

# Kalibrierschein / Calibration Certificate

erstellt durch das Kalibrierlaboratorium

issued by the calibration laboratory

Frenco GmbH Verzahnungstechnik  
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

Kalibrierzeichen Calibration mark	004711
	D-K- 15199-01-00
	2019-12

Gegenstand  
*Object* **IC-Normal B für Profil, Flankenlinie,  
Teilung, Rundlauf und MdK**

Hersteller  
*Manufacturer* **FRENCO GmbH  
Jakob-Baier-Straße 3**

Typ  
*Type* **d = 84 mm; β = 0°**

Z. B. Serien- oder Prüfmittel-Nr.  
*Serial number* **04711 02 01 07**

Kunden- oder Eigentümerdaten  
*Customer*

Auftragsnummer  
*Order No.* **20209999**

Anzahl der Seiten des Kalibrierscheines  
*Number of pages of the certificate* **7**

Datum der Kalibrierung  
*Date of calibration* **12.08.2020**

Dieser Kalibrierschein dokumentiert die metrologische Rückführbarkeit 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 metrological 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 des ausstellenden Kalibrierlaboratoriums. Kalibrierscheine sind bei Nennung des für die Freigabe Verantwortlichen in Klarschrift auch ohne Unterschrift gültig.

*This calibration certificate may not be reproduced other than in full except with the permission of the issuing laboratory. Calibration certificates with the full name of the approval responsible person are valid without signature.*

Datum der Ausstellung  
*Date of issue*

14.08.2020

Freigabe des Kalibrierscheins durch  
*Approval of the certificate of calibration by*

Dipl. –Ing. (FH) J. Kühl

Bearbeiter  
*Person in charge*

G. Werner

## 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  $F_{\alpha}$ ,  $f_{H\alpha}$  sowie  $F_{\beta}$  und  $f_{H\beta}$  zu korrigieren. Die Messergebnisse sind die gemittelten Werte aus allen korrigierten Einzelmessungen des Verzahnungsnormal.

### 1.2 Messbedingungen

Bei der Kalibrierung des Verzahnungsnormales wurde die Referenzachse durch die Mittelpunkte zweier Kreise bestimmt. Diese Kreise befinden sich nach unten 148.0 mm und nach oben 23.0 mm von der Messebene entfernt auf den Mantelflächen der beiden Zylinder mit den Durchmessern 58.0 mm.

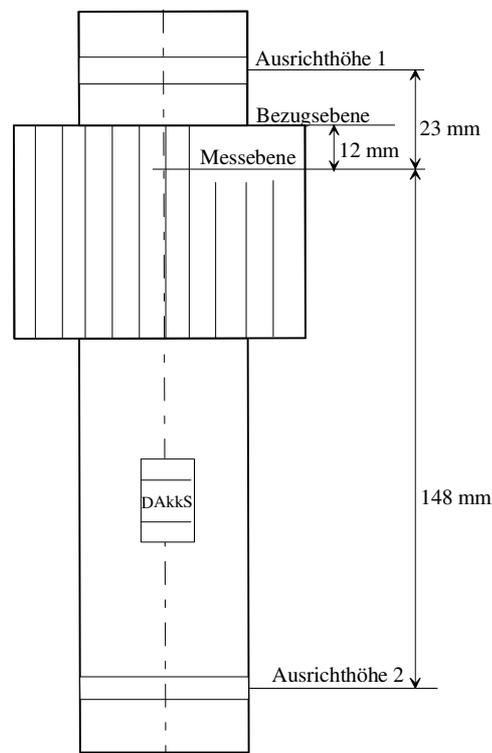


Bild 1: Lage der Bezugsebene und der Messebene

Die Bezugsebene des Normal ist die Stirnfläche der Verzahnung, mit dem amtlichen Zeichen von oben lesbar (siehe Bild 1). Durch die Prüfkurven wurden Regressionsgeraden nach der Methode der kleinsten Fehlerquadratsumme gelegt.

Die Flankenlinienmessungen erfolgten ungefiltert im Stirnschnitt auf dem Messzylinder  $d_M = 84.000$  mm in Rechts- und Linksflankenlage ungefiltert, mit einem Tastkugeldurchmesser von 1.5 mm. Der Auswertebereich der Flankenlinie  $L_\beta$  lag symmetrisch zur Zahnbreitenmitte.

Bei der Profilmessung wurden die Evolventenflächen vom Fuß zum Kopf in der Messebene angetastet (siehe auch Bild 1). Die Kalibrierung erfolgte in Rechts- und Linksflankenlage ungefiltert. Der Tastkugeldurchmesser betrug 1.5 mm.

### Verwendete Verzahnungsdaten und Auswertebereiche

Schrägungswinkel $\beta$ [°]	Zähnezahl $Z$	Modul $m_n$ [mm]	Eingriffswinkel $\alpha$ [°]	Grundkreisdurchmesser $d_b$ [mm]	Zahnfuß-Wälzlänge $L_f$ [mm]	Zahnkopf-Wälzlänge $L_a$ [mm]	Profil-Prüfbereich $L_\alpha$ [mm]	Flankenlinien-Messbereich [mm]	Auswertebereich $L_\beta$ [mm]
0	42	2.0000	17.5000	80.1122	9.2	18.2	9.0	60.0	48.0

### 1.3 Umgebungsbedingungen

Die Raumtemperatur lag während der Messungen im Bereich zwischen 20.0 °C und 20.2 °C.

### 1.4 Messergebnisse

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

#### Flankenlinie

Schrägungswinkel $\beta$ [°]	Flanke Nr.	Flankenlinien- Gesamtabweichung $F_{\beta}$ [μm]	Flankenlinien- Winkelabweichung $f_{H\beta}$ [μm]	Flankenlinien- Formabweichung $f_{f\beta}$ [μm]
0	1R	0.7	R 0.4	0.5
0	2L	1.2	R 1.1	0.3

Für die Anlagen wurden Diagramme ausgewählt, die den Kalibrierwerten am nächsten liegen (Anlage, Blatt 1).

#### Profil

Schrägungswinkel $\beta$ [°]	Flanke Nr.	Profil- Gesamtabweichung $F_{\alpha}$ [μm]	Profil- Winkelabweichung $f_{H\alpha}$ [μm]	Profil- Formabweichung $f_{f\alpha}$ [μm]
0	1R	1.7	-1.2	1.1
0	2L	1.3	0.2	1.3

Für die Anlagen wurden Diagramme ausgewählt, die den Kalibrierwerten am nächsten liegen (Anlage, Blatt 1).

### 1.5 Messunsicherheit

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

#### Flankenlinie

Schrägungswinkel $\beta$ [°]	Messunsicherheit U für $F_{\beta}$ [ $\mu\text{m}$ ]	Messunsicherheit U für $f_{H\beta}$ [ $\mu\text{m}$ ]	Messunsicherheit U für $f_{f\beta}$ [ $\mu\text{m}$ ]
0	1.3	1.1	0.7

#### Profil

Schrägungswinkel $\beta$ [°]	Messunsicherheit U für $F_{\alpha}$ [ $\mu\text{m}$ ]	Messunsicherheit U für $f_{H\alpha}$ [ $\mu\text{m}$ ]	Messunsicherheit U für $f_{f\alpha}$ [ $\mu\text{m}$ ]
0	1.5	1.4	0.6

Angegeben ist die erweiterte Messunsicherheit, die sich aus der Standardmessunsicherheit durch Multiplikation mit dem Erweiterungsfaktor  $k = 2$  ergibt. Sie wurde gemäß EA-4/02 M:2013-3 ermittelt. Der Wert der Messgröße liegt mit einer Wahrscheinlichkeit von 95 % im zugeordneten Werteintervall.

## **2. Teilung und Rundlauf**

### **2.1 Kalibrierverfahren**

Das IC - Verzahnungsnormal B wurde für die Rundlauf- und Teilungsmessung auf einem Verzahnungsmessgerät kalibriert. Dabei wurde das sogenannte „Rosettenverfahren“ angewendet, welches in sich rückgeführt ist, da die Fehler einer Kreisteilung Null ergeben.

### **2.2 Messbedingungen**

Die Referenzachse wurde wie unter 1.2 beschrieben gebildet. Die Mess- und Ausrichtebenen entsprechen Bild 1.

Die Teilungsmessung erfolgte auf dem Messzylinder  $d_M = 84.000$  mm mit einem Tastkugeldurchmesser von 1.5 mm.

Die Rundlaufabweichungen wurden aus den Lückenweiten der Teilungspunkte unter Berücksichtigung einer Messkugel vom Durchmesser 3.500 mm berechnet.

### **2.3 Umgebungsbedingungen**

Die Raumtemperatur lag während der Messung im Bereich zwischen 19.9 und 20.1 °C

### **2.4 Messergebnisse und Messunsicherheiten**

In den nachfolgenden Tabellen sind die Messergebnisse und die erweiterten Messunsicherheiten aufgeführt. Es sind Mittelwerte aus mehreren Messungen. In Anlage Blatt 3 ist der grafische Verlauf dargestellt.

#### **Teilung / Rundlauf**

	linke Flanke in $\mu\text{m}$	rechte Flanke in $\mu\text{m}$	U in $\mu\text{m}$
$f_p$	0.3	0.7	0.6
$F_p$	0.7	1.4	0.7
$F_r$	1.5		1.0

Angegeben ist die erweiterte Messunsicherheit, die sich aus der Standardmessunsicherheit durch Multiplikation mit dem Erweiterungsfaktor  $k = 2$  ergibt. Sie wurde gemäß EA-4/02 M:2013-3 ermittelt. Der Wert der Messgröße liegt mit einer Wahrscheinlichkeit von 95 % im zugeordneten Werteintervall.

## **3. $M_{dK}$**

### **3.1 Kalibrierverfahren**

Das Maß über Messkreis wurde mit zwei Kugeln auf einem Längenmessgerät bestimmt. Die Messung erfolgte als Differenzmessung zu einem DAkkS-kalibrierten Einstellhorn.

### **3.2 Messbedingungen**

Das Maß über Messkreis wurde mit zwei Kugeln vom Durchmesser 3.50060 mm auf einem Abbeschen Längenkomparator bestimmt, auf den Kugeldurchmesser 3.50000 mm und 20.000°C umgerechnet sowie auf eine Messkraft von 0 N interpoliert. Die Messebene ist 12 mm von der Bezugsebene entfernt (Bild 1).

### 3.3 Messergebnisse und Messunsicherheit

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

Schrägungswinkel $\beta$ [°]	Lücke 1 bestehend aus Flanken Nr.	Lücke 2 bestehend aus Flanken Nr.	$M_{dk}$ [mm]	Mess- sicherheit U [ $\mu$ m]
0	1R und 2L	22R und 23L	89.0184	1.2

Angegeben ist die erweiterte Messunsicherheit, die sich aus der Standardmessunsicherheit durch Multiplikation mit dem Erweiterungsfaktor  $k = 2$  ergibt. Sie wurde gemäß EA-4/02 M:2013-3 ermittelt. Der Wert der Messgröße liegt mit einer Wahrscheinlichkeit von 95 % im zugeordneten Werteintervall.

### 3.4 Umgebungsbedingungen

Die Teiletemperatur lag während der  $M_{dk}$ -Messung zwischen 20.1° C und 20.2°C.

### 4. Normen

Alle Bezeichnungen und Auswertungen erfolgen nach DIN ISO 1328-1 (2018), DIN ISO 21771 (2014), VDI/VDE 2612 (2018) und 2613 (2003), die Vorzeichenregelung erfolgt nach VDI/VDE 2612 (2018) und die Bezeichnung der Flanken nach VDI 2613 (2003).

### 5. Anerkennung des DAkkS-Kalibrierscheines im Ausland

Die Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH ist Unterzeichnerin der multilateralen Übereinkommen der European co-operation for Accreditation (EA) und der International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC) zur gegenseitigen Anerkennung der Kalibrierscheine. Die weiteren Unterzeichner innerhalb und außerhalb Europas sind den Internetseiten von EA ([www.european-accreditation.org](http://www.european-accreditation.org)) und ILAC ([www.ilac.org](http://www.ilac.org)) zu entnehmen.

### 6. Rückführung

Die Rückführung wird über folgende PTB kalibrierte Normale sichergestellt:

Evolute	Evolutennormal	09-012	50571 PTB 16	04.04.2016
Flankenlinie	Flankenliniennormal	09-012	50571 PTB 16	04.04.2016

Ende des Kalibrierscheins