

Zusammenfassung

- Passungswahl erfolgt vor der Berechnung des Lagerspiels
- Mit der Wahl der richtigen Passung sollen im Betrieb Relativbewegungen zwischen Innenring und Welle bzw. Außenring und Gehäuse verhindert werden
- Eine falsche Lagerpassung kann Lagerschäden bewirken
- Passungsarten: Übermaß-, Übergangs- und Spielpassung
- In manchen Anwendungen ist die Berechnung einer minimalen und maximalen Überdeckung zwischen Innenring und Welle bzw. Gehäuse und Außenring erforderlich

Übermaßpassung, Übergangspassung, Spielpassung. Diese drei Passungsarten solltet ihr nach dem Lesen dieses Beitrags kennen und definieren können. Aber zuvor ist es sinnvoll zu verstehen, was Passungswahl überhaupt ist und was man dabei beachten muss.

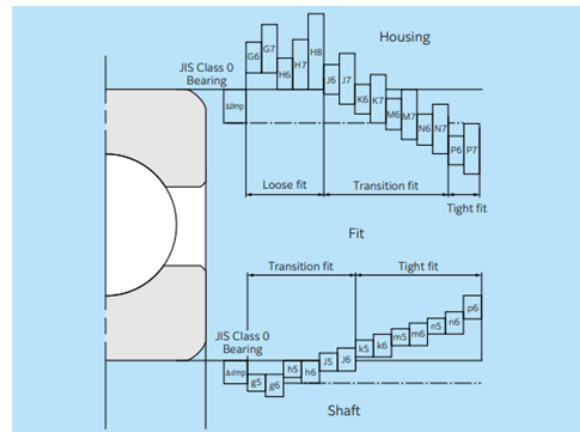
Warum ist die Passungswahl wichtig?

Die Auswahl einer Passung erfolgt klugerweise vor der Berechnung des Lagerspiels, da diese sich unmittelbar auf das [Lagerspiel](#) auswirkt. Sie ist somit das A und O im Maschinenbau.

Die Passungswahl, auch *Lagerpassung* genannt, ist sehr wichtig, um im Betrieb Relativbewegungen zwischen [Innenring](#) und Welle sowie [Außenring](#) und Gehäuse zu verhindern oder zu ermöglichen.

Bei zu geringer Überdeckung treten ungewollte Relativbewegungen potenziell

zwischen den Passflächen des Lagers sowie der Welle bzw. dem Gehäuse auf und verlaufen in radialer bzw. Drehrichtung oder axialer Richtung. Bei diesen Relativbewegungen kann es zu Schäden an Welle, Gehäuse sowie am Lager kommen, die dann zu teuren bzw. aufwändigen Reparaturmaßnahmen führen. Neben dem Lager selbst müssen dann auch Welle und Gehäuse gegebenenfalls ausgetauscht werden. Es gibt Fälle, bei denen sich das Lager jedoch frei bewegen soll, zum Beispiel bei Loslagern. Dabei muss sichergestellt sein, dass ein ausreichendes Spiel zwischen den Passflächen des Lagers sowie der Welle bzw. dem Gehäuse besteht. Wenn kein Spiel vorhanden ist, besteht die Gefahr, dass das Lager bei Temperaturschwankungen mit einhergehenden Längendehnungen von Gehäuse und/oder der Welle blockiert.



Bei der Wahl der Passung sollte immer ein Blick auf die Betriebsbedingungen (insbesondere Einflüsse wie Temperaturschwankungen und Lagerbelastungen) geworfen werden.

Eingeschränkt werden muss im Hinblick auf die Passungswahl, dass alle Lager mit **Linienkontakt (Rollerlager)** potenziell auch unmittelbar im Gehäuse und/oder auf der Welle laufen können. Die Lagerpassung ist auch in solchen Fällen sehr wichtig, da über diese ein direkter Einfluss auf das Lagerspiel genommen wird.

Eine korrekte Ausführung der richtigen Passung ist ebenfalls unverzichtbar. Ganz besondere Aufmerksamkeit muss hier der geometrischen Form der Wellen- und Gehäuselagerpassung gewidmet werden, denn alle Geometriefehler übertragen sich gegebenenfalls auf Innenring sowie Außenring. Sie können zu Schwingungen, Laufgeräuschen und schlussendlich zu einem Lagerschaden führen (siehe Liste „Lagerschäden durch falsche Passung“). Um dies zu

vermeiden, ist es sinnvoll, die Wahl einer Übermaß-, Übergangs- oder Spielpassung erst nach sorgfältiger Analyse der Betriebsbedingungen (und der umgebenden Bauteile) zu fällen. Dabei sollte man sich strikt an die Empfehlungen des Wälzlagerherstellers nach [Katalog](#) halten.

Lagerschäden durch falsche Passung:

- Risse in der Laufbahn, frühzeitiges [Flaking](#) und Versatz der Laufbahn
- Abrieb an Laufbahn und Welle oder Gehäuse durch Kriech- und Mikrokorrosion
- Fressen verursacht durch negatives Lagerspiel ([Vorspannung](#))
- Geräuschentwicklung und Verschlechterung der [Rundlaufgenauigkeit](#) als Folge von Laufbahn deformation

Lagerschäden durch falsche Passung sind nicht nur vielfältig, sondern zum Glück auch vermeidbar.

Zentrale Kriterien sind an dieser Stelle beispielsweise das Wellen- und Gehäusematerial, die Wandstärke sowie die Oberflächenbeschaffenheit. Hinzu kommen die Betriebsbedingungen des Wälzlagers – dazu zählen Faktoren wie die Belastungsart, -größe und -richtung, die [Drehzahl](#) sowie die Temperatur.

Übermaßpassung

Im Allgemeinen stellt die Übermaßpassung eine effektive Befestigungsart der Passfläche der Lagerringe und Welle bzw. Gehäuse dar. Wie die Abbildung zu „Radiallast und Lagersitz“ zeigt, ist eine Übermaßpassung bei Lagerringen mit umlaufender Belastung erforderlich – dies betrifft sowohl den Innenring als auch den Außenring. „Lagerringe mit umlaufender Belastung“ bezieht sich auf Lagerringe, die rotierenden Belastungen relativ zu ihrer radialen Richtung ausgesetzt sind. Starke Übermaßpassungen sind zudem für Betriebsbedingungen mit hohen Vibrations- oder Stoßbelastungen, bei Hohlwellen und dünnwandigen Gehäusen

sowie bei Anwendungen mit Gehäusen aus Kunststoff zu empfehlen. Ferner sind Passungen mit geringer Überdeckung mitunter für Anwendungen mit hoher geforderter Laufgenauigkeit oder beim Einsatz von kleinen oder dünnwandigen Lagern zu empfehlen. Zumeist muss das Lager bei einer Übermaßpassung auf die Welle oder das Gehäuse gepresst werden, weshalb die Montage und Demontage recht aufwendig werden kann. Voraussetzung ist also, dass zum Beispiel die Welle ein bisschen größer als der Innendurchmesser d des Wälzlagers ist. Ein weiterer genereller Nachteil der Übermaßpassung besteht in der Reduzierung des Lagerspiels bzw. Betriebsspiels.

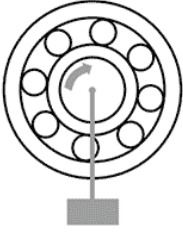
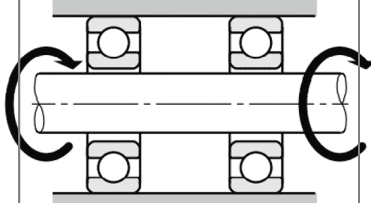
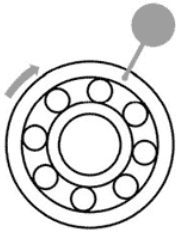
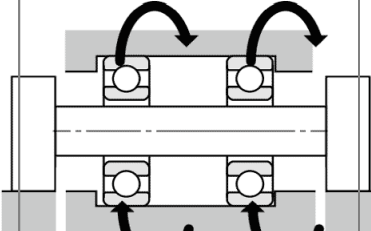
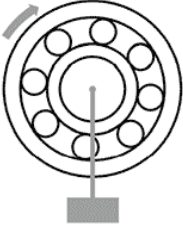
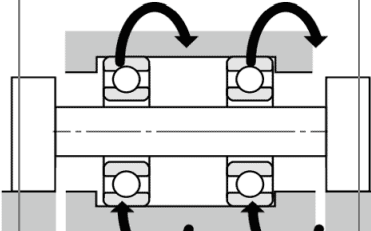
Übergangspassung

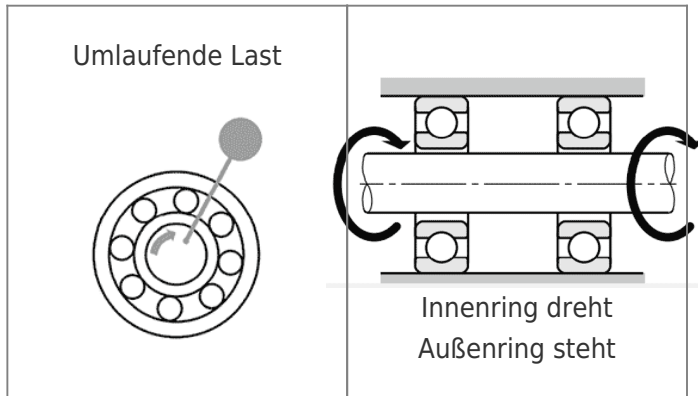
Neben der Übermaßpassung gibt es die Übergangspassung, die zum Einsatz kommt, wenn in einer Anwendung Toleranzen gegeben sind, die ein Spiel genauso wie ein Übermaß erlauben.

Spielpassung

Bei nicht trennbaren Lagern, wie z. B. [Rillenkugellagern](#), wird entweder für den Innenring oder den Außenring eine Spielpassung empfohlen. Dabei wird der Lagerring, der einer [Punktbelastung](#) ausgesetzt ist, mit einem Lossitz versehen. Der Durchmesser des Lageraußenrings ist kleiner als der minimale Durchmesser des Gehäuses oder der Innenringdurchmesser ist größer als der maximale Wellendurchmesser. Der Zusammenhang zwischen Lagersitz und Belastungsart ist in der Abbildung dargestellt.

Abbildung	Lagerdrehrichtung	Ringbelastung	Lagersitz
-----------	-------------------	---------------	-----------

<p>Feststehende Last</p> 	 <p>Innenring dreht Außenring steht</p>	<p>Umlaufende Last für den Innenring Punktlast für den Außenring</p>	<p>Innenring: Festsitz Außenring: Lossitz</p>
<p>Umlaufende Last</p> 	 <p>Innenring steht Außenring dreht</p>		
<p>Feststehende Last</p> 	 <p>Innenring steht Außenring dreht</p>	<p>Punktlast für den Innenring Umlaufende Last für den Außenring</p>	<p>Innenring: Festsitz Außenring: Lossitz</p>



Radiallast und Lagersitz: Hier seht ihr den Zusammenhang zwischen Belastungsart und Lagerpassung.

Ermittlung der Lagerpassung

Die Überdeckung kann auf Basis der Durchmesser-toleranzen der Wellen- und Gehäusebohrungen und der Toleranzen der Lagerringe ermittelt werden. Empfohlene Werte für die Überdeckung und mögliche Passungen für verschiedenste Anwendungsfälle lassen sich in der Regel in entsprechenden Tabellen, zum Beispiel im [NTN-Katalog](#), finden.

Minimale und maximale Überdeckung

In einigen Anwendungen ist die Berechnung einer minimalen und maximalen Überdeckung zwischen Innenring und Welle bzw. Gehäuse und Außenring notwendig. Dabei sollte im Rahmen der minimalen Überdeckung berücksichtigt werden, dass die Überdeckung durch vier zentrale Faktoren verringert wird.

Verringerung der Überdeckung durch:

- Radiale Belastungen
- Differenzen zwischen Lagertemperatur und Umgebungstemperatur
- Form-/Oberflächenänderung der Passflächen

- Verformung

Die Innen- und Außenringsspannung sind bei der Wahl der Passungen zu beachten.

Der erste Faktor, der im Detail betrachtet wird, ist also die Tatsache, dass sich die Überdeckung zwischen Innenring und Welle verringert, wenn eine Radiallast auf das [Wälzlager](#) einwirkt. Dieser Einfluss, welcher im Folgenden als erforderliche effektive Überdeckung entsprechend der Radiallast Δ_{dF} bezeichnet wird, kann anhand von Formel 7 und Formel 8 berechnet werden.

Formel 7

$$F_r \leq 0,3 C_{or}$$

$$\Delta_{dF} = 0,08 (d \times F_r / B)^{1/2} \quad \text{N}$$

Formel 8

$$F_r > 0,3 C_{or}$$

$$\Delta_{dF} = 0,02 (F_r / B) \quad \text{N}$$

Die Formeln dienen der Berechnung der Verringerung der Überdeckung durch eine radiale Belastung Δ_{dF} .

Δ_{dF} = erforderliche effektive Überdeckung μ m
entsprechend der Radiallast N

d = Durchmesser der Lagerbohrung, mm

B = Breite des Innenrings, mm

F_r = Radiallast N {kgf}

C_{or} = [Statische Tragzahl](#) N {kgf}

Eine Handvoll Variablen kommt für die Berechnung von Δ_{dF} zum Einsatz.

Die Überdeckung zwischen Innenringen und Stahlwellen wird durch Temperaturerhöhungen (Differenz zwischen Lagertemperatur und Umgebungstemperatur, ΔT) aufgrund des Lagerbetriebes verringert. Die Berechnung der minimal erforderlichen Überdeckung in solchen Fällen ist in Formel 9 dargestellt.

Formel 9

Δ_{dT} wird mit dieser Formel berechnet.

$$\Delta_{dT} = 0,0015 \times d \times \Delta T$$

Δ_{dT} = erforderliche, effektive Überdeckung
für

die Temperaturdifferenz in μm

ΔT = Differenz zwischen
Lagerinnenringtemperatur und
Umgebungstemperatur in $^{\circ}\text{C}$

d = Durchmesser der Lagerbohrung in mm

Des Weiteren muss bei der Passungswahl beachtet werden, dass die Passfläche infolge einer Pressmontage - anders als bei einer Wärmemontage - möglicherweise geglättet wird. Dies bedeutet zugleich, dass sich die Überdeckung verringert. Das Ausmaß, in dem das Übermaß abnimmt, hängt von der Rauheit der Passflächen ab. Im Allgemeinen muss mit einer Reduzierung des Übermaßes gerechnet werden (s. „Reduzierung der Überdeckung“).

Reduzierung der Überdeckung:

- bei geschliffenen Wellen: 1,0~2,5 μm
- bei gedrehten Wellen: 5,0~7,0 μm

*Wie stark sich die Überdeckung verringert,
hängt von der Art der Welle ab.*

Die bisherigen Kriterien bezogen sich auf die minimale Überdeckung, nun kommt jedoch ein Aspekt hinzu, der die maximale Überdeckung betrifft. Und zwar führt der Einsatz von Lagerringen mit Überdeckung zu Spannungen und Druckbeanspruchung an der Passfläche. Ist die Überdeckung zu groß – hierbei muss auf jeden Fall die vorgegebene Obergrenze von ca. 127 MPa im Auge behalten werden – darf man sich über Beschädigungen der Lagerringe und damit einhergehend eine kürzere Lebensdauer nicht wundern. Folgen einer zu hohen Überdeckung können Risse im Innenring und ein Brechen der Führungsborde darstellen.

Passungswahl bei Materialien mit starker Wärmeausdehnung

Welle und Gehäuse können aus anderen Werkstoffen als Stahl bestehen. Insbesondere bei Werkstoffen mit hohen Wärmeausdehnungskoeffizienten (zum Beispiel Aluminium) muss beachtet werden, dass sich die Passung von Innenring und Welle respektive Außenring und Gehäuse verändert, wenn die Temperatur während des Betriebes des Lagers steigt. Weil sich Materialien wie Aluminium schneller als beispielsweise Stahl ausdehnen, können diese nur bedingt durch festere Passungen ausgeglichen werden. Bei zu extremen Temperaturschwankungen sollte beim Gehäuse auf Werkstoffe mit vergleichbaren Ausdehnungskoeffizienten wie Gussstahl ausgewichen werden.

Formel 10

$$\Delta d_{TE} = (\alpha_1 - \alpha_2) \times d \times \Delta T$$

Δd_{TE} = Veränderung des Übermaßes wegen unterschiedlicher Ausdehnungskoeffizienten

α_1 = Ausdehnungskoeffizient des Wälzlagers, 1/°C

α_2 = Ausdehnungskoeffizient von Welle und Gehäuse, 1/°C

d = Bezugsdurchmesser der relevanten Passung in mm

ΔT = Temperaturanstieg bei Lagerbetrieb

Ausdehnungskoeffizienten einzelner Werkstoffe müssen bei der Passungswahl berücksichtigt

werden. Grund dafür ist, dass andere Materialien als Stahl auch andere Ausdehnungskoeffizienten besitzen.

Das könnte Dich auch interessieren Lagerluft, Betriebsspiel und Vorspannung

9. März 2022

Lagerluft und Betriebsspiel, ist das nicht dasselbe? Und Vorspannung, schon mal gehört, aber was soll das sein?! Wie berechne ich all diese Werte und welche

[Weiterlesen »](#)

Lebensdauerberechnung

9. März 2022

Mist - Lagerschaden! Wenn ihr bedenkt, dass Wälzlager einer anhaltenden Druck- und Scherbelastung ausgesetzt sind, ist dies zunächst einmal nichts Ungewöhnliches. Entscheidend ist dabei eher

[Weiterlesen »](#)



Pendelrollenlager

9. März 2022

Charakteristika der Pendelrollenlager Pendelrollenlager sind echte Alleskönner. So sind diese Lager imstande, schwere Lasten in axialer und radialer Richtung aufzunehmen. Eingesetzt werden Pendelrollenlager mehrheitlich in

[Weiterlesen »](#)