

Berechnung und Konstruktion eines Schienenfahrzeugachsgetriebes

**Konstruktionsentwurf im Fach Konstruktionslehre 4**

des Studienganges Maschinenbau

an der Dualen Hochschule Baden-Württemberg Heidenheim an der Brenz

von

Hofmann, Tanja

Hopf, Marie

Langohr, Anika

Tiroch, Matthias

Abgabe: 28. November 2019

Bearbeitungszeitraum 9 Wochen

Matrikelnummern 5620331, 3225750, 1790705, 9269794

Kurs TM 2018 KM

Ausbildungsfirma INNEO Solutions, BSH, Bosch AS,

Faist Anlagenbau

Studienbereich Technik

Studiengang Maschinenbau

|  |
| --- |
| ***Name, Vorname***  Hofmann, Tanja  ***Name, Vorname***  Hopf, Marie  ***Name, Vorname***  Langohr, Anika  ***Name, Vorname***  Tiroch, Matthias |

|  |
| --- |
| ***Erklärung***  *gemäß § 5 (3) der „Studien- und Prüfungsordnung DHBW Technik“ vom 01.10.2015.*  *Ich habe die vorliegende Arbeit selbstständig verfasst und keine anderen als die*  *angegebenen Quellen und Hilfsmittel verwendet.*  *-------------------------------------------------- ---------------------------------------------*  *Ort, Datum Unterschrift*  *-------------------------------------------------- ---------------------------------------------*  *Ort, Datum Unterschrift*  *-------------------------------------------------- ---------------------------------------------*  *Ort, Datum Unterschrift*  *-------------------------------------------------- ---------------------------------------------*  *Ort, Datum Unterschrift* |

Inhaltsverzeichnis

[1 Einleitung 1](#_Toc25690319)

[1.1 Anforderungsliste 1](#_Toc25690320)

[1.2 Morphologischer Kasten 4](#_Toc25690321)

[2 Welle 9](#_Toc25690322)

[2.1 Kräfte und Momente auf die Welle 9](#_Toc25690323)

[2.2 Lageplan und Schnittgrößenverlauf der Kräfte 11](#_Toc25690324)

[2.2.1 Querkraftverlauf 12](#_Toc25690325)

[2.2.2 Momentenverlauf 17](#_Toc25690326)

[2.2.3 Torsionsmoment 22](#_Toc25690327)

[2.3 Überschlagsberechnung und Auswahl des Werkstoffes 23](#_Toc25690328)

[2.4 Berechnung der kritischen Wellenquerschnitte 24](#_Toc25690329)

[2.4.1 Kerbzahlberechnung nach Decker [2], [3], [4] 25](#_Toc25690330)

[2.4.2 Berechnung der kritischen Querschnitte mit Excel 37](#_Toc25690331)

[2.5 Wellendurchbiegung und Biegewinkel in den Lagerstellen 38](#_Toc25690332)

[3 Trommel 40](#_Toc25690333)

[3.1 Auslegung der Verbindung Welle – Trommel 40](#_Toc25690334)

[3.1.1 Variante A – Schweißkonstruktion 40](#_Toc25690335)

[3.1.2 Variante B – Spannpressverband 41](#_Toc25690336)

[4 Lager 44](#_Toc25690337)

[4.1 Berechnung der Lagerkräfte 44](#_Toc25690338)

[4.2 Auswahl der Lager 46](#_Toc25690339)

[4.3 Dynamische Tragzahlen und Lagerlebensdauer 46](#_Toc25690340)

[4.4 Schmierung der Lager und Abdichtung 48](#_Toc25690341)

[4.5 Deckel 49](#_Toc25690342)

[4.5.1 Schraubenberechnung des Deckels 49](#_Toc25690343)

[4.6 Lagerböcke 52](#_Toc25690344)

[4.6.1 Auslegung der Betonanker 53](#_Toc25690345)

[5 Antrieb 54](#_Toc25690346)

[5.1 Auswahl des Elektromotors 54](#_Toc25690347)

[5.2 Auslegung des Dreifach-Kettentriebes 55](#_Toc25690348)

[5.3 Auslegung der Keilwellenverbindung zwischen Welle und Kettenrad 67](#_Toc25690349)

[5.4 Nachrechnung der Passfederverbindung zwischen Kettenrad und Motorwelle 69](#_Toc25690350)

[5.5 Axiale Fixierung des Kettenrades 70](#_Toc25690351)

[6 Alternative Bauform mit gedrehtem Antrieb 72](#_Toc25690352)

[6.1 Berechnung der Lagerkräfte 72](#_Toc25690353)

[6.2 Änderungen bzgl. der Lagerauswahl 74](#_Toc25690354)

[7 Montage- und Demontageanleitung 76](#_Toc25690355)

[7.1 Montageanleitung- Variante B (Spannpressverband) 76](#_Toc25690356)

[7.2 Montageanleitung- Variante A (Schweißkonstruktion) 82](#_Toc25690357)

[7.3 Demontage 82](#_Toc25690358)

[8 Visualisierung 83](#_Toc25690359)

[8.1 Gesamtansicht 83](#_Toc25690360)

[8.2 Explosionsansicht 85](#_Toc25690361)

[9 Literaturverzeichnis 86](#_Toc25690362)

Anhang

1. Aufgabenstellung
2. Handzeichnungen und Skizzen auf Millimeterpapier
3. Projektzeitplan
4. Checkliste
5. Datenblatt
6. Stückliste
7. Gesamtzeichnung
8. Kaufteildokumentation

8.1 cog - Das O-Ring 1x1

8.2 fischer - Betonanker

8.3 Mädler - Kettenrad

8.4 Mädler - Spannsatz

8.5 Mädler - Tropföler

8.6 NORD - Motor

8.7 norelem - Schmiernippel

8.8 Würth - Gewindestift

8.9 Würth - Sicherheitsmutter

# 

# Einleitung

Bandförderer, umgangssprachlich auch Förderbänder genannt, übernehmen in Produktionsprozessen eine wichtige Rolle. Stetigförderer sorgen dafür, dass Roh- oder Fertigteile auch über weite Distanzen und in hoher Stückzahl zum nächsten Bearbeitungsschritt transportiert werden können. Eine zentrale Rolle nimmt die Antriebstrommel ein. Deshalb soll in der folgenden Arbeit eine Antriebstrommel mit Lagerung entwickelt werden, die speziell an die vorgegebenen Bedürfnisse angepasst ist (siehe Anforderungsliste).

Die Antriebstrommellagerung des Bandförderers wird auf der Basis exakter Auslegungsrechnungen konstruiert und mit gängigen Referenzwerten auf die Haltbarkeit bei dynamischer Belastung geprüft. Die Visualisierung der Antriebstrommellagerung ist einer ausführlichen CAD-Datei mit passender Stückliste zu entnehmen.

Im Anhang sind außerdem die ausgedruckten Excel-Berechnungen zu finden. Die auf der CD gespeicherten Excel-Dateien sind interaktiv angelegt und können vom kritischen Betrachter nochmals mithilfe der Buttons durchgerechnet werden.

## Anforderungsliste

In der folgenden Anforderungsliste werden alle Forderungen und Wünsche an die Antriebstrommel aufgeführt. Diese Zusammenstellung dient dazu, eine übersichtliche Darstellung der geforderten Randbedingungen zu bekommen.

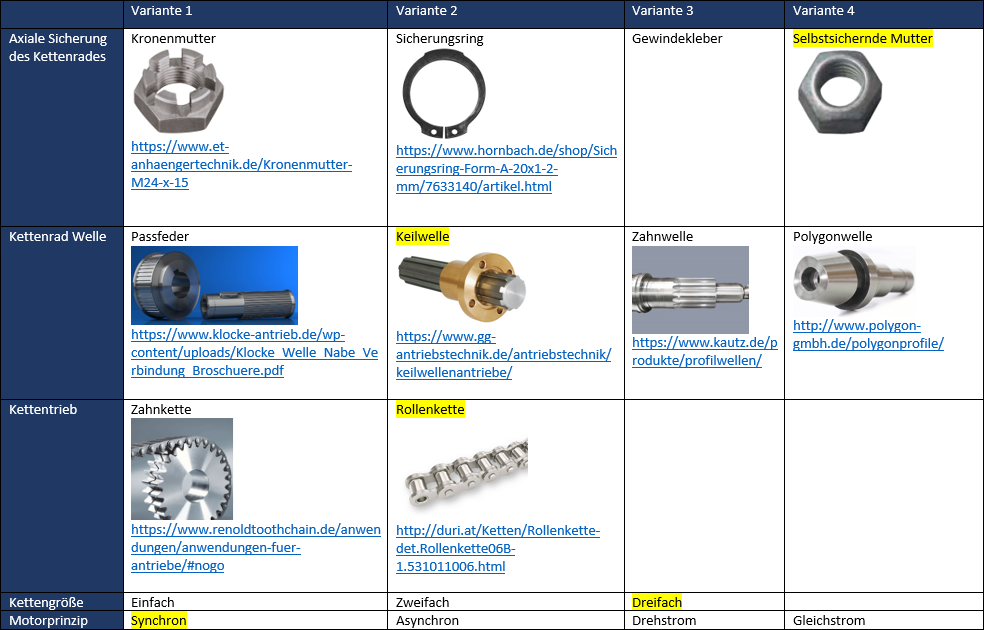


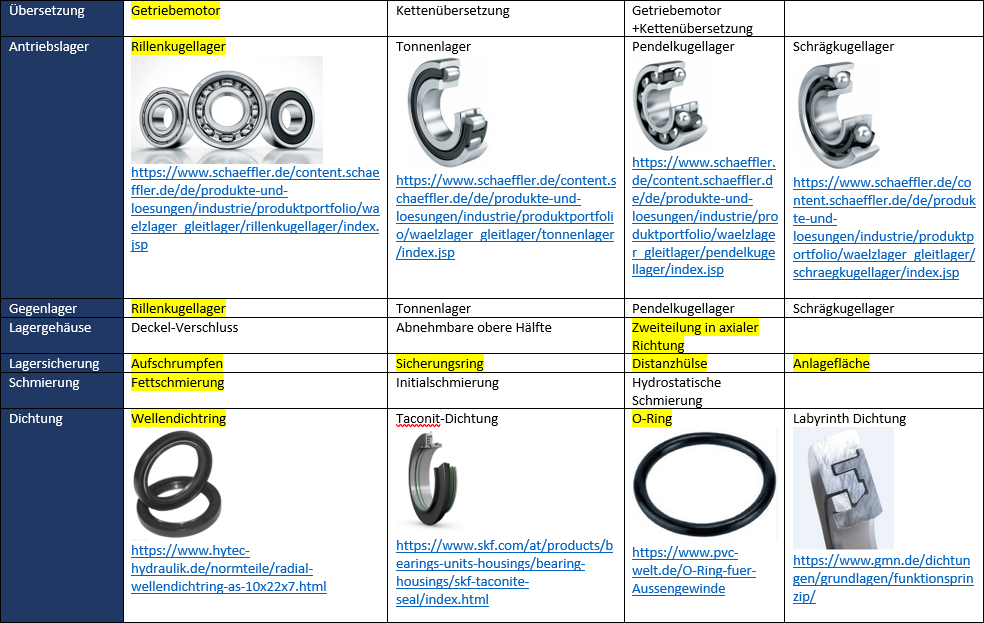




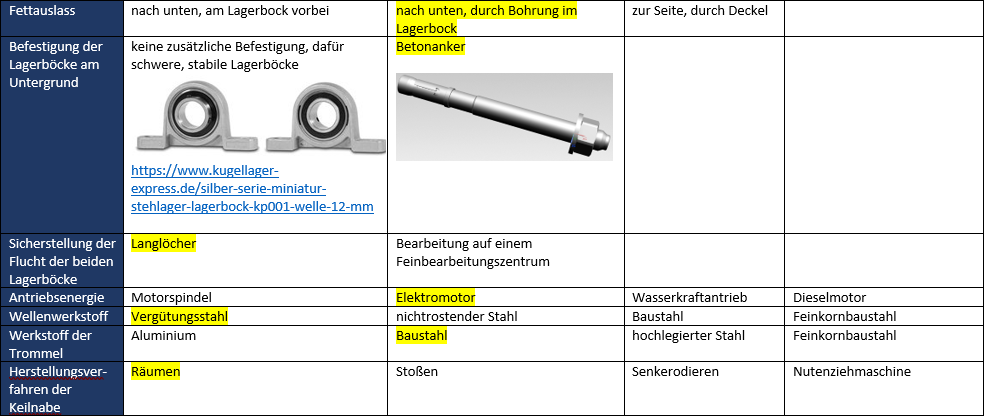
## Morphologischer Kasten

Da es eine Vielzahl an einzelnen Teilfunktionen und anschließenden Gesamtlösungsprinzipien gibt, wurde ein morphologischer Kasten erstellt. Ziel der Gegenüberstellung ist, die optimale Kombination der verschiedenen Varianten zu finden. Die ausgewählte Variante wurde gelb markiert.









# Verzahnung

## Berechnung der Zähnezahl und des Moduls

## Profilverschiebung

## Zahnfußfestigkeit und Grübchenfestigkeit

## Antriebsritzel

## Abtriebsrad

### Pressverbindung des Abtriebsrades

# Lager

## Auswahl der Lager

### Antriebslager

### Abtriebslager

## Lagerlebensdauer

## Auswahl der Dichtungen

## Konstruktive Erläuterungen

# Schmierung

Welcher Schmierstoff, wo muss geschmiert werden,…

## Ölzufuhr

## Ölabfuhr

## Schmieranweisung und Kontrolle der Schmierung

# Gehäuse

Form (Bodenfreiheit, Winkel)

## Wandstärke und Verrippung

## Respektabstände

Wo und warum

# Drehmomentstütze

## Schraubenberechnung

# Montage- und Demontage

## Anschlussmaße

## Montageanleitung

|  |  |
| --- | --- |
| 1. Überprüfen Sie den Lieferumfang mit Hilfe der Stückliste. 2. Schweißen Sie mit einer umlaufenden Kehlnaht (einseitig, von außen, a = 5 mm) die beiden Seitenwände auf das Rohr mit Außendurchmesser 85 mm. Die äußeren Kanten der Seitenwände sollen einen Abstand von 190 mm haben. Es ist auf die Rechtwinkligkeit von Rohr und Seitenwänden zu achten. |  |
| 1. Verschweißen Sie das Rohr mit Außendurchmesser 240 mm mit den in der in Schritt 2 hergestellten Baugruppe. Dabei ist darauf zu achten, dass auf beiden Seiten der gleiche Abstand 25 mm von Rohrende zu Seitenwand eingehalten wird. Anschließend brünieren sie die Welle und die komplette Schweißbaugruppe. |  |
| 1. Stecken Sie die Spannpressverbände auf beiden Seiten auf die Welle und schieben Sie sie bis zum Anschlag. Anschließend führen Sie das eben verschweißten Teil über die Spannpressverbände und richten es mittig aus. |  |
| 1. Ziehen Sie die Schrauben der Spannsätze mit 37 Nm an. |  |
| 1. Montieren Sie die Radialwellendichtringe in die beiden Gehäuse und in den Deckel mit Durchgangsloch. Achten Sie darauf, die Ringe nicht zu beschädigen. Für die richtige Orientierung beachten Sie das nebenstehende Bild. |  |
| 1. Schrauben Sie in beide Gehäuse den Schmiernippel in die dafür vorgesehenen Bohrungen. Montieren Sie auf der gegenüberliegenden Seite in die beiden Gehäuse die Stopfen. |  |
| 1. Platzieren Sie die beiden Kugellager mit Hilfe einer geeigneten Vorrichtung in den Gehäusen. |  |
| 1. Stecken Sie die beiden Gehäuse mit Radialwellendichtring, Schmiernippel, Stopfen und Kugellager auf beide Seiten der Welle. Pressen Sie dabei das Kugellager auf den Wellendurchmesser 40 mm. |  |
| 1. Führen Sie die Distanzhülse mit dem O-Ring (Ø 33,1 x 3,53) auf das Wellenende mit der Keilwelle mit der Seite des größeren Innendurchmessers zuerst. |  |
| 1. Montieren Sie die großen O-Ringe (Ø 62,9 x 5,33) in die Deckelnuten. |  |
| 1. Stecken Sie die Deckel auf die beiden Enden der Welle und schrauben Sie diesen mit einem Anziehmoment von 11,2 Nm fest. |  |
| 1. Bohren Sie in den Betonklotz vier Löcher (Ø 12 mm, Tiefe: 105 mm) für die Bolzenanker nach nebenstehender Skizze. 2. Reinigen Sie die Bohrlöcher. |  |
| 1. Positionieren Sie die Unterteile der Lagerböcke wie im nebenstehenden Bild auf dem Betonklotz. 2. Nehmen Sie die Bolzenanker und schlagen Sie die Anker mit Hilfe eines Hammers in die Löcher ein. 3. Ziehen Sie die Bolzenanker so fest an, sodass die Lagerböcke im Bereich der Langlöcher noch verschoben werden können. 4. Achten Sie auf die Parallelität der Lagerböcke. |  |
| 1. Legen Sie die vormontierte Wellen-Baugruppe in die Lagerböcke. Achten Sie darauf, dass die axiale Ausrichtung zu keinerlei Kollisionen führt. |  |
| 1. Setzen Sie die Oberteile der Lagerböcke auf die Lager. 2. Verschrauben Sie die Oberteile der Lagerböcke mit den Unterteilen der Lagerböcke mit acht Innensechskantschrauben (M6 x 16) 3. Ziehen Sie die Schrauben mit einem Anziehmoment von T=11,2Nm an. |  |
| 1. Ziehen Sie die Bolzenanker nach genauem Ausrichten der Baugruppe mit einem Anziehmoment von 60 Nm an. |  |
| 1. Stecken Sie das Kettenrad mit Keilfedernabe auf den Wellenabschnitt mit der Keilwelle. 2. Positionieren Sie den Motor wie im nebenstehenden Bild und befestigen Sie ihn ebenso mit vier Betonankern. 3. Stecken Sie das Kettenrad mit Passfedernabe auf die Antriebswelle des Motors. |  |
| 1. Montieren Sie Sechskantmutter mit Klemmteil (M24) auf die Welle der Antriebstrommel und ziehen Sie diese mit einem Anziehmoment von 800 Nm fest. |  |
| 1. Montieren Sie die Dreifachrollenkette auf die beiden Kettenräder und schließen Sie diese mit dem Verschlussglied. |  |

## Demontageanleitung

Die Demontage erfolgt in umgekehrter Reihenfolge zur Montageanleitung. Verwenden Sie zur Demontage der Kugellager eine geeignete Demontagevorrichtung.

# Visualisierung

## Gesamtansicht

Die Antriebstrommel wurde mithilfe eines CAD- Systems wie folgt visualisiert.

Im nachfolgenden Bild sieht man die Antriebstrommel der Variante B (Spann-pressverband) in einer trimetrischen Ansicht, ohne den Betonklotz, ohne Kette und ohne Motor. Es werden einige Bauteile transparent angezeigt, um das Innenleben besser sichtbar zu machen.



Dieses Bild zeigt die Antriebstrommel von der Seite.



## Explosionsansicht

In der Explosionsansicht sind alle Komponenten zu sehen. Auch hier handelt es sich um die Variante B (Spannpressverband).



# Literaturverzeichnis

[1] Gomeringer, Roland u. a.: Tabellenbuch Metall, 47. Auflage, Haan-Gruiten 2017

[2] Decker, Karl-Heinz: Decker Maschinenelemente: Funktion, Gestaltung und Berechnung, 20. Auflage, München 2018

[3] Decker, Karl-Heinz: Tabellen und Diagramme, 19. Auflage, München, 2014

[4] Decker, Karl-Heinz: Formeln, 7. Auflage, München, 2014

[5] Steinhilper, Waldemar u.a.: Maschinen- und Konstruktionselemente 1, 4.Auflage, Berlin 1994

[6] SFS unimarket AG: fischer Bolzenanker FAZ II, Heerbrugg 2017