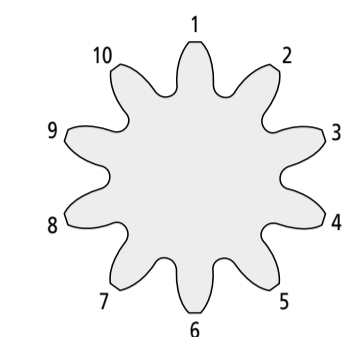


# ZAHNRÄDER – TERMINOLOGIE UND DEFINITIONEN DER ABWEICHUNGEN

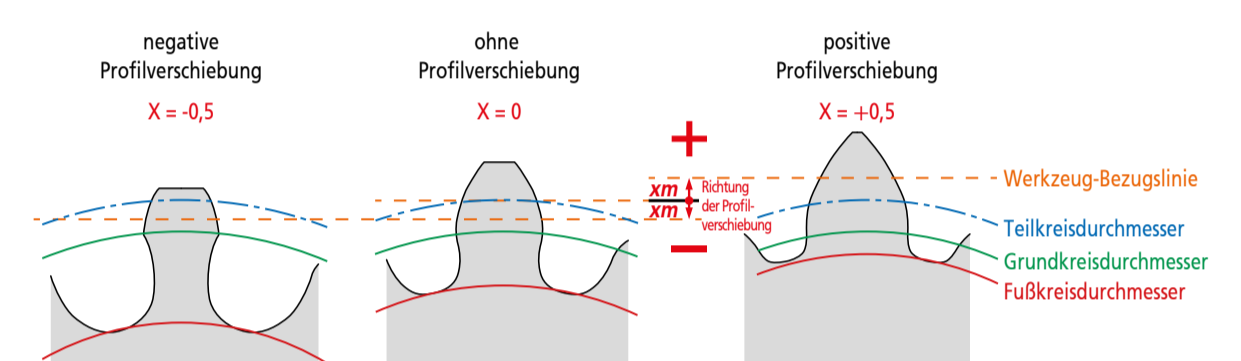
## Zahnradparameter

**Zähnezahl (z)**  
Die Zähnezahl ist die Anzahl der Zähne an einem Zahnrad.

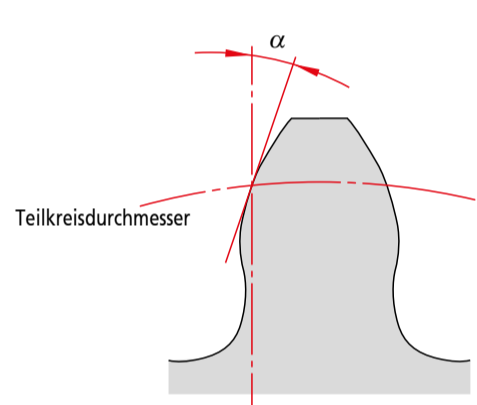


**Modul (m)**  
Der Modul ist eine Grundgröße eines Zahnrads. Nur Verzahnungen mit gleichem Modul können miteinander gepaart werden. Der Modul ist definiert als: Teilung /  $\pi$ . Die Teilung ist der Abstand zweier Zähne.

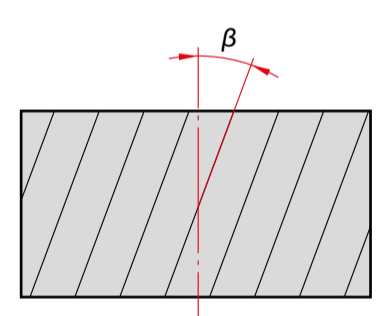
**Profilverschiebungsfaktor (x)**  
Bei der Fertigung von Zahnrädern wird die Position des Werkzeugs (z. B. Wälzfräser) gegenüber dem Bezug verschoben. Diese Verschiebung beeinflusst die Zahndicke maßgeblich. Der Betrag der Verschiebung des Werkzeugs wird als Betrag der Profilverschiebung (xm) bezeichnet. Der Profilverschiebungsfaktor (x) hingegen ist der Betrag der Profilverschiebung geteilt durch den Modul.



**Eingriffswinkel ( $\alpha$ )**  
Der Eingriffswinkel ist eine Größe des Zahnprofils. Durch ihn wird die Neigung der Zahnflanke zur Zahnmitte bestimmt. Bei Laufverzahnungen beträgt der Eingriffswinkel in der Regel 20° und bei Passverzahnungen 30°.

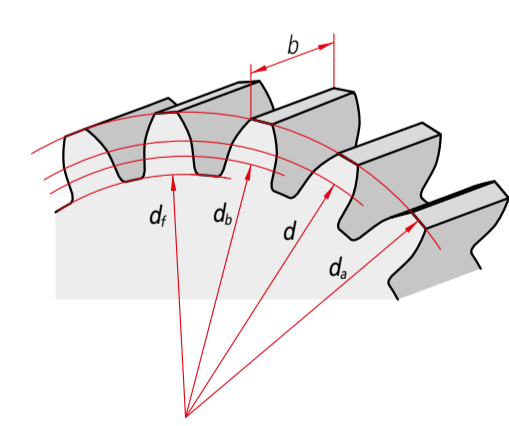


**Schrägungswinkel ( $\beta$ )**  
Der Schrägungswinkel beschreibt die Winkelstellung eines Zahns zur Zahnradachse. Beträgt der Schrägungswinkel 0°, ist die Verzahnung parallel zur Rotationsachse angeordnet und man spricht von einer Geradzahnverzahnung. Eine Verdrehung der Verzahnung durch einen Schrägungswinkel größer 0° definiert eine Schrägverzahnung. Blickt man von der Seite auf die Verzahnung und die Rotationsachse des Zahnrads verläuft von unten nach oben, während die Verzahnung nach links ansteigt, dann ist die Verzahnung „linkssteigend“. Steigt sie nach rechts an, dann ist die Verzahnung „rechtssteigend“.



**Fußkreisdurchmesser ( $d_f$ )**  
Der Fußkreisdurchmesser ist der kleinste Durchmesser der Außen- bzw. der größte Durchmesser einer Innenverzahnung und verbindet die Zahnfüße.

**Grundkreisdurchmesser ( $d_b$ )**  
Am Grundkreisdurchmesser ist der Startpunkt der Evolventenkurve eines Zahns. Diese wird durch Abrollen einer Rollgeraden auf dem Grundkreis konstruiert.



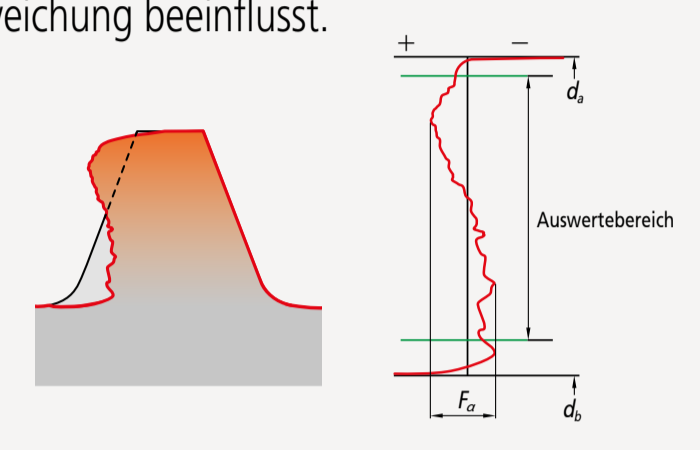
**Teilkreisdurchmesser (d)**  
Der Punkt, an dem die Zähne des Zahnradpaars ineinandergreifen, wird als Punkt der Umfangsteilung bezeichnet und der Durchmesser des Kreises, der die Teilungspunkte verbindet, wird als Teilkreisdurchmesser bezeichnet.

**Kopfkreisdurchmesser ( $d_a$ )**  
Der Kopfkreisdurchmesser ist der größte Durchmesser der Außen- bzw. der kleinste Durchmesser einer Innenverzahnung.

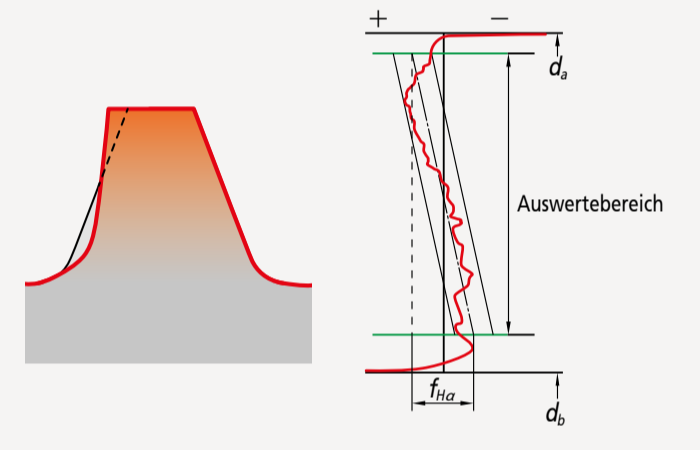
**Zahnbreite (b)**  
Die Zahnbreite ist die Höhe eines Zahnrads parallel zur Zahnradachse.

## Profilabweichungen

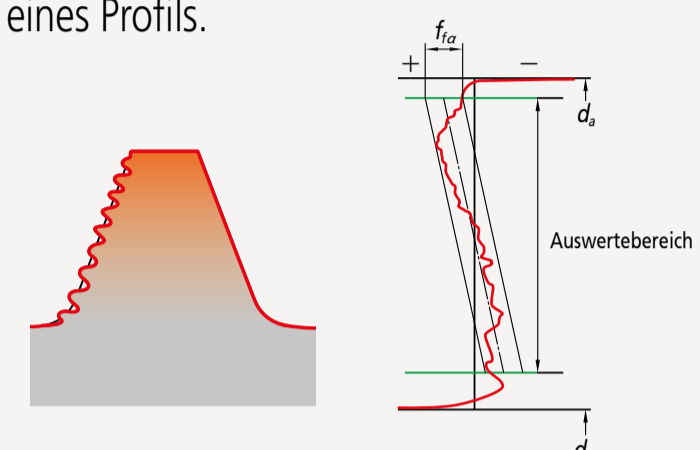
**Profil-Gesamtabweichung ( $F_a$ )**  
Die Profil-Gesamtabweichung ist der Unterschied zwischen dem minimalen und maximalen Fehler eines Zahnprofils. Der Wert wird von der Form- und Winkelabweichung beeinflusst.



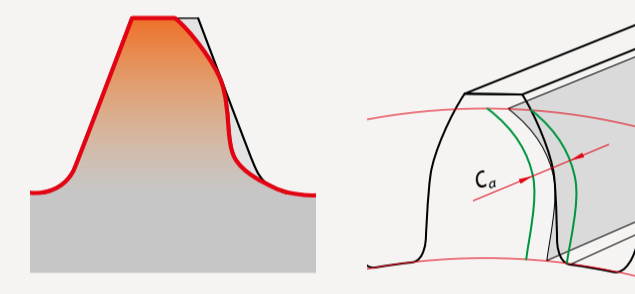
**Profil-Winkelabweichung ( $f_{H\alpha}$ )**  
Die Profil-Winkelabweichung ist der Unterschied zwischen Ist- und Soll-Eingriffswinkel eines Zahns. Sie wird über die Regressionsgerade berechnet. Die Abweichung wird als Länge (nicht als Winkel) ausgegeben.



**Profil-Formabweichung ( $f_{fa}$ )**  
Die Profil-Formabweichung ist der Unterschied zwischen der minimalen und maximalen Abweichung in Bezug auf eine Regressionslinie (Ausgleichsprofil), berechnet aus den Messpunkten eines Profils.

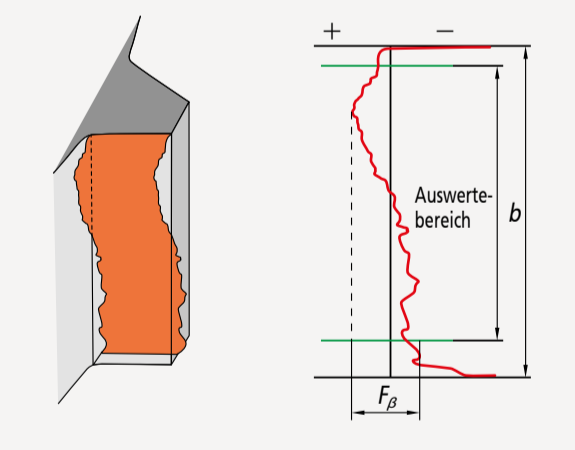


**Höhen-Balligkeit ( $C_a$ )**  
Die Höhen-Balligkeit ist eine Methode zur Modifikation der Profillinie. Dabei wird im Bereich des Kopf- und Fußkreises Material entfernt, was zu einer konvexen Krümmung des Zahnprofils führt. Modifikationen der Höhen-Balligkeit können das Übertragungsverhalten von Zahnradpaaren verbessern.

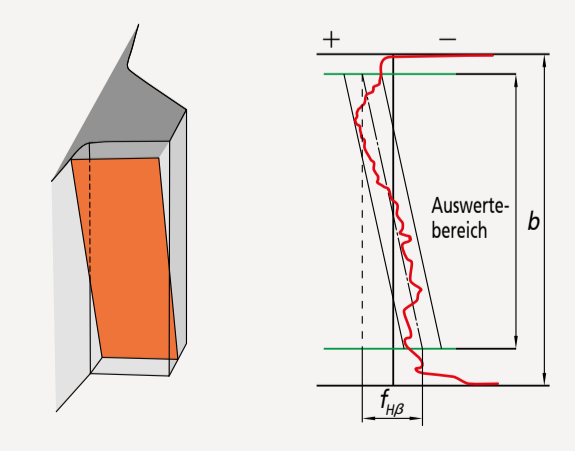


## Flankenlinien-Abweichungen

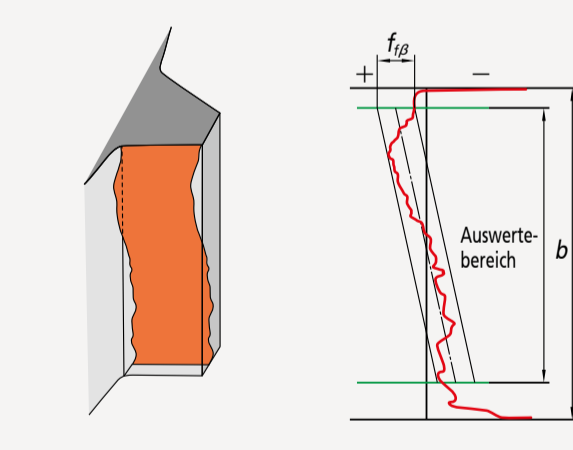
**Flankenlinien-Gesamtabweichung ( $F_{f\beta}$ )**  
Die Flankenlinien-Gesamtabweichung ist der Unterschied zwischen dem minimalen und maximalen Fehler einer Flankenlinie. Der Wert wird von der Form- und Winkelabweichung beeinflusst.



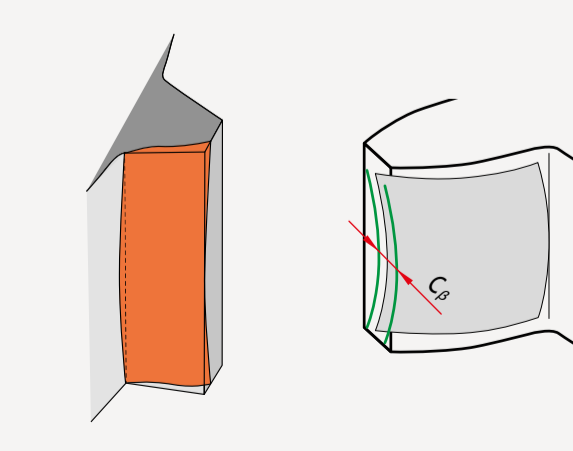
**Flankenlinien-Winkelabweichung ( $f_{H\beta}$ )**  
Die Flankenlinien-Winkelabweichung ist der Unterschied zwischen Ist- und Soll-Schrägungswinkel eines Zahns. Sie wird über eine Regressionsgerade berechnet. Die Abweichung wird als Länge (nicht als Winkel) ausgegeben.



**Flankenlinien-Formabweichung ( $f_{f\beta}$ )**  
Die Flankenlinien-Formabweichung ist der Unterschied zwischen der minimalen und maximalen Abweichung in Bezug auf eine Regressionslinie (Ausgleichsprofil), berechnet aus den Messpunkten einer Flankenlinie.

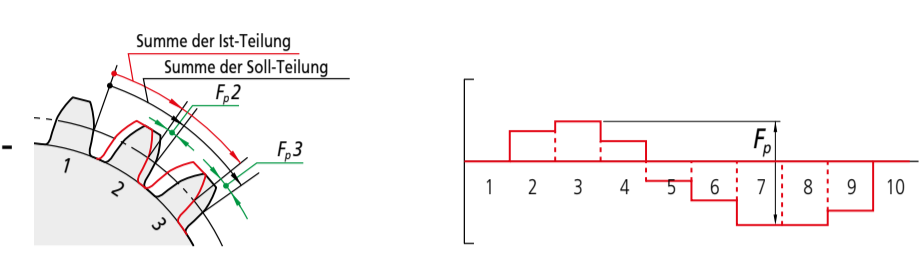


**Breiten-Balligkeit ( $C_{\beta}$ )**  
Die Breiten-Balligkeit ist eine Methode zur Modifikation der Flankenlinie. Dabei wird im Bereich der oberen und der unteren Kante der Zahnweite Material entfernt. Dies führt zu einer konvexen Krümmung der Flankenlinie. Modifikationen der Breiten-Balligkeit können das Übertragungsverhalten von Zahnradpaaren verbessern.

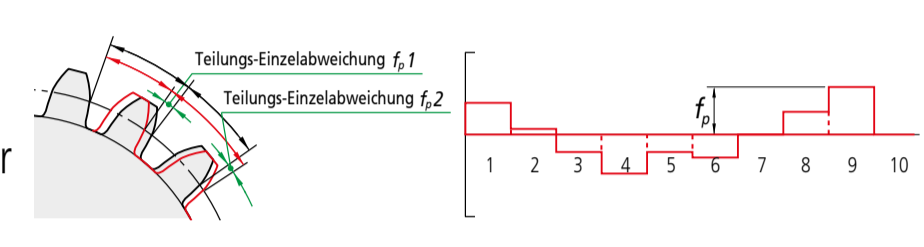


## Teilungsabweichungen

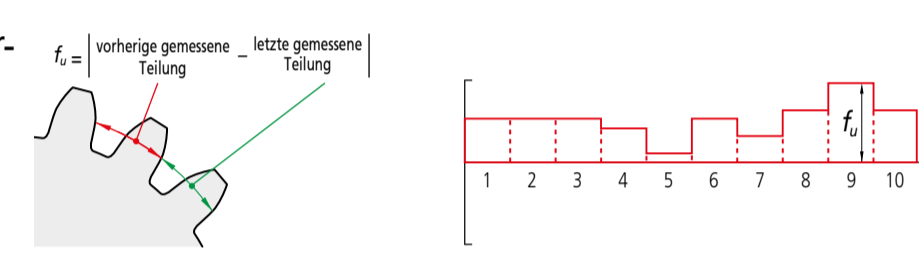
**Teilungs-Gesamtabweichung\* ( $F_p$ )**  
Die Teilungs-Gesamtabweichung berechnet sich aus der Differenz zwischen der größten und kleinsten Teilungs-Summenabweichung. Dabei ist die Teilungs-Summenabweichung die Addition der Teilungs-Einzelabweichungen.



**Teilungs-Einzelabweichung\* ( $f_p$ )**  
Die Teilungs-Einzelabweichung ergibt sich aus der Differenz zwischen der größten Ist-Teilung und der Soll-Teilung und wird wie alle Teilungsgrößen auf der mittleren Zahnhöhe gemessen.



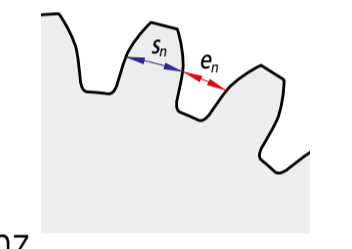
**Teilungssprung\* ( $f_{pt}$ )**  
Der Teilungssprung ist die Differenz zweier aufeinanderfolgender Teilungs-Einzelabweichungen.



\* Teilungsabweichungen werden separat für Links- und Rechtsflanke berechnet.

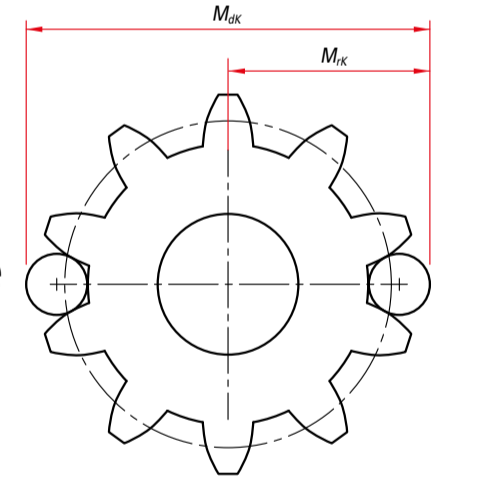
## Zahndickenmessungen

**Zahndicke ( $S_n$ )**  
Die Zahndicke ist die Länge eines Kreisbogenabschnitts auf dem Bezugsdurchmesser (meist Teilkreisdurchmesser) zwischen den beiden Zahnflanken eines Zahns. Die Differenz zwischen der theoretischen Zahndicke eines jeden Zahns auf dem Bezugsdurchmesser und der gemessenen Zahndicke wird als Zahndickenabweichung bezeichnet. Die Zahndicke ist ein sehr wichtiges Maß, kann aber nur mit großem Aufwand und Unsicherheit direkt bestimmt werden.



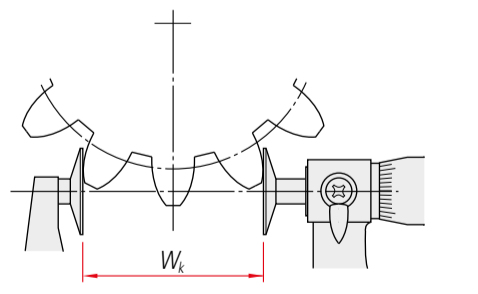
**Lückenweite ( $e_n$ )**  
Die Lückenweite ist die Länge eines Kreisbogenabschnitts auf dem Bezugsdurchmesser (meist Teilkreisdurchmesser) zwischen den beiden Zahnflanken einer Zahnücke.

**Diametrales Zweikugelmaß ( $M_{dK}$ ) / Zweirollenmaß ( $M_{dR}$ )**  
Das diametrale Zweikugel- bzw. Zweirollenmaß ist der gemessene Abstand zwischen zwei Messeinsätzen (Kugeln, Zylindern), die in zwei gegenüberliegenden Zahnücken eingelegt werden. Bei  $M_{dK}$  werden zwei Kugeln, bei  $M_{dR}$  zwei Zylinder in den gegenüberliegenden Zahnücken eingelegt. Das diametrale Zweikugel- bzw. Zweirollenmaß ist eine einfache Möglichkeit, die Zahndicke indirekt zu bestimmen.



**Radiales Einkugelmaß ( $M_{rk}$ )**  
Das radiale Einkugelmaß ist der gemessene Abstand zwischen dem Mittelpunkt des Zahnrads und einem Messeinsatz (Kugel, Zylinder), der in eine Zahnücke eingelegt wird. Diese Variante wird verwendet, wenn die diametrale Methode der Abstandsmessung über Kugeln/Zylinder nicht verwendet werden kann, z. B. bei Zahnrädern, die keine Zahnücke auf der gegenüberliegenden Seite der Zahnradmitte haben.

**Zahnweite ( $W_k$ )**  
Die Zahnweite ist der Abstand zwischen zwei parallelen Ebenen, welche die beiden äußeren Zahnflanken von mehreren aufeinanderfolgenden (k) Zähnen berühren. Die Anzahl der aufeinanderfolgenden Zähne wird auch als Anzahl der überspannten Zähne bezeichnet. Die Zahnweite ist eine einfache Möglichkeit, die Zahndicke indirekt zu bestimmen.



**Rundlaufabweichung ( $F_r$ )**  
Die Rundlaufabweichung ist die Differenz zwischen dem größten und kleinsten radialen Abstand eines eingelegten Messeinsatzes (Kugel oder Zylinder) in jeder Zahnücke zur Radachse.

