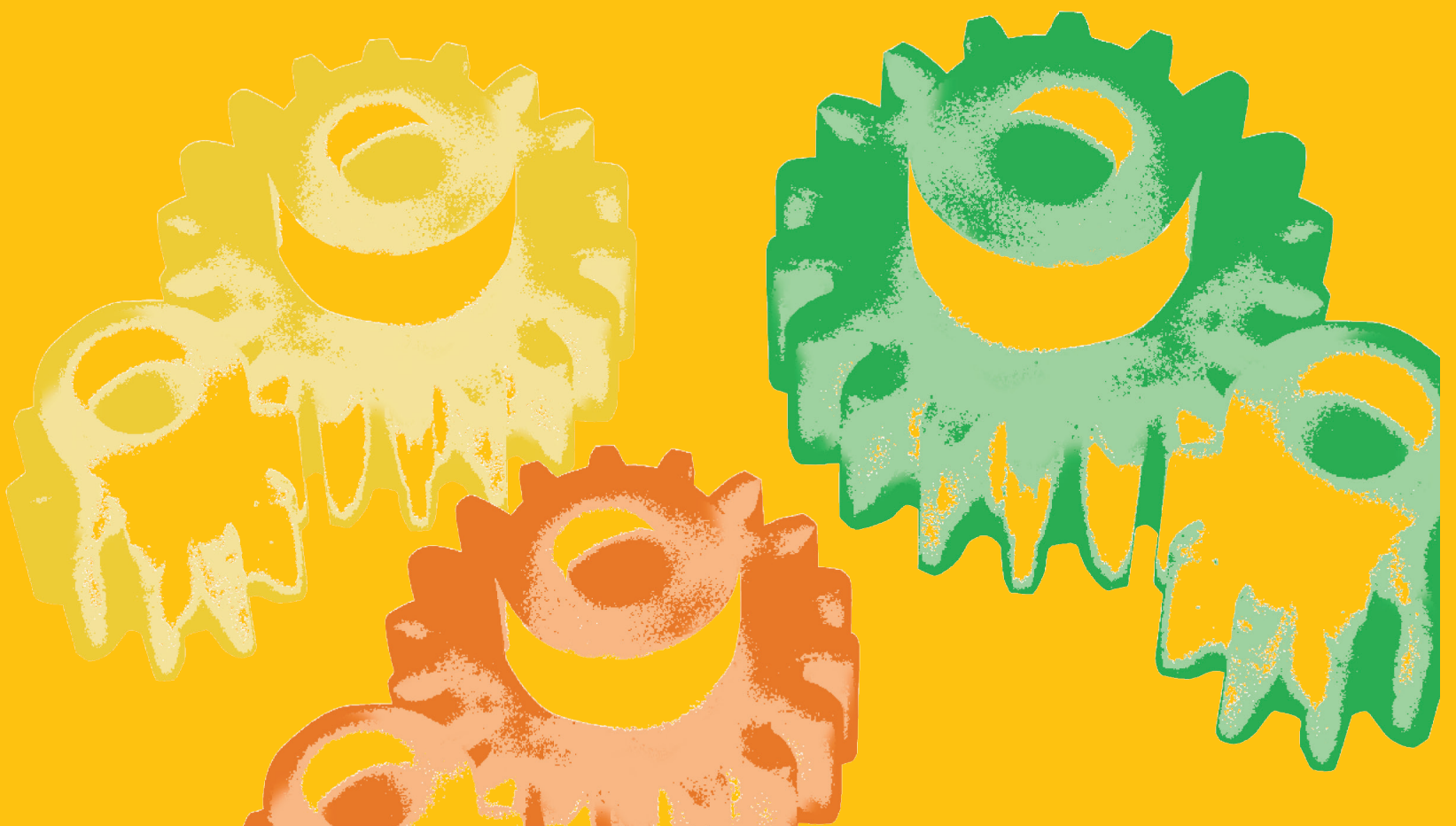


Band 4

Rudolf Och

# ZAHNRÄDER QUALITÄTSSICHERUNG

*lernen • lehren • nachschlagen*



pure  
perfection

**FRENCO**

# Inhalt

1.	Zahnradpaar (war OFS19)	5
1.1.	Wälzverhalten	5
1.2.	Drehzahl, Achsabstand, Profilverschiebung	7
2.	Zahnräder, Abmaße und Toleranzen (war OFS20)	13
3.	Die Evolvente (war OFS17)	21
3.1.	Abwicklung	21
3.2.	Mechanische Nachvollziehung	25
3.3.	Die Entstehung von Zähnen	27
3.4.	Berechnung	32
4.	Historie der Verzahnungsmesstechnik (war OFS02)	35
5.	Wälzprüfung von Zahnrädern (war OFS09)	47
5.1.	Einflanken-Wälzprüfung	48
5.2.	Zweiflanken-Wälzprüfung	52
5.3.	Wälzscannen	56
5.3.1.	Wälzscannen mit Igelrädern	57
5.3.2.	Wälzscannen mit Scheibenwälzmeistern	58
5.3.3.	Auswertungen	59
6.	Prüfung der Einzelabweichungen (war OFS11)	61
6.1.	Die Bezugbasis	61
6.1.1.	Ein Durchmesser	62
6.1.2.	Zwei Durchmesser	63
6.1.3.	Planfläche und Durchmesser	64
6.1.4.	Zwei Zentrierungen	65
6.1.5.	Ausrichten in der Verzahnung	67
6.2.	Profilabweichung	68
6.2.1.	Prüfmethoden und Prüfmaschinen	69
6.3.	Flankenlinienabweichung	82
6.3.1.	Prüfmethoden und Prüfmaschinen	83
6.3.2.	Prüfergebnisse und Auswertung	86
6.4.	Teilungsabweichung	92
6.4.1.	Prüfmethoden und Prüfmaschinen	95
6.4.2.	Teilungsfehler der Zähne	96
6.4.2.1.	Prüfung der Teilungsabweichung mit Zweiflankenkontakt	96
6.4.2.2.	Prüfung der Teilungsabweichung mit Einflankenkontakt	97
6.4.2.3.	Prüfung der Teilungsabweichung mit Einflankenkontakt	97
6.4.3.	Teilungsfehler der Zahnlücken	98
6.4.3.1.	Prüfung der Teilungsabweichung mit Zweiflankenkontakt	98

6.4.3.2.	Prüfung der Teilungsabweichung mit Einflankenkontakt	98
6.4.3.3.	Prüfung der Teilungsabweichung mit Einflankenkontakt	99
6.4.4.	Prüfergebnisse und Auswertung	102
6.5.	Rundlaufabweichung	105
6.5.1.	Prüfmethoden und Prüfmaschinen	108
6.5.2.	Prüfergebnisse und Auswertung	109
7.	Abweichungsanalyse (war OFS12)	111
8.	Verschiedene Messmethoden, verschiedene Ergebnisse (war OFD12)	127
8.1.	Das Maß, die Toleranz und das Messergebnis	127
8.2.	Das Maß der Zahndicke	132
8.2.1.	Auswahl einiger Messmethoden für die Zahndicke:	135
8.2.2.	Einflussfaktoren für unterschiedliche Messergebnisse	138
	Abbildungsverzeichnis	145
	Literaturverzeichnis	148

# 1. Zahnradpaar (war OFS19)

Laufverzahnungen übertragen Drehmomente von einer Achse auf eine andere. Bei Zahnradern sind die treibende und die getriebene Achse zueinander parallel. Die Zahnflanken eines Zahnradpaares rollen aufeinander ab, ohne zu gleiten. Dies ist möglich durch die Evolventenform der Zahnflanken. Außer den Evolventen gibt es noch andere Flankenformen wie zum Beispiel Zykloiden, die jedoch eher selten eingesetzt werden. Evolventen sind weitaus die häufigsten. In dieser Schrift werden nur geradzahnte Zahnradpaare behandelt.

## 1.1. Wälzverhalten

Die Funktion eines Zahnradpaares ist ähnlich der eines Seiltriebes mit einer treibenden und einer getriebenen Seiltrommel. Dabei sind Über- und Untersetzungen möglich. Der Achsabstand ist zwar fest, kann aber konstruktiv verändert werden. Das Übersetzungsverhältnis wird durch den Durchmesser der zwei Seiltrommeln bestimmt.

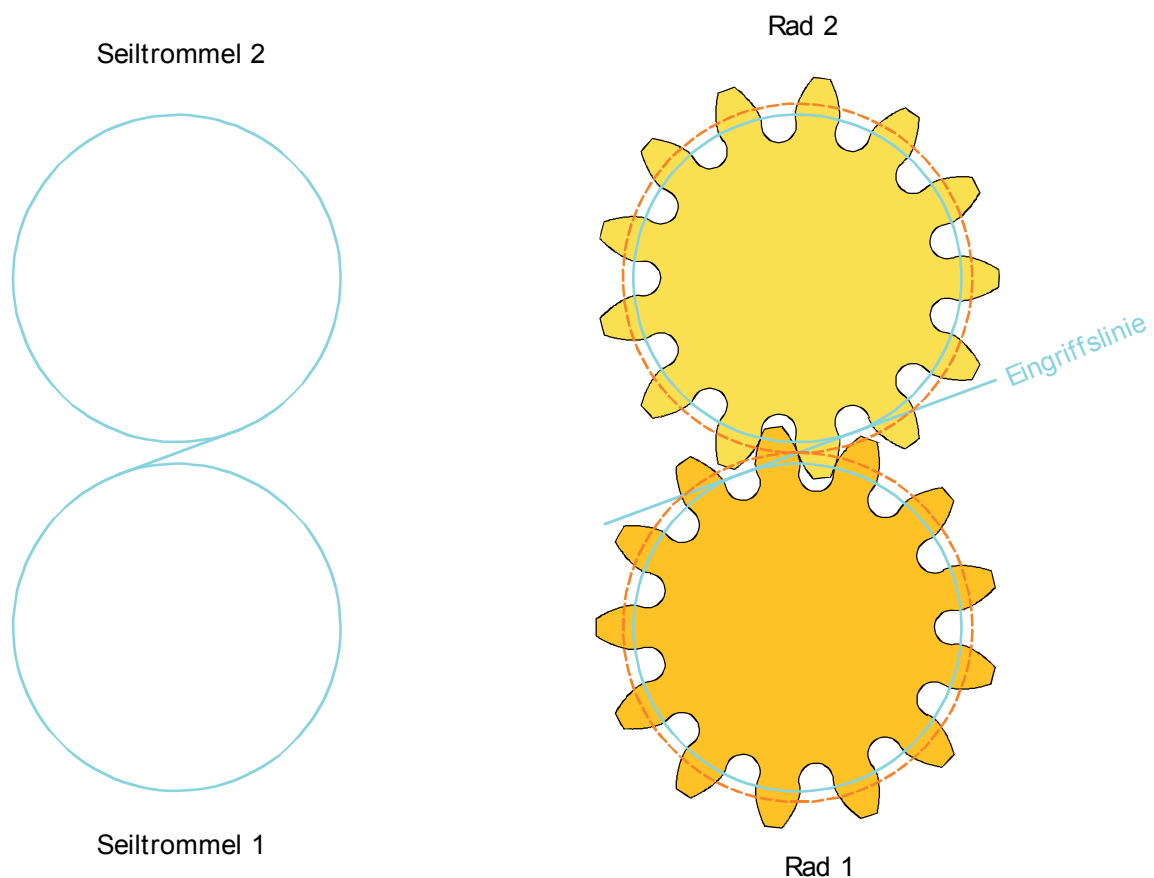


Bild 1: Seiltrieb

Bei Zahnradern rollen statt eines Seiles die Evolventen der Zahnflanken aufeinander ab. Die tangentielle Verbindung der zwei Grundkreise bildet die Eingriffslinie, an der die beiden Evolventen aneinander abrollen. Beträgt die Zahndicke der beiden Zahnräder am Teilkreis jeweils eine halbe Teilung, so ist der Achsabstand die Summe der beiden Teilkreisradien. Zwei miteinander abwälzende Zahnräder müssen die gleiche Teilung am Teilkreis besitzen. Daraus folgt, dass sie den gleichen Modul und den gleichen Eingriffswinkel haben müssen.

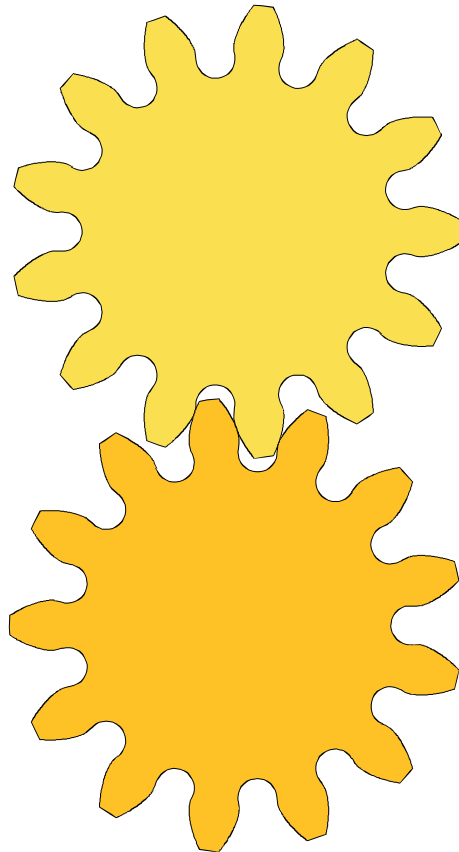


Bild 2: Zahnradpaar

Die Zahnflanken einer Zahnpaarung rollen auf Ihre gesamte Zahnhöhe aufeinander ab. Bevor sich beide am Ende der Eingriffsstrecke verlassen, muss spätestens die darauf folgende Zahnpaarung in Eingriff kommen. Geschieht dies genau zur gleichen Zeit, so wird dies Überdeckungsgrad 1 genannt. Kommt das nächste Zahnpaar in Eingriff, bevor das vorherige die Eingriffsstrecke verlässt, so ist der Überdeckungsgrad größer als 1. Um eine gleichmäßige Kraftübertragung zu gewährleisten muss der Überdeckungsgrad immer größer als 1 sein. Ein Überdeckungsgrad von 1,3 bedeutet, dass bei 30% der Wälzzeit 2 Zahnpaare gleichzeitig im Eingriff sind. Meist sollte der Überdeckungsgrad zwischen 1,2 und 1,5 liegen.

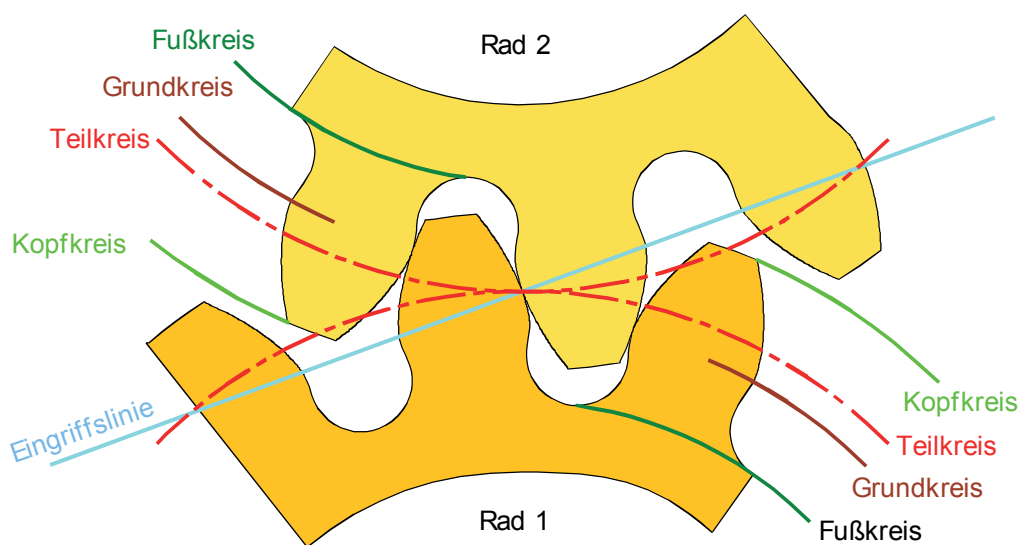


Bild 3: Wälzvorgang zweier Zahnräder