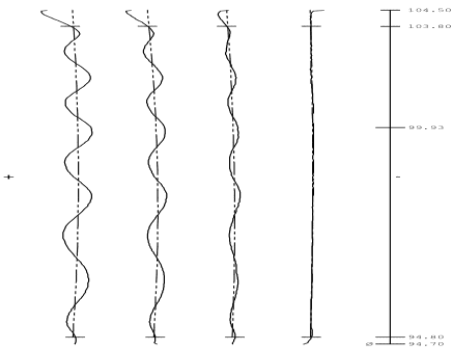


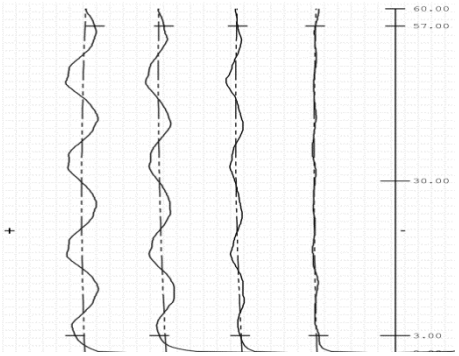
Messung 6	Modifikation	Zahn-Nr.	fwα, µm
	Profilwelligkeit (fwα)	6	0
		16	2
		26	4
		36	6

Messung 7	Modifikation	Zahn-Nr.	fwβ, µm
	Flankenlinienwelligkeit (fwβ)	7	0
		17	2
		27	4
		37	6

Messung 8	Modifikation	Zahn-Nr.	fp, µm
	Teilungsmodifikation (fp)	35	-5
		36	-10
		37	-20





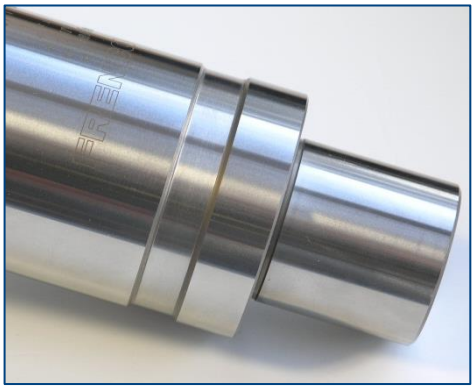


Auch mit Verschränkung möglich.

Besonderheiten

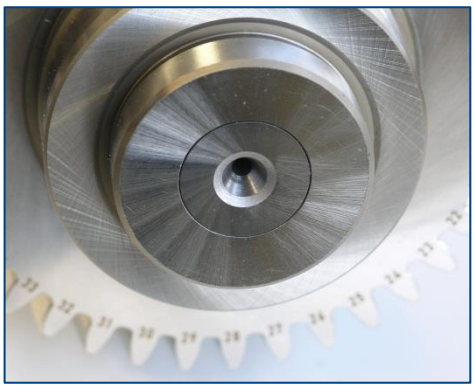
Geschützte Prüf- bzw. Ausrichtbunde

- Damit ist offensichtlich, wo die Bezugsachse gebildet wird.
- Hochgenauer Rundlauf von ca. 1...2 µm sorgt für sehr gute Wiederholbarkeit.



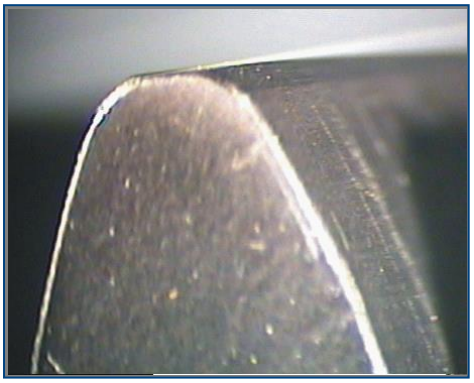
Hartmetallzentren für Langzeitstabilität

- Frenco empfiehlt fliegend im Spannfutter zu spannen
- Falls doch zwischen Spitzen aufgenommen wird, sorgen Hartmetallzentren für eine gute Wiederholbarkeit.



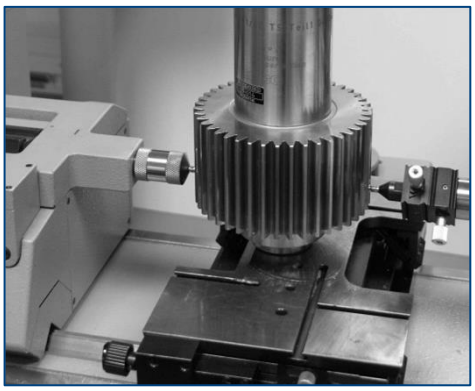
Kopffasen

- Als Schutz der Evolventen im Kopfbereich, damit das Normal nicht nach jedem „Rempler“ wieder neu kalibriert werden muss.



Kugelmaß real gemessen

- Die im Kalibrierschein angegebenen Kugelmasse sind nicht das Ergebnis irgendwelcher Berechnungen, sondern werden direkt auf dem Längenmessgerät ermittelt.



Frenco Produktgruppen

Verzahnte Höchstpräzision H

Prüfkörper
Verzahnungslehren
Prüfräder
Meister
Normale

Werkzeuge
Spannsysteme
Umformwerkzeuge
Elektroden

Verzahnungsherstellung

Istmaßprüfgeräte Gruppe V

Messrollen- und Kugeleinsätze

Prüfgeräte zum Auspendeln

Prüfgeräte mit Plananschlag

Prüfgeräte mit Führungsverzahnung

Drehflankenspielmessgeräte

Sonderprüfgeräte

Rotationsmessgeräte R

Messgeräte mit Messkreisen

Multiple Mehrstellenmessgeräte

Wälzprüfgeräte
Linear-Wälzprüfgerät Zahnstange
Wälzscangeräte
Zweiflankenwälzprüfgeräte

Verzahnungsprüfung P

Werkstückprüfungen

Prüfzertifikate im Neuzustand

Prüfmittelüberwachung

DAkkS-Kalibrierscheine

Know-how Transfer K

Beratung und Berechnung

Software für Passverzahnungen

Schulungen und Seminare

Literatur und Dokumentationen

Normung

pure perfection

FRENCO

Frenco GmbH
Verzahnungstechnik • Messtechnik
Jakob-Baier-Straße 3
D - 90518 Altdorf
Tel.: +49 (0) 9187 - 95 22 0
Fax: +49 (0) 9187 - 95 22 40
E-Mail: frenco@frenco.de