

Band 2

*Rudolf Och*

# **PASSVERZÄHNUNGEN**

## **LAGE DER VERZÄHNUNGSACHSE**

*lernen  
lehren  
nachschnagen*



pure  
perfection

**FRENCO**

# Inhaltsverzeichnis

1. Lagetoleranzen (war OFD 01)	7
1.1. Die Bezugsbasis Kreis und Zylinder	7
1.1.1. Kreis (in einer Ebene)	8
1.1.2. Zylinder (im Raum)	10
1.1.3. Zeichnerische Darstellung	14
1.2. Die Bezugsbasis Verzahnung	15
1.2.1. Verzahnung in einer Ebene	15
1.2.2. Verzahnung im Raum	19
1.2.3. Zeichnerische Darstellung	21
1.3. Lagetolerierung von Verzahnungen	23
1.3.1. Rundlauf	24
1.3.2. Gesamtrundlauf	28
1.3.3. Position	29
1.3.4. Konzentrität, Koaxialität	31
1.4. Actual und effective Mittelpunktslagen	35
1.4.1. Gerade noch fügbares, fehlerfreies Gegenstück	36
1.4.2. Fehlerfreies Gegenstück mit Spiel und Zentrierung im Uhrzeigersinn	36
1.4.3. Fehlerfreies Gegenstück mit Spiel und Zentrierung gegen Uhrzeigersinn	37
1.4.4. Fehlerfreies Gegenstück mit Spiel und Zentrierung durch Expansion aller Zähne	37
1.4.5. Kugelkranz	38
1.4.6. Einfluss durch fehlerbehaftete Gegenstücke	38
1.5. Methoden zur Bestimmung der Verzahnungsachse	39
1.5.1. Verfahren 2 x Rundlaufmessung	44
1.5.2. Verfahren Einpassung	48
1.5.3. Verfahren Hüllverzahnung	51
1.5.4. Vergleich der Messzeiten	52

2.	Verzahnte Spannmittel (war OFD 25)	55
2.1.	Feste Aufnahmedorne	56
2.1.1.	Beidseitig konische Aufnahmedorne	57
2.1.2.	Einseitig konische Aufnahmedorne	58
2.1.3.	Prüfung von einseitig konischen Aufnahmedornen	63
2.1.3.1.	Prüfung einseitig konischer Aufnahmedorne im Neuzustand	64
2.1.3.2.	Verschleißprüfung von einseitig konischen Aufnahmedornen	65
2.1.3.3.	Verschleißprüfung und Nacharbeit von einseitig konischen Aufnahmedornen	66
2.2.	Drehspannsysteme	67
2.2.1.	Drehlappen-Spannsysteme	67
2.2.2.	Zweischeiben-Spannsysteme	70
2.2.3.	Dreischeiben-Spannsysteme	72
2.2.4.	Mehrscheiben-Spannsysteme	75
2.3.	Expansionsspannsysteme	77
2.3.1.	Hydrodehn-Spannsysteme	78
2.3.1.1.	Hydrodehnspannsysteme mit geschweißten Dehnhülsen	78
2.3.1.2.	Hydrodehnspannsysteme mit gelöteten Dehnhülsen	79
2.3.1.3.	Hydrodehnspannsysteme mit abgedichteten Dehnhülsen	79
2.3.2.	Spannsysteme mit Spannhülsen	80
2.3.2.1.	Konusspannhülsen	80
2.3.2.2.	Tellerfederspannhülsen	81
2.3.2.3.	Federspannhülsen	81
2.3.2.4.	Geschlitzte Spannhülsen	82
2.3.3.	Mechanische Expansions-Spannsysteme	83
2.3.3.1.	Gleitbacken-Spannsysteme	84
2.3.3.2.	Spannbacken-Spannsysteme	85
2.4.	Spannkäfige	86
2.4.1.	Kugelkäfige	86
2.4.2.	Rollenkäfige	86
3.	Winkellagenstreuung bei verzahnten Spannsystemen (war OFD 04)	89
3.1.	Winkelabweichungen in einer Ebene	90
3.2.	Räumliche Winkelabweichungen	96
3.3.	Praktische Konsequenzen	101

# 1. Lagetoleranzen (war OFD 01)

Lagetoleranzen von Verzahnungen sind ähnlich den Lagetoleranzen von Durchmessern. Zusätzlich zu den Durchmessern besitzen Verzahnungen jedoch Zähne am Umfang. Das erschwert die Handhabung sehr. Bei Durchmessern sind Lagetoleranzen schon nicht ganz einfach zu handhaben. Bei Verzahnungen ist es ein schwieriges Thema.

Bei Verzahnungen wird meist nicht der Fuß- oder Kopfkreisdurchmesser toleriert, sondern die Zahnflanken oder stellvertretend dafür der Teilkreisdurchmesser. Da die entsprechenden Normen keine Richtlinien für die Tolerierung und das Überprüfen der Toleranzen geben, ist Unsicherheit weit verbreitet. In dieser Schrift wird versucht die Problemstellung darzulegen und Ansätze zu ihrer Lösung aufzuzeigen. In einer Reihe von Normen werden Lagetoleranzen behandelt. Es wird versucht, bei Verzahnungen ähnlich wie bei Durchmessern vorzugehen. Dies ist in manchen Fällen möglich, in anderen jedoch nicht. Die Grundkenntnis der Lagetoleranzen und der Normung ist Voraussetzung für die Lösung der Problemstellung bei Verzahnungen.

Normen für Lagetoleranzen:

DIN 7150	Prüfung von Werkstück - Elementen mit zylindrischen und parallelen Messflächen (= ISO R 1938)
DIN 7162	Maß- Form- und Lagetolerierung; Hüllbedingung
DIN 7182	Maße, Abmaße, Toleranzen und Passungen - Grundbegriffe
ISO 128	Technische Zeichnungen, Grundregeln für die Darstellung
ISO 1101	Technische Zeichnungen, Form- und Lagetoleranzen
ISO 1660	Technische Zeichnungen, Größen und Toleranzen von Profilen
ISO 2692	Technische Zeichnungen, Form- und Lagetolerierung, Maximum-Material-Prinzip
ISO 5459	Technische Zeichnungen, Form- und Lagetoleranzen, Bezüge und Bezugssysteme
ISO 7083	Technische Zeichnungen, Symbole für Form- und Lagetolerierung
ISO 8015	Technische Zeichnungen, Tolerierungsgrundsatz

## 1.1. Die Bezugsbasis Kreis und Zylinder



Bild 1: Bezugsbasis

Meist ist die Bezugsbasis ein Durchmesser A und B. Zu diesen Durchmessern ist die Lage einer Verzahnung toleriert. Bei Innenverzahnungen ist aber auch häufig die Verzahnung selbst als Bezugsbasis angegeben. Meist ist das Bezugszeichen dann am Teilkreis gezeichnet. Die Bezugsbasis ist für die Qualitätsprüfung von grundlegender Bedeutung. Jede Überprüfung muss messtechnisch von der Bezugsbasis ausgehen. Schon bei der Festlegung des Prüfplanes muss entschieden werden, wie nach der Bezugsbasis mechanisch oder rechnerisch ausgerichtet wird.

Für die Betrachtung dieser Problematik ist es wichtig, alle praktisch möglichen Verhältnisse am Beispiel von Durchmessern näher zu betrachten.

### 1.1.1. Kreis (in einer Ebene)

Ein Kreis ist die theoretische Vereinfachung einer Welle oder einer Bohrung in einer bestimmten Messebene betrachtet. Ein fehlerfreier Kreis existiert in der Praxis nicht. Nur in der Theorie oder in der Mathematik ist ein solcher fehlerfreier Kreis vorhanden. In der Messtechnik werden nur fehlerbehaftete Kreise behandelt in Form von hergestellten Prüflingen. Die Lage von Kreisen mit und ohne Fehler kann mit verschiedenen Methoden ermittelt werden. Fehlerfreie Kreise sind eindeutig ohne Differenz durch beliebige Methoden ermittelbar. Bei fehlerbehafteten Kreisen werden unterschiedliche Messmethoden auch verschiedene Ergebnisse bewirken.

(Schwarze Mittellinien sind Orientierungshilfen)

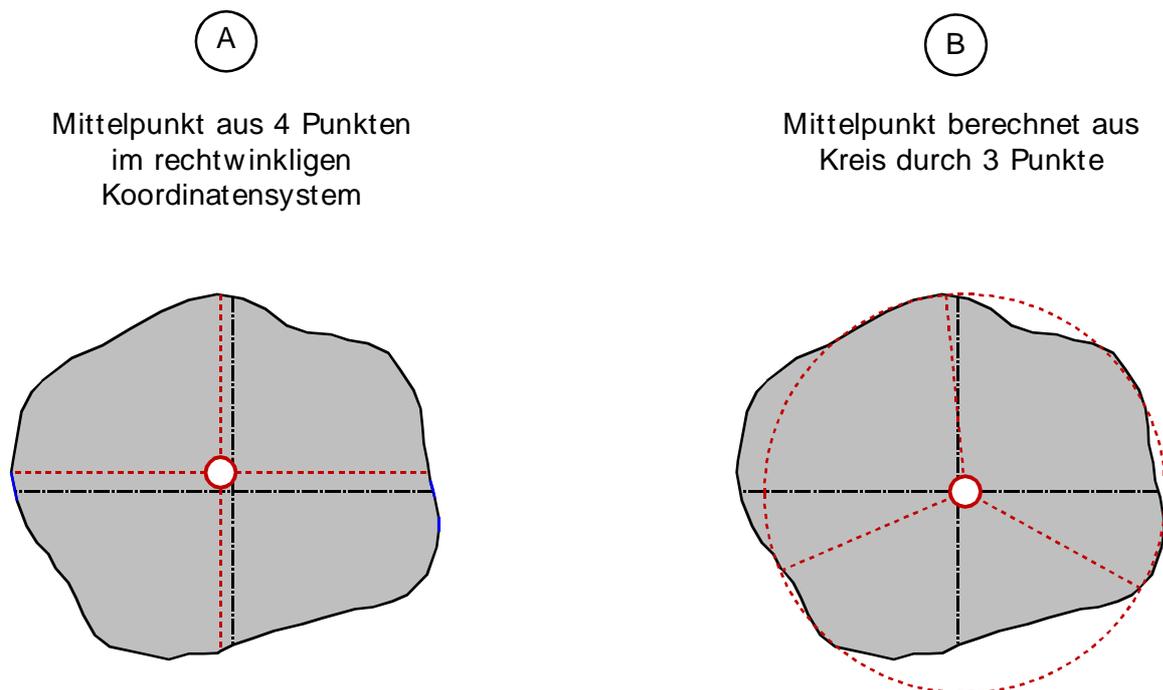


Bild 2: Kreis in einer Ebene