

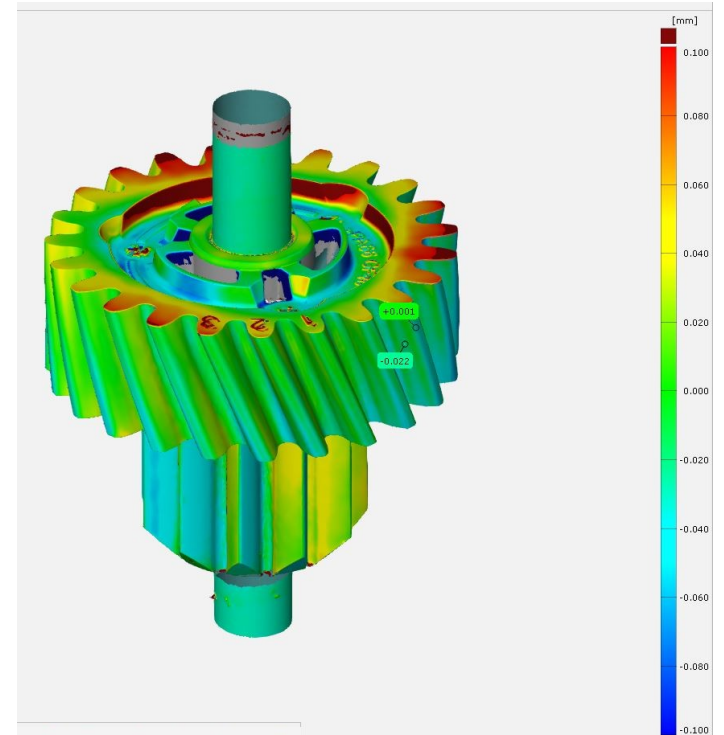
KUNDENDOKUMENTATION

Gesamtprüfung eines Stufenplaneten

GOM 3D-Abweichungsanalyse, Einzelzahnvermessung und
Zweiflankenwälzprüfung der grossen und kleinen Verzahnung

Datenstand 21.09.2026

Technische Referenzauswertung



Bauteil 102933

Grivory GV4H, natur
40 % Glasfaser

3D-Abweichungsanalyse eines Stufenplaneten

Zwei getrennte Bezugsbildungen zeigen die relative Lage der grossen Schrägverzahnung und der kleinen Stirnverzahnung.

Die sichtbare Relativlage ist nicht vollständig deckungsgleich. Sie liegt innerhalb der kundenseitig definierten Toleranz.

Technische Eckdaten

BAUTEIL

**Stufenplanet aus
Kunststoff**

WERKSTOFF

**Grivory GV4H
PA66 GF40, natur**

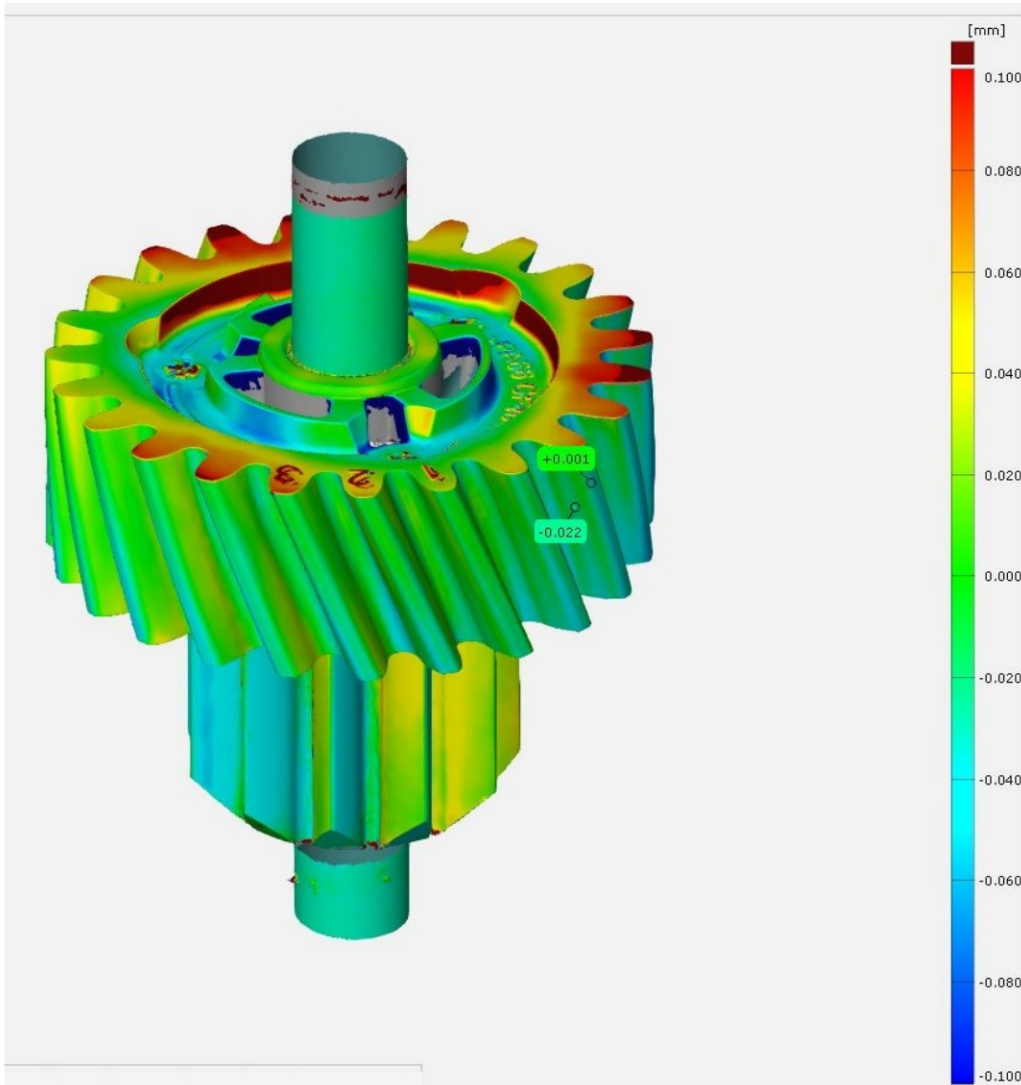
VERZÄHNUNG 01

**Schrägstirnrاد, $z = 23$
 $\beta = 22^\circ$, $m_n = 1,000$**

VERZÄHNUNG 02

**Stirnrاد, $z = 11$
 $m = 1,060$**

Gesamtbewertung: i.O.



BEZUGSBILDUNG 01

Die grosse Schrägverzahnung definiert die Ausrichtung

GOM richtet das Ist-Modell auf der grossen Verzahnung zur CAD-Sollgeometrie aus. Die Farbkarte der kleinen Verzahnung zeigt dadurch deren Lage relativ zu diesem Bezug.

Angezeigte Punktwerte

+0,001 mm

-0,022 mm

Exemplarische Messpunkte aus dem gelieferten GOM-Bild

Interpretation

Die Gegenverzahnung erhält keine zweite Best-Fit-Ausrichtung. Sichtbare Abweichungen an ihr enthalten deshalb auch den Anteil der gegenseitigen Positionierung.

BEWERTUNG: i.O.

Relative Lage innerhalb der kundenseitig definierten Toleranz

Zeichnungsdaten: $z = 23$, $m_n = 1,000$, $\alpha_n = 18^\circ$, $\beta = 22^\circ$, Qualität 10 nach ISO 1328

Ausrichtung nach der kleinen Stirnverzahnung

Verzahnung 02 als Bezugsgeometrie, GOM 3D-Abweichungsanalyse

BEZUGSBILDUNG 02

Die kleine Stirnverzahnung definiert die Ausrichtung

GOM richtet das Ist-Modell auf der kleinen Verzahnung zur CAD-Sollgeometrie aus. Die grosse Schrägverzahnung erscheint nun relativ zu diesem Bezug.

Angezeigte Punktwerte

+0,007 mm

-0,013 mm

Spannweite der sechs sichtbaren Punktmarkierungen: 0,020 mm

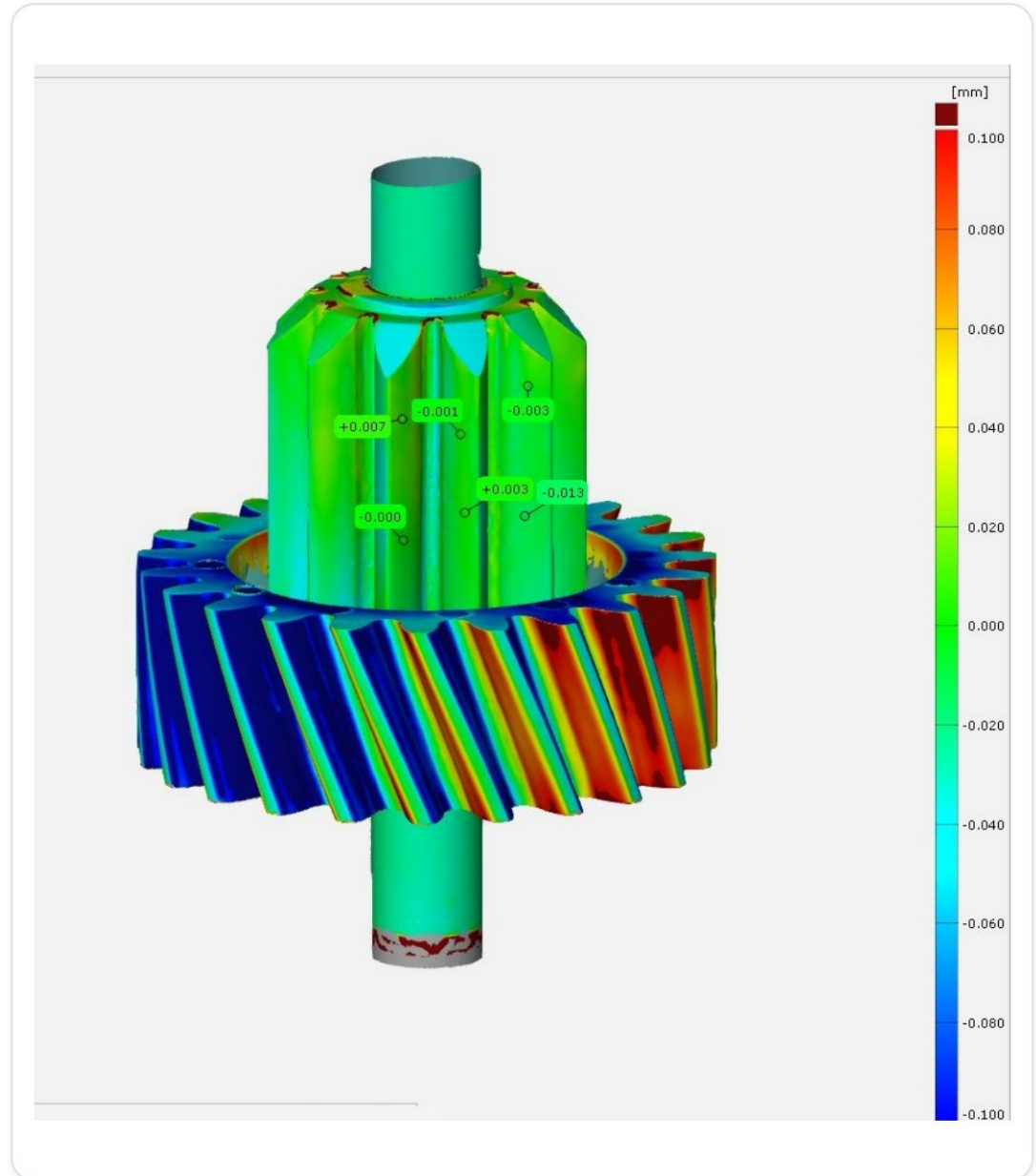
Interpretation

Die deutliche Farbstreuung auf der grossen Schrägverzahnung enthält den Anteil der relativen Lageabweichung. Sie darf daher nicht isoliert als Zahnformfehler gelesen werden.

BEWERTUNG: i.O.

Relative Lage innerhalb der kundenseitig definierten Toleranz

Zeichnungsdaten: $z = 11$, $m = 1,060$, $\alpha = 23^\circ$, Qualität 10 nach DIN 3961



Vergleich der beiden Ausrichtungen

Gesamtbewertung der relativen Lage zwischen Schräg- und Stirnverzahnung



i.O.

Die beiden Verzahnungen stimmen in ihrer gegenseitigen Position nicht vollständig überein. Die festgestellte Relativlage erfüllt die kundenseitig definierte Toleranz.

Technische Eckdaten

Merkmal	Angabe aus der Zeichnung
Bauteil	Stufenplanet aus Kunststoff
Werkstoff	Grivory GV4H, PA66 GF40, natur
Verzahnung 01	Schrägstirnrad, $z = 23$, $m_n = 1,000$, $\alpha_n = 18^\circ$, $\beta = 22^\circ$
Qualität 01	Qualität 10 nach ISO 1328
Verzahnung 02	Stirnrad, $z = 11$, $m = 1,060$, $\alpha = 23^\circ$
Qualität 02	Qualität 10 nach DIN 3961

Aussage der beiden Ausrichtungen

1

Grosse Verzahnung als Bezug

Die kleine Verzahnung zeigt ihre Position relativ zur ausgerichteten Schrägverzahnung.

2

Kleine Verzahnung als Bezug

Die grosse Verzahnung zeigt dieselbe gegenseitige Lageabweichung aus dem umgekehrten Bezug.

3

Gemeinsame Bewertung

Beide Ansichten belegen eine leichte gegenseitige Lageabweichung. Die Kundentoleranz bleibt erfüllt.

Hinweis zur Interpretation

Die GOM-Farbkarte ergänzt die Verzahnungsprüfung um die 3D-Lagebeurteilung. Sie zeigt die Abweichung zur CAD-Sollgeometrie nach der jeweils gewählten Ausrichtung.

Gesamtfazit: leichte Relativlageabweichung, kundenseitige Toleranz eingehalten

Einzelzahnvermessung, große Verzahnung

Stufenplanet 102933_big | Schrägverzahnung $z = 23$ | Werte in μm bzw. mm



Prüfumfang

Einzelzahnvermessung | Linke und rechte Flanke | 23 Messpositionen je Flanke

m_n 1,000 | α_n 18° | β 22° links

Ergebnisübersicht

Prüfgruppe	Kennwert	Toleranz	Kleinster und grösster Messwert	Bewertung
Profil	$F\alpha$	0 bis 36 μm	Min 5 μm Max 23 μm , Zahn 22 rechts	i.O.
Profil	$ff\alpha$	0 bis 28 μm	Min 5 μm Max 18 μm , Zahn 12/18 rechts	i.O.
Profil	$fH\alpha$	-29 bis +29 μm	Min -20 μm Max +23 μm , Zahn 16 links	i.O.
Flankenlinie	$F\beta$	0 bis 47 μm	Min 7 μm Max 31 μm , Zahn 10 links	i.O.
Flankenlinie	$ff\beta$	0 bis 34 μm	Min 7 μm Max 29 μm , Zahn 10 links	i.O.
Flankenlinie	$fH\beta$	-39 bis +39 μm	Min -19 μm Max +20 μm , Zahn 7 links	i.O.
Teilung	f_p	$\leq 47 \mu\text{m}$	Links 27 μm Rechts 18 μm	i.O.
Teilung	F_p	$\leq 86 \mu\text{m}$	Links 33 μm Rechts 28 μm	i.O.
Teilung	f_u	$\leq 65 \mu\text{m}$	Links 38 μm Rechts 26 μm	i.O.

Ergebnis im dargestellten Prüfumfang: i.O.

Alle ausgewiesenen Profil-, Flankenlinien- und Teilungskennwerte liegen innerhalb der Toleranzen.

Profilabweichungen

$F\alpha$, ffa und $fH\alpha$ | 23 Zähne, linke und rechte Flanke



Linke Flanke

Rechte Flanke

Toleranzgrenze

Alle 23 Zähne aus der bereitgestellten Excel-Auswertung

Profil-Gesamtabweichung $F\alpha$

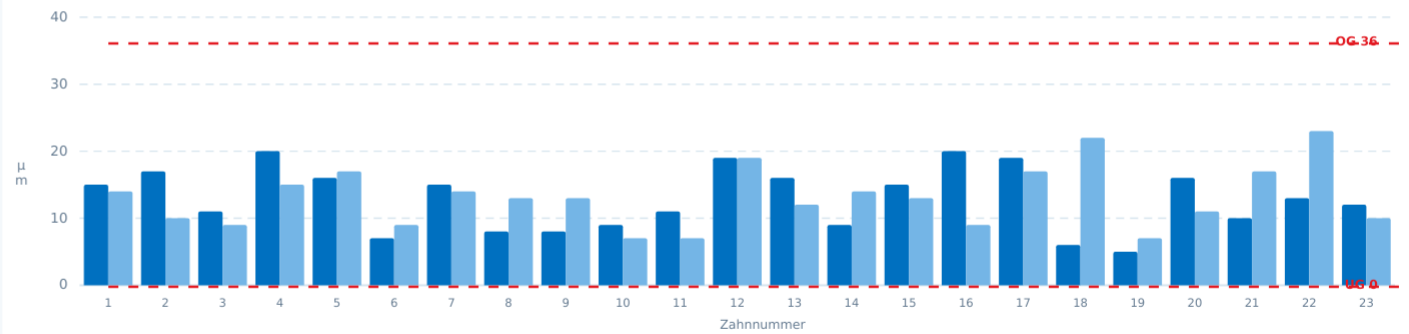
Gesamtabweichung des Zahnprofils

Maximum **23 μm | Zahn 22 Rechts**

Minimum **5 μm | Zahn 19 Links**

Toleranz **0 bis 36 μm**

FAZIT: i.O.



Profil-Formabweichung ffa

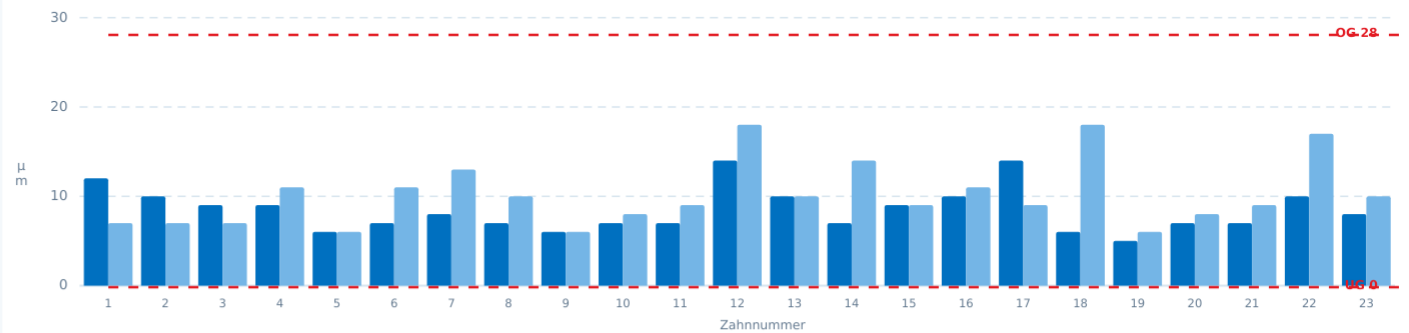
Formabweichung des Zahnprofils

Maximum **18 μm | Zahn 12/18 Rechts**

Minimum **5 μm | Zahn 19 Links**

Toleranz **0 bis 28 μm**

FAZIT: i.O.



Profil-Winkelabweichung $fH\alpha$

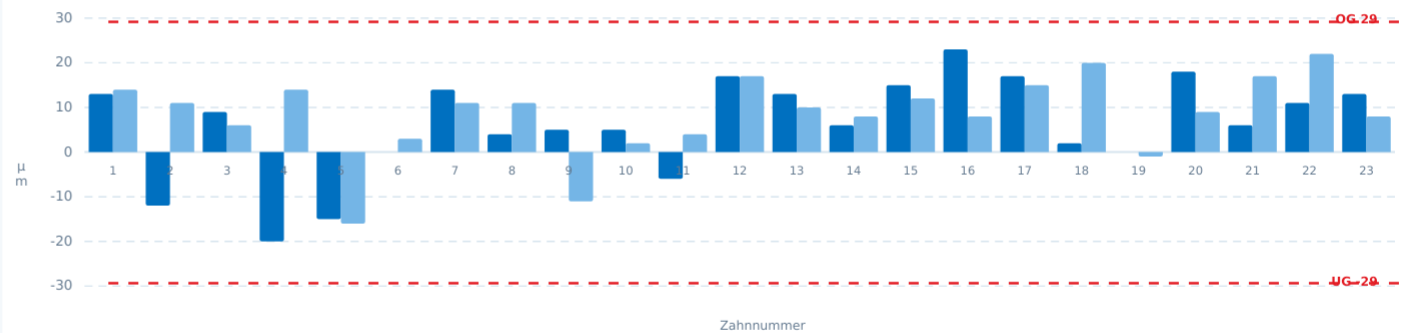
Winkelabweichung des Zahnprofils

Maximum **+23 μm | Zahn 16 Links**

Minimum **-20 μm | Zahn 4 Links**

Toleranz **-29 bis +29 μm**

FAZIT: i.O.



Flankenlinienabweichungen

F β , ff β und fh β | 23 Zähne, linke und rechte Flanke

Linke Flanke

Rechte Flanke

Toleranzgrenze

Alle 23 Zähne aus der bereitgestellten Excel-Auswertung

Flankenlinien-Gesamtabweichung F β

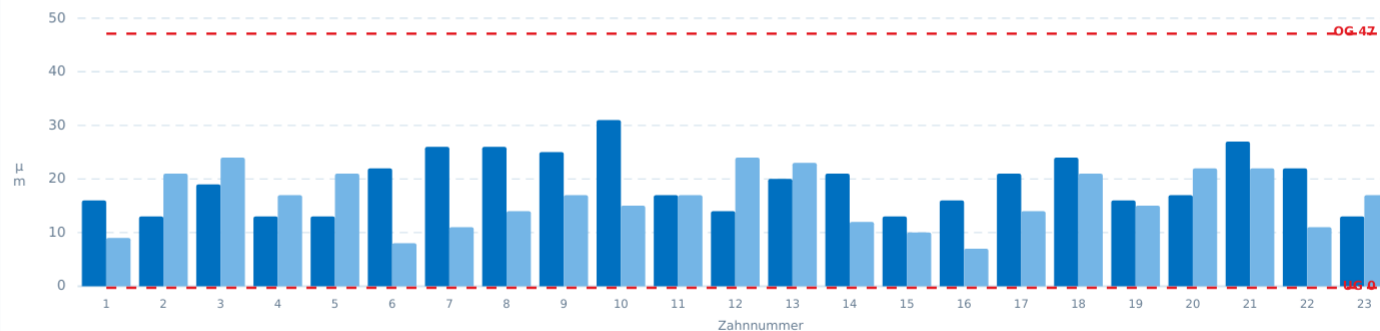
Gesamtabweichung der Flankenlinie

Maximum **31 μ m | Zahn 10 Links**

Minimum **7 μ m | Zahn 16 Rechts**

Toleranz **0 bis 47 μ m**

FAZIT: i.O.



Flankenlinien-Formabweichung ff β

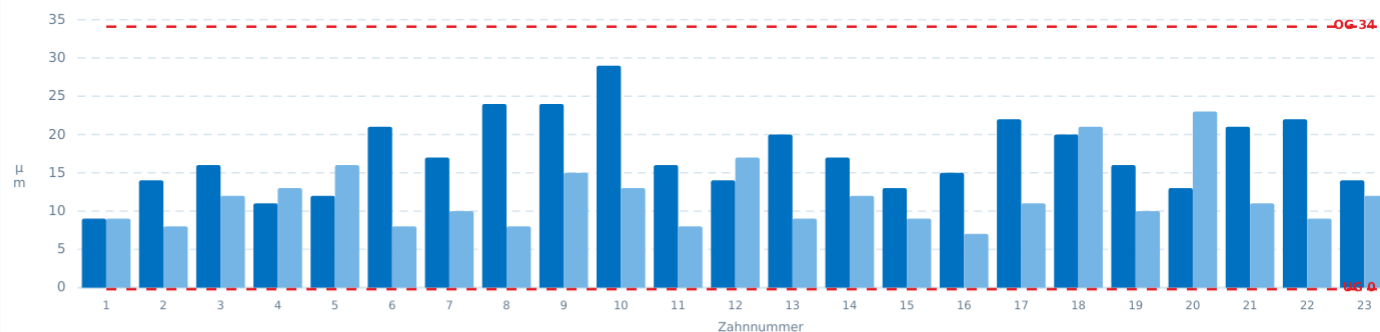
Formabweichung der Flankenlinie

Maximum **29 μ m | Zahn 10 Links**

Minimum **7 μ m | Zahn 16 Rechts**

Toleranz **0 bis 34 μ m**

FAZIT: i.O.



Flankenlinien-Winkelabweichung fh β

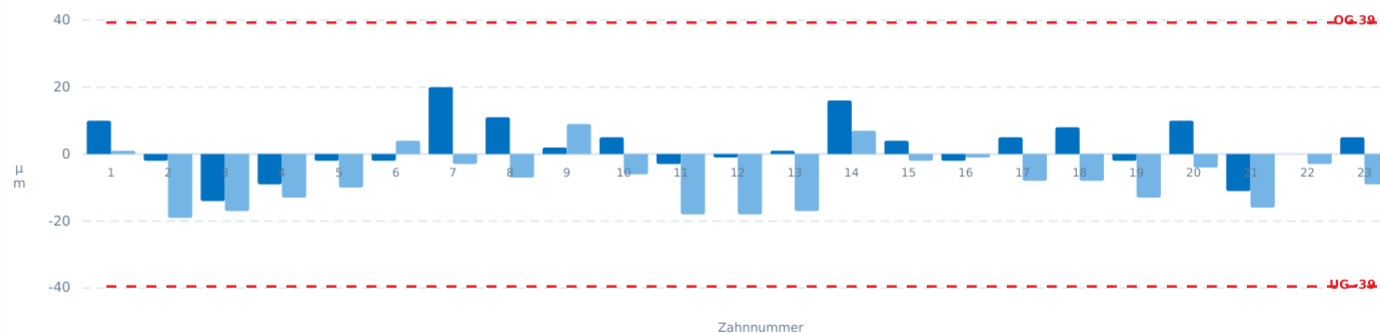
Winkelabweichung der Flankenlinie

Maximum **+20 μ m | Zahn 7 Links**

Minimum **-19 μ m | Zahn 2 Rechts**

Toleranz **-39 bis +39 μ m**

FAZIT: i.O.



Teilung und technische Einordnung

Ausgewählte Verzahnungskennwerte für den Kundennachweis



Fazit im dargestellten Prüfumfang: i.O.

Teilungskennwerte

Kennwert	Toleranz	Linke Flanke	Rechte Flanke	Minimum	Maximum	Bewertung
fp	$\leq 47 \mu\text{m}$	27 μm	18 μm	18 μm (R)	27 μm (L)	i.O.
Fp	$\leq 86 \mu\text{m}$	33 μm	28 μm	28 μm (R)	33 μm (L)	i.O.
fu	$\leq 65 \mu\text{m}$	38 μm	26 μm	26 μm (R)	38 μm (L)	i.O.

Technische Einordnung

Prüfbereich	Ergebnis	Bewertung
Profil	Alle ausgewiesenen Kennwerte innerhalb der Toleranzen	i.O.
Flankenlinie	Alle ausgewiesenen Kennwerte innerhalb der Toleranzen	i.O.
Teilung	fp, Fp und fu innerhalb der Toleranzen	i.O.
Zweiflankenwälzprüfung	Fi', fi" und Fr" innerhalb der Sollwerte	i.O.

Umfang: Profil, Flankenlinie, Teilung sowie Fi', fi" und Fr". Fr aus der Einzelzahnvermessung und die Massmerkmale sind nicht dargestellt.

Zweiflankenwälzprüfung, grosse Verzahnung

Reale Messkurven des Prüfteils 103025 FB9



ZWEIFLANKENWÄLZPRÜFUNG

Grosse Verzahnung, Prüfteil 103025 FB9

Reale Messkurven aus dem Originalprotokoll vom 15.09.2026

Gesamtbewertung

i.O.

Alle drei Kennwerte innerhalb

Fi'

54,7 µm

85,0 µm

64 %

Zweiflanken-Wälzabweichung

Messwert

Toleranz

i.O.

fi''

31,7 µm

62,0 µm

51 %

Zweiflanken-Wälzsprung

Messwert

Toleranz

i.O.

Mittelwert fi'm: 17,7 µm

Fr''

37,6 µm

52,0 µm

72 %

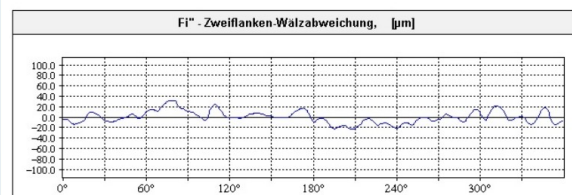
Rundlauf Verzahnung

Messwert

Toleranz

i.O.

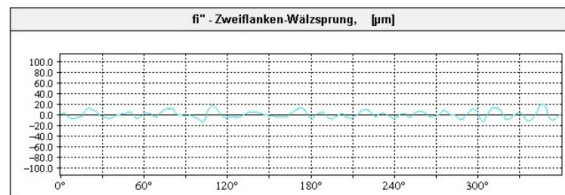
Fi', realer Messverlauf



Originalskala: -100 bis +100 µm | 0° bis 360°

54,7 µm ≤ 85,0 µm | i.O.

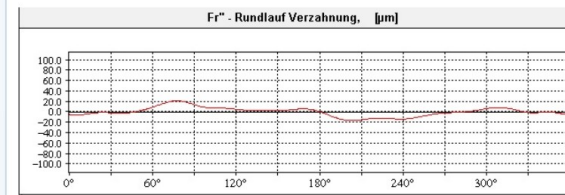
fi'', realer Messverlauf



Originalskala: -100 bis +100 µm | 0° bis 360°

31,7 µm ≤ 62,0 µm | i.O.

Fr'', realer Messverlauf



Originalskala: -100 bis +100 µm | 0° bis 360°

37,6 µm ≤ 52,0 µm | i.O.

Datengrundlage: Originalprotokoll 103025 FB9 | Reale Messkurven, keine illustrativen Ersatzdaten

z = 23 | m = 1,000 | α = 18° | β = 22°

Originalkurven und Kennwerte aus dem gelieferten Prüfprotokoll

Einzelzahnvermessung, kleine Verzahnung

Prüfteil 103025 | Stirnverzahnung $z = 11$ | Werte in μm bzw. mm



Prüfumfang

Einzelzahnvermessung | Linke und rechte Flanke | 11 Messpositionen je Flanke

$m_n 1,060$ | $\alpha_n 23^\circ$ | $\beta 0^\circ$

Ergebnisübersicht

Prüfgruppe	Kennwert	Toleranz	Kleinster und grösster Messwert	Bewertung
Profil	$F\alpha$	0 bis $36\ \mu\text{m}$	Min $4\ \mu\text{m}$ Max $22\ \mu\text{m}$, Zahn 8 links	i.O.
Profil	$ff\alpha$	0 bis $28\ \mu\text{m}$	Min $3\ \mu\text{m}$ Max $15\ \mu\text{m}$, Zahn 9 links	i.O.
Profil	$fH\alpha$	-22 bis $+22\ \mu\text{m}$	Min $-13\ \mu\text{m}$ Max $+24\ \mu\text{m}$, Zahn 8 links	n.i.O.
Flankenlinie	$F\beta$	0 bis $45\ \mu\text{m}$	Min $6\ \mu\text{m}$ Max $32\ \mu\text{m}$, Zahn 9 links	i.O.
Flankenlinie	$ff\beta$	0 bis $25\ \mu\text{m}$	Min $3\ \mu\text{m}$ Max $15\ \mu\text{m}$, Zahn 9 links	i.O.
Flankenlinie	$fH\beta$	-36 bis $+36\ \mu\text{m}$	Min $-24\ \mu\text{m}$ Max $+28\ \mu\text{m}$, Zahn 9 links	i.O.
Teilung	f_p	$\leq 28\ \mu\text{m}$	Links $17\ \mu\text{m}$ Rechts $13\ \mu\text{m}$	i.O.
Teilung	F_p	$\leq 56\ \mu\text{m}$	Links $22\ \mu\text{m}$ Rechts $20\ \mu\text{m}$	i.O.
Teilung	f_u	$\leq 36\ \mu\text{m}$	Links $25\ \mu\text{m}$ Rechts $19\ \mu\text{m}$	i.O.

Ergebnis im dargestellten Prüfumfang: nahezu vollständig i.O.

Nur $fH\alpha$ an Zahn 8 links liegt um $2\ \mu\text{m}$ über der Obergrenze; alle übrigen ausgewiesenen Merkmale sind i.O.

Profilabweichungen

$F\alpha$, ffa und $fH\alpha$ | 11 Zähne, linke und rechte Flanke

Linke Flanke

Rechte Flanke

Toleranzgrenze

Alle 11 Zähne aus der bereitgestellten Excel-Auswertung

Profil-Gesamtabweichung $F\alpha$

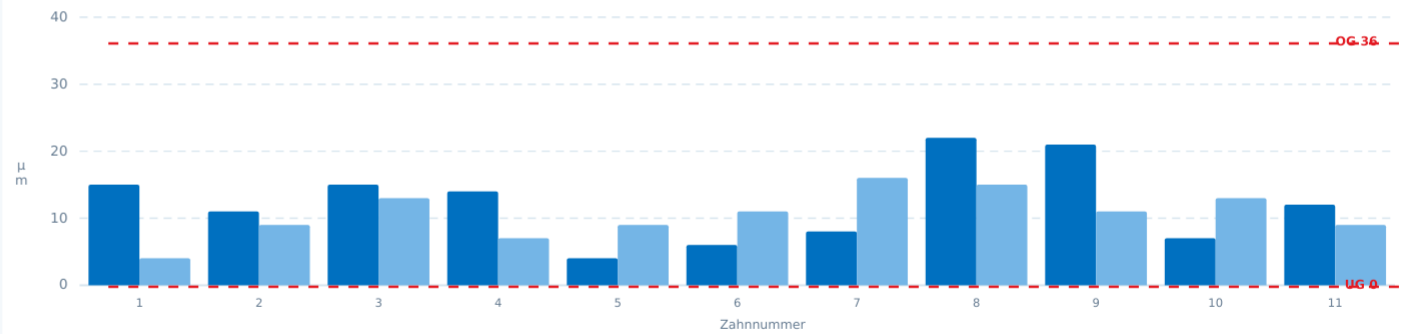
Gesamtabweichung des Zahnprofils

Maximum **22 μm | Zahn 8 Links**

Minimum **4 μm | Z5 Links / Z1 Rechts**

Toleranz **0 bis 36 μm**

FAZIT: i.O.



Profil-Formabweichung ffa

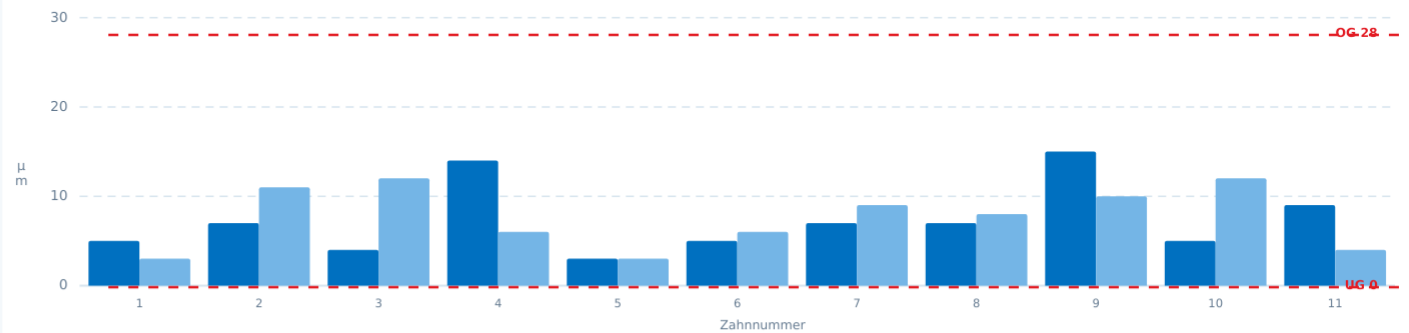
Formabweichung des Zahnprofils

Maximum **15 μm | Zahn 9 Links**

Minimum **3 μm | Z5 L / Z1+5 R**

Toleranz **0 bis 28 μm**

FAZIT: i.O.



Profil-Winkelabweichung $fH\alpha$

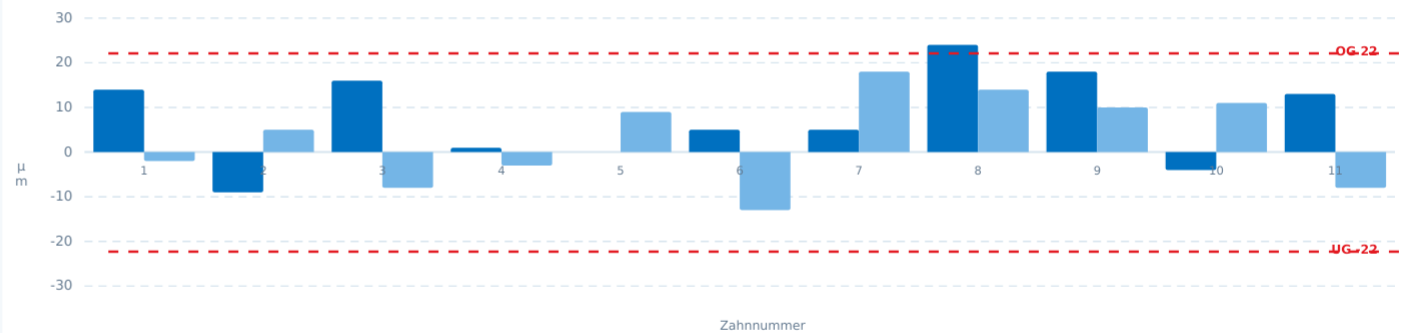
Winkelabweichung des Zahnprofils

Maximum **+24 μm | Zahn 8 Links**

Minimum **-13 μm | Zahn 6 Rechts**

Toleranz **-22 bis +22 μm**

FAZIT: n.i.O.



Flankenlinienabweichungen

Fß, ffß und fhß | 11 Zähne, linke und rechte Flanke

Linke Flanke

Rechte Flanke

Toleranzgrenze

Alle 11 Zähne aus der bereitgestellten Excel-Auswertung

Flankenlinien-Gesamtabweichung Fß

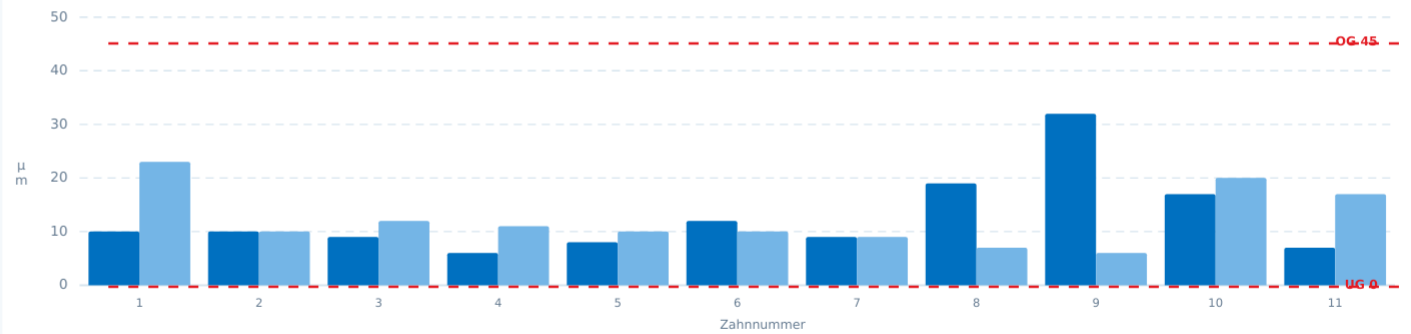
Gesamtabweichung der Flankenlinie

Maximum **32 µm | Zahn 9 Links**

Minimum **6 µm | Z4 Links / Z9 Rechts**

Toleranz **0 bis 45 µm**

FAZIT: i.O.



Flankenlinien-Formabweichung ffß

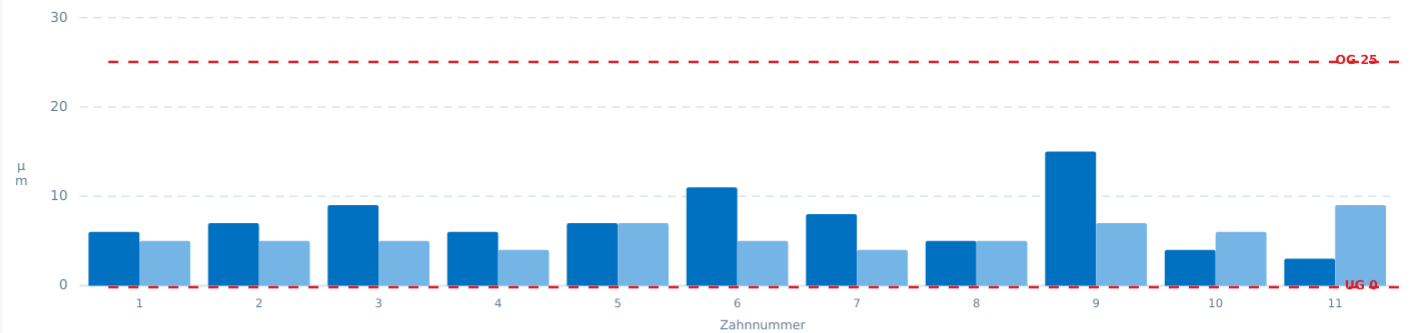
Formabweichung der Flankenlinie

Maximum **15 µm | Zahn 9 Links**

Minimum **3 µm | Zahn 11 Links**

Toleranz **0 bis 25 µm**

FAZIT: i.O.



Flankenlinien-Winkelabweichung fhß

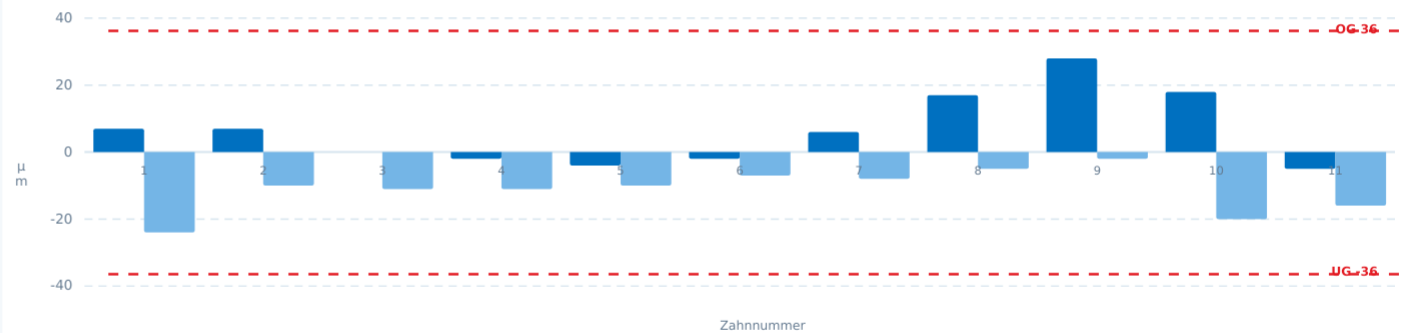
Winkelabweichung der Flankenlinie

Maximum **+28 µm | Zahn 9 Links**

Minimum **-24 µm | Zahn 1 Rechts**

Toleranz **-36 bis +36 µm**

FAZIT: i.O.



Teilung und technische Einordnung

Ausgewählte Verzahnungskennwerte für den Kundennachweis



Fazit im dargestellten Prüfumfang: sehr gutes Messbild; fHα einmal +2 µm

Teilungskennwerte

Kennwert	Toleranz	Linke Flanke	Rechte Flanke	Minimum	Maximum	Bewertung
fp	≤ 28 µm	17 µm	13 µm	13 µm (R)	17 µm (L)	i.O.
Fp	≤ 56 µm	22 µm	20 µm	20 µm (R)	22 µm (L)	i.O.
fu	≤ 36 µm	25 µm	19 µm	19 µm (R)	25 µm (L)	i.O.

Technische Einordnung

Prüfbereich	Ergebnis	Bewertung
Profil	Nur fHα an Zahn 8 links um 2 µm über der Obergrenze	geringfügig n.i.O.
Flankenlinie	Alle ausgewiesenen Kennwerte innerhalb der Toleranzen	i.O.
Teilung	fp, Fp und fu innerhalb der Toleranzen	i.O.
Zweiflankenwälzprüfung	Fi', fi" und Fr" innerhalb der Sollwerte	i.O.

Umfang: Profil, Flankenlinie, Teilung sowie Fi', fi" und Fr". Fr aus der Einzelzahnvermessung und die Massmerkmale sind nicht dargestellt.

Zweiflankenwälzprüfung, kleine Verzahnung

Reale Messkurven des Prüfteils 103025 FB9



ZWEIFLANKENWÄLZPRÜFUNG

Kleine Verzahnung, Prüfteil 103025 FB9

Reale Messkurven aus dem Originalprotokoll vom 15.09.2026

Gesamtbewertung

i.O.

Alle drei Kennwerte innerhalb

Fi'

28,5 µm

63,0 µm

45 %

Zweiflanken-Wälzabweichung

Messwert

Toleranz

i.O.

fi''

23,0 µm

38,0 µm

61 %

Zweiflanken-Wälzsprung

Messwert

Toleranz

i.O.

Mittelwert fi'': 11,6 µm

Fr''

20,3 µm

50,0 µm

41 %

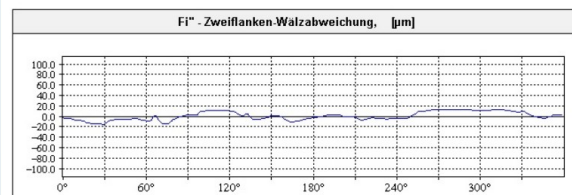
Rundlauf Verzahnung

Messwert

Toleranz

i.O.

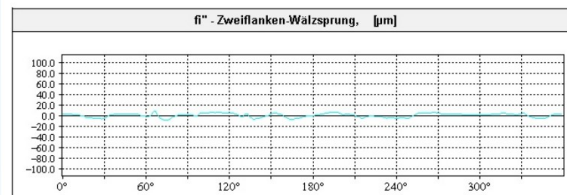
Fi', realer Messverlauf



Originalskala: -100 bis +100 µm | 0° bis 360°

28,5 µm ≤ 63,0 µm | i.O.

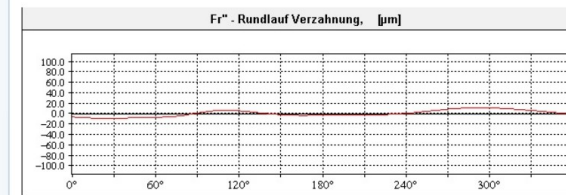
fi'', realer Messverlauf



Originalskala: -100 bis +100 µm | 0° bis 360°

23,0 µm ≤ 38,0 µm | i.O.

Fr'', realer Messverlauf



Originalskala: -100 bis +100 µm | 0° bis 360°

20,3 µm ≤ 50,0 µm | i.O.

Datengrundlage: Originalprotokoll 103025 kl.V. FB9 | Reale Messkurven, keine illustrativen Ersatzdaten

z = 11 | m = 1,060 | α = 23° | β = 0°

Originalkurven und Kennwerte aus dem gelieferten Prüfprotokoll

Ergebnisübersicht beider Verzahnungen

Bewertung des für die Kundenfassung ausgewählten Prüfumfangs



Wichtige Abgrenzung

Die GOM-Lagebewertung i.O. beschreibt die relative Position der beiden Verzahnungen. Sie ersetzt keine Zeichnungsbewertung der einzelnen Verzahnungskennwerte.

Prüfbereich	Prüfung	Kernaussage	Bewertung	Technische Einordnung
GOM 3D	Relative Lage beider Verzahnungen	Kudentoleranz eingehalten	i.O.	Leichte Relativlageabweichung
Grosse Verzahnung	Profil, Flankenlinie und Teilung	Alle ausgewiesenen Kennwerte innerhalb	i.O.	Sehr gutes Einzelzahn-Messbild
Grosse Verzahnung	Zweiflankenwälzprüfung	Fi', fi" und Fr" innerhalb der Sollwerte	i.O.	Prüfteil 103025 FB9
Kleine Verzahnung	Profil, Flankenlinie und Teilung	Nur fHα an Zahn 8 links um 2 µm ausserhalb	geringfügig n.i.O.	Alle übrigen Kennwerte i.O.
Kleine Verzahnung	Zweiflankenwälzprüfung	Fi', fi" und Fr" innerhalb der Sollwerte	i.O.	Prüfteil 103025 FB9
Gesamtbild	Dargestellter Prüfumfang	Sehr gute Verzahnungsqualität; eine geringe Einzelabweichung	weitgehend i.O.	Keine Gesamtzeichnungsbewertung

Darstellungsumfang

Die Kundenfassung konzentriert sich auf GOM-Lageprüfung, Profil, Flankenlinie, Teilung und Zweiflankenwälzprüfung.

Fr aus der Einzelzahnvermessung und die Massmerkmale sind nicht dargestellt. Fr" der Zweiflankenwälzprüfung bleibt enthalten; die Bewertung gilt für den ausgewiesenen Prüfumfang.

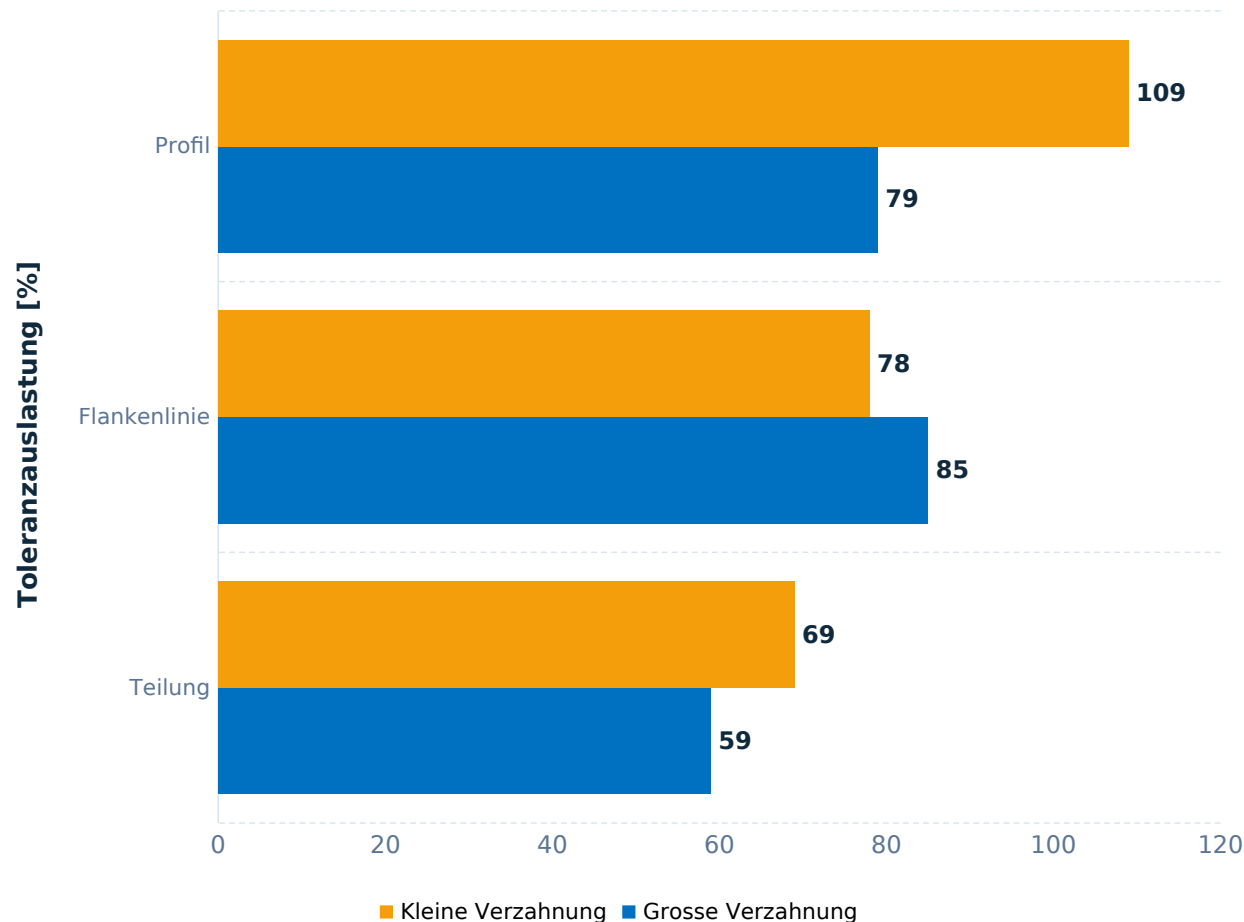
Einordnung der ausgewiesenen Verzahnungskennwerte

Maximale Toleranzauslastung je Prüfgruppe im dargestellten Prüfumfang



Toleranzauslastung der Einzelzahnvermessung

100 % entsprechen der Toleranzgrenze. Dargestellt ist jeweils der ungünstigste Wert der Prüfgruppe.



Kundenauszug

Einzelzahnvermessung

Grosse Verzahnung: alle ausgewiesenen Profil-, Flankenlinien- und Teilungskennwerte i.O. Kleine Verzahnung: nur $fH\alpha$ an Zahn 8 links um $2\text{ }\mu\text{m}$ über der Obergrenze; alle übrigen Werte i.O.

Zweiflankenwälzprüfung

Bei beiden Verzahnungen liegen Fi' , fi'' und Fr'' innerhalb der Sollwerte. Die Prüfung bildet das funktionale Abwälzverhalten des Verzahnungspaares ab.

Darstellungsumfang

Gezeigt werden Profil, Flankenlinie, Teilung sowie Fi' , fi'' und Fr'' . Fr aus der Einzelzahnvermessung und die Massmerkmale sind nicht dargestellt.

Gesamturteil

Im dargestellten Prüfumfang zeigt das Bauteil eine sehr gute Verzahnungsqualität. Die einzige ausgewiesene Abweichung beträgt $2\text{ }\mu\text{m}$ bei $fH\alpha$ der kleinen Verzahnung.