

Konstruktion 3

Vorbesprechung



- **Testat zum Entwurf**
- **Gehäuse, Dichtungen**
- **CAD-Tutorium Abgabe**



Bild: Siemens



Konstruktion

↓ Lagerauslegung, -konstruktion

↓ Lagerfestlegung

↓ Welle-Nabe-Verbindungen WNV

↓ Gehäuse

↓ Schrauben

↓ Schmierung




↓ Dichtung

↓ Abgabe

Lagerauslegung

- ➔ Kräfte aus Verzahnungs- und Wellenberechnung
(Umrechnung zurück auf **Nennlast**), isometrischer Kräfteplan
- ➔ Überschlägige Lagerabstände
- ➔ Lagerdaten: Katalog, www.ina.de → medias, www.skf.de etc.
- ➔ Forderung: $L_{10h} \geq 20000h$
aber auch nicht zu groß (vor allem nicht bei schnelllaufenden Wellen)!
- ➔ Lagernachrechnung
von Hand / Excel / MathCad oder (nicht empfohlen) Mdesign

Kontrolle

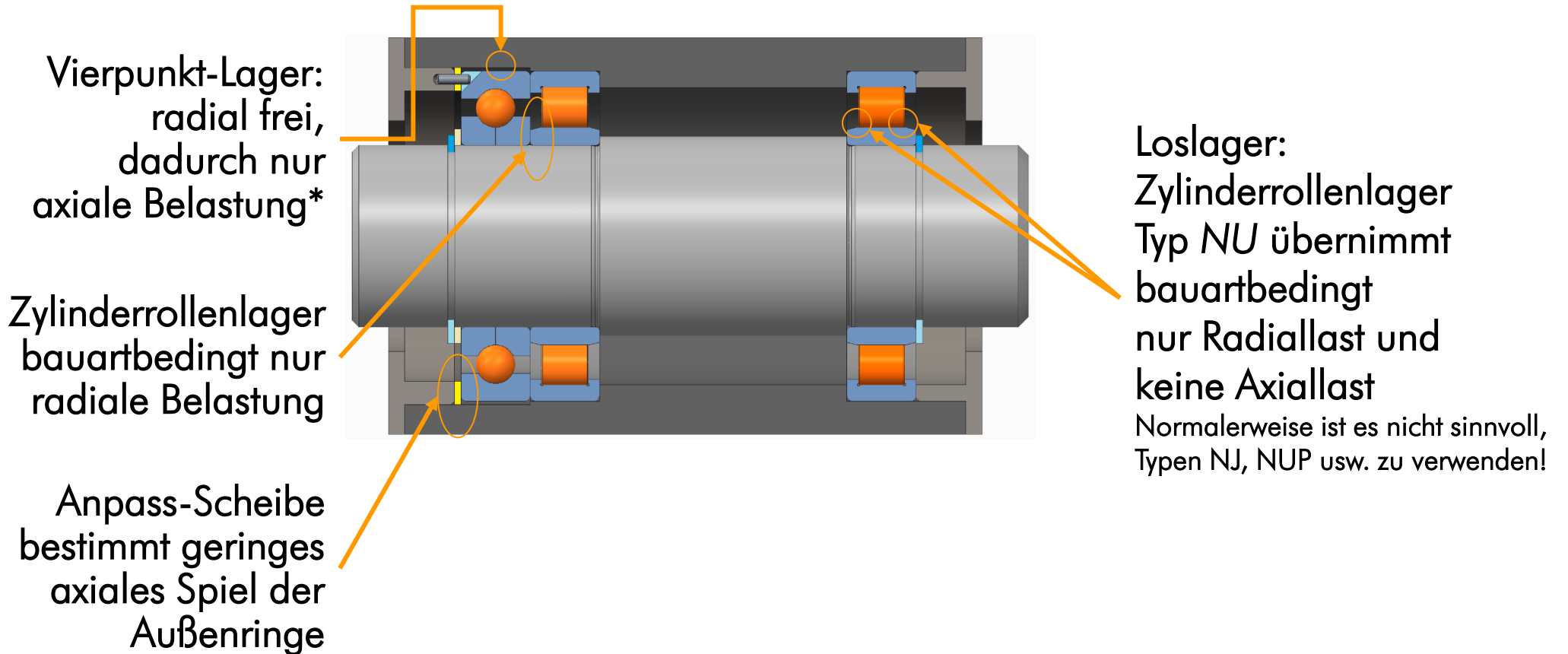
-  Eingabe = Ausgabe?
-  Lagerkräfte überschlägig prüfen!
-  Krafrichtungen prüfen!

Lageranordnung - Varianten

Fest-Los-Lagerung / Bsp.1

* soll in Ausnahmefällen ein Vierpunktlager alleine als Festlager verwendet werden, muss $F_{ax}/F_{rad} > 1,2$ sein!

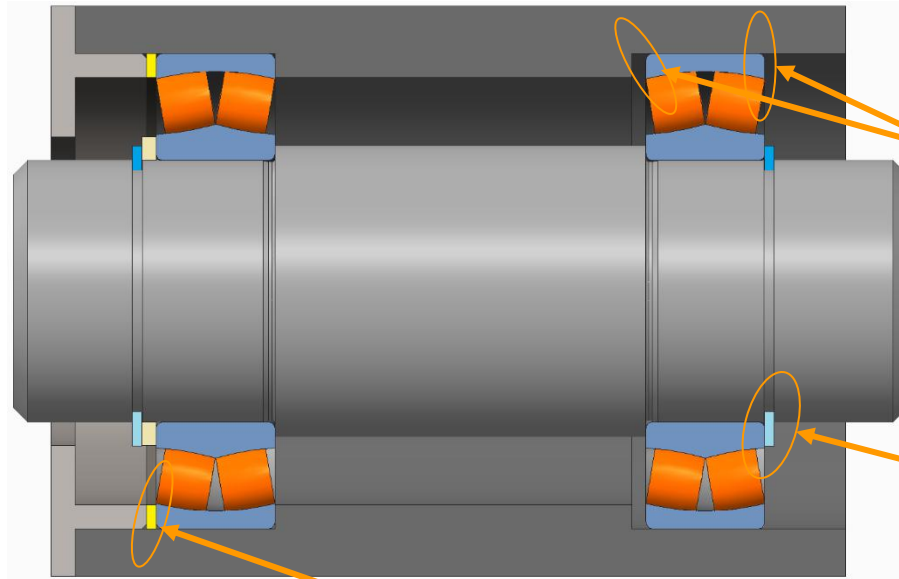
Fest-Los-Lagerung



Lageranordnung - Varianten

Fest-Los-Lagerung/ Bsp.2

Pendelrollenlager – Pendelrollenlager

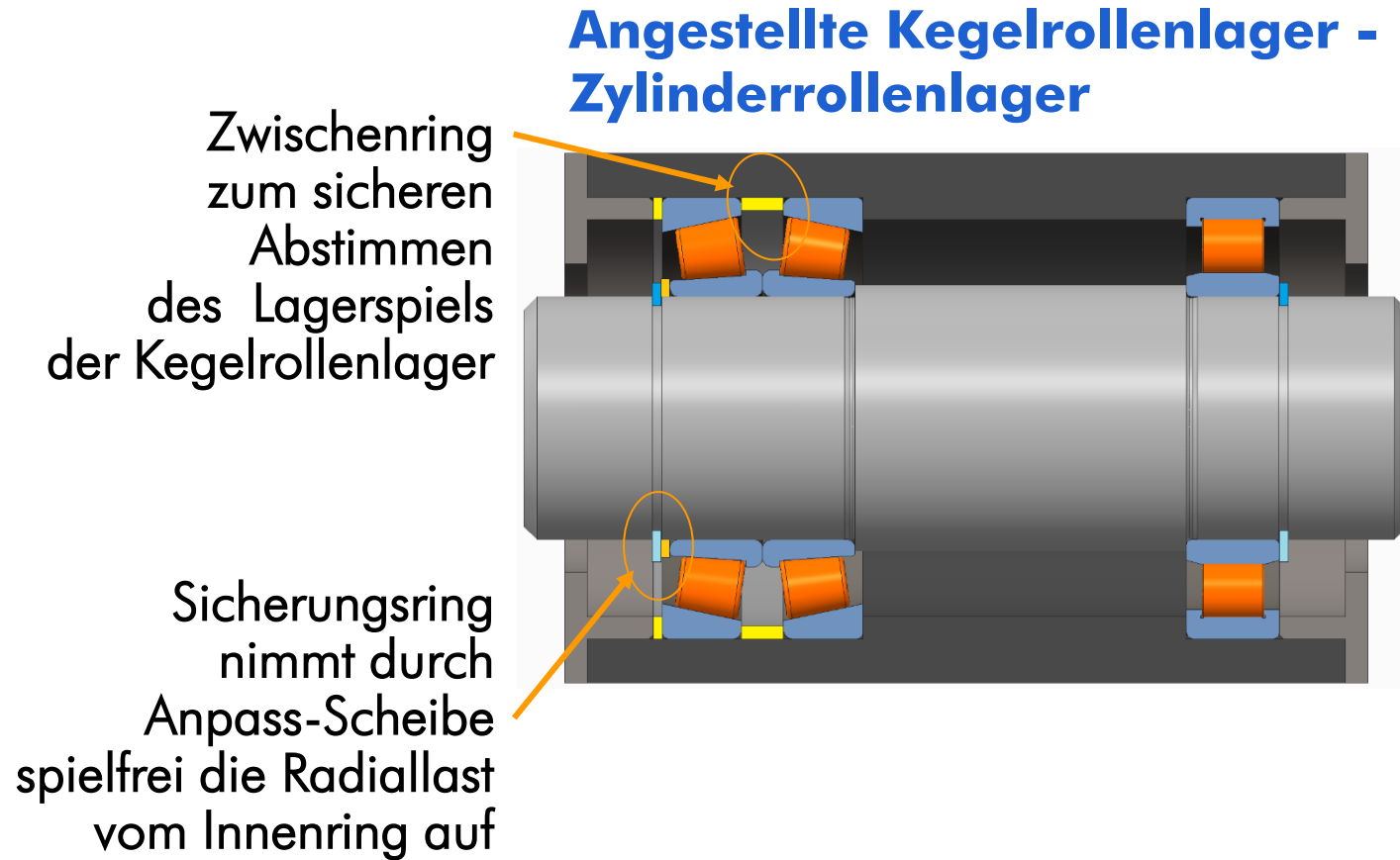


Loslager: Außenring
der Pendelrollenlager
axial frei.
Passung beachten!

Loslager überträgt keine
Axiallast:
Keine Abstimmzscheibe
am Sicherungsring nötig

PeRoLa als Festlager: Axiale Belastung prüfen!
Sinnvolle radiale Belastbarkeit beider Rollenreihen und
Vermeiden von Einzentrieren der Welle nur, wenn $F_{ax}/F_{rad} < \frac{2}{3}e$!
Nachweis nötig! Sonst ist die Verwendung hier nicht zulässig.

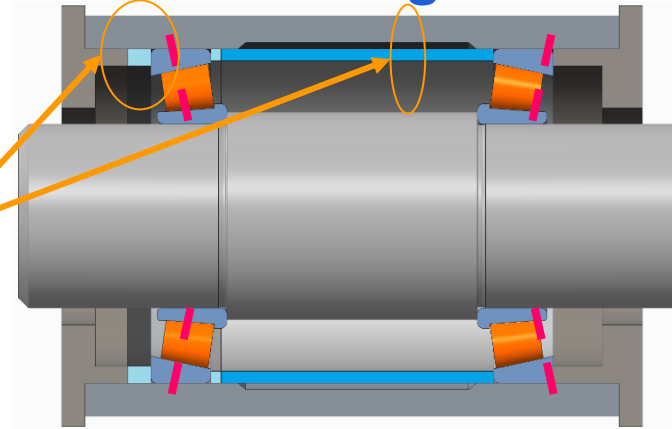
Lageranordnung - Varianten Fest-Los-Lagerung/ Bsp.3



Lageranordnung - Varianten angestellte Lagerung

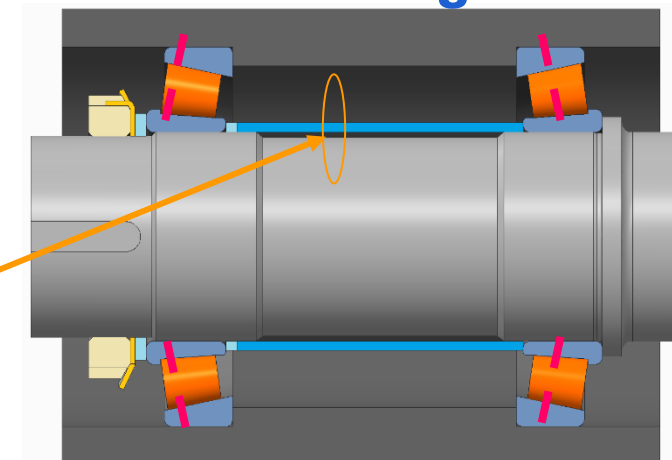
Hülse und Ringe
zum sicheren Abstimmen
des Lagerspiels
der Kegelrollenlager

X-Anordnung ✕



Hülse und Ring
zum sicheren Abstimmen
des Lagerspiels
der Kegelrollenlager

O-Anordnung ⇔



Lagerwahl

ungeeignete Bauart führt zu großen erforderlichen Lagerabmessungen !
(Entscheidungshilfe → RM Bild 14.25)

Anforderungen/Ausführung	Wälzlagerbauformen																
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	k	l	m	n	o	p	q	
rein radial belastbar	2	2	3	1	2	3	3	3	3	3	4	4	4	0	0	0	
rein axial belastbar	2	2 ¹⁾	2	3	1	0	2 ¹⁾	2	0	3 ¹⁾	3	1	2	3 ²⁾	3 ²⁾	3 ¹⁾	
kombiniert belastbar	2	3 ¹⁾	3	2	1	0	2 ¹⁾	2	0	4 ¹⁾	4	1	4	0	0	2 ¹⁾	
Längenausgleich im Lager	0	0	0	0	0	4	2	2 ¹⁾	4	0	0	0	0	0	0	0	
Lager selbsthaltend	j	j	j ³⁾	0	j	0	0	0	0	0	0	j	j	0	0	0	
Festlager	3	3 ¹⁾	3	3	2	0	3 ¹⁾	3	0	4 ¹⁾	4	3	3	3 ²⁾	3 ¹⁾	4 ¹⁾	
Loslager	2	0	2	1	2	4	2 ¹⁾	2	4	0	1	2	2	0	0	0	
schwimmende Lagerung	4	0	0 ⁴⁾	0	3	0	2	0	0	0	0	2	2	0	0	0	
Einstellen eines Lagerspiels	0	j	0	0	0	0	0	0	0	j	j	0	0	j	j	j	
Ausgleich von Schiefstellungen im Betrieb	1	1	0	0	4	1	1	1	0	1	1	4	4	1	0	4	
Ausgleich von Fluchtungsfehlern	1	1	0	0	4	1	1	1	0	1	0	4	4	3 ⁵⁾	0	4	
hohe Drehzahlen	4	3	2	2	4	3	3	3	2	2	2	2	2	1	1	1	
hohe Laufgenauigkeit	4	4	3	2	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	3	2	
hohe Steifigkeit	2	2	2	2	1	3	3	3	3	3	4	3	3	2	3	3	
geringe Reibung	4	3	2	2	4	3	3	3	2	2	2	2	2	2	1	2	
geräuscharmer Lauf	4	3	2	2	3	3	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	
mit Kegelbohrung lieferbar	0	0	0	0	j	j	0	0	0	0	0	j	j	0	0	0	
a Rillenkugellager						g Zylinderrollenlager NJ						n Pendelrollenlager					
b Schrägkugellager, einreihig						h Zylinderrollenlager NUP						o Axial-Rillenkugellager					
c Schrägkugellager, zweireihig, X, O						i Nadellager						p Axial-Zylinderrollenlager					
d Vierpunktlager						k Kegelrollenlager, einreihig						q Axial-Pendelrollenlager					
e Pendelkugellager						l Kegelrollenlager, X, O						X Lagerpaar in X-Anordnung					
f Zylinderrollenlager N, NU						m Tonnenlager						O Lagerpaar in O-Anordnung					
4 sehr gut geeignet						0 nicht geeignet/nein						3) außer bei geteiltem Innenring					
3 gut geeignet						j ja						4) außer zweireihige Schrägkugellager					
2 geeignet/möglich						1) in einer Richtung						5) nur bei kugeligen Gehäusescheiben					
1 weniger geeignet						2) einreihig nur in einer Richtung											

Wälzlager

keine



- Lager mit kegeliger Bohrung!
- ZylinderRollenLager als Festlager (auch nicht NJ,NH, SL...)!
- Lager mit radial geteilten Ringen!
- Sonderlager...

beachten:

- Die erforderliche Passungen bei Punktlast oder Umfangslast sind von Lagertyp und Anwendung abhängig!
- Nehmen die Lager Axialkraft in beiden Richtungen auf oder nur in einer?
Stimmt die Einbaurichtung?

Konstruktion

↓ Lagerauslegung, -konstruktion

↓ Lagerfestlegung

↓ Welle-Nabe-Verbindungen WNV

↓ Gehäuse

↓ Schrauben

↓ Schmierung

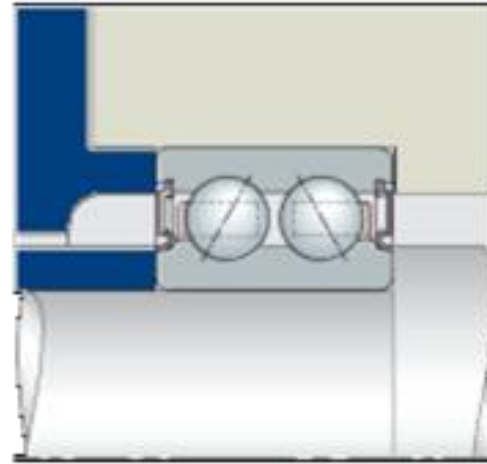
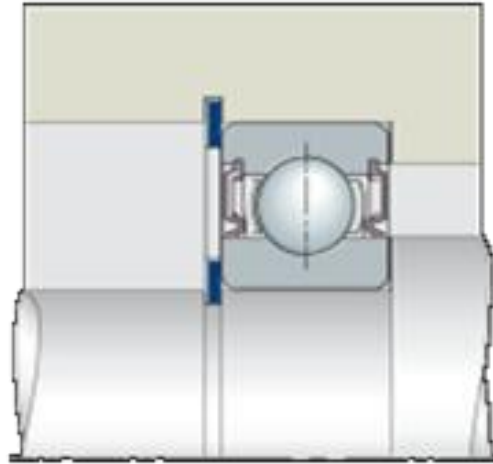
↓ Dichtung

↓ Abgabe

Wälzlagerfestlegung



**beachte:
Stülpgefahr!
Abhebedrehzahl!
(Nachweis
erforderlich!)**



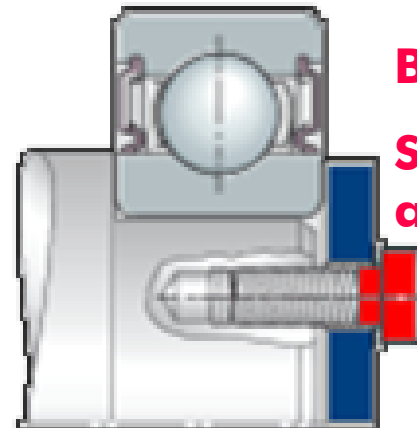
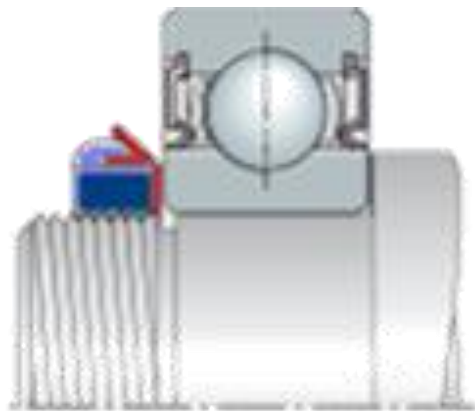
mit Sicherungsring DIN 471/472

mit Ringen
und Deckeln,
Anschluss-
maße
DIN5418

**Sicherung
der Nutmutter in
der
Zeichnung
darstellen!**

**Tragfähigkeit
nachweisen!**

mit
Nutmutter
DIN 981
und
Sicherungs-
blech
DIN 5406



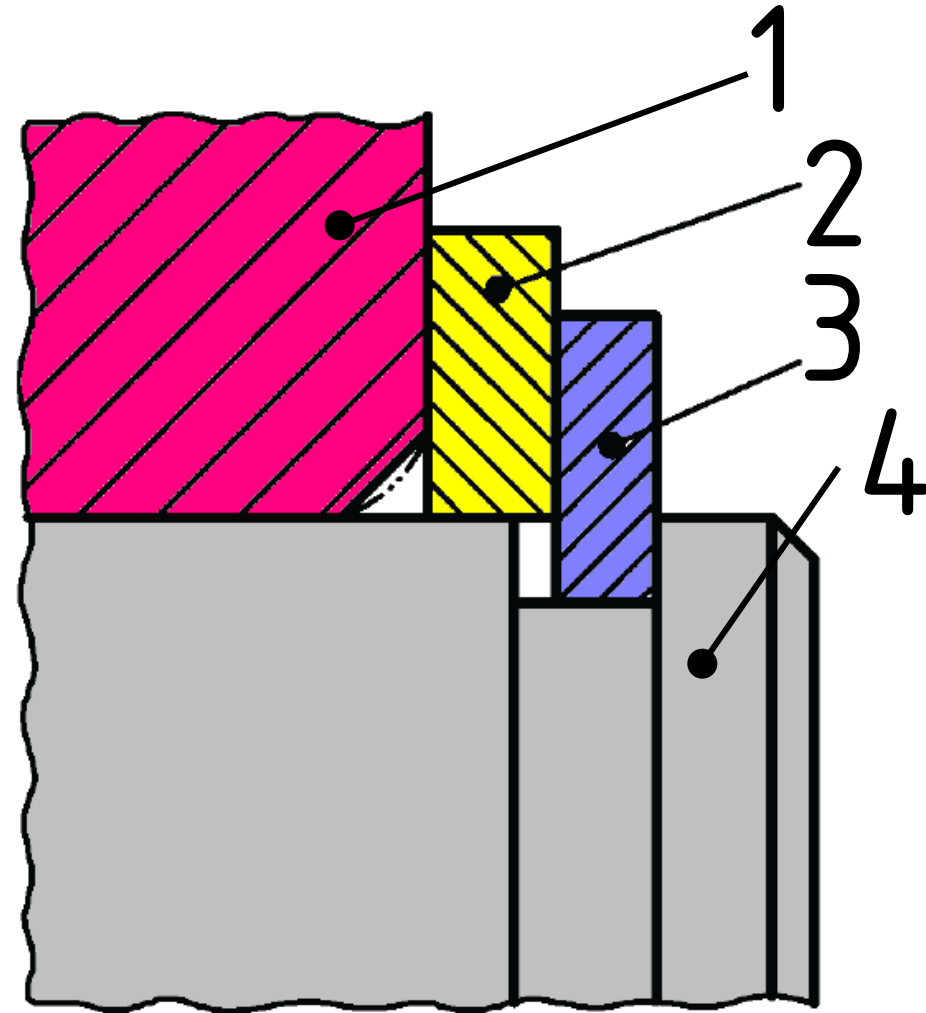
**Beachte:
Schraubenpaar,
außermittig!**

Bilder:Schaeffler

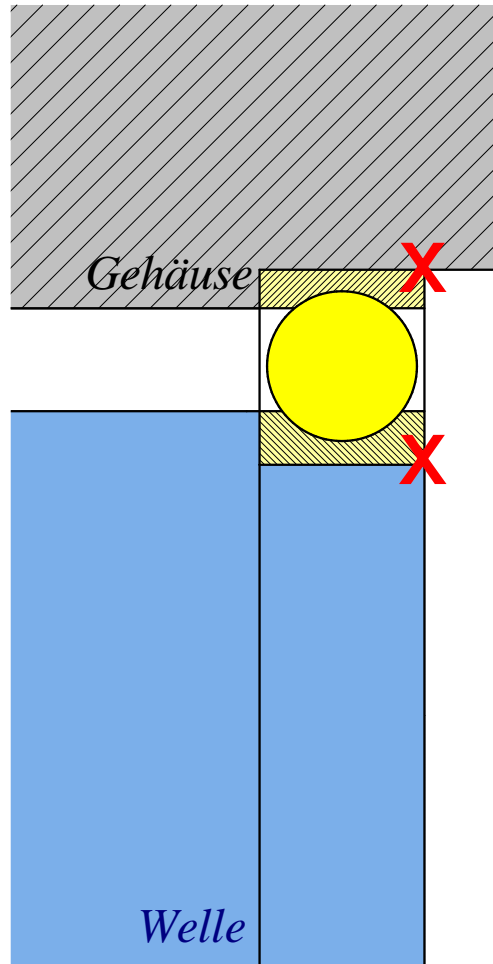
Sicherungsring und Passscheibe

- Passscheibe bei stärkerer Axialbelastung und nicht voll ausgenutzter Fläche des Sicherungsringes (ausreichende Breite erforderlich!)
- Passscheibe zur Verringerung des Axialspiels
 - 1 z.B. Wälzlager
 - 2 Passscheibe (**breit!**)
 - 3 Sicherungsring
 - 4 Welle

Vorsicht:
Bei Sicherungsringen und höherer Drehzahl besteht durch Fliehkraft die Gefahr des Abhebens:
Zulässige Drehzahl nachweisen!



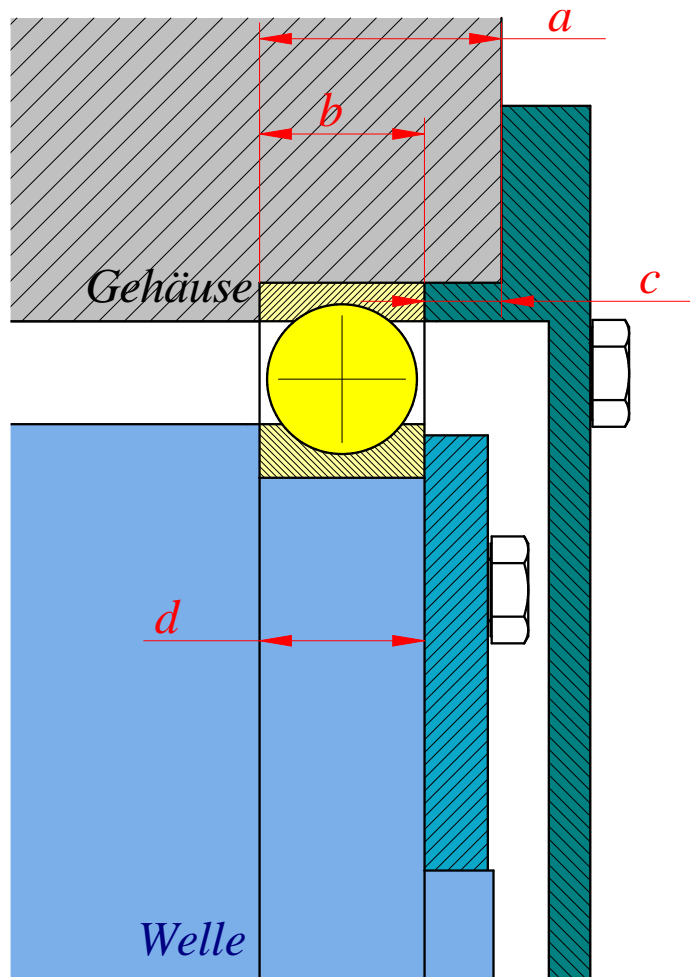
Doppelpassung - Beispiel



Lager:Außenring soll
spielfrei festgelegt sein

Lager:Innenring soll
spielfrei festgelegt sein

Doppelpassung - Beispiel



$$a = b + c ?$$

$$b = d ?$$

$$a = a_{\text{nenn}} \pm \text{Toleranz}$$

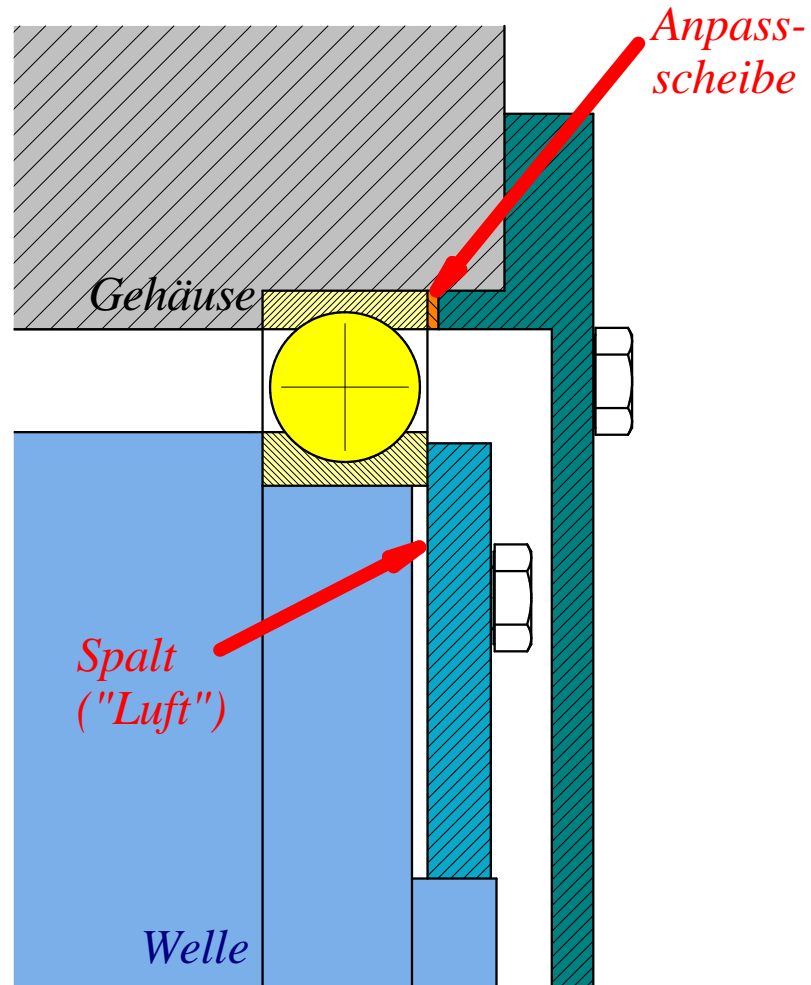
$$b = b_{\text{nenn}} \pm \text{Toleranz}$$

$$c = c_{\text{nenn}} \pm \text{Toleranz}$$

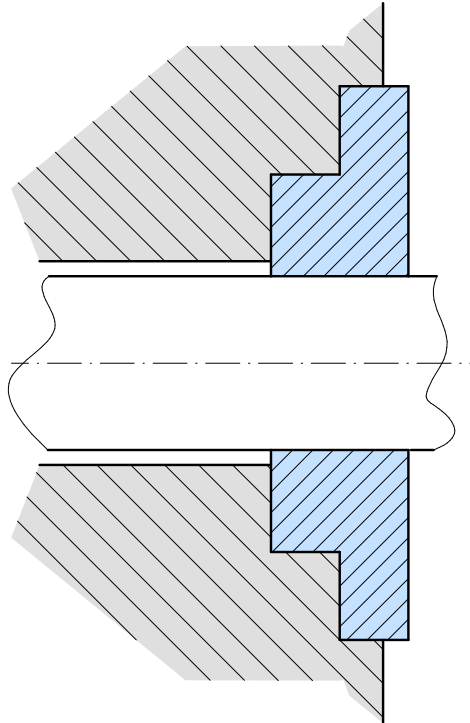
$$d = d_{\text{nenn}} \pm \text{Toleranz}$$

Ergebnis ?

Doppelpassung - Beispiel Lösungsmöglichkeiten

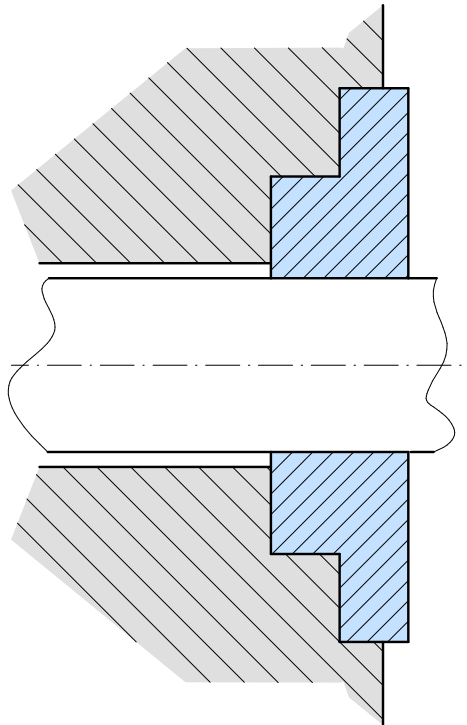


Doppelpassung Beispiel 2

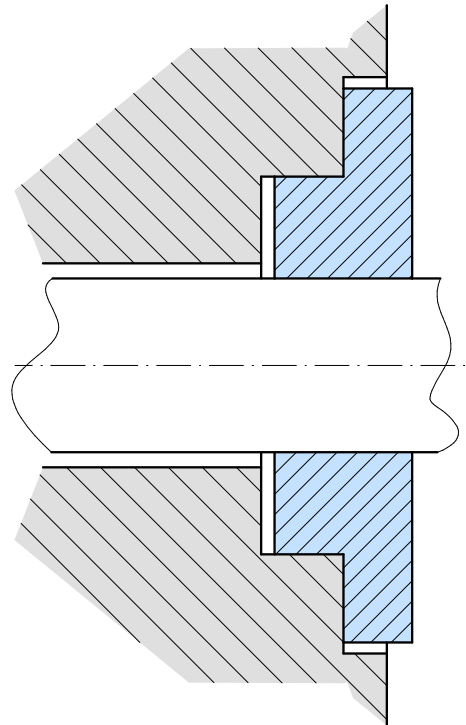


falsch

Doppelpassung Beispiel 2



falsch



richtig

Deckel - Bohrung

- funktionsgerecht
- fertigungsgerecht
- kostengerecht
- ...

Konstruktion

↓ Lagerauslegung, -konstruktion

↓ Lagerfestlegung

↓ Welle-Nabe-Verbindungen WNV

↓ Gehäuse

↓ Schrauben

↓ Schmierung

↓ Dichtung

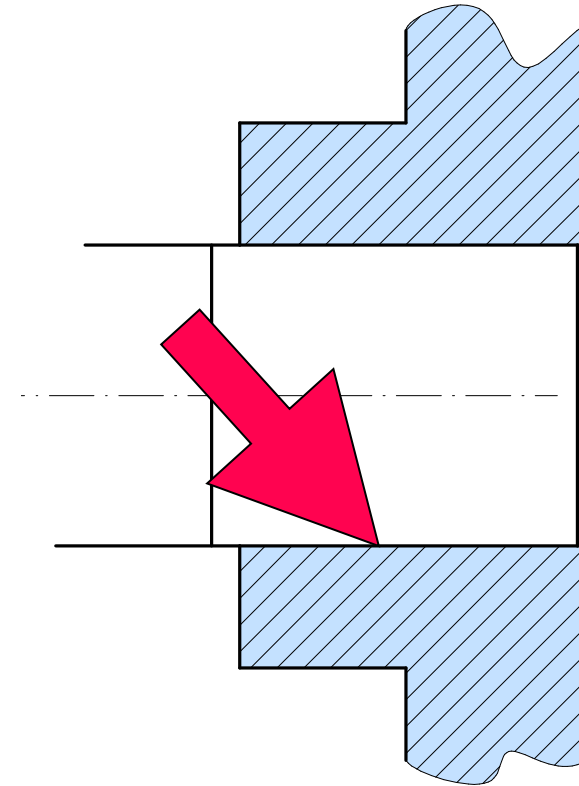
↓ Abgabe

Drehmoment übertragende Teile

- Passfeder? (zur Eignung s. RM Bild 12.1, l/d beachten!)
Zahnwellen? (z.B. DIN 5480)
- zylindrischer Pressverband (Schrumpfsitz):
höhere Sicherheit erforderlich wegen z.B. Herstelltoleranzen, Reibwertunsicherheit, ...
Fliehkrafteinfluss beachten!
Fügetemperatur < Anlasstemperatur Einsatzstahl (Welle kühlen?)
Tangentialspannung außen am Außenteil (σ_{tanAa})?
(sollte hier bei Zahnrädern < 100 N/mm^2 sein, maßgebend Zahnfußdurchmesser!)
Berechnung mit MDESIGN, nicht mit dem Excel-File von RM!
Zuerst Vorauslegung, dann NACHrechnung (Ausdruck zur Abgabe: nur Nachrechnung!).
Ergebnis: $T_{\text{übertragbar}} >! T_{\text{nenn}} \cdot \text{Sicherheit}$
„Sicherheit“ ggf. von Hand ausrechnen und nachweisen!
- Stirnflächen-Schraubverbindung z.B. RM Bsp.8.3,
bei sauberer Zentrierung ohne F_{Q1}

Anschlusssteile an den Wellenenden

- Welle-Nabe-Verbindung zur Kupplung auslegen, und Tragfähigkeit nachweisen!
- WNV und Kupplungsanschluss darstellen!
- Auswahl konkreter Kupplungstypen ist nicht nötig (falls nicht in der Aufgabenstellung gefordert)



Konstruktion

↓ Lagerauslegung, -konstruktion

↓ Lagerfestlegung

↓ Welle-Nabe-Verbindungen WNV

↓ Gehäuse

↓ Schrauben

↓ Schmierung

↓ Dichtung

↓ Abgabe

Aufgaben des Getriebegehäuses

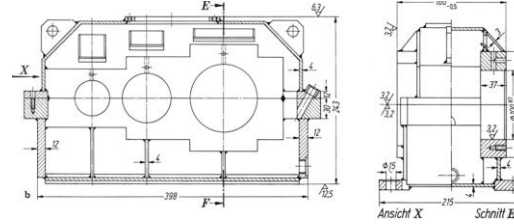
Getriebegehäuse werden vorrangig nach zulässiger Verformung gebaut, nicht nach Festigkeit!

Funktionen des Gehäuses

- Wellen und Räder bei allen Belastungen genau lagern
- Kräfte und Abstützmomente aufnehmen und weiterleiten
- Zahnräder, Lager und Schmierstoff gegen Staub, Wasser und sonstige Fremdstoffe schützen
- Austreten von Schmierstoff verhindern
- Wärmeabfuhr erleichtern
- Geräuschabstrahlung mindern

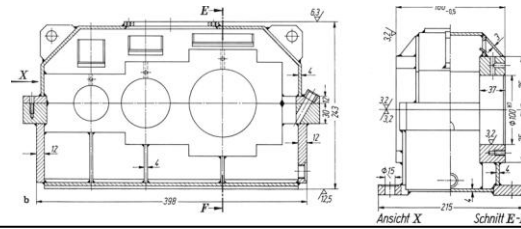
Gehäuse allgemein

Beispiel Standgetriebe



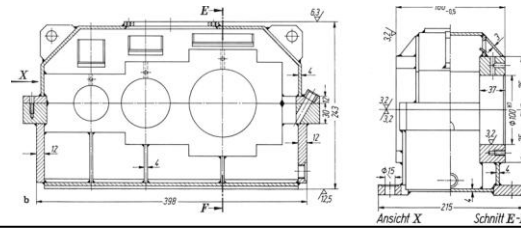
- Die Antriebseinheit muss sich im Wesentlichen selbst tragen
- ⇒ steifes Getriebegehäuse, Unterkasten und teilweise Oberkasten als tragende Konstruktion.
- **Lagerschrauben** so dicht wie möglich an den Lagern anordnen. Dimensionierung nach den maximalen Lagerkräften aus der statischen Wellenbelastung.
- Erst bei dieser Belastung sollen die Schrauben die Streckgrenze erreichen. Anzugsmoment **70%-80%** der Streckgrenze als Montagevorschrift
⇒ Tabelle in Zeichnung: Schraubengewindegröße - Anzugsmoment.
Ausführliche Schraubenberechnung z.B. mit MdesignBolt wird hier nicht gefordert.

Gehäuse allgemein



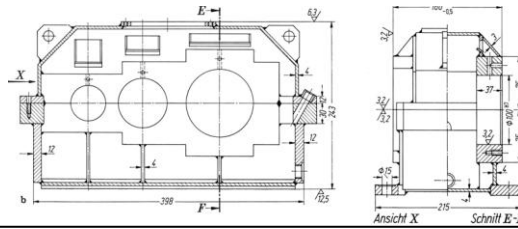
- Ösen oder Nocken am Unterkasten zum Anheben des Gesamtgetriebes. Kleinere Anschlagpunkte zum Anheben des Oberkastens.
- Schaulochdeckel (Metall) zur Inspektion ohne weitergehende Demontage des Getriebes z.B. zur Kontrolle angestellter Lagerungen, Abnahme eines Tragbildes. Größe und Lage so, dass alle Zahneingriffe beobachtet werden können. Schraubensicherungen o.ä. verwenden, damit sie nicht ins Getriebeinnere geraten können.
- Durchgangsschrauben zum Gehäuseinneren wegen Leckage vermeiden.
- Alle Schrauben und Muttern im Getriebeinneren mit Loctite o.ä. (geeignete Sorte, Type in der Zeichnung angegeben!) sichern. Klemmlängenverhältnis $l > \approx 3d$ beachten!

Gehäuse allgemein



- Lage der zu bearbeitenden Flächen möglichst in oder parallel zur Hauptbearbeitungsebene. Fertigbearbeitung in einer, max. zwei Aufspannungen. Spannflächen, -möglichkeiten vorsehen.
- Oberflächenqualität
 - Flanschflächen $R_z = 16..25\mu\text{m}$;
 - Lagersitze u. Lagerstirnflächen $R_z \approx 16\mu\text{m}$
 - Schaulochdeckel, Fußflächen $R_z \approx 25\mu\text{m}$
- Blechoberfläche ist von geringer Qualität \Rightarrow Funktionsflächen werden bearbeitet: Aufmaß berücksichtigen!
Handelsübliche Blechstärken z.B. **5,6,7,8,9,10, 15,18,20,25,28,30,32, 35,40,45,50,...90,95, 100,110,120,...,190,200 mm**, grob toleriert!
- Komponenten eines Diagnosesystems Anschlüsse für Schmierölüberwachung (entfällt hier), für Temperatur- und Lagerkontrolle (Beschleunigungsgeber) vorsehen.

Gehäuse allgemein Schweißkonstruktion

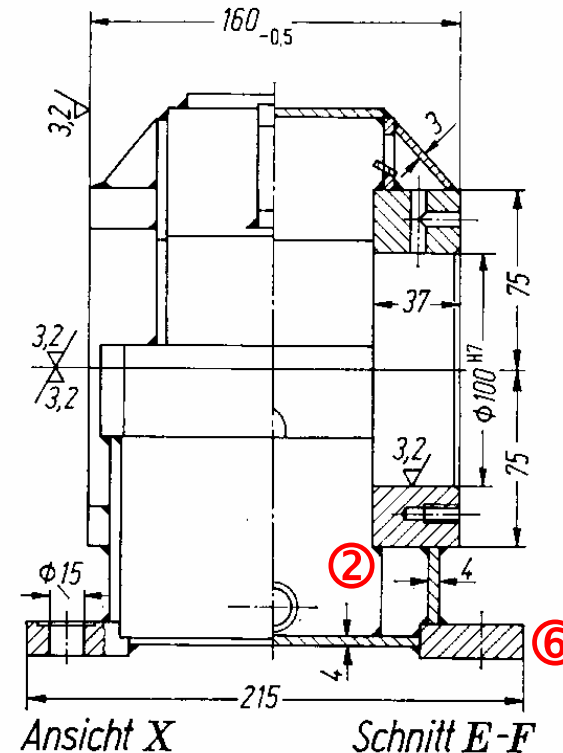
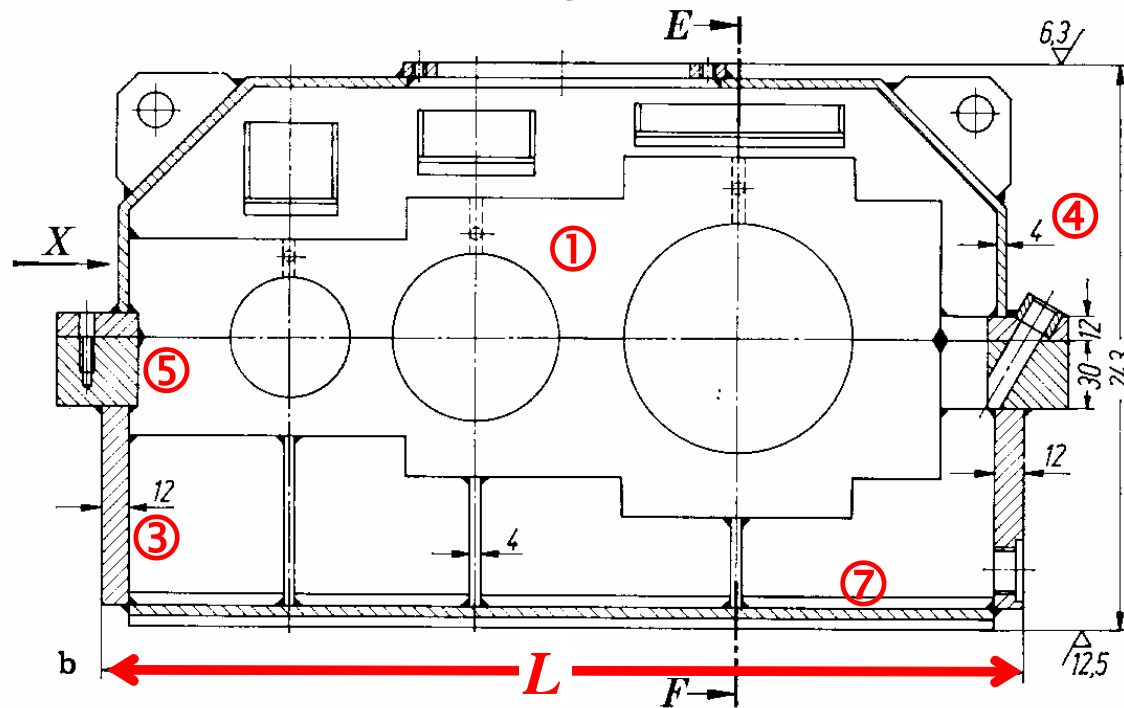


- Schweißsymbole nach DIN EN 22553
- Werkstoff **S235J2G3/G4 (St 37-3)**,
für höhere Beanspruchung **S355J2G3/G4 (St 52-3)**
- klotzartige, brenngeschnittene Teile als Lagernaben, Wandstärke nach konstruktivem Bedarf, müssen Lager auf voller Breite und Deckel ggf. mit Dichtring aufnehmen
- bei exzentrischer Krafteinleitung Lagernaben abstützen, verrippen (Flach-, Profilstähle). Gehäusewandstärke außerhalb der Lagernaben klein
- Schmalseite ohne Lagernaben am Unterkasten, große Wandstärke
- steifer Mittelflansch mit Auflageflächen im Bereich der Lager
- starker Unterflansch an der Teilfuge, **30** mm
- Oberkasten leichter gebaut, muss aber mitversteifen!
- große unverrippte Flächen vermeiden (Geräusch, Schwingungen)!
- weitere Wandstärkehinweise: Dubbel, Roloff/Matek, Niemann

Gehäuse allgemein

(Beispiel: stationäres Getriebe!)

- ① **klotzartige**, brenngeschnittene **Teile als Lagernaben, Wandstärke** abh.von Lagerbreite u.Deckel
- ② **Lagernaben** müssen **abgestützt** werden (Flach-u.Profilstähle)
- ③ **Unterkasten Wandstärke** t_U 4mm..25mm **abh.von größter Gehäuselänge L** (hier ca 400mm)
- ④ **nichttragender Oberkasten**
- ⑤ **starker Unterflansch** an der Teilfuge
- ⑥ **Fußflansch** überträgt Auflagerkräfte
- ⑦ **besser für Ölwechsel: schräges Bodenblech**



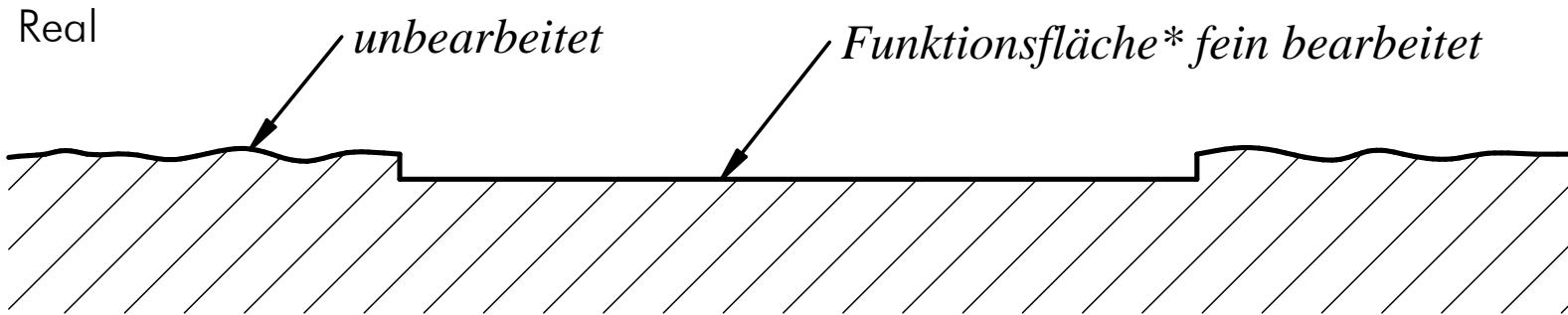
nach Niemann/Winter: Maschinenelemente Bd.II

Gehäusedimensionierung – Anhaltswerte (Schweißkonstruktion, gehärtete Verzahnung)

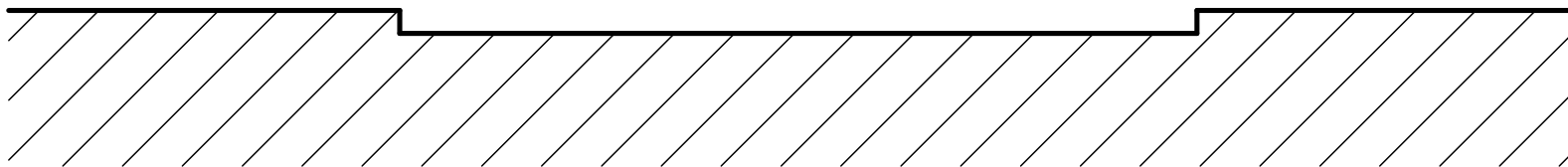
Bauteil	Bez.	Schweißkonstruktion
Wanddicke für Unterkasten minimal ... maximal mittragender Oberkasten, Lagerdeckel nicht mittragende Haube	w_W w_O w_H	$0,005 * L + 4 \text{ mm}$ 4mm ... 25mm $0,8 * w_W$ $0,5 * w_W$
Versteifungs- und Kühlrippen	w_R	$0,7 \dots 1 * w$ der zu versteifenden Teile
Flanschdicke Flanschbreite (vorstehender Teil)	w_F w_B	$2 * w_W$ $4 * w_W + 10 \text{ mm}$
durchgehende Fußleiste mit Ausnehmung durchgehende Fußleiste ohne Ausnehmng. durchgehende Quer-Fußleiste Breite der Fußleiste (vorstehender Teil)	w_L w_Q b_L	$5 * w_W$ $3,5 * w_W$ $1,5 * w_W$ $4,5 * w_W + 15 \text{ mm}$
Außendurchmesser der Lagergehäuse	D_G	$1,2 * d_{ALager}$
Lagerschraubendurchmesser Flanschschraubendurchmesser Abstand der Flanschschrauben Fundamentschrauben Schaulochdeckelschrauben	d_S d_F L_F d_U d_D	$3 * w_W$ $1,5 * w_W$ $6 \dots 10 * d_F$ $1,6 * w_W$ $1 * w_W$
bei Forderung nach niedrigem Getriebegeräusch größere Wandstärken. Lagerschrauben möglichst dicht am Lager. Verteilung der Teilfugenschrauben für gleichmäßige Pressung (Dichtigkeit!)		

nach Niemann/Winter: Maschinenelemente Bd.II

bearbeitet - unbearbeitet



Darstellung in der Zeichnung



sichtbarer Absatz, unbemaßt.
Entsprechend auch bei Rundungen.
Freistich?

* Funktionsfläche:
z.B. Schraubenkopfauflage,
Dichtfläche, Lagersitz

Konstruktion

↓ Lagerauslegung, -konstruktion

↓ Lagerfestlegung

↓ Welle-Nabe-Verbindungen WNV

↓ Gehäuse

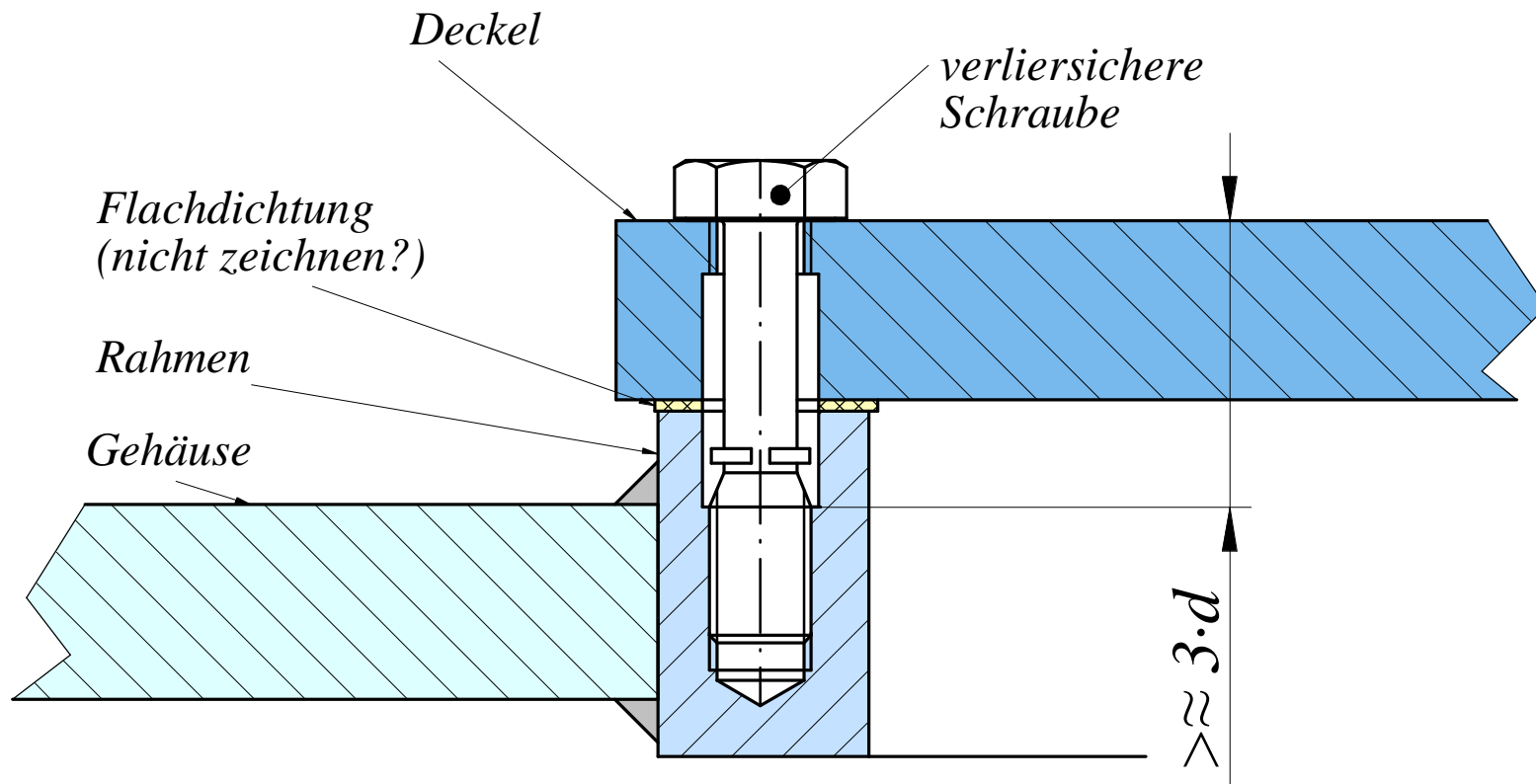
↓ Schrauben

↓ Schmierung

↓ Dichtung

↓ Abgabe

Beispiel Schaulochdeckel



verliersichere Schraube

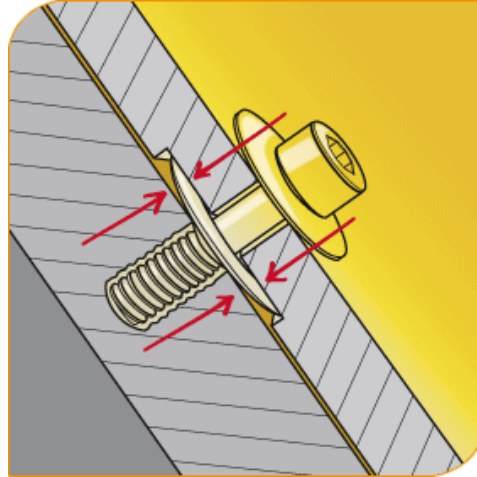
→ DIN 6929

oder z.B.

→ "Savetix"

→ "ScrewClip"

Unverlierbarkeitsscheiben



Konstruktion

↓ Lagerauslegung, -konstruktion

↓ Lagerfestlegung

↓ Welle-Nabe-Verbindungen WNV

↓ Gehäuse

↓ Schrauben

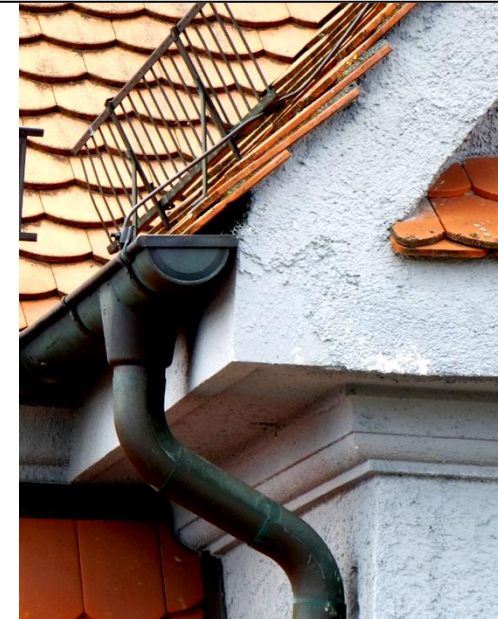
↓ Schmierung

↓ Dichtung

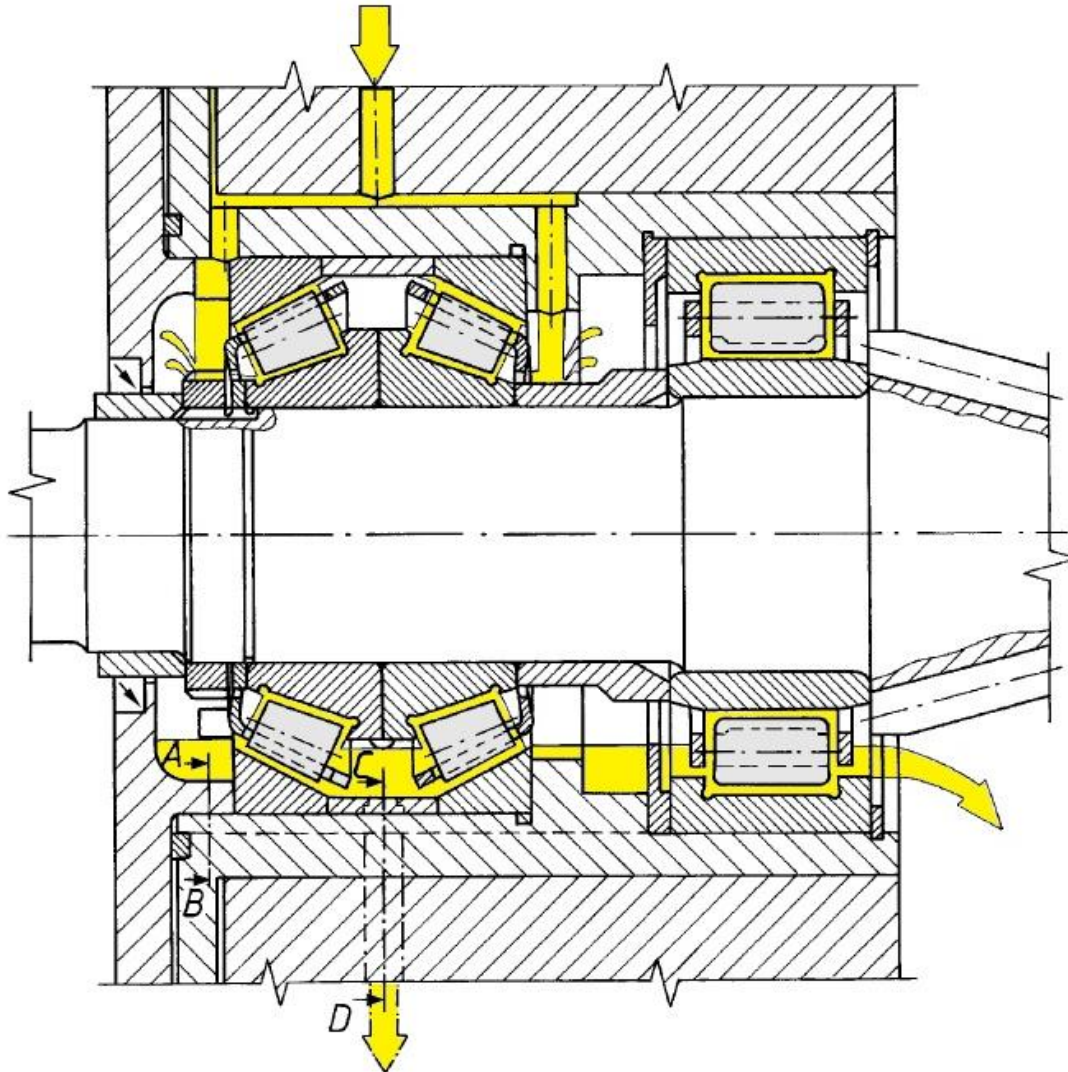
↓ Abgabe

Gehäuse – Schmierung

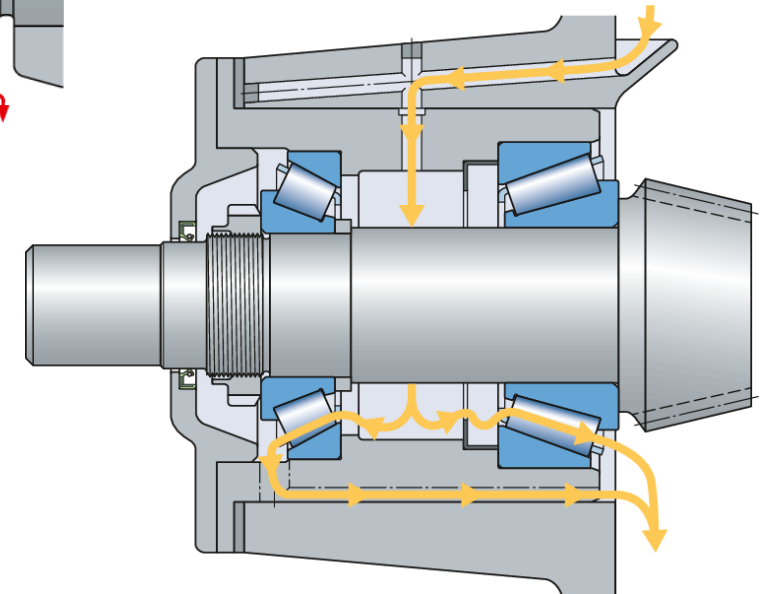
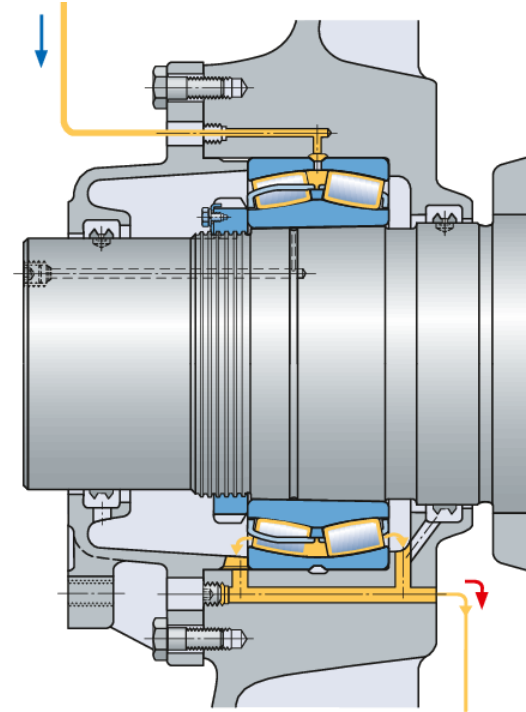
- 🔹 **Ölstand** Eintauchtiefe bei stillstehenden Zahnrädern ca. **6·m**.
Zu hoher Ölstand: Planschverluste. Abhilfe: Abschirmbleche.
- 🔹 Ölkanäle, Fangrinnen, Leitkanäle, Bohrungen
- 🔹 Schmierung der oberhalb des Ölstands liegenden Lager oder Zahnräder durch Spritzöl ist nach Fa. **Shell** nur gesichert, wenn $(v[\text{m/s}])^2/d[\text{m}] \geq 5$;
andernfalls Versorgung z.B. über Abstreifer möglich
- 🔹 **Ölmenge 5...10l** pro Verlust-**kW**, Verlustleistung **etwa 2%** der Nennleistung ansetzen.
- 🔹 Dauernder Ölstand im Wälzlager für Mindestschmierung nach Stillstand: Bleche, Haltekragen etc.
- 🔹 Ölstände in Entwurf einzeichnen!



Schmierung Lager - Beispiele

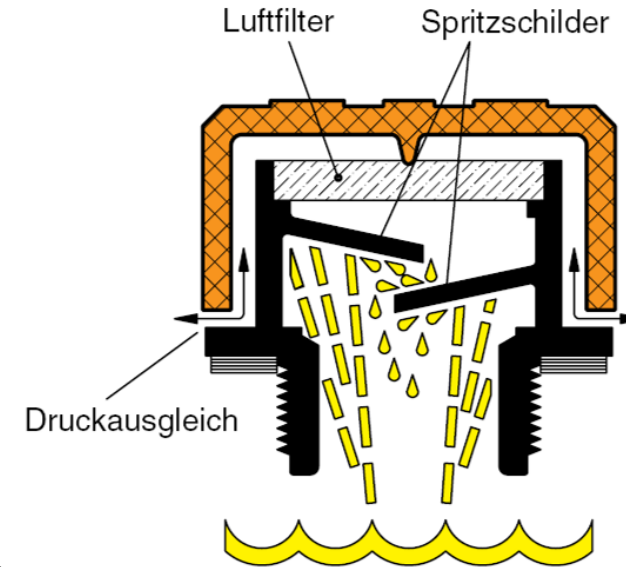


Quelle: SKF, RM



Schmierung

- 🔹 Ölstandsanzeige durch Schauglas
- 🔹 Entlüftung, Öleinlass mit Ölmesstab kombiniert,
(Firmen-)Normteile verwenden!
An „ruhige“ Stelle (oben) platzieren!
- 🔹 Ölabblass mit Magnet zur Aufnahme magnetischer Verschleißteile, erhöht Lebensdauer der Zahnflanke und der Lager.
(Firmen-)Normteile verwenden!



z.B.

<http://www.ganter-griff.net>

<http://www.maedler.de>

<http://www.halder.de>

<http://www.norelem.de>

<http://www.kipp.com>

oder ...

Konstruktion

↓ Lagerauslegung, -konstruktion

↓ Lagerfestlegung

↓ Welle-Nabe-Verbindungen WNV

↓ Gehäuse

↓ Schrauben

↓ Schmierung

↓ Dichtung

↓ Abgabe

Gehäuseabdichtung

Trennfugen zwischen den Gehäuseteilen mit elastischer Dichtmasse. Gleichmäßige Flanschpressung durch gute Schraubenverteilung anstreben (RM, B19-12).
Lagerdeckelabdichtung mit Flachdichtung oder elastischer Dichtmasse (billig, üblich).
Wenn Wert auf Zugänglichkeit zur Lagerinspektion gelegt wird \Rightarrow O-Ringe

Links: O-Ringabdichtung in der Anfasung.

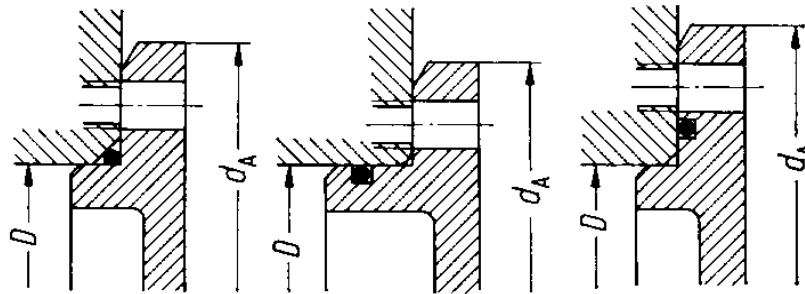
Billig, Anfasung relativ ungenau
 \Rightarrow Pressung auf O-Ring unsicher.

Mitte: O-Ring im Zentrierbund.

Rechteckige Nut, $d_A \downarrow$, aber aufwändiger, langer Zentrierbund. Gehäusekante gut abrunden, sonst Verletzung des Rings.

Rechts: Sichere, aufwändige Lösung. Nur möglich, wenn keine Doppelpassung entsteht, $d_A \uparrow$

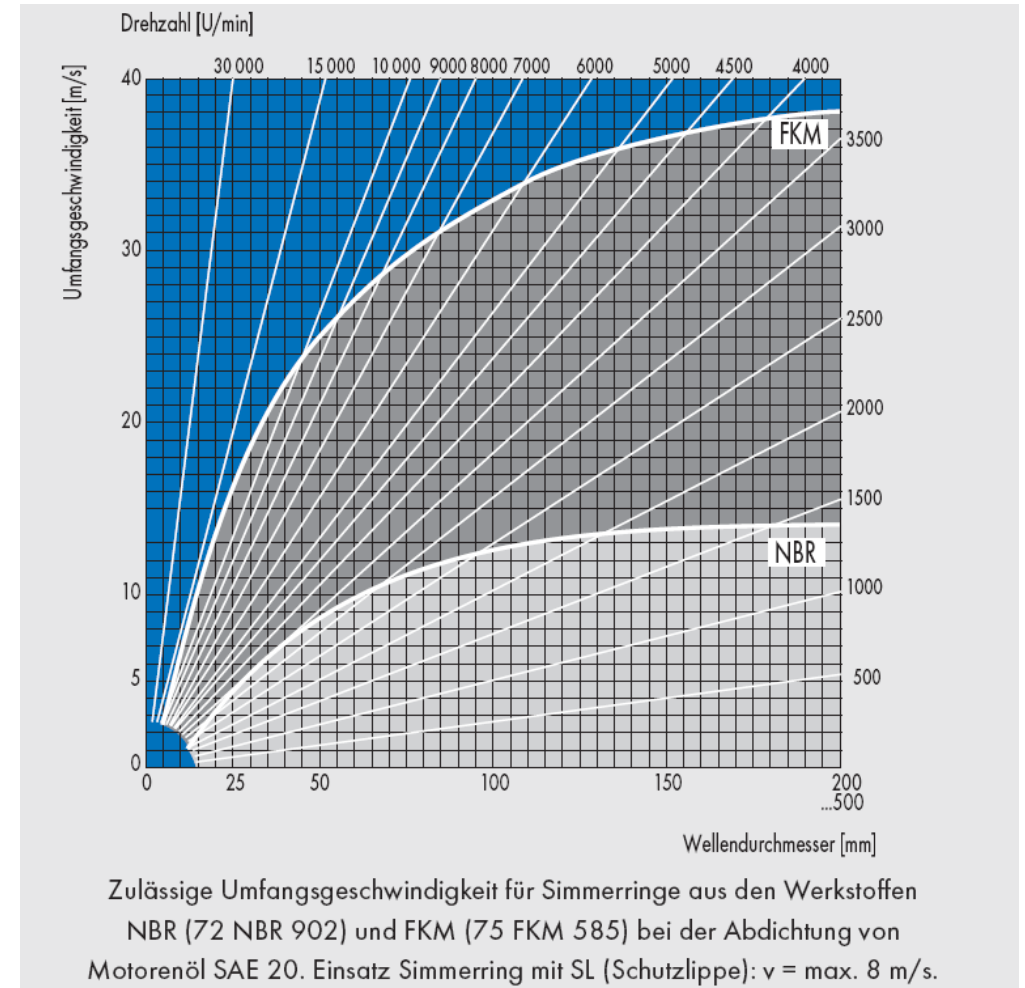
(Quelle: Niemann ME II).



Wellenabdichtung - berührend

Radialwellendichtring:

- Begrenzte Lebensdauer.
Drehzahlgrenzen beachten und **nachweisen!**
- Gestaltung der Welle (Oberflächenhärte, Bearbeitungsstruktur...)
- Montage (Schrägen, Radien)
- Axial-, Radialbewegungen?
- Verschmutzung von außen?



Radialwellendichtring: Wellengestaltung

- Oberflächenhärte **>45 HRC** (Vergütung erreicht **400 HV \approx 42 HRC**).
Bei Zutritt verschmutzter Medien, Schmutz von außen oder bei **Umfangsgeschwindigkeiten $> 4^m/s$** mind. **55 HRC** (Härtetiefe **> 0,3 mm**)
 \Rightarrow **Nitrieren** (weiße Schicht glätten) oder \Rightarrow **Einsatzhärten**
(in Zeichnung angeben!)
- Wellendurchmesser im Bereich der **Lauffläche**
ISO-Toleranzfeld **h11** (in Zeichnung angeben!), Rundheit **IT8**
- Welle im Laufflächenbereich **$R_z = 1...4 \mu m$** (in Zeichnung angeben!)
- Die Bearbeitung der Welle darf im Laufflächenbereich keine Drall-orientierung haben, die durch Förderwirkung Undichtigkeit ergäbe
(drallfrei geschliffen \Rightarrow Schleifen ohne axialen Vorschub der Schleifscheibe - **Einstichschliff**, alternativ auch **Glattwalzen**) (in Zeichnung angeben!)

Radialwellendichtring: Wellengestaltung

- **Kratzer, Druckstellen, Rost** oder andere **Beschädigungen der Wellenoberfläche** an der Laufstelle des Radial-Wellendichtringes führen zur **Leckage**
 - ⇒ größte Sorgfalt bei Schutz der Welle von Fertigung bis Montage
 - ⇒ Abdeckung und entsprechende Transportvorrichtungen.
- Die Dichtlippe darf beim **Einbau** nicht beschädigt werden,
Durchmesserunterschied zu Lagersitzen, Passfedernuten, Zahnwellen ... vermeidet Montageschäden
- Der Dichtring ist im **Lagerdeckel** sauber zentriert,
der Deckel ist im Gehäuse sauber zentriert.
Die axiale Befestigung durch mehrere Schrauben wird beispielhaft in einem Ausbruch dargestellt.
Deckel ohne Dichtung oder Lageraufnahme müssen nicht zentriert sein.

Radialwellendichtring: Bohrungsgestaltung

- Wellendichtringe müssen zentrisch und senkrecht zur Welle eingebaut sein. Sie dürfen in Achsrichtung nicht verspannt werden und auch nicht zur Übertragung von Kräften benutzt werden
- $R_z \leq 16 \mu\text{m}$ ($\sim R_a \leq 4 \mu\text{m}$)
- ISO-Toleranz **H8**
- Zur Montage Bohrung anfasen
- Einbaulage richtig zeichnen!

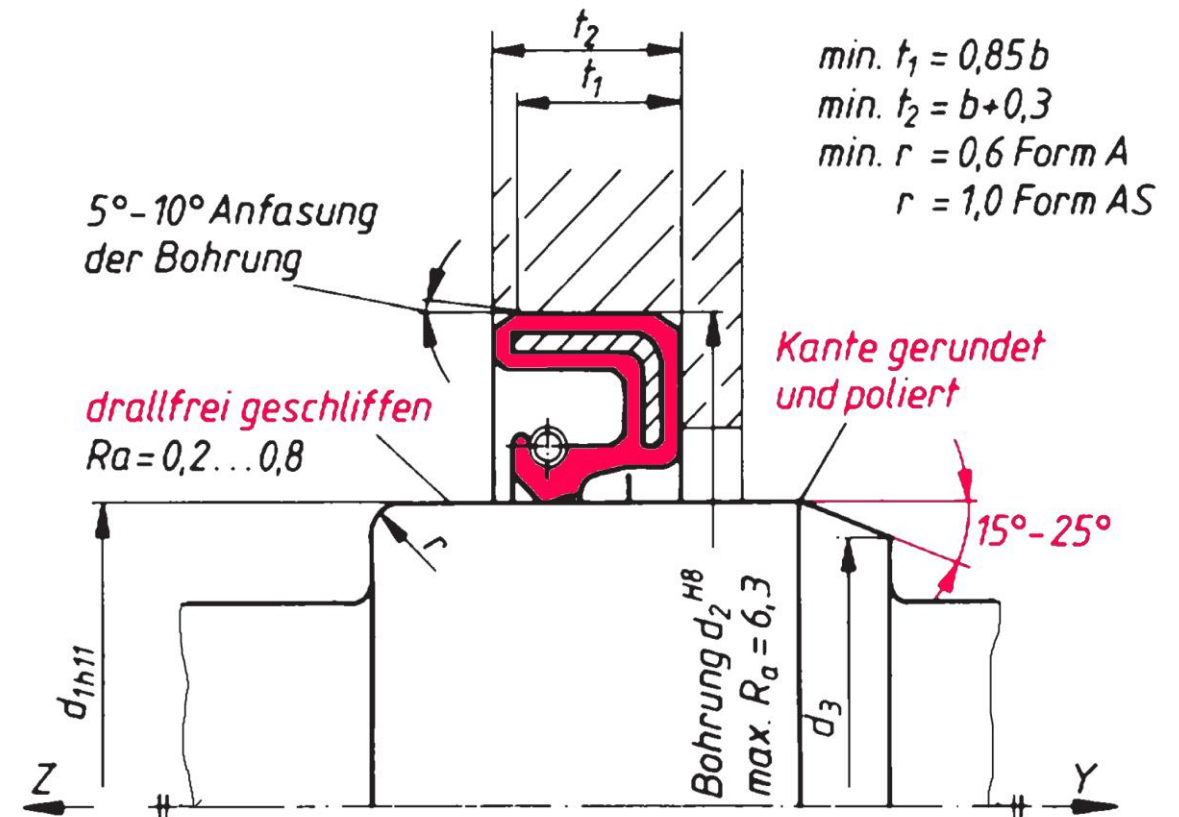


Bild: RM

Alternative: Wellenabdichtung - berührungslos

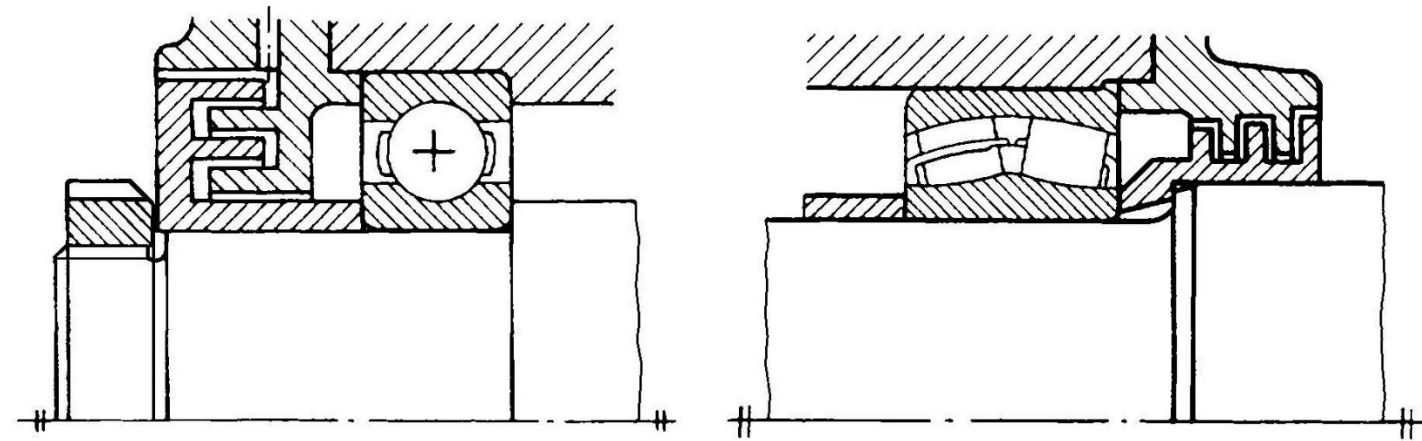
- 😊 verschleißfrei
- 😊 Dichtwirkung weitgehend werkstoffunabhängig
- 😊 gut geeignet bei hohen Drehzahlen
- 😞 nicht bei hohem Ölstand

Funktionsprinzip:

Flüssigkeit

- 🔴 abschirmen
- 🔴 abweisen
- 🔴 abschleudern
- 🔴 auffangen
- 🔴 abführen

⇒ <http://www.fachwissen-dichtungstechnik.de>



zusätzlich: Rücklauf des abgeschleuderten Öls, Dichtung (O-Ring) an den Innenteilen !
rechts: radial geteiltes Außenteil
(RM B19-30)

Konstruktion

↓ Lagerauslegung, -konstruktion

↓ Lagerfestlegung

↓ Welle-Nabe-Verbindungen WNV

↓ Gehäuse

↓ Schrauben

↓ Schmierung

↓ Dichtung

↓ Abgabe, Dokumentation

Testat "Entwurf"

bei Ihrem Entwurfsbetreuer

- 📌 Berechnung aller Lager und Wellen, alle Unterlagen mitbringen!
- 📌 Vollständiger Entwurf (Schnitt in der Wellenachsebene, wie gezeigt)
der Gesamtkonstruktion in CAD erstellt (Räder, Lager, Lagerfestlegung, WNV, Wellen, Dichtungen, Gehäuseteile nur in Achsebene, Schmierung)
Plot in für Details ausreichender Größe (A1, A2?).
Zeichnungsplot, kein Screenshot!
- 📌 **Im Testat kann nur besprochen werden, was Sie vorzeigen!**
- 📌 Termine und Koordination mit anderen Veranstaltungen verantworten Sie selbst!
- 📌 Zeitplan! (Projektmanagement)



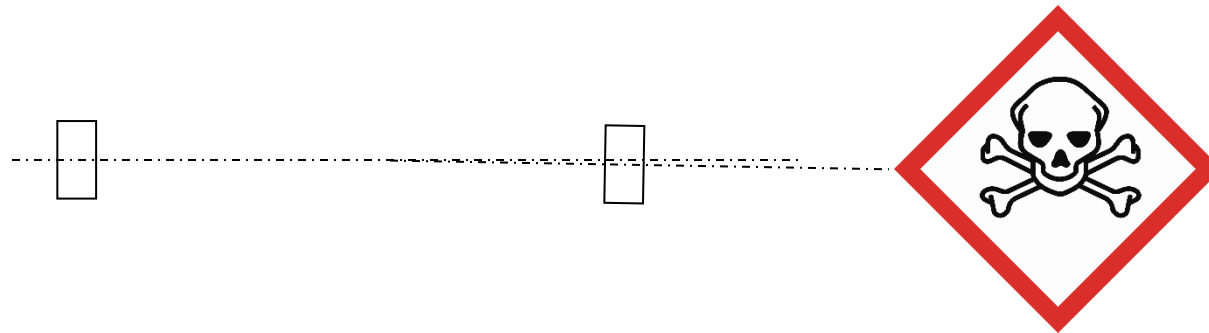
Checkliste zum Testat "Entwurf"

- ❖ Sind alle Wellen axial und radial gelagert?
- ❖ Sind alle Lagerungen axial und radial im Gehäuse festgelegt?
- ❖ Werden die Kräfte sauber ins Gehäuse eingeleitet?
- ❖ Sind alle nach außen reichenden Wellen abgedichtet?
- ❖ Ausreichend Abstand zwischen drehenden und nichtdrehenden Teilen?

CAD

- Creo Academic/ Creo Student?
- Kaufteile- Download?
- Konfiguration von Anfang an richtig! (Config-Datei?)
- Ordnerstruktur, Dateibenennung
- Welche Teile vollparametrisch, welche nicht?
- Darstellung Zahnräder (Hoischen, DIN ISO 2203)

- Teile sauber positionieren!



CAD- Tutorium

Termin, Ort: folgt

Abgabe

- Hinweise in *moodle* beachten
- **nachvollziehbar**
(für Kollegen, Chef, Kunden, Prüfstelle, Versicherung, ..., sich selbst.
hier: für den Korrigierenden/ Betreuer)
- **sauber** (lesbar, sortiert, beschriftet...)
- **vollständig** (Checkliste machen !)

Abgabe Berechnung

- zu jeder Berechnung gehören die Eingabedaten
- auf jedes Blatt gehört
 - Projektname
 - Bezeichnung des berechneten Teils
 - Name des Verfassers

am besten schon im Datensatz und damit automatisch in jeder Ausdruck-Datei!

Abgabe

Wellenberechnung

Wellennachrechnung für alle Wellen:

- isometrischer Kräfteplan mit Angabe der
 - Hauptdrehrichtungen,
 - Schrägungsrichtungen der Verzahnung,
 - Verzahnungskräfte,
 - Koordinatensysteme der Wellennachrechnung
- Kräfte-, Momententabelle (bei Nennmoment, bei Bezugsmoment, Kraftangriffsradius, Lagerkräfte...)
- Im MDESIGN-Ausdruck: Hauptwerte farblich markiert.
Lt. Vorbesprechung ohne Beanspruchungsart, Smith Diagramm, 3D-Darstellung, ... Kerbstellen, Wöhlerlinie etc.;
aber: mit Ausdruck der Querkraftverläufe in x-y- und x-z-Ebene

Abgabe Wellenberechnung

- Belastungsart für Biegung, Torsion und Zug-Druck überlegen!
- Lastfall: Auswahl begründen!
- Geforderte Sicherheiten: Auswahl begründen!

Abgabe weitere Berechnungen

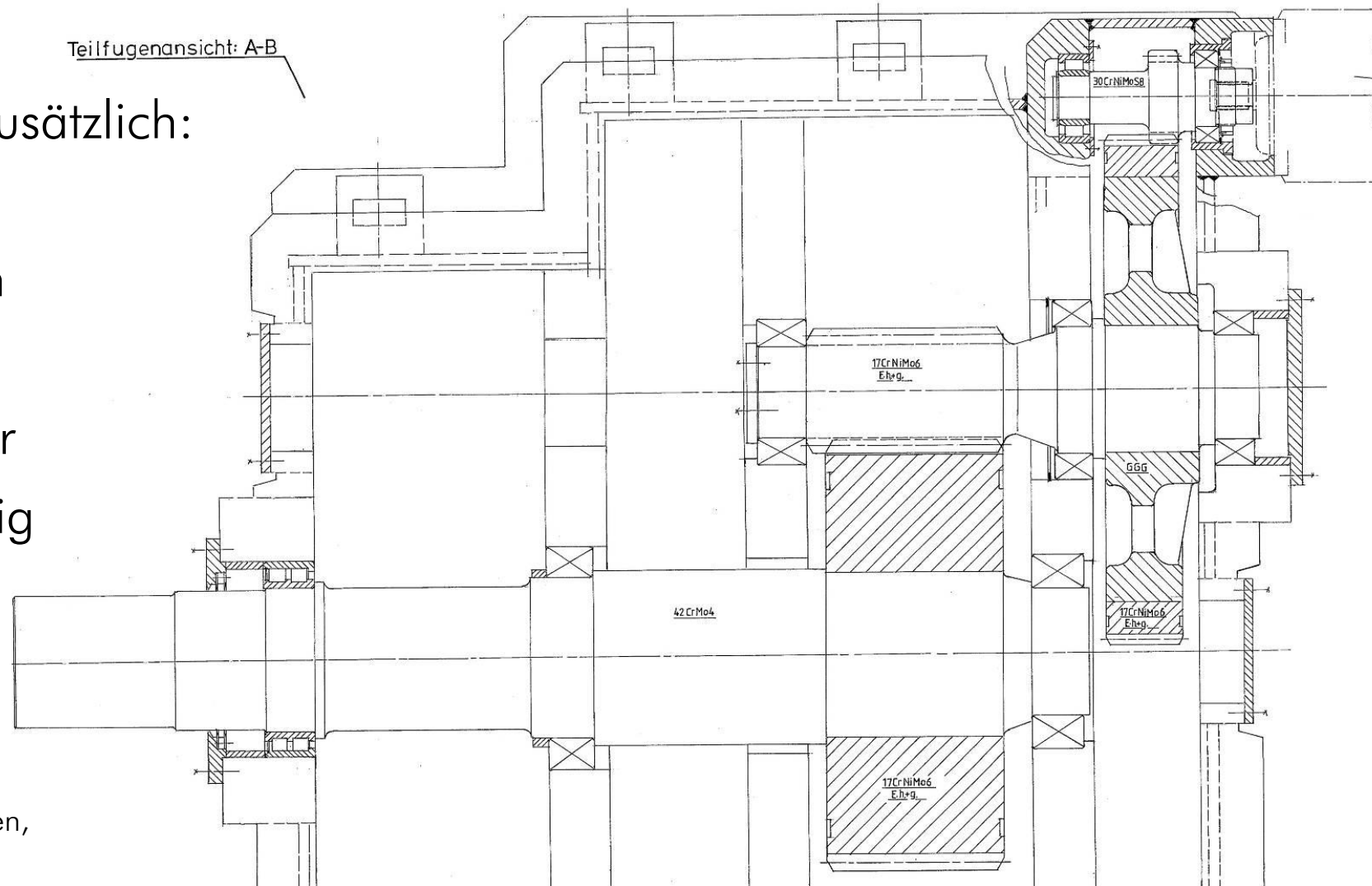
- Berechnung der Lagerlebensdauer L_{h10}
bezüglich Nennlast
ggf. mit *Excel*, *Mathcad (express)*, „von Hand“, Internet (Lagerhersteller), evtl. *Mdesign*
Übersichtstabelle
- weitere Berechnung laut Abgabebumfang
(z.B. Drehmoment übertragende Teile, Schrauben, Ölhaushalt,), ggf. in
Abstimmung mit Ihrem Betreuer
- Schrumpfsitz: übertragbares Moment unter Fliehkraft
vergleichen mit Nennmoment!
- Merkblatt Abgabebumfang

Konstruktion Prüfen

- ▶ Kollision von Teilen drehend – stehend ausgeschlossen?
- ▶ Wellengestaltung, Radien beachtet?
- ▶ Zentrierung vorhanden?
- ▶ Doppelpassung vermieden?
- ▶ Dichtheit sichergestellt?
- ▶ Deckel zur axialen Lagerfestlegung angepasst?
- ▶ Loslager axial frei?
- ▶ Lagerpassungen (Innenring, Außenring) angegeben?
- ▶ RWD: Radien, harte Oberfläche etc.
O-Ring unter Hülse beachtet?

Entwurfszeichnung (Beispiel)

bei uns zusätzlich:
mit
wichtigen
Maßen,
alle Lager
vollständig

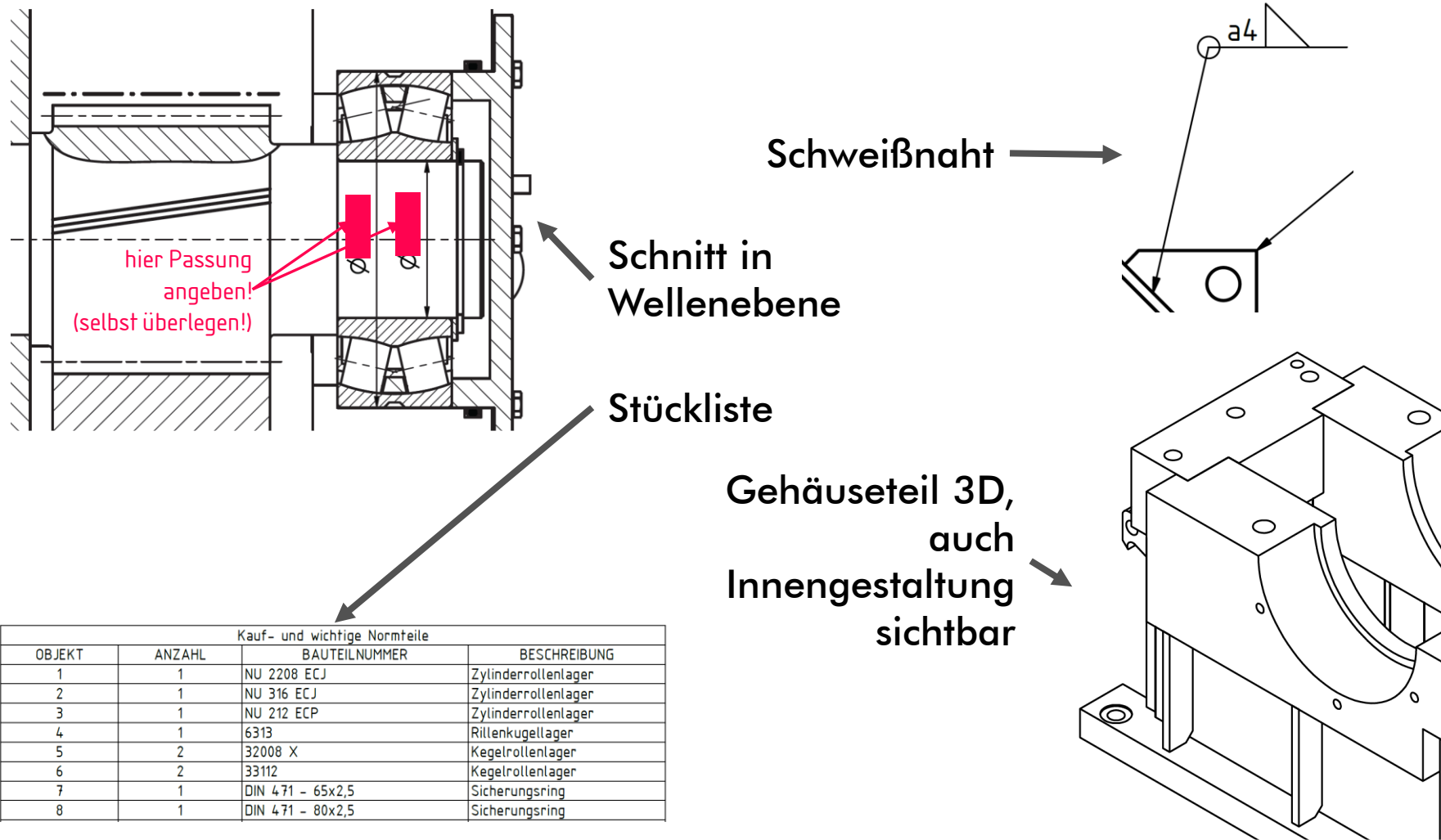


s. auch Hoischen,
Kap 13.1.3

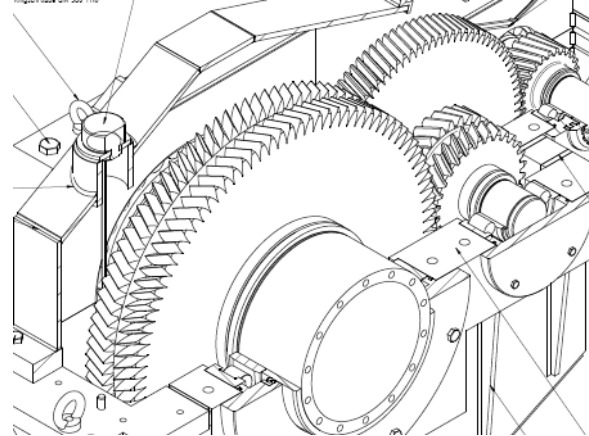
keine
Einzelteilzeichnungen,
Rauheits- und
Toleranzangaben im
Entwurf nur an
wichtigen
Funktionsflächen!

Zeichnung

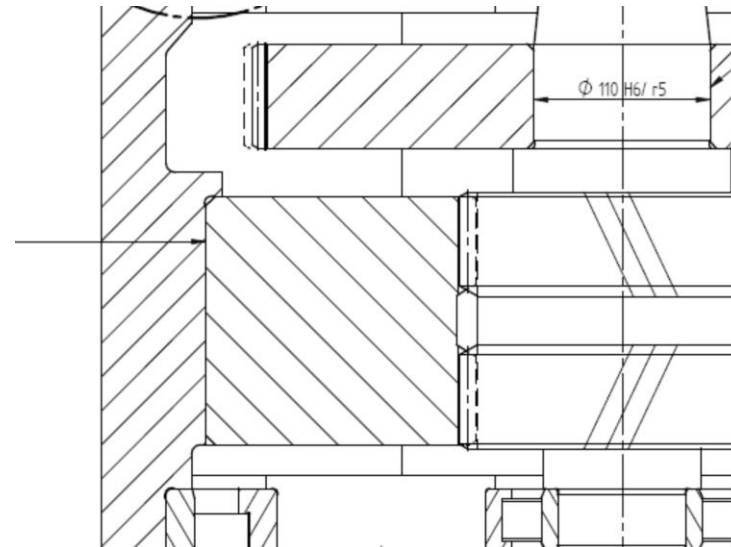
Beispiele – keine Musterlösung!



Darstellung Zahnrad in 3D-CAD



- schön, aber...



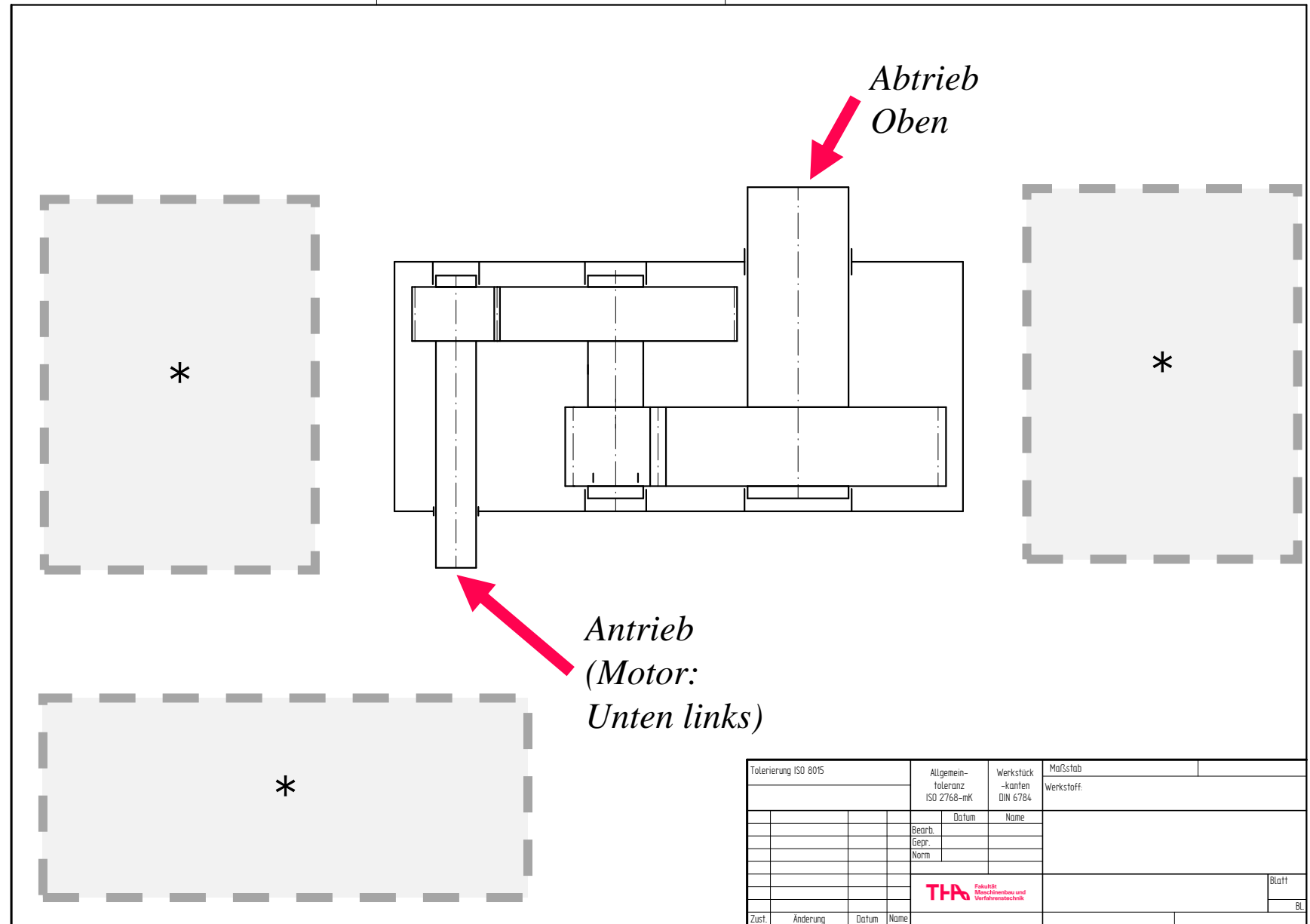
- besser,
normgerecht!
(Hoischen!)

- → CAD-Tutorium (?)

Anordnung auf der Zeichnung

Draufsicht auf die Wellenmittenebene

*:ggf. weitere Ansichten, Schnitte



Tolerierung ISO 8015		Allgemein-toleranz ISO 2768-mK	Werkstück-kanten DIN 6784	Maßstab	
				Werkstoff:	
		Datum	Name		
		Bearb.			
		Gepr.			
		Norm			
				 Fakultät Maschinenbau und Verfahrenstechnik	Blatt
Zust.	Änderung	Datum	Name		BL

Abgabe Konstruktionszeichnung

- Sie verstehen (hoffentlich) Ihre Konstruktion.
Stellen Sie Ihre Konstruktion so dar, dass sie auch der Leser/ Betrachter in allen relevanten Details versteht!
- Aus dem Getriebeschnitt muss die Gesamtfunktion erkennbar sein, Details ggf. in Einzelheiten.
- Strichstärke und Vergrößerung beim Plotten beachten.
Bewertet wird, was **erkennbar richtig** ist.
(nicht was vielleicht richtig ist).
Zu hohe Strichdichte führt dazu, dass Dinge nicht erkennbar sind!
PDF-Einstellungen anpassen?
- Besser zwei Zeichnungen A1 als eine Zeichnung A0
- s. Blatt: Abgabumfang

Abgabe Konstruktionszeichnung

- Getriebeschnitt ist wichtig → groß, deutlich
3D-Ansichten: kleiner
- Spiel zwischen 2 Teilen: „Luft“ zwischen 2 Linien muss sichtbar oder mindestens durch Hinweis klar sein („↙ 1 mm Spiel“).
Hier bestimmen sich Plot-Vergrößerung und passende Linienstärken!
- nicht vergessen:
 - Wellen, Schrauben, Bolzen, Wälzkörper werden nicht geschnitten und mit Mittellinie dargestellt.
 - Je Lager mind. 1 Wälzkörper mittig auf Teilflugenebene positioniert, nicht geschnitten, Lagerringe eng schraffiert.
 - Schraffurabstand den Bauteilen angepasst
(große Teile weit schraffiert, kleine Teile eng schraffiert)
Schraffurwinkel: $\pm 45^\circ$

Schriftart?

ölführung für Schmierölüberläufe

oder

Ölführung für Schmierölüberläufe ?

▶ also gleich alle Schriftarten auf Normschrift umstellen
(z.B. Isonorm Lt Regular, **osifont**, o.ä.),

ersatzweise z.B. Andere gute ISO-Font, aber **NIE** ANSI-Schriftart

Bsp. ISO: „Öl: Omala ISO VG 1704“ ↔ Bsp. ANSI: „Öl: Omala ISO VG I704“

▶ Türkise Schriftfarbe in Schwarzweiß im PDF gedruckt
sieht ungefähr so aus, also sollten Sie die
Schriftfarbe in allen CAD-Menüs gleich **am Anfang** umstellen.
Druck bzw. pdf nur in Schwarz-Weiß!

Abgabe Plot / Zeichnung

▶ PDF-Qualität ?



▶ Schraffur: $\pm 45^\circ$!

BACKUP

- Daten sichern!



