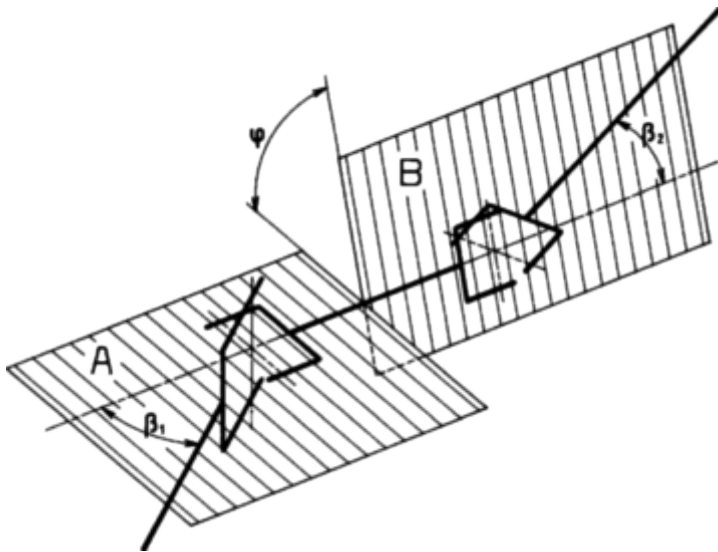


Der vollkommene Ausgleich der ungleichförmigen Bewegung durch das zweite Gelenk

Durch sinngemäße Hintereinanderschaltung von zwei Kreuzgelenken kann die Ungleichförmigkeit der Bewegung wieder ausgeglichen werden. Dabei wird z.B. eine durch das erste Gelenk verursachte Voreilung $+\Delta\alpha$ durch eine gleich große Nacheilung $-\Delta\alpha$ des zweiten Gelenks aufgehoben. Damit das eintritt, muß folgendes erfüllt sein:

1. Die Beugungswinkel der Gelenke müssen gleich groß sein.
2. Die Teile des zweiten Gelenks müssen um 90° früher oder später in ihre aus An- und Abtriebswelle gebildete Beugungsebene einlaufen als die Teile des ersten Gelenks. Oder anschaulicher ausgedrückt: Die Gabeln der mittleren Welle müssen gleichzeitig in ihren aus An- und Abtriebswellen gebildeten Ebenen A und B (Bild 14) liegen.

Bild 14

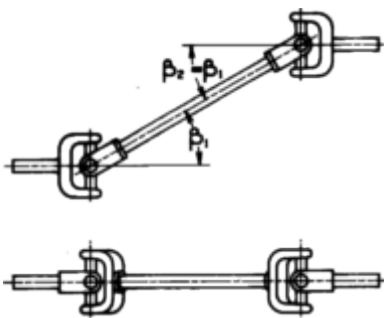


Aus dieser allgemein gültigen Formulierung lassen sich zwei häufige Anwendungsfälle ableiten:

6.1 Z-Beugung

In dieser am häufigsten vorkommenden Anwendungsart findet die Beugung nur in einer Ebene statt (Bild 15). Zum vollkommenen Bewegungsausgleich müssen die Gabeln der gemeinsamen Welle in einer Ebene liegen und die Beugungswinkel gleich sein.

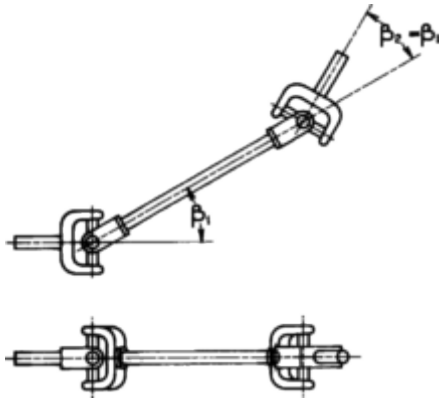
Bild 15



6.2 W-Beugung

Hier gilt dasselbe wie für die Z-Beugung.

Bild 16

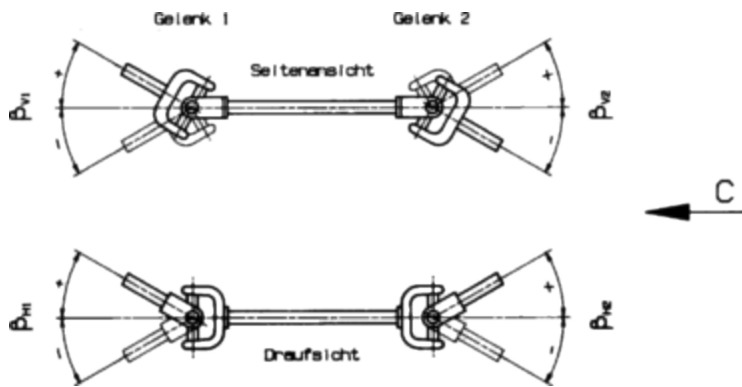


6.3 Räumliche Beugung

Zeigen die beiden Projektionen der Welle z.B. in der Seitenansicht Z-Beugung und in der Draufsicht W-Beugung oder umgekehrt, so ist eine räumliche Beugung entsprechend Bild 14 gegeben.

Die resultierenden Beugungswinkel β_1 und β_2 sowie der Verdrehwinkel φ der Beugungsebenen kann aus den Beugungswinkeln β_{V1} , β_{V2} , β_{H1} , β_{H2} der Projektionen gemäß Bild 17 und 18 ermittelt werden.

Bild 17



Beispiel: (Graphisches Verfahren).

Eine Anordnung gemäß Bild 19 sei gegeben. Es soll der Verdrehwinkel φ nach Größe und Richtung ermittelt werden.

Bild 18

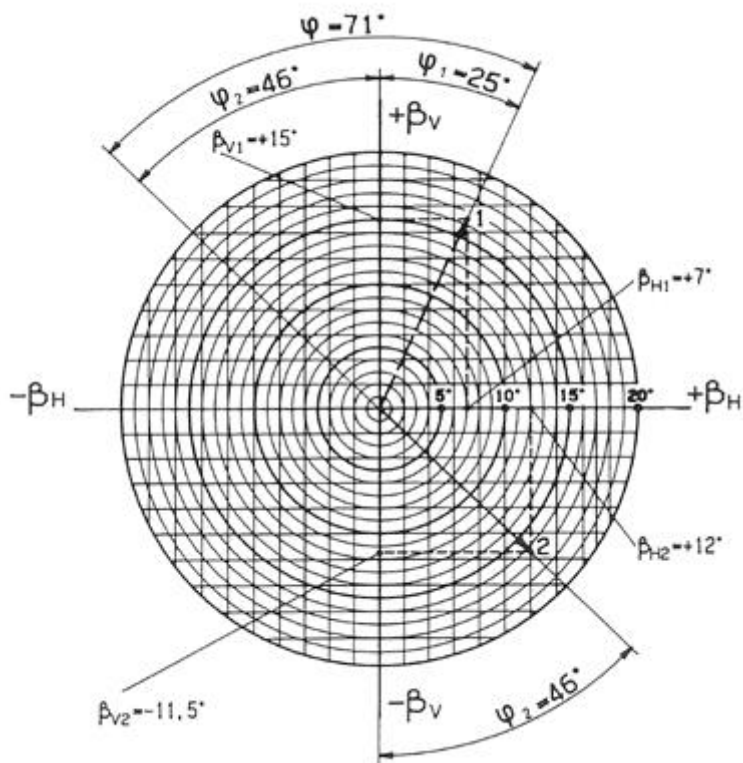
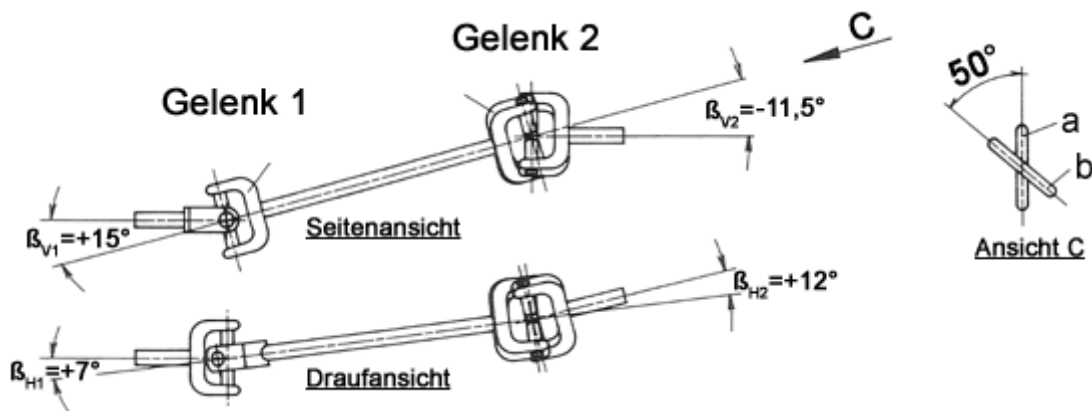


Bild 19



Die Werte $\beta_{V1} = +15^\circ$ und $\beta_{H1} = +7^\circ$ werden in das Diagramm (Bild 18) eingetragen und geometrisch addiert. Die gestrichelte Linie 1 ist die Beugungsebene des Gelenks 1, wenn man in Richtung C auf die Welle schaut. Die Länge der gestrichelten Linie ergibt den resultierenden Beugungswinkel $\beta_1 = 16,5^\circ$.

Die Winkel $\beta_{V2} = -11,5^\circ$ und $\beta_{H2} = +12^\circ$ werden in gleicher Weise eingetragen und ergeben mit der ausgezogenen Linie 2 die Beugungsebene des Gelenks 2. Die Länge der ausgezogenen Linie 2 ergibt den resultierenden Beugungswinkel β_2 .

Der Winkel zwischen den beiden Linien 1 und 2 ist der Verdrehwinkel φ . Um diesen Winkel muß die auf der gemeinsamen Welle liegende Gabel b des Gelenks 2 gegenüber der auf der gemeinsamen Welle liegenden Gabel a des Gelenks 1 bei Ansicht in Richtung C verdreht werden. Also um 71° entgegen dem Uhrzeigersinn.

Der resultierende Beugungswinkel kann auch wie folgt errechnet werden:

$$\tan \beta_1 = \sqrt{\tan^2 \beta_{H1} + \tan^2 \beta_{V1}}$$

$$\tan \beta_2 = \sqrt{\tan^2 \beta_{H2} + \tan^2 \beta_{V2}}$$

und der Verdrehwinkel φ :

$$\tan \varphi_1 = \frac{\tan \beta_{H1}}{\tan \beta_{V1}}$$

$$\tan \varphi_2 = \frac{\tan \beta_{H2}}{\tan \beta_{V2}}$$

$$\varphi = \varphi_1 \pm \varphi_2$$

Das Vorzeichen muß aus dem grafischen Verfahren entnommen werden. Wird φ größer als 90° , so nimmt man praktischerweise den Ergänzungswinkel.

6.4 Zulässige Toleranzen

Ist aus konstruktiven Gründen die vollkommene Gleichheit der Beugungswinkel nicht oder nicht immer möglich, so sollte folgende Bedingung mindestens eingehalten werden:

$$\beta_E = \sqrt{\beta_1^2 - \beta_2^2} \cong 3^\circ$$

β_E entspricht etwa dem Beugungswinkel eines Einfachgelenks, das den gleichen Unförmigkeitsgrad wie die Gelenkwelle erzeugt.

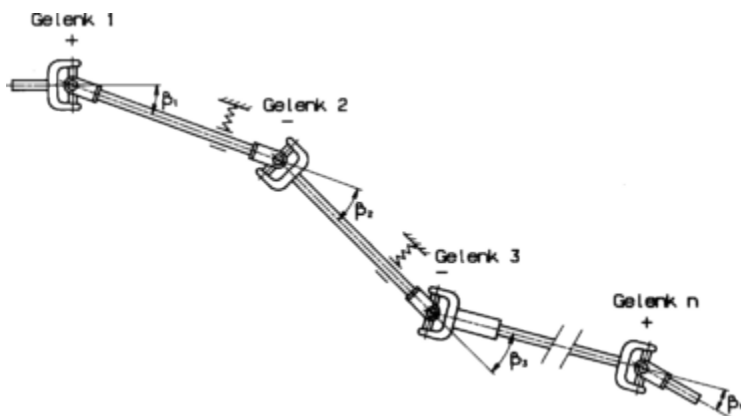
6.5 Gelenkwellenstrang

Häufig müssen in Fahrzeugen Gelenkwellenstränge mit 3 oder mehr Gelenken eingesetzt werden. Dann gilt:

$$\beta_E = \sqrt{\pm \beta_1^2 \pm \beta_2^2 \pm \beta_3^2 \dots \pm \beta_n^2} \cong 3^\circ$$

Gelenke mit gleicher Gabelstellung bezüglich ihrer Beugungsebene haben das gleiche Vorzeichen (siehe Bild 20).

Bild 20



Auch bei Gelenkwellensträngen mit räumlicher Beugung läßt sich in vielen Fällen ein ausreichender Ausgleich erzielen. Bitte fragen Sie hier bei uns an. Wir beraten Sie gerne.

Weiterführendes zur Gelenkwellenkinematik enthält auch die VDI-Richtlinie 2722.