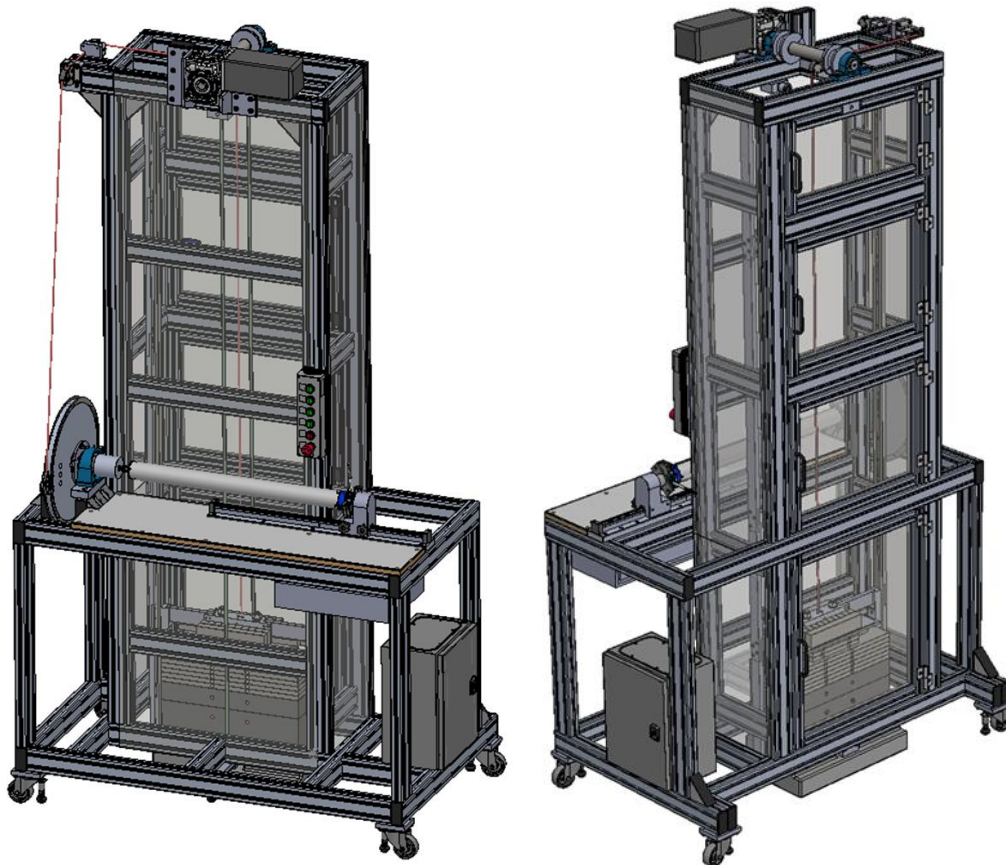


---

## Vorrichtung zum Prüfen des statischen Haltemoments verschiedener Rollladenantriebe

---



Diese Projektarbeit wurde im Rahmen der Weiterbildung zum staatlich geprüften Techniker in der Fachrichtung Maschinentechnik in Kooperation mit der Firma Becker-Antriebe GmbH durchgeführt. Ziel des Projekts war die Entwicklung und Konstruktion einer neuen Prüfvorrichtung, mit der das statische Haltemoment verschiedener Rohrmotoren zuverlässig, reproduzierbar und normgerecht geprüft werden kann.

## **Ausgangssituation und Problemstellung**

Die bestehende Prüfvorrichtung im Unternehmen war ursprünglich für dynamische Prüfungen ausgelegt und nur eingeschränkt für statische Tests geeignet. Die Durchführung der Messungen war aufwendig, ungenau und erforderte teilweise zwei Personen. Zudem führten äußere Einflüsse und ruckartige Belastungen zu verfälschten Messergebnissen. Diese Schwächen machten eine Neuentwicklung notwendig.

## **Projektziel**

Das Ziel bestand darin, eine ergonomische, sichere und präzise Prüfvorrichtung zu entwickeln, die:

- ein breites Drehmomentspektrum (6 Nm bis 400 Nm) abdeckt,
- eine Prüfung in beide Drehrichtungen ermöglicht,
- eine feine Abstufung der Prüflasten erlaubt (1 Nm Schritte im Bereich von 6 Nm-240 Nm),
- reproduzierbare und normgerechte Messergebnisse liefert,
- ein rotatives Durchrutschen des Rohrantriebs, um ca. 1,5 Umdrehungen bei gleichbleibendem Drehmoment ermöglicht
- die Prüfung verschiedener Rohrantriebe (verschiedener Längen, Durchmesser und Adaptionen) ermöglicht.

## **Projektablauf und Methodik**

Zu Beginn wurde ein Lastenheft in Zusammenarbeit mit dem Industriepartner erstellt, das alle Anforderungen definierte. Darauf aufbauend wurde ein Pflichtenheft entwickelt, welches die konkrete Umsetzung beschreibt.

Im weiteren Verlauf kamen verschiedene Projektmanagement-Methoden zum Einsatz:

- Brainstorming zur Ideenfindung
- Mindmapping zur Strukturierung
- Nutzwertanalysen zur Entscheidungsfindung
- Risikoanalysen zur frühzeitigen Identifikation möglicher Probleme

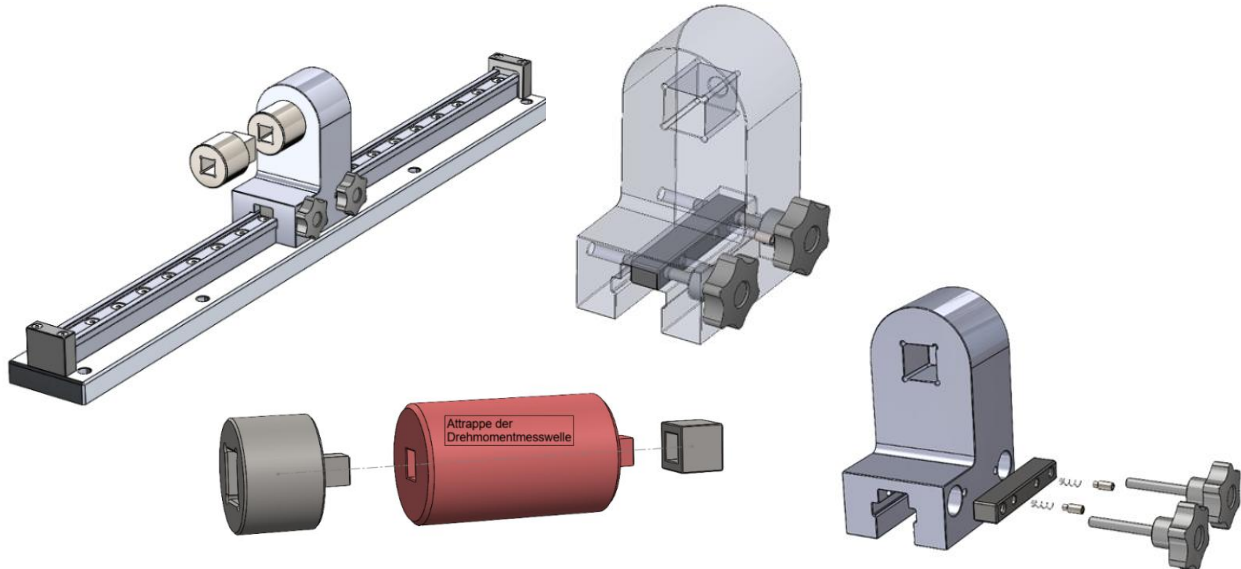
Mehrere Konzepte wurden entwickelt und bewertet. Dabei zeigte sich, dass eine mechanische Lösung mit Gewichten und Umlenkrollen die besten Ergebnisse hinsichtlich Genauigkeit, Kosten und Zuverlässigkeit liefert.

## **Technische Umsetzung**

Das ausgewählte Konzept basiert auf einer Kombination aus Seiltrommel, Dyneemaseil und Gewichtsschlitten. Der Rohrmotor wird waagrecht in einer verstellbaren Haltevorrichtung eingesetzt. Das Drehmoment wird über eine Seiltrommel eingeleitet, an der ein Seil befestigt ist. Dieses wird über Umlenkrollen geführt und mit Gewichten (die vertikal verfahrbar sind) belastet.

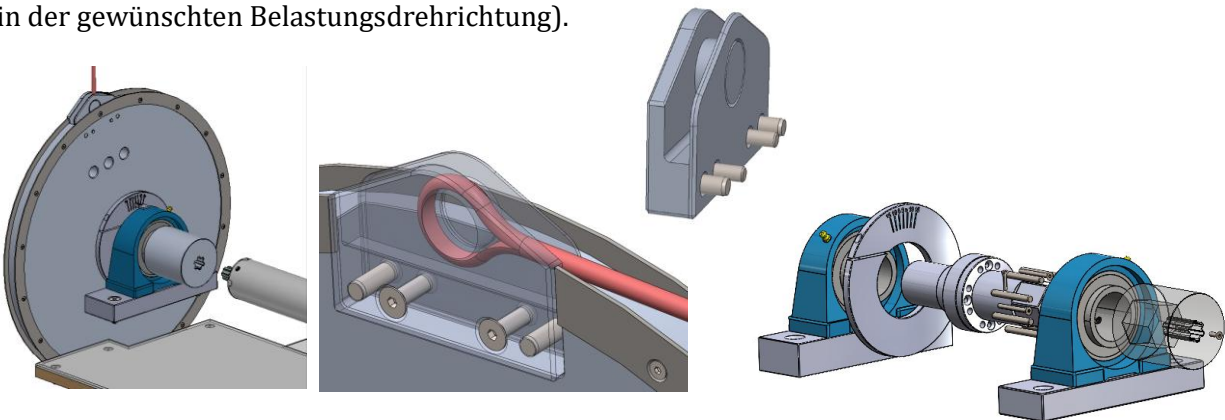
## 1. Verstellbare Haltevorrichtung zur Aufnahme unterschiedlicher Rohrantriebe

Die verstellbare Haltevorrichtung besteht aus einer eigens konstruierten Linearführung und einem darauf sitzenden Gleitschlitten. Der Gleitschlitten besitzt einen Aluminiumgrundkörper mit POM-Gleitstück (Kunststoff), das leichtgängige und verschleißarme Bewegung ermöglicht. Zwei M6-Sterngriffe klemmen den Schlitten kraftschlüssig, passend zur Belastungsdrehrichtung. Rückholfedern lösen die Klemmung automatisch, ihre Vorspannung ist über Madenschrauben einstellbar. Über den Schlitten wird zudem mittels einer entsprechenden Wechselaufnahme der Vierkantzapfen des zu prüfenden Rohrantriebs aufgenommen.



## 2. Seiltrommel zur Drehmomentübertragung

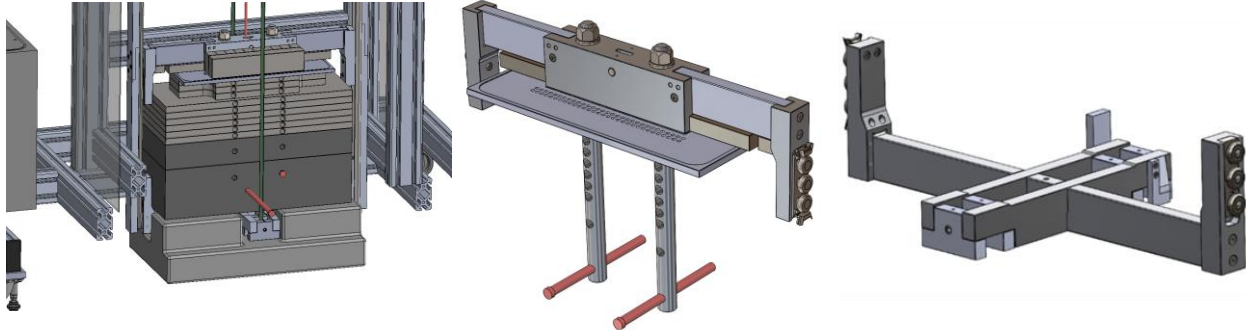
Die Seiltrommelbaugruppe besteht aus einer Welle die über zwei Stehlager gelagert ist und der eigentlichen Seiltrommel ( $D=400\text{mm}$ ). Zudem gibt es einen Adapter am Wellenende zur Aufnahme der Vielzahnwelle des zu prüfenden Rohrantriebs. Durch diese Baugruppe wird das Drehmoment / Haltemoment erzeugt, die Trommel wird beim Hochfahren der Gewichte händisch mit aufgewickelt (in der gewünschten Belastungsdrehrichtung).



## 3. Gewichtsschlitten zur definierten Lasteinbringung

Die Gewichteschlittenbaugruppe besteht aus einem oberen Schlitten, der zur Aufnahme der definierten Gewichtescheiben dient (ebenfalls zur Aufnahme der kleineren Gewichte für die feine

1Nm Abstufung) und einem unteren Schlitten, der zum Verfahren der Gewichtescheiben dient. Durch das Stecken der beiden Steckbolzen (rot dargestellt) wird das gewünschte Prüfmoment erzeugt. Die beiden Schlitten (Rollenläufer) werden durch zwei verzinkte Rollenführungen (Schienen) geführt (eine Seite Festlagerführung, andere Seite Loslagerführung).



#### 4. Gurthebeeinheit zum Verfahren des Gewichtsschlittens

Die Gurthebebaugruppe besteht aus einer Welle mit zwei auf der Mantelfläche angebrachten Gesenken, über die die Gurte aufgenommen werden (Gurtschlaufen werden durch je einen durchgesteckten Passstift aufgesteckt). Die Welle ist über zwei Stehlager gelagert. Umlenkrollen unter den Gurten sorgen dafür das der Gurt immer lotrecht verläuft, auf diese Weise werden keine Querkräfte erzeugt. Der Antrieb erfolgt über ein Nema 42 Schrittmotor und ein Schneckenradgetriebe, welches über die Hohlwelle am Ausgang mittels einer Passfeder die Drehbewegung auf die Welle überträgt. Das Schneckenradgetriebe ist statisch selbsthemmend, was für unsere Anwendung besonders wichtig ist.

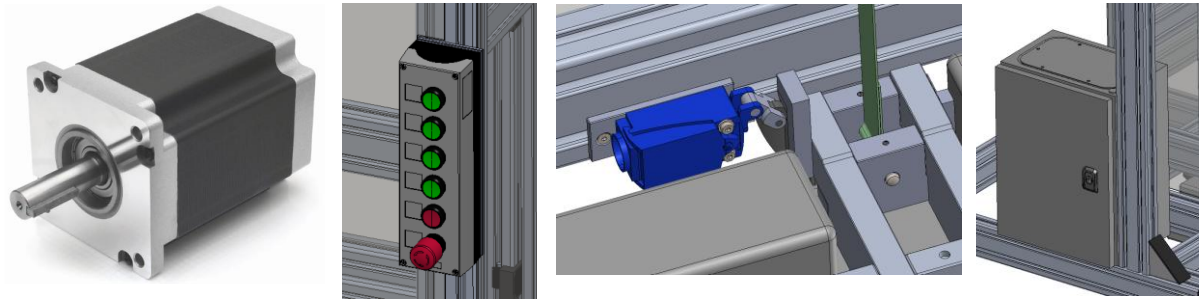


#### 5. Elektrische Komponenten

Die wichtigsten Elektrischen Komponenten sind: Nema 42 Schrittmotor, entsprechender Motortreiber, SPS / Mikrocontroller (ermöglicht eine strukturierten Bewegungssteuerung), Bedieneinheit, Endschalter, Schaltschrank, Leitungsschutzschalter und eine Zuleitung.

Diese elektrische Auslegung ist aus unserer Sicht eine sinnvolle und relativ kostengünstige Variante. Durch die SPS / Mikrocontroller ist es möglich eine strukturierte Bewegungssteuerung zu

programmieren, das bedeutet es wird ein sanftes / langsames Anfahren und Ablassen der Gewichte realisiert, was letztendlich für eine ruckfreie Belastung des zu prüfenden Antriebs sorgt.



## 6. Grundgestell

Das Grundgestell besteht aus Item Profilen der Kategorie 8 (Ausführung leicht, Natur) mit den Querschnittsabmaßen 80x40. Das Gestell wurde recht massiv ausgelegt und zusätzlich mit ITEM Winkeln verstärkt. Der Bereich, in dem der Gewichteschlitten verfährt, wurde mit Polycarbonat Scheiben umhaust. An der hinteren Seite des Gestells wurden zusätzlich vier Türen mit eingefassten Polycarbonat Scheiben vorgesehen, die die Zugänglichkeit gewährleisteten. Die Türen verfügen über einen Griff und einen Magnetanschlag zum Verschließen.

### Konstruktion und Auslegung

Die Konstruktion erfolgte vollständig in einem CAD-System. Alle Bauteile wurden dimensioniert, berechnet und teilweise mittels FEM-Analysen überprüft. Ziel war es, eine sichere und langlebige Konstruktion zu gewährleisten.

Wichtige Aspekte waren:

- Festigkeitsberechnungen für Wellen und Verbindungen
- Auslegung der Lagerungen+
- Minimierung von Reibungseinflüssen
- Sicherstellung eines konstanten Hebelarms

### Ergebnisse

Das Projekt resultierte in einer funktionsfähigen, praxisnahen Prüfvorrichtung mit folgenden Vorteilen:

- Hohe Messgenauigkeit
- Reproduzierbare Ergebnisse
- Einfache Bedienbarkeit (auch ergonomisch)
- Reduzierter Personalaufwand
- Flexible Anpassung an verschiedene Motorgrößen

Besonders hervorzuheben ist die Möglichkeit, das Drehmoment in kleinen Schritten zu variieren und sowohl statische als auch begrenzt dynamische Effekte (damit ist der Fall gemeint, bei dem die Bremse des Rohrantriebs durchrutscht und nicht mehr dem Statischen Haltemoment standhält) zu berücksichtigen.