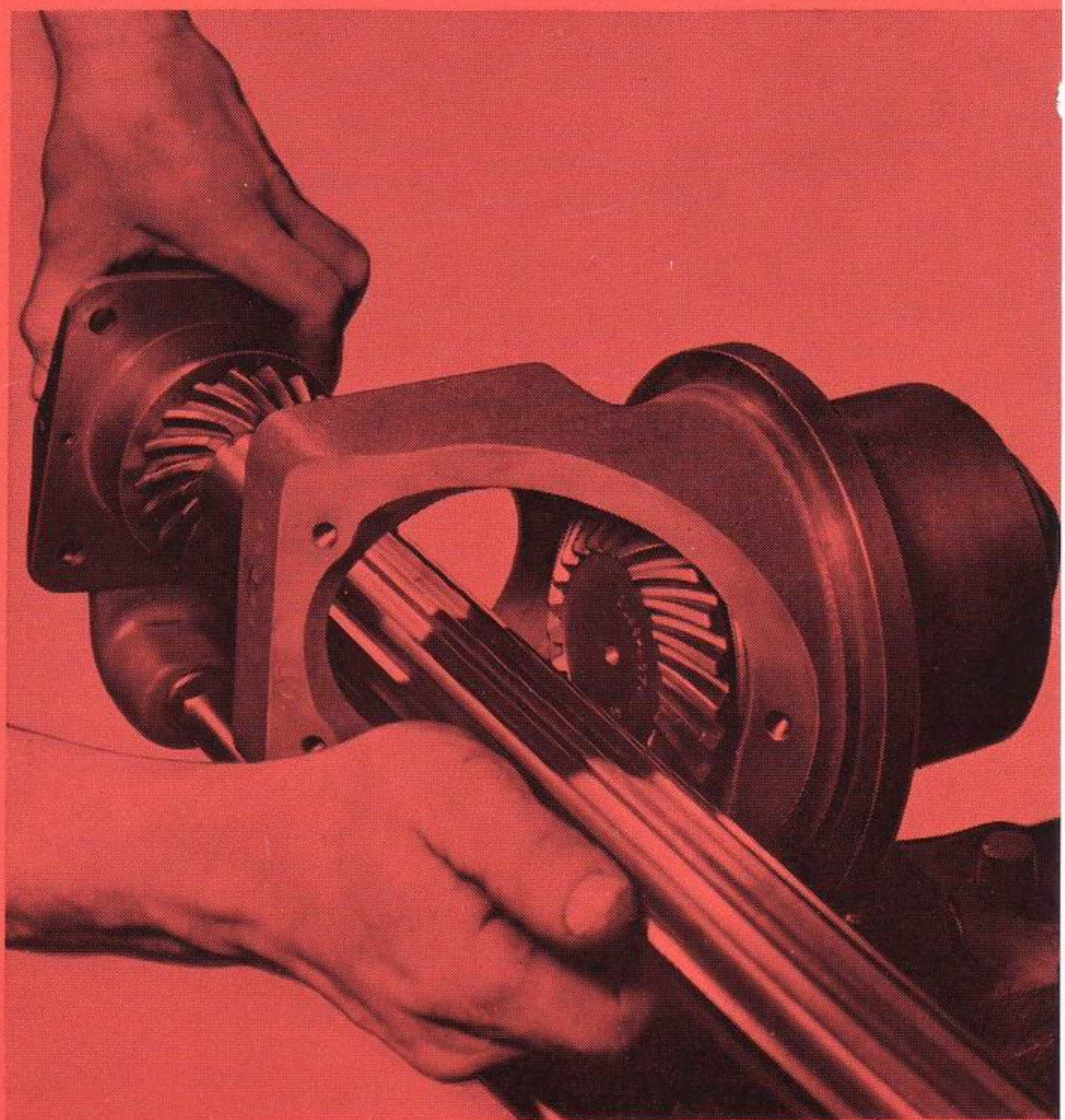


GILFASOIN

**Anleitungen
für den Einbau von
Kegelrädern**



brüchen führen. Die Größe des erforderlichen Flankenspieles muß an einem oder an beiden Rädern eingeätzt oder eingestempelt werden. Wenn dies unterlassen wurde, kann es für die meisten Anwendungszwecke der folgenden Tabelle entnommen werden:

Flankenspiel im Normalschnitt (d. h. senkrecht zu den Zahnflanken)

Modul:	Flankenspiel im Normalschnitt (in mm):
1,25 und kleiner	0,03 bis 0,08
2,5	0,05 bis 0,10
4,2	0,10 bis 0,15
6,4	0,15 bis 0,20
8,5	0,20 bis 0,28
12,7	0,30 bis 0,40
25	0,51 bis 0,76

Die angegebenen Werte gelten für den eingebauten Zustand der Räder. Flankenspielwerte für Moduln, die in der Tabelle nicht angegeben sind, werden durch Interpolation bestimmt. Die in der Tabelle angeführten Werte haben sich gut bewährt; in besonderen Fällen kann jedoch ein abweichender Flankenspielwert erforderlich sein, um den jeweiligen Anforderungen zu entsprechen.

Die Tabellenwerte gelten für das Flankenspiel im Normalschnitt der Räder am engsten Punkt des Zahneingriffes. Dieses wird, wie Bild 2 zeigt, am äußeren Zahnende senkrecht zu den Zahnflanken gemessen. Der Fühlstift der fest angebrachten Meßuhr steht dabei senkrecht auf der Zahnoberfläche des Tellerrades, und das Ritzel ist gegen Verdrehen gesichert. Das Flankenspiel wird durch Vor- und Zurückbewegen des Tellerrades bis zur jeweiligen Anlage mit der Ritzelflanke bestimmt und unmittelbar an der Meßuhr abgelesen. Diese Flankenspielprüfung ist eine wichtige Voraussetzung für den einwandfreien Einbau der Kegelräder.

Um das Flankenspiel in der Verdrehebene (Bild 3) zu berechnen, wird der ermittelte Wert des Flankenspieles im Normalschnitt durch das Produkt Kosinus des Spiralwinkels mal Kosinus des Eingriffswinkels dividiert.

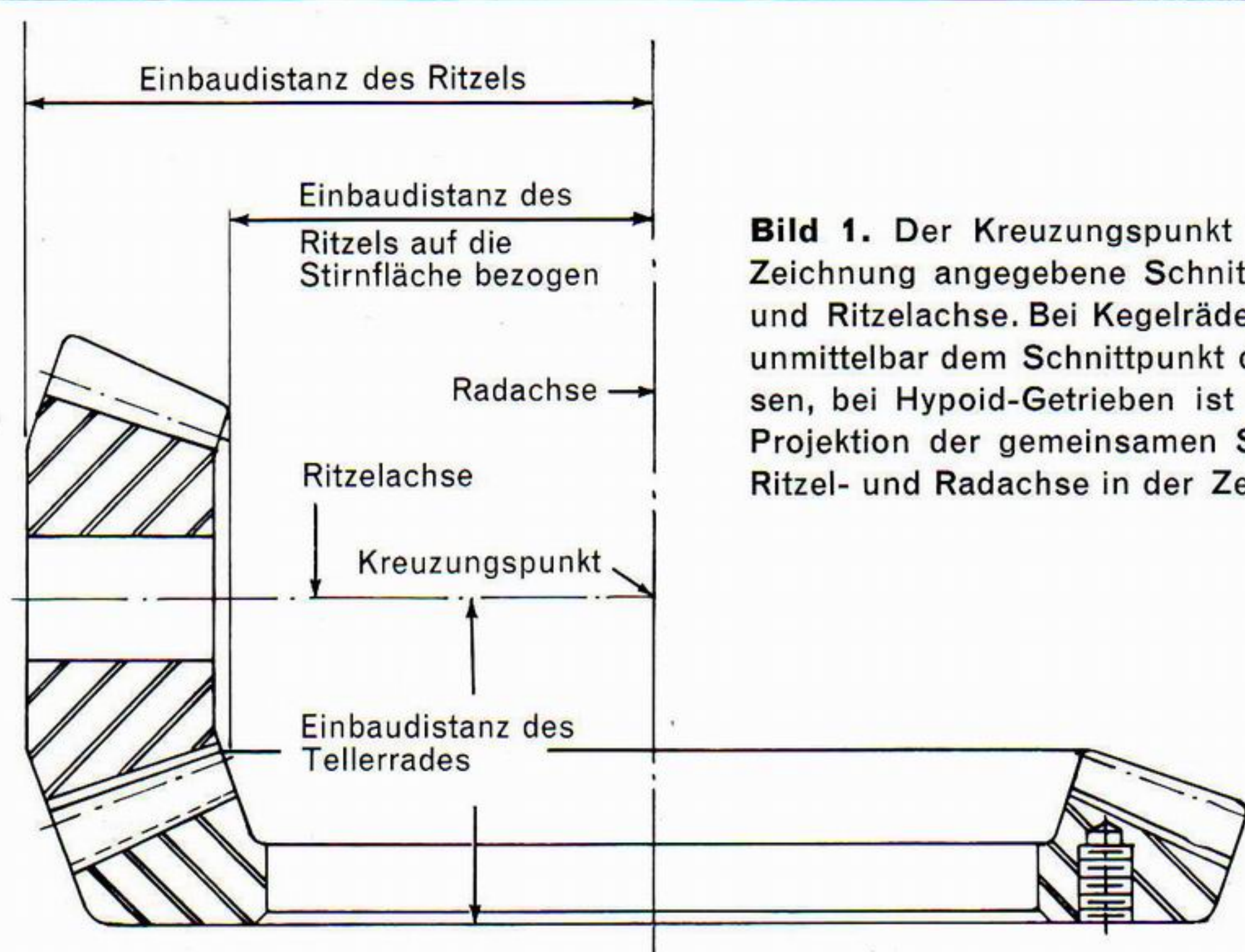


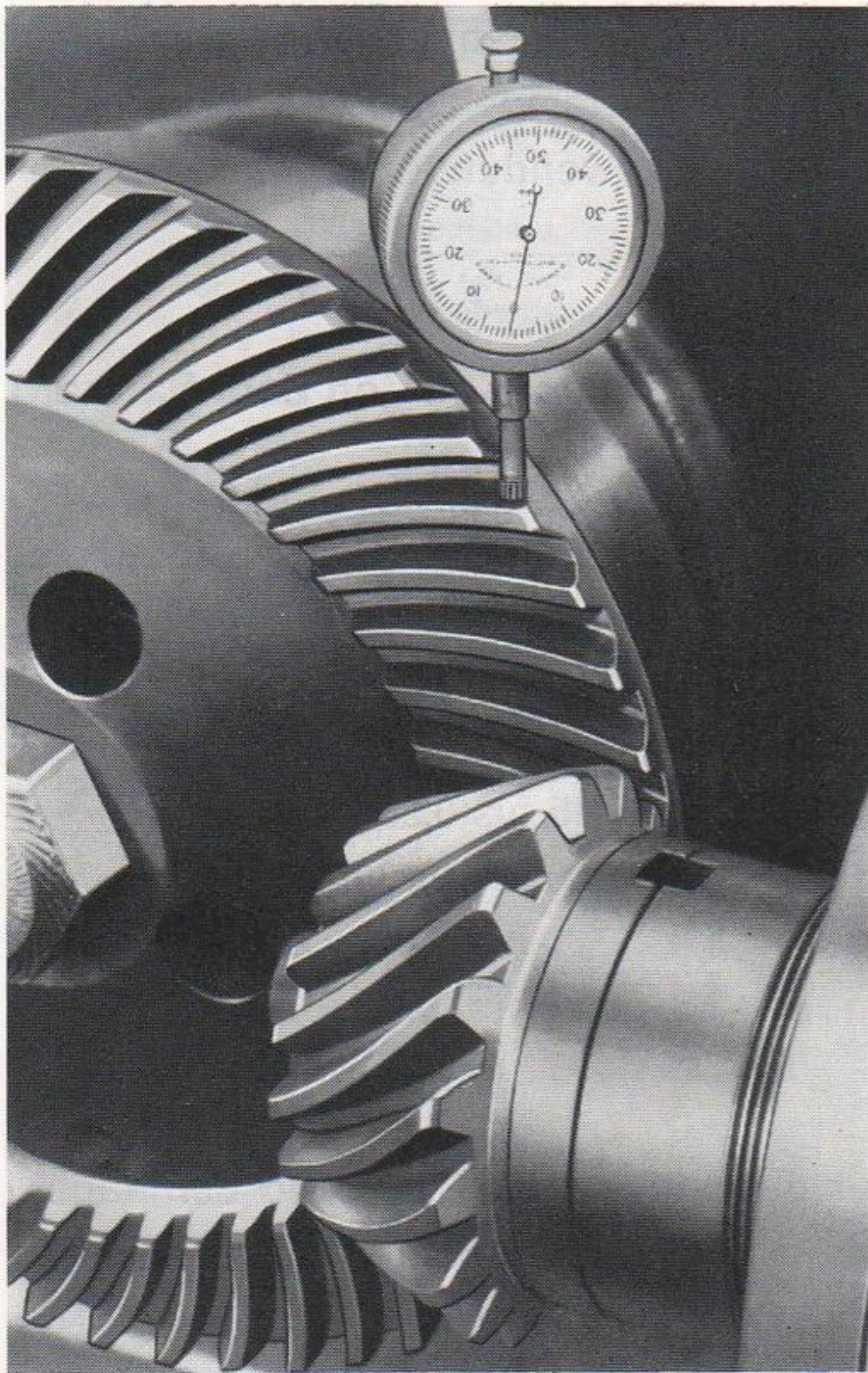
Bild 1. Der Kreuzungspunkt ist der auf der Zeichnung angegebene Schnittpunkt der Rad- und Ritzelachse. Bei Kegelrädern entspricht er unmittelbar dem Schnittpunkt der beiden Achsen, bei Hypoid-Getrieben ist er dagegen die Projektion der gemeinsamen Senkrechten der Ritzel- und Radachse in der Zeichnungsebene.

Einbaudistanz

Die axiale Lage des Ritzels und Tellerrades eines Kegelrad- oder Hypoid-Radsatzes ist durch die Einbaudistanz gegeben. Diese ist der Abstand der axialen Anlagefläche des entsprechenden Rades zu dem Kreuzungspunkt der beiden Radachsen. (Siehe Bild 1.) Als axiale Anlagefläche wird in der Regel die Rückenfläche des Tellerrades oder Ritzels gewählt. Oft ist es jedoch einfacher, die Einbaudistanz auf die Vorderseite des Rades zu beziehen. Hierfür muß eine ebene Bezugsfläche an der Stirnseite des Rades angeschliffen werden, die parallel zu der axialen Anlagefläche für den Einbau sein muß. Der bei der Endprüfung des Radsatzes auf der Laufprüfmaschine ermittelte genaue Wert der Einbaudistanz muß auf jedem Rad eingätzt werden.

Flankenspiel

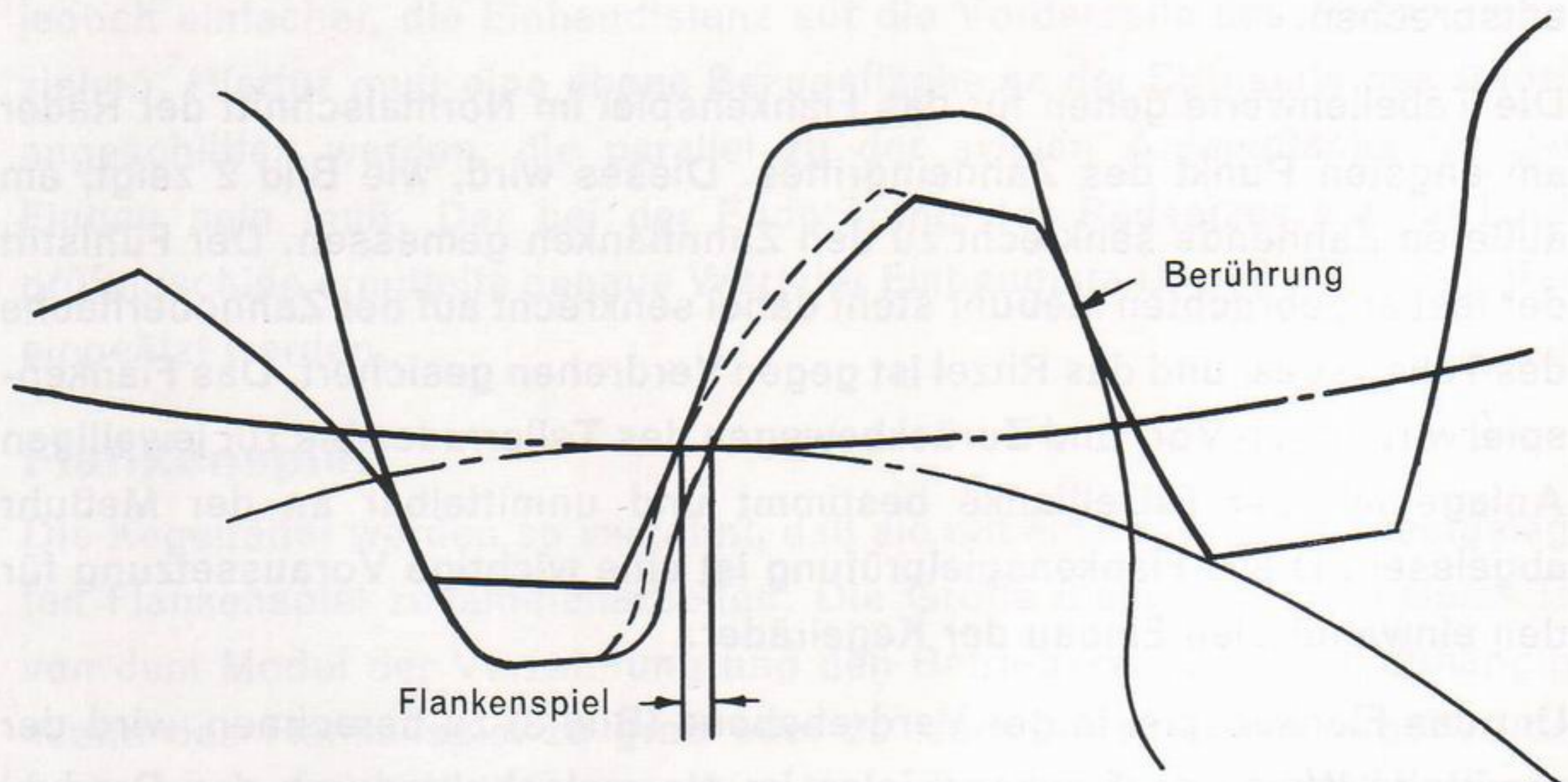
Die Kegelräder werden so verzahnt, daß sie mit einem im voraus festgelegten Flankenspiel zusammenarbeiten. Die Größe dieses Flankenspieles ist von dem Modul der Verzahnung und den Betriebsverhältnissen abhängig. Wenn das Flankenspiel zu groß oder zu klein gewählt wird, arbeiten die Räder geräuschvoll und zeigen schon frühzeitig Abnützungserscheinungen, die unter Umständen zu einem Anfressen der Zahnflanken oder zu Zahn-



◀ **Bild 2.** Anordnung der Meßuhr beim Prüfen des Flankenspielles im Normalschnitt.

▼ **Bild 3.** Flankenspiel in der Verdrehebene (Stirnflankenspiel).

► **Bild 4.** Anordnung zum Messen des Flankenspielles in der Verdrehebene bei Rädern mit kleinen Moduln.

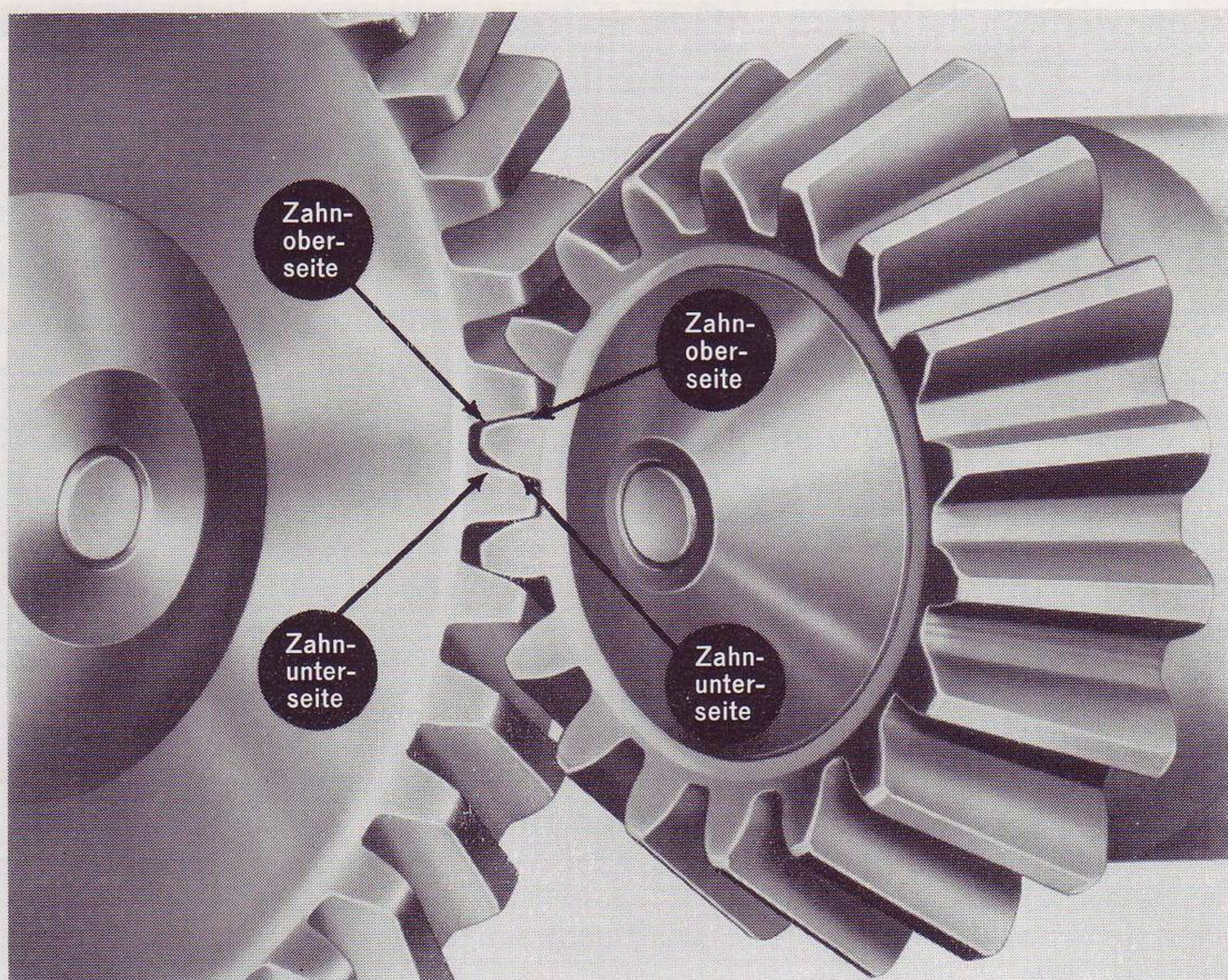
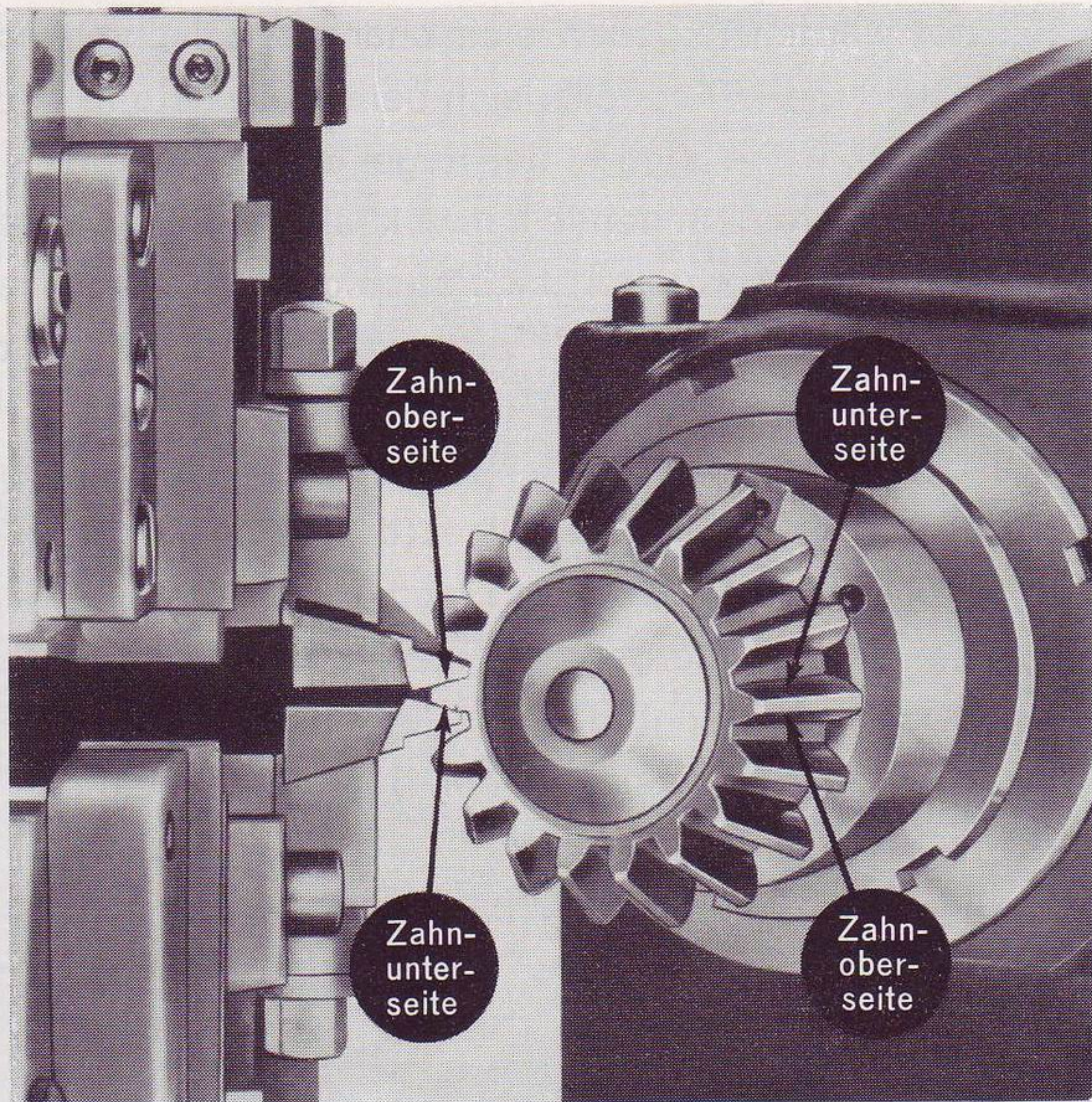


Wenn die Räder belastet werden, ergeben sich charakteristische Änderungen im Tragbild. Dieses hat die Tendenz, sich bei der Belastung in der Längsrichtung zu verbreitern, wobei sich in der Regel diese Verbreiterung mehr in der Richtung zum äußeren Zahnende auswirkt als in der entgegengesetzten Richtung. Gleichzeitig verbreitert sich auch die Höhe des Tragbildes, das stärker zum Zahnkopf verlagert wird. Die Richtung und die Größe der Verlagerung des Tragbildes durch die Belastung ist von der Art und Größe der relativen Verlagerung der beiden Räder abhängig. Eine vertikale relative Verlagerung zwischen Rad und Ritzel (d. h. eine Verlagerung senkrecht zu der Achsenebene) verschiebt das Tragbild in der Richtung der Zahnbreite, eine relative axiale Verlagerung des Ritzels (in der Richtung der Ritzelachse) dagegen in der Profilrichtung. Eine axiale Verlagerung des Tellerrades (d. h. eine Verschiebung in seiner Achsrichtung) beeinflußt das Flankenspiel und in einem geringen Maße auch die Lage des Tragbildes in bezug auf dessen Profilhöhe. Bei Übersetzungsverhältnissen in der Nähe von 1 : 1 spricht dabei das Tragbild stärker auf die Verlagerung des Tellerrades an.

Die Durchbiegungen im Einbauzustand können nicht im voraus bestimmt werden, wenn nicht bereits vergleichbare Versuchsergebnisse mit Rädern derselben Größe und ähnlichen Einbauverhältnissen vorliegen.

Für die meisten Industriegetriebe sind die Toleranzen der mit normalen Maschineneinstellungen verzahnten Kegel- und Hypoidräder ausreichend, um die im Betrieb auftretenden Verlagerungen aufzunehmen. In der Regel werden daher zufriedenstellende Betriebsverhältnisse erzielt, ohne daß beim Verzahnen zusätzliche Korrekturen erforderlich sind. Wenn jedoch die Räder infolge zu großer Verlagerungen im Einbauzustande nicht einwandfrei arbeiten oder ihre maximale Übertragungsfähigkeit voll ausgenutzt werden muß (z. B. bei Antrieben für Luftfahrzeuge) oder ein Maximum an Laufruhe und Lebensdauer gefordert wird (z. B. bei Rädern für Fahrzeuggetriebe), muß das für die jeweiligen Verhältnisse günstigste Tragbild beim Verzahnen besonders entwickelt werden.

◀ **Bild 13.** Die Spiralrichtung gibt die Richtung des Spiralwinkels an. Auf dem oberen Bild hat das Ritzel linksgängige Spiralrichtung, d. h. seine Zähne sind so geneigt, daß sie sich von der Achse entgegen dem Uhrzeigersinne entfernen. Das Tellerrad hat stets entgegengesetzte Spiralrichtung. Der Radsatz wird nach der Spiralrichtung des Ritzels bezeichnet. Auf dem unteren Bild ist das Ritzel rechtsgängig.



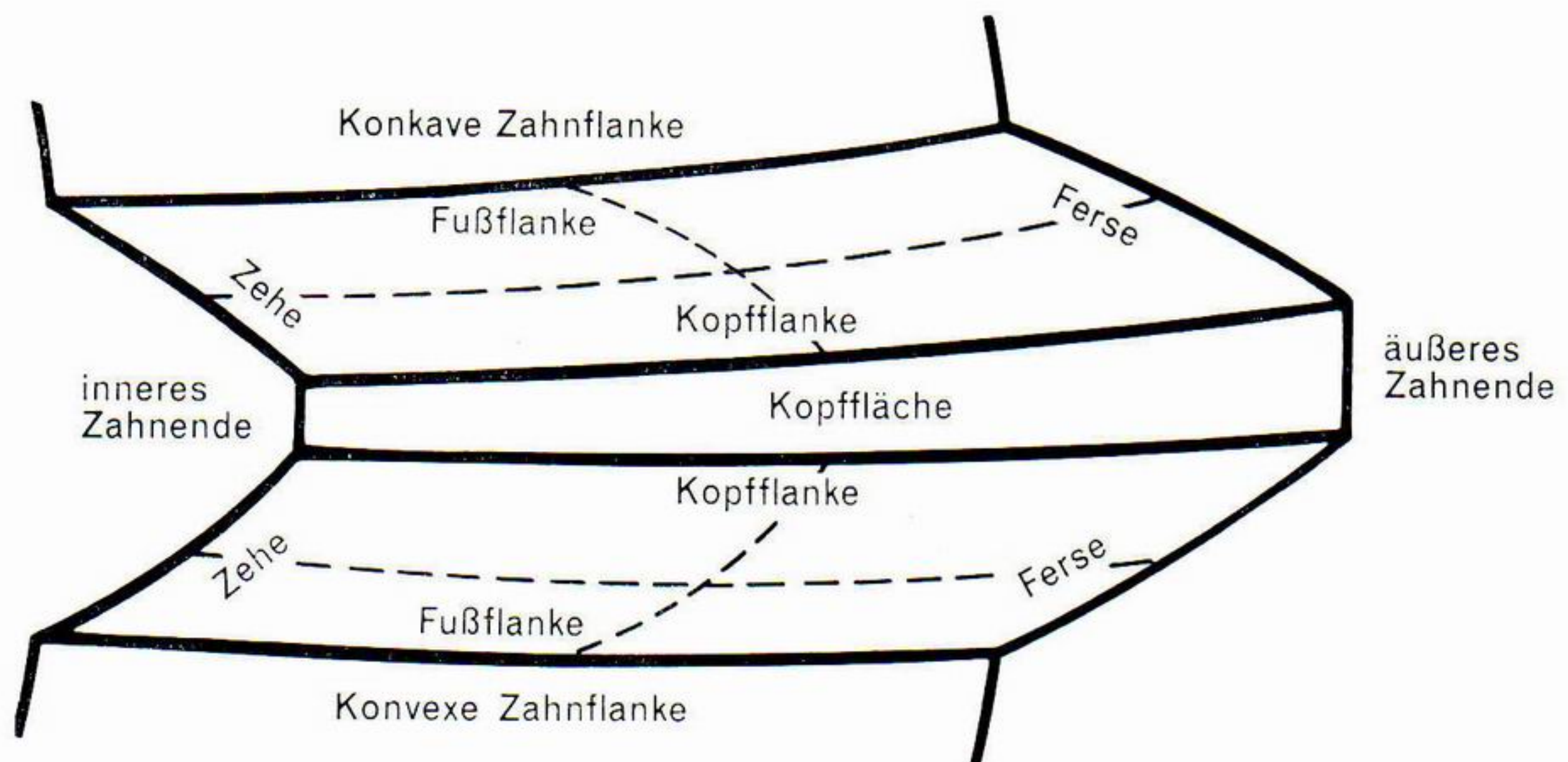


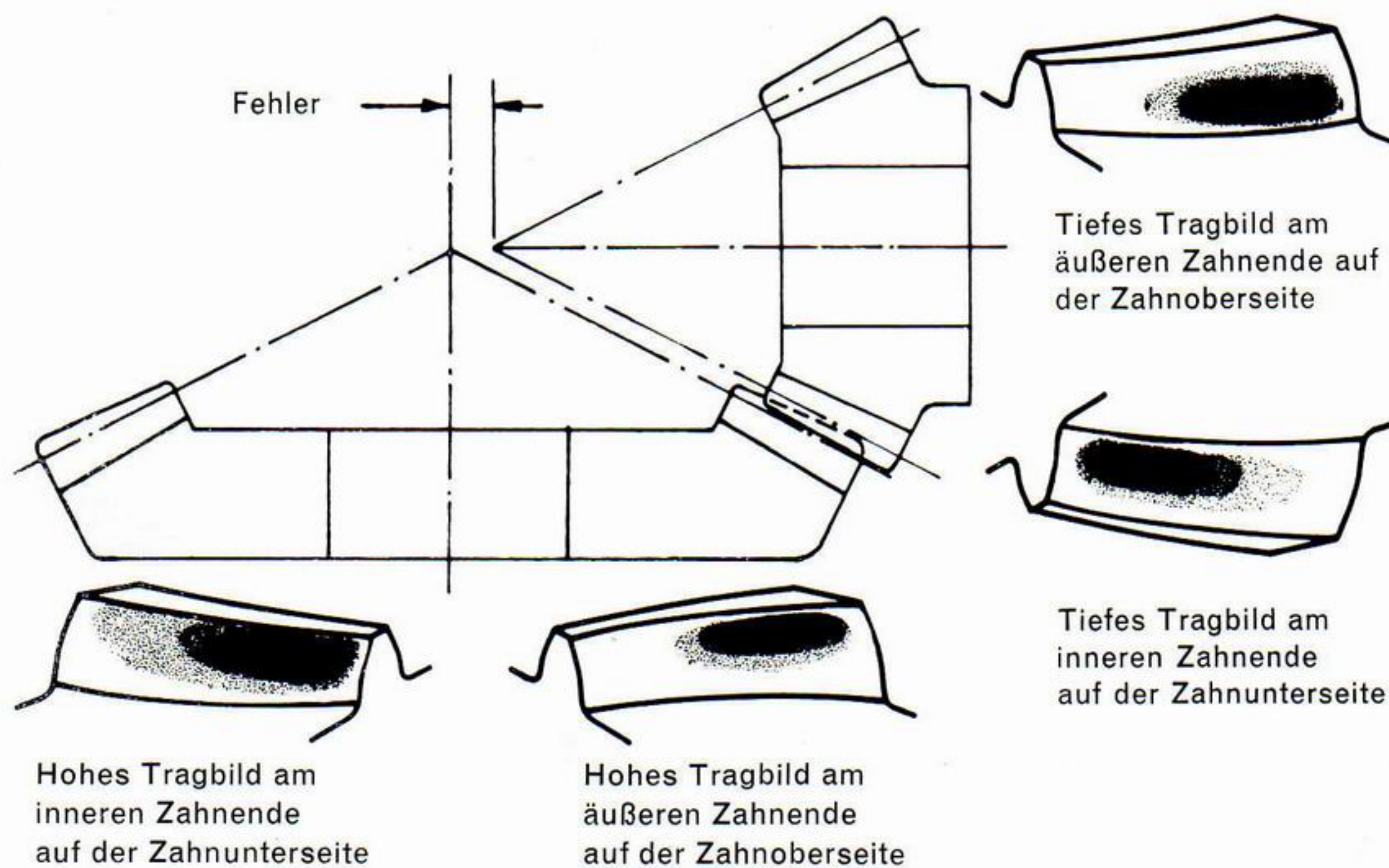
Bild 15. Bezeichnungen am Radzahn:

Zehe	= der Flankenteil, der sich in der Nähe des inneren Zahnendes befindet.
Ferse	= der Flankenteil, der sich in der Nähe des äußeren Zahnendes befindet.
Kopfflanke	= Zahnflankengebiet oberhalb der gedachten Zahnmitte.
Fußflanke	= Zahnflankengebiet unterhalb der gedachten Zahnmitte.
Kopfgrundspiel	= Abstand vom Zahngrund des einen Zahnes zum Kopf des Gegenrades.
Eingriffshöhe	= Höhe der Zahnflanke ohne Kopfgrundspiel.

Diese Tragbildentwicklung wird durch die bei der Warmbehandlung entstehenden zusätzlichen Änderungen in der Form und Lage des Tragbildes erschwert, so daß manchmal mehrere Versuche erforderlich sind, um das gewünschte Zahntragen zu erhalten.

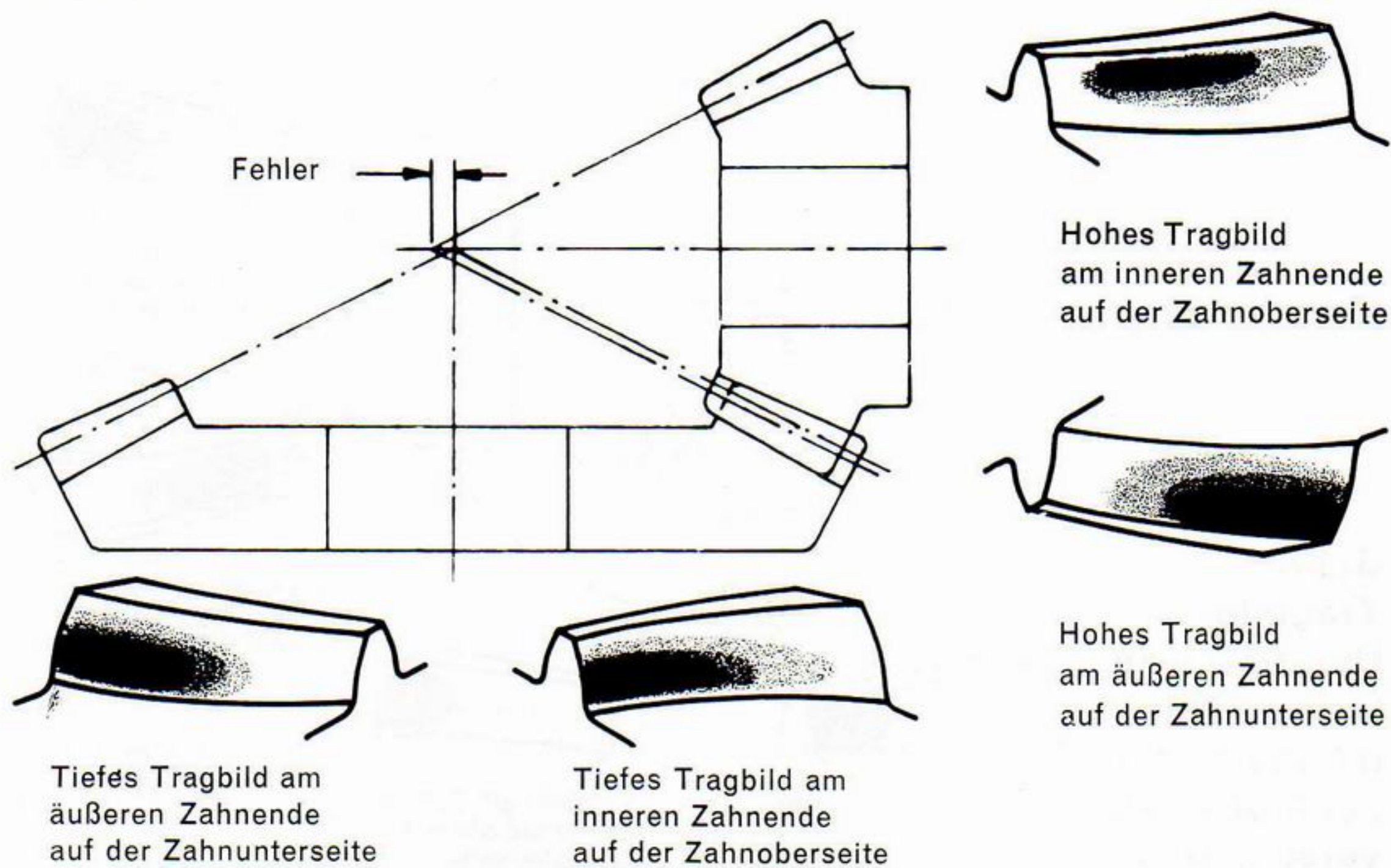
Fehler im Profiltragen.

Um das Tragbild zu korrigieren, ist die Einbaudistanz des Ritzels zu verkleinern



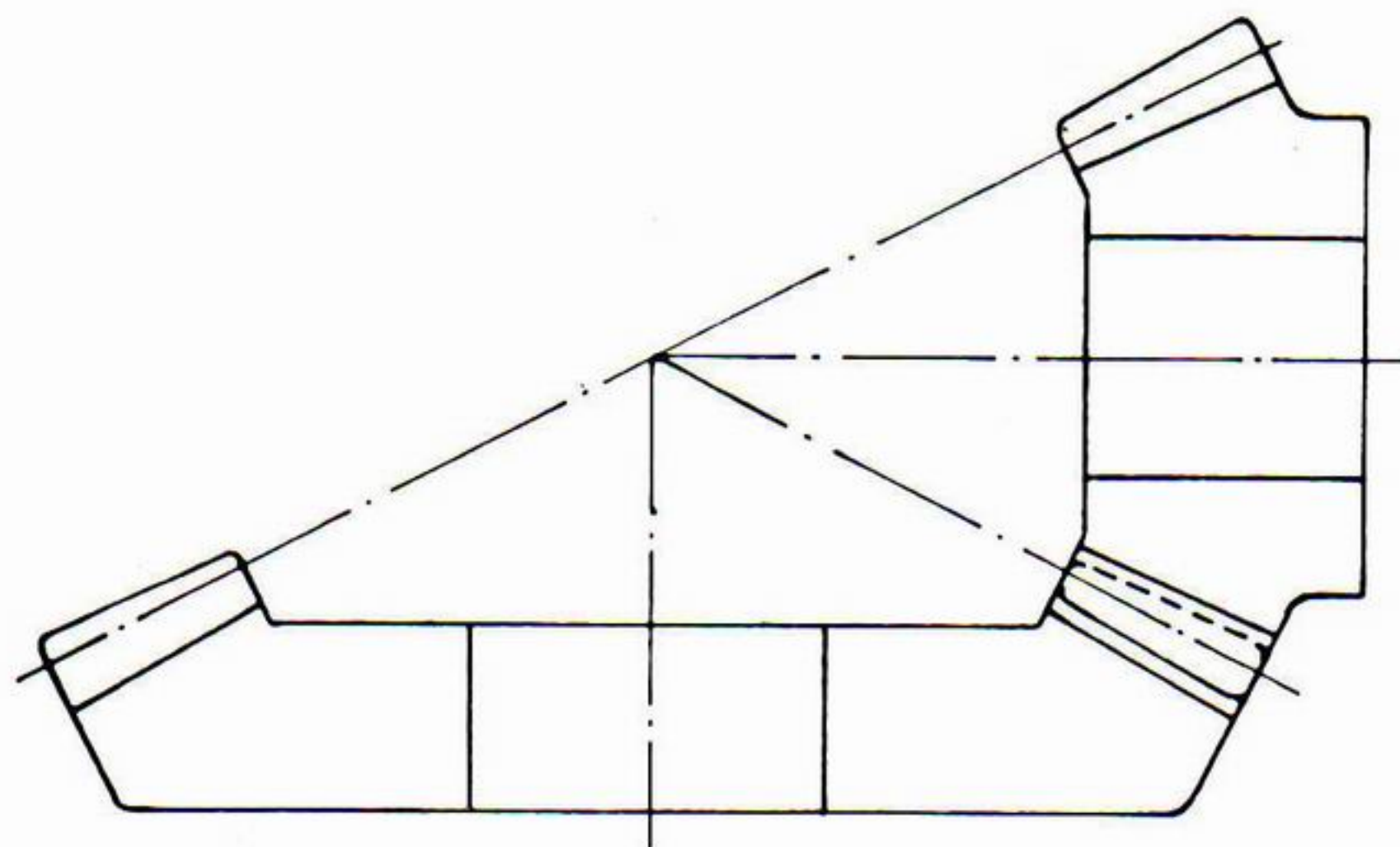
Fehler im Profiltragen.

Um das Tragbild zu korrigieren, ist die Einbaudistanz des Ritzels zu vergrößern

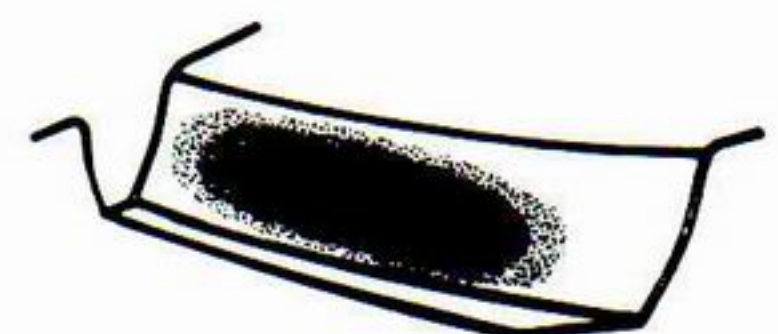


Spiral-Kegelräder.

**Empfohlenes Tragbild (in allen gezeigten Fällen ist das Ritzel links-
gängig)**



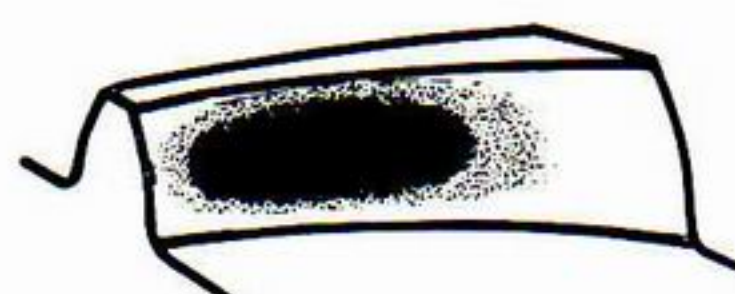
Mittleres Tragbild
am inneren Zahnende
auf der Zahnoberseite



Mittleres Tragbild
am inneren Zahnende
auf der Zahnunterseite



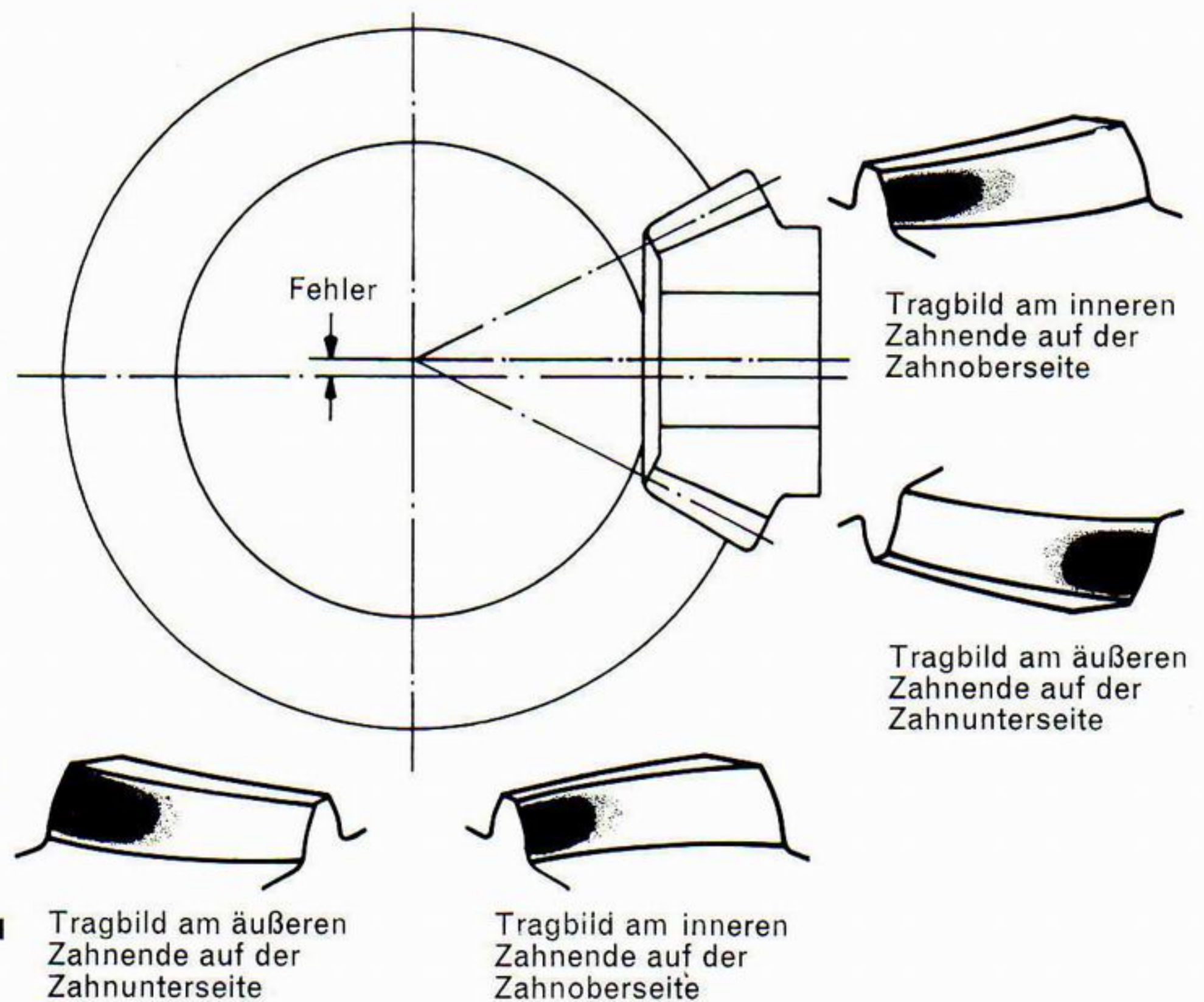
Mittleres Tragbild
am inneren Zahnende
auf der Zahnunterseite



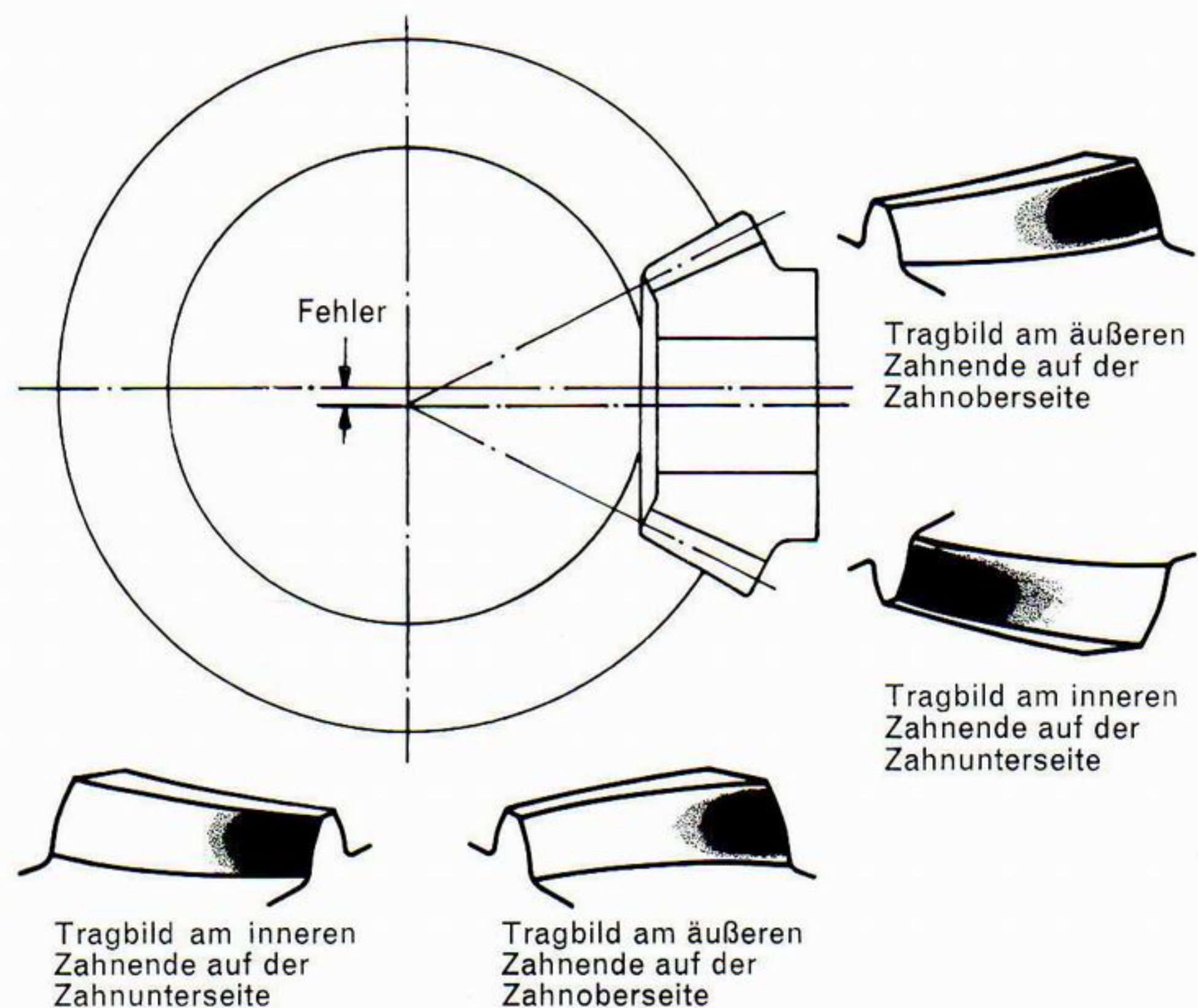
Mittleres Tragbild
am inneren Zahnende
auf der Zahnoberseite

Bevor eine der folgenden Korrekturen vorgenommen wird, muß die Profilhöhe des Tragbildes und das Flankenspiel einwandfrei sein.

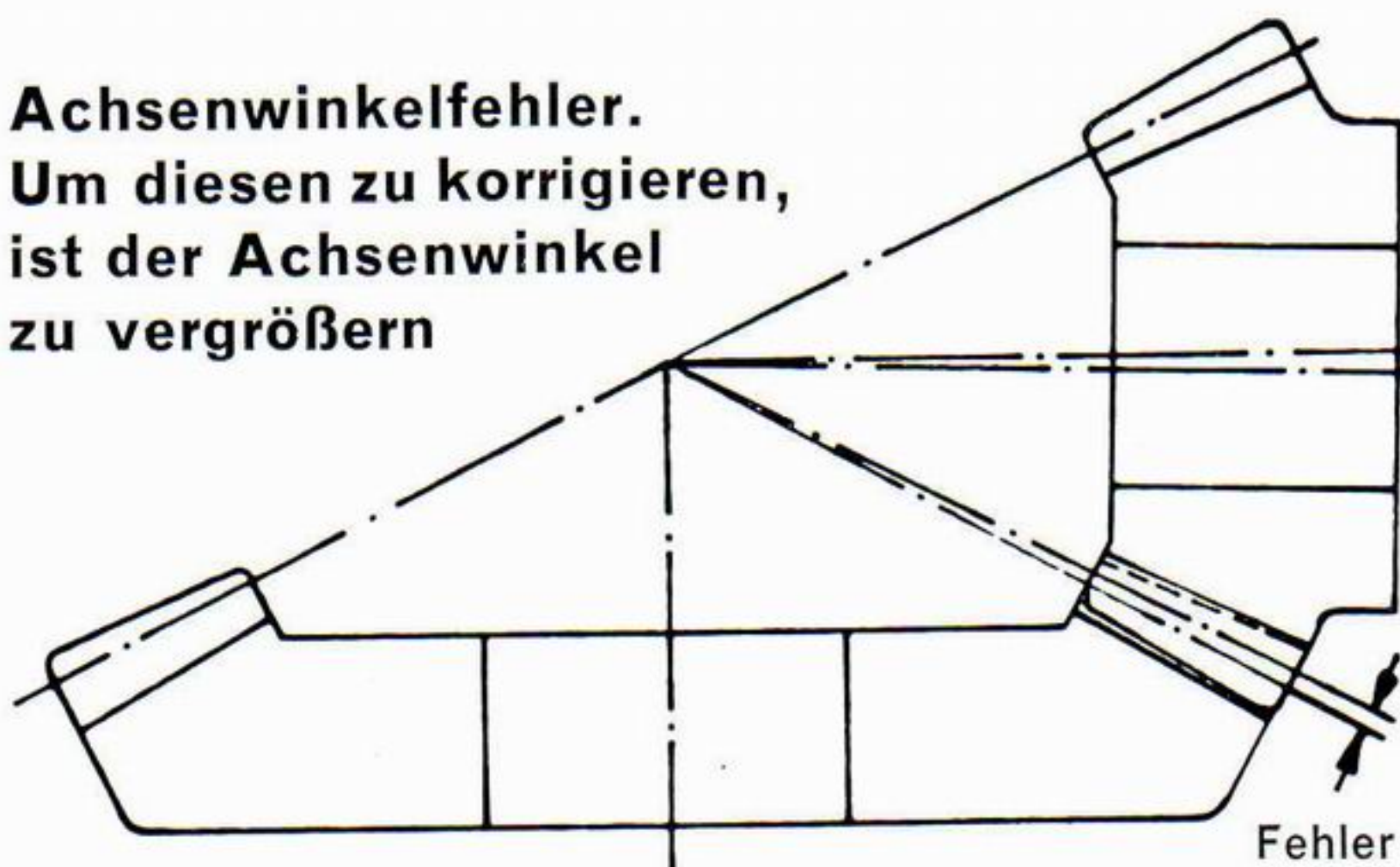
**Gekreuztes
Tragbild.**
Um dieses zu
korrigieren,
ist das Ritzel
nach unten zu
verschieben



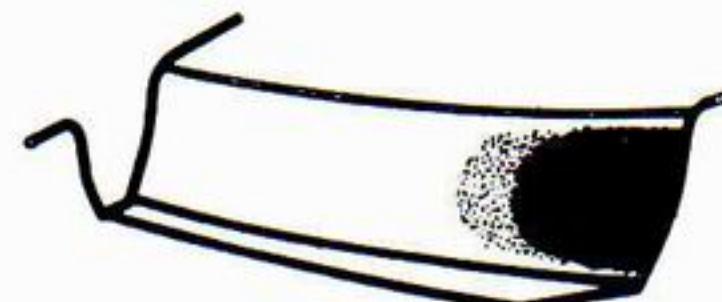
**Gekreuztes
Tragbild.**
Um dieses zu
korrigieren,
ist das Ritzel
nach oben zu
verschieben



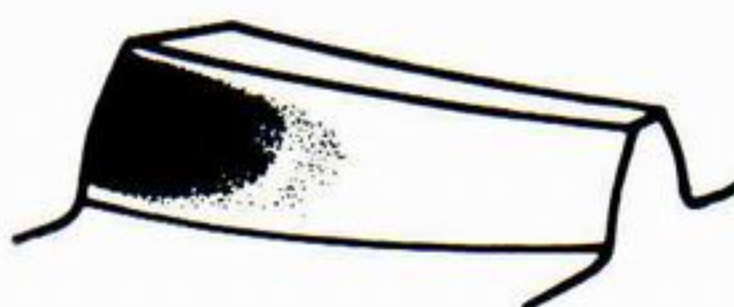
Achsenwinkelfehler.
Um diesen zu korrigieren,
ist der **Achsenwinkel**
zu vergrößern



Tragbild am äußeren
Zahnende auf der
Zahnoberseite



Tragbild am äußeren
Zahnende auf der
Zahnunterseite

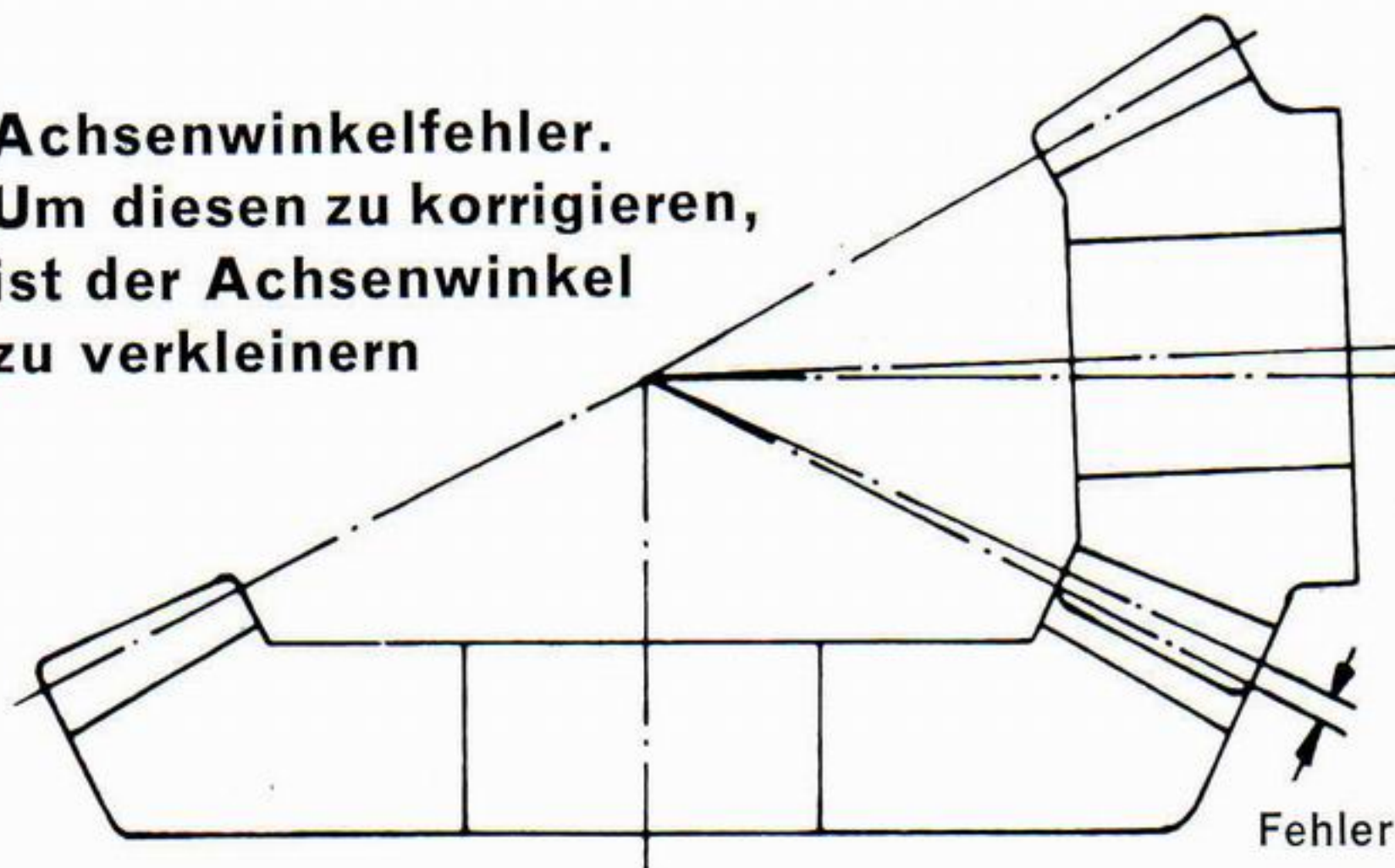


Tragbild am äußeren
Zahnende auf der
Zahnunterseite



Tragbild am äußeren
Zahnende auf der
Zahnoberseite

Achsenwinkelfehler.
Um diesen zu korrigieren,
ist der **Achsenwinkel**
zu verkleinern



Tragbild am inneren
Zahnende auf der
Zahnoberseite



Tragbild am inneren
Zahnende auf der
Zahnunterseite



Tragbild am inneren
Zahnende auf der
Zahnunterseite



Tragbild am inneren
Zahnende auf der
Zahnoberseite

Bei Hypoid-Kegelrädern, bei denen das Ritzel die korrekte Einbaudistanz hat, zeigt ein gekreuztes Tragbild einen Fehler in der Achsversetzung an. Ein leicht gekreuztes Tragbild kann durch Verstellen der Einbaudistanz des Ritzels korrigiert werden. Es ist jedoch wichtig, eine gute Profilberührung beizubehalten. Zum Verbessern des gekreuzten Tragbildes darf daher nur eine kleine Änderung der Profilberührung vorgenommen werden.

GEHÄUSE

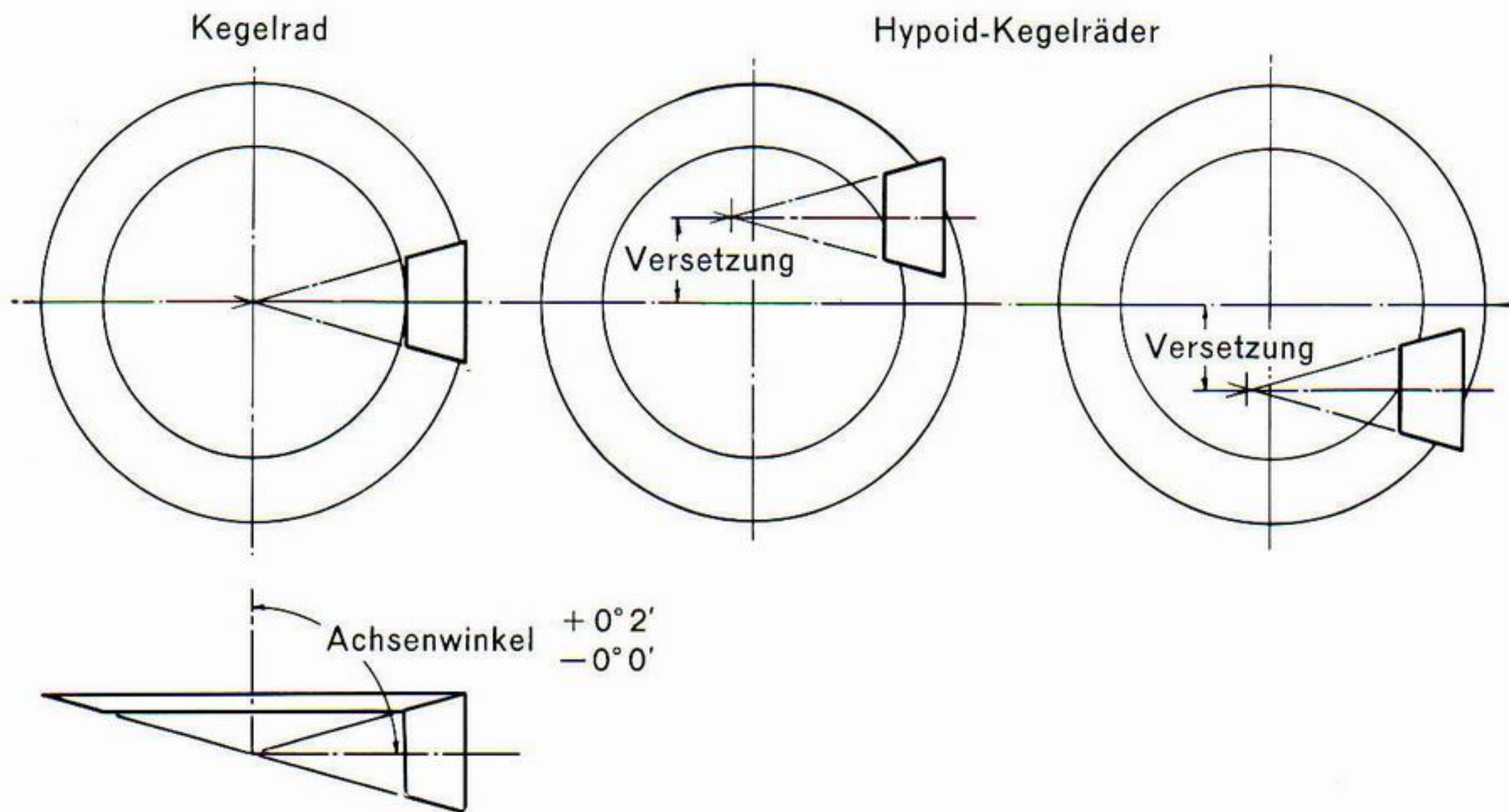


Bild 21. Toleranzen für den Achsenwinkel. Die Achsen sollten sich innerhalb der folgenden Toleranzen (in Millimeter) schneiden:

Bei Tellerrädern bis zu 305 mm Durchmesser $\pm 0,025$

Bei Tellerrädern von 305 bis 610 mm Durchmesser $\pm 0,051$

Bei Tellerrädern von 610 bis 915 mm Durchmesser $\pm 0,076$

Die gleichen Toleranzwerte gelten auch für die Achsversetzungen.

Winkeltoleranz für den Achsenwinkel $= + 0^\circ 2'$

$= - 0^\circ 0'$

Prüfen des Gehäuses

Wenn das Tragbild zeigt, daß Änderungen in der Einstellung der Räder erforderlich sind, die nicht durch axiales Verschieben der Räder erreicht werden können, müssen die Änderungen an dem Gehäuse oder an den Rädern selbst vorgenommen werden. Haben die erforderlichen Änderungen ihre Ursache in einer fehlerhaften Gehäusebearbeitung, sollte das Gehäuse entsprechend korrigiert werden, da ein Nacharbeiten der Räder zum Ausgleichen von Winkel- oder Versetzungsfehlern sehr schwierig ist und daher nur als letzte Hilfe vorgenommen werden sollte. Im allgemeinen werden die dadurch erzielten Ergebnisse auch nicht sehr zufriedenstellend sein.