

## Kinematische Grundlagen

Die gleichförmige Drehung eines einfachen Kreuzgelenkes im gebeugten Zustand resultiert an der Abtriebsseite in einem ungleichförmigen Bewegungsablauf. Der Differenzwinkel  $\varphi_2 - \varphi_1$  beschreibt den Unterschied zwischen der angetriebenen- und der abgetriebenen Welle bei einem einfachen Gelenk (Diagramm der Winkelgeschwindigkeiten siehe Seite x). Dieser ungleichförmige Bewegungsablauf wird durch die Verbindung zweier einfachen Gelenke ausgeglichen.

Die Voraussetzungen für den Ausgleich sind:

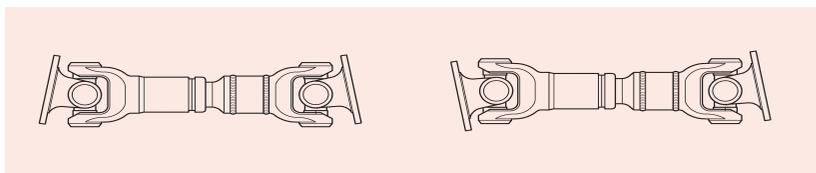
1. Identischer Beugungswinkel der zwei Gelenke. Die maximale Abweichung sollte weniger als  $1^\circ - 1,5^\circ$  betragen.
2. Das zweite Gelenk muss um  $90^\circ$  versetzt in die aus An- und Abtriebswelle gebildete Beugungsebene einlaufen.
3. An- und Abtriebswelle müssen in der selben Ebene liegen.

Eine Ausnahme besteht dann, wenn bei einer räumlich abgewinkelten Gelenkwelle An- und Abtriebswelle nicht in einer Ebene liegen. Um eine gleichförmige Abtriebsbewegung zu erzielen, ist es notwendig, die inneren Gelenkgabeln so gegeneinander zu verdrehen, dass sie jeweils in der von ihrem Gelenk gebildeten Beugungsebene liegen. Dabei müssen die räumlichen Beugungswinkel gleich gross sein. Bei der Ermittlung des Versatzwinkels steht Ihnen unsere techn. Beratung zur Verfügung.

## Montage

Mit den grundlegenden Bewegungsabläufen und den geometrischen Zusammenhängen der Gelenkwelle ergeben sich die zwei häufigsten Anordnungen:

Es ist bei beiden Anordnungen zu beachten, dass die Beugungswinkel gleich gross sind und die Gabeln in der gleichen Ebene liegen. Die Ungleichförmigkeit am Abtrieb wird durch falsch zusammengesteckte Gelenkwellen nicht aufgehoben, sondern sie verstärkt sich. Dieses kann der Zerstörung von Gelenklager und Keilprofile führen. Daher ist beim Zusammenstecken der Gelenkwellenhälften darauf zu achten, dass sich die Markierungspfeile gegenüberliegen



## Wartung

Die Gelenkwellen sind normalerweise mit 3 Kegelschmiernippeln DIN 71412 ausgerüstet. Dabei wird jedes Gelenk über je einen Nippel (Zentralabschmierung, d.h. der Schmiernippel befindet sich innen am Gelenkkreuz. Die einzelnen Lagerbüchsen werden über Schmierkanäle mit Fett versorgt.) abgeschmiert; der dritte Nippel dient zum Nachschmieren des Keilprofils. Bei kunststoffbeschichteten (rislanbeschichtet) Längsausgleichen entfällt dieser Nippel.

Zum Nachschmieren der Gelenkwellen sollen tithiumverseifte Fette der Konsistenzklasse 2 eingesetzt werden. Die Schmierstoffe dürfen keine MoS<sub>2</sub>-Zusätze enthalten.

Gelenkwellen sind normalerweise für einen Temperaturbereich von  $-30^\circ\text{C}$  bis max.  $+100^\circ\text{C}$  verwendbar. Für höhere bzw. tiefere Temperaturen müssen Sonderausführungen eingesetzt werden.

Für die Gelenkwellenreihen des Typs HA 100 und HA 103 sind nachfolgende Ausführungen lieferbar:

| Drehmoment | Rollenlager | Nadellager | wartungsfreies Gelenkkreuz | Aussenabschmierung |
|------------|-------------|------------|----------------------------|--------------------|
| 190        | nein        | Standard   | möglich                    | möglich            |
| 400        | nein        | Standard   | möglich                    | möglich            |
| 920        | nein        | Standard   | möglich                    | möglich            |
| 1'700      | nein        | Standard   | möglich                    | nein               |
| 2'300      | möglich     | Standard   | möglich                    | möglich            |
| 3'350      | möglich     | Standard   | möglich                    | möglich            |
| 4'100      | Standard    | nein       | möglich                    | möglich            |
| 5'500      | Standard    | nein       | möglich                    | möglich            |
| 8'200      | Standard    | nein       | möglich                    | möglich            |

## Dimensionierung von Wellen für stationäre Anwendungen

### Drehmomente

Gelenke und Gelenkwellen dienen zum Übertragen von Drehmomenten zwischen gebeugten Wellen. Die übertragbaren Kräfte sind durch die Belastbarkeit der Werkstoffe begrenzt. Die Gebrauchsdauer einer Gelenkwelle wird hauptsächlich durch die Gelenklager bestimmt. Die für die einzelnen Gelenkgrößen angegebenen max. zulässigen Drehmomente  $M_{dmax}$  gelten in der Regel nur für kurzfristige Spitzenbelastungen. Das jeweils zulässige Dauerdrehmoment muss in Abhängigkeit von den übrigen Betriebsdaten, wie Stossfaktoren, Beugungswinkel, Drehzahl usw., von Fall zu Fall ermittelt werden.

### Stossfaktoren

Je nach Art des Antriebes bzw. des jeweiligen Einsatzfalles kann eine Gelenkwelle Stossbelastungen ausgesetzt sein, die erheblich über dem Nennmoment liegen. Um diese zu berücksichtigen, müssen Stossfaktoren eingesetzt werden. Nachstehend einige Stossfaktoren für die gebräuchlichsten Antriebsmaschinen:

| Antriebsmaschine                | mit Elastikkupplung | ohne Elastikkupplung |
|---------------------------------|---------------------|----------------------|
| Turbine oder Elektromotor       | 1                   | 1 bis 1,5            |
| Ottomotor 4 und mehr Zylinder   | 1,25                | 1,75                 |
| Ottomotor 1 bis 3 Zylinder      | 1,5                 | 2                    |
| Dieselmotor 4 und mehr Zylinder | 1,5                 | 2                    |
| Dieselmotor 1 bis 3 Zylinder    | 2                   | 2,5                  |

Selbstverständlich ist nicht nur der Antrieb, sondern in vielen Fällen auch der Abtrieb für Stossbelastungen verantwortlich. Wegen der Vielzahl der verschiedenen Möglichkeiten können hierzu jedoch keine allgemein gültigen Angaben gemacht werden.

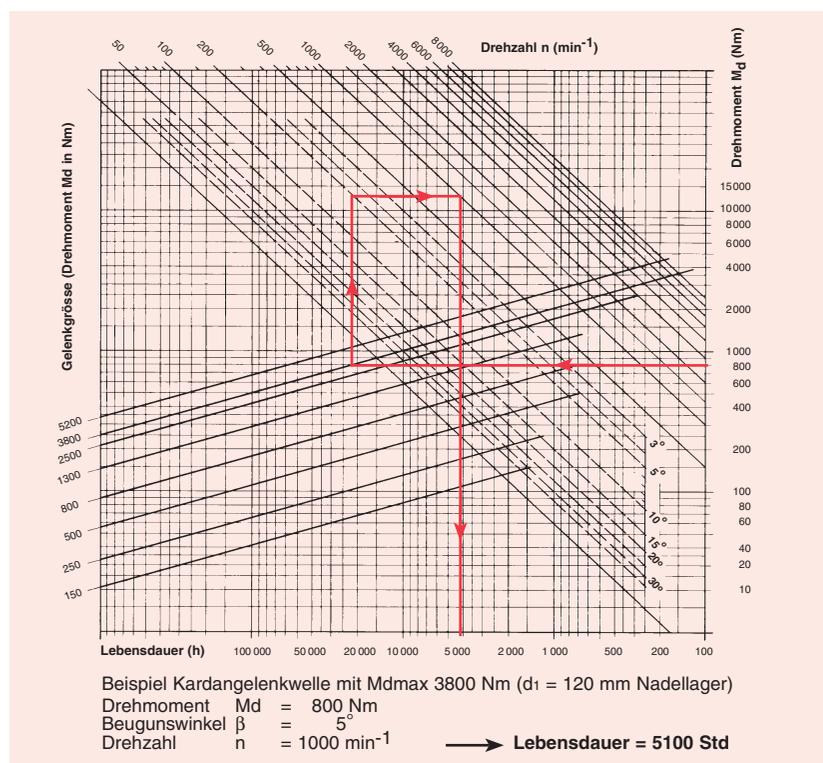
### Lebensdauer

Es ist nicht möglich für jeden Anwendungsfall, die Eignung einer Gelenkwelle durch Versuche zu ermitteln. Die Dimensionierung der erforderlichen Gelenkgröße erfolgt durch Anwendung rechnerischer Methoden, basierend auf den abgewandelten Methoden der Wälzlagertheorie. Diese gibt die Betriebsstundenzahl an, welche von 90% gleicher Lager erreicht oder von ihnen überschritten werden.

Einen grossen Einfluss auf die Lebensdauer der Lager und damit der Gelenkwelle, hat der Beugungswinkel. Grundsätzlich sollte ein möglichst kleiner Beugungswinkel angestrebt werden. Die Grenznutzungsdauer wälzgelagerter Gelenke verringert sich um jeweils die Hälfte bei einer Vergrößerung des Beugungswinkels um  $5^\circ$ .

Eine Vielzahl unterschiedlichster Faktoren, welche oft schwer zu ermitteln sind, haben Einfluss auf die richtige Dimensionierung der Gelenkwelle. Es müssen nicht nur Drehmomente, Stossfaktoren, Länge, Beugungswinkel und Drehzahl sondern auch die Einbaugeräte wie z.B. ungleiche Beugungswinkel, Verschmutzungen und Massenträgheitsmomente berücksichtigt werden. Anzustreben ist ein ausgewogenes Verhältnis zwischen dem höchsten, übertragbaren Moment und der für die Anwendung erforderlichen Lebensdauer.

Das nachfolgende Lebensdauerdiagramm ermöglicht Ihnen eine überschlagsmässige Ermittlung der nominellen Lebensdauer. Ist der Beugungswinkel kleiner als  $3^\circ$  sollten Sie von  $\beta = 3^\circ$  ausgehen, da sonst das ermittelte Ergebnis verfälscht wird.



Für eine genaue Ermittlung der Lebensdauer steht Ihnen unsere Beratung jederzeit zur Verfügung.

### Drehzahlen und Beugungswinkel

Wie im vorstehenden Text gezeigt, kann durch entsprechende Massnahmen ein gleichförmiger Abtrieb an der Gelenkwelle erreicht werden. Das Mittelteil läuft jedoch nach wie vor ungleichförmig und unterliegt zweimal pro Umdrehung einer Beschleunigung und Verzögerung. Das daraus resultierende Beschleunigungsmoment ist abhängig vom Massenträgheitsmoment des Gelenkwellen-Mittelteils sowie von Drehzahl und Beugungswinkel. In Hinblick auf Laufruhe und Verschleiss darf deshalb das Produkt aus Drehzahl und Beugungswinkel nicht zu gross werden. Für den allgemeinen Maschinenbau können entsprechende Richtwerte direkt aus dem nachstehenden Diagramm entnommen werden, das für Gelenkwellen mit Normalrohr bis ca. 1500mm Gesamtlänge ausgelegt ist.

