

**Staatlich anerkannte Fachschule für
Technik in Nürnberg**

Fachrichtung Maschinenbau

Projektarbeit

Abgabetermin:
29.04.2016

Thema:

Leistungsprüfstand für Zweiräder bis 125cm³

betreuende Lehrkraft: Volker Steinbauer

Eingereicht von:

Andy Göbel
MAV 4c
Ansbacher Straße 1
90579 Langenzenn

Projekt Leistungsprüfstand

Sponsoren

An dieser Stelle möchte ich meinen Projektpartnern danken. Ohne deren Unterstützung hätte dieses Projekt meinen finanziellen Rahmen mit Sicherheit überschritten.



Hans Schmidt GmbH & Co. KG ; Werkstattnutzung und Kleinteile



Otto Ganter GmbH & Co. KG; Scharniere und Griffschale



norelem Normelemente KG; C – Profil, Exzenterspanner, Lastbügel,
Ringschrauben



OTTO WATERMANN - Norm - und Zeichnungs-teile; Stehlager



Trikeland-Tankbau; Rohmaterial für Bremsscheibenaufnahme

Projekt Leistungsprüfstand

Inhaltsverzeichnis

Sponsoren.....	1
Abbildungsverzeichnis.....	3
1. Vorwort.....	4
2. Aufgabenstellung.....	4
2.1 Anforderungsliste.....	5
3. Funktionsweise.....	6
4. Planung.....	7
4.1 Trägheitsrolle mit Rahmen.....	7
4.2 Vorderradhalterung.....	8
4.3 Bremssystem.....	9
4.4 Wandausleger.....	10
4.5 Bodenplatte.....	10
5. Fertigung.....	11
5.1 Rahmen der Trägheitsrolle.....	11
5.2 Bremsscheibenaufnahme.....	12
5.3 Vorderradhalter.....	12
6. Montage.....	13
7. Signalverarbeitung.....	14
8. Reflexion.....	16
9. Erklärung.....	17

Projekt Leistungsprüfstand

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Trägheitsrolle.....	7
Abbildung 2: Zusammenbauzeichnung.....	7
Abbildung 3: Skizze Rastbolzen.....	8
Abbildung 4: Skizze Exzenter.....	8
Abbildung 5: Vorderradhalter.....	9
Abbildung 6: Wandausleger.....	10
Abbildung 7: Bodenplatte.....	10
Abbildung 8: Fixieren der Rechteckrohre.....	11
Abbildung 9: Beginn der Drehbearbeitung.....	12
Abbildung 10: Vorderradhalter.....	13
Abbildung 11: Fundament.....	13
Abbildung 12: Montageübersicht Näherungsschalter.....	14
Abbildung 13: fertiger Prüfstand.....	17

Projekt Leistungsprüfstand

1. Vorwort

Im Rahmen der Ausbildung zum staatlich geprüften Maschinenbau-techniker an der Grundig Akademie in Nürnberg besteht die Möglichkeit das Wahlfach Projektarbeit zu belegen. Um fächerübergreifend die bisher erlernten Kenntnisse anzuwenden und weiter auszubauen, entschloss ich mich dazu dieses Fach zu belegen.

Bereits im Vorfeld hatte ich einige mögliche Projekte ins Auge gefasst. Nach grobem Überschlagen des zeitlichen und konstruktiven Aufwands entschied ich mich letzten Endes dazu, einen Leistungsprüfstand für Zweiräder zu konstruieren und zu fertigen. Der Prüfstand wird vor allem zur Optimierung und Einstellung meines Rennmofas dienen. Es ist deshalb nicht die absolute Leistung, sondern die Unterschiede zwischen den einzelnen Messungen ausschlaggebend, um den direkten Einfluss der Veränderungen zu visualisieren.

2. Aufgabenstellung

Ziel des Projektes ist es einen Leistungsprüfstand zu bauen, welcher im Boden versenkt montiert werden kann, um bei Nichtnutzung möglichst wenig Raum einzunehmen.

Weiterhin soll der Prüfstand für alle gängigen Zweiräder bis 125cm^3 nutzbar sein, weshalb eine variable Vorderradhalterung vorzusehen ist.

Um alle Anforderungen festzuhalten, wurde folgende Anforderungsliste erstellt.

Projekt Leistungsprüfstand

2.1 Anforderungsliste

Anforderungsliste Leistungsprüfstand

Stand: 28.09.15

Art: FF: Festforderung
MF: Mindestforderung
W: Wunsch

Hauptmerkmal	Art	Bezeichnung
1. Geometrie	FF	Radstand 1000mm bis 1500mm
2. Kinematik Dynamik	MF	Achslast 100kg
	MF	Leistung des zu messenden Fzg. 40PS
	FF	Bremsmöglichkeit der Trägheitsrolle nach Messung
	MF	Fzg. Geschwindigkeit 180km/h
	FF	Umgebungstemperatur -20°C bis 50°C
3. Herstellung	FF	1 Exemplar
	FF	Verwendung vorhandener Trägheitsrolle (Zeichnung)
	W	Schweißkonstruktion
4. Montage	W	Versenkt im Boden mit ebenerdiger Rolle
5. Gebrauch	MF	Lebensdauer ohne Wartung 100h
6. Kosten	W	750,00 €
7. Sicherheit	FF	Feststellvorrichtung des Vorderrades
	FF	Feststellvorrichtung des Hinterrades
	W	Abdeckplatte bei nicht Benutzung
8. Termin	MF	Fertigstellung bis 04.2016

3. Funktionsweise

Es gibt verschiedenste Möglichkeiten die Leistung eines Motors zu ermitteln. Diese lassen sich in zwei grundsätzliche Gruppen gliedern.

1. gebremste Prüfstände

- mittels Wirbelstrombremse
- mittels hydraulischer Bremssysteme
- mittels mechanischer Bremssysteme

2. ungebremste Prüfstände

- Livemessung auf der Straße
- mittels Trägheitsrolle

Aufgrund der relativ kleinen zu erwartenden Maximalwerte der Leistung und des einfachen Aufbaus, wurde die Messung mittels Trägheitsrolle ausgewählt.

Hier wird eine Rolle mit hohem Trägheitsmoment vom angetriebenen Rad des Fahrzeugs über das gesamte Drehzahlband beschleunigt. Zeitgleich wird die Motor- und Rollendrehzahl aufgezeichnet, um anschließend von einer Software ausgewertet und in eine Leistungskurve übersetzt zu werden.

4. Planung

4.1 Trägheitsrolle mit Rahmen

Grundlage des gesamten Projektes bildet eine bereits im Vorfeld organisierte Trägheitsrolle. Der gesamte Prüfstand sollte so gesehen um die vorhandene Rolle entstehen.



Abbildung 1: Trägheitsrolle

Die Lagerung der Rolle sollte mit Stehlagern umgesetzt werden. Nach genauer Vermessung der Rolle und Auswahl der Lager entstand eine erste Zusammenbauzeichnung in Autodesk Inventor. Der Rahmen wurde hier mit handelsüblichen Rechteckrohren umgesetzt und beinhaltet bereits die Anordnung der Bremsscheibe und des Bremssattels samt Halterung.

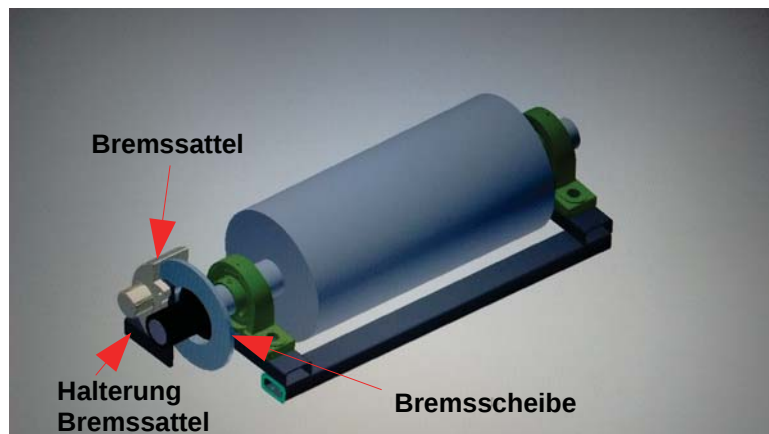


Abbildung 2: Zusammenbauzeichnung

4.2 Vorderradhalterung

Für die Positionierung der Vorderradhalterung standen zwei Konzepte zur Auswahl.

1. Konzept

Eine stufenweise Verstellung mit Arretierung über Rastbolzen in einem gelochten C - Profil

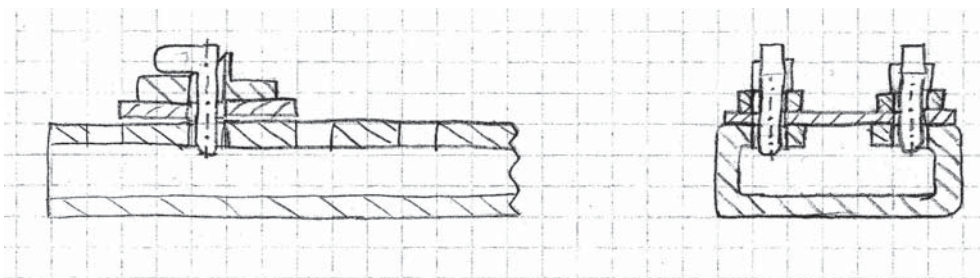


Abbildung 3: Skizze Rastbolzen

2. Konzept

Eine stufenlose Verstellung mit Arretierung über Exzenter Spanner in einem C - Profil

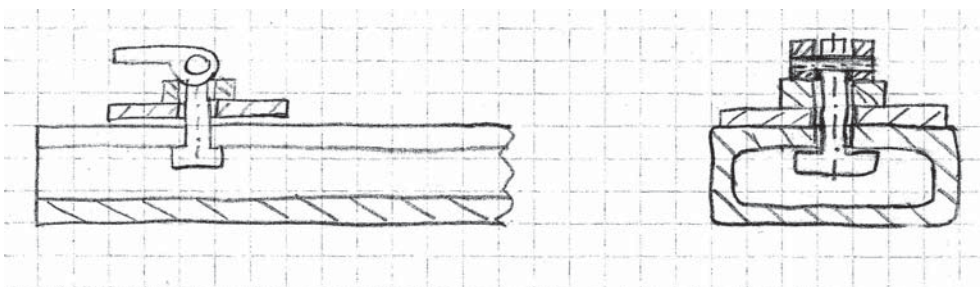


Abbildung 4: Skizze Exzenter

Da das Hinterrad des zu messenden Fahrzeuges mittig über der Achse der Trägheitsrolle zu positionieren ist, ist es nötig die Vorderradhalterung stufenlos in der Länge verstellen zu können. Deshalb fiel die Wahl auf das zweite Konzept. Durch die stufenlose Verstellung können Zweiräder mit beliebigem Radstand innerhalb gewisser Grenzen auf dem Prüfstand sicher befestigt werden.

Projekt Leistungsprüfstand

Um eine Befestigung für alle gängigen Radgrößen sicherzustellen, musste der Vorderradhalter entsprechend flexibel gestaltet werden. Die Grundkonstruktion des Vorderradhalters lehnt sich an käuflich zu erwerbenden Modellen an und wurde bezüglich der Anforderungen in einem Prüfstand abgewandelt. Diesbezüglich wurden Ringschrauben, eine Anbindung zu einer Führungsschiene und eine entsprechende Arretierung vorgesehen.



Abbildung 5: Vorderradhalter

4.3 Bremssystem

Weil die Verletzungsgefahr so niedrig wie möglich zu halten ist, wurde ein Bremssystem in das Lastenheft aufgenommen. Dieses Bremssystem wird nicht zur Messung benötigt und dient ausschließlich zur Abbremsung der Trägheitsrolle nach erfolgter Messung.

Hier wurde auf in Serie erprobte Teile zurückgegriffen. Da es sich um eine handbetätigte Bremse handeln sollte, kommt eine Handbremspumpe aus einem Kraftrad zum Einsatz. Die Bremsscheibe und der Bremssattel stammen aus einem Kleinwagen.

Die Aufnahme der Bremsscheibe sollte als Drehteil entstehen und drehfest über eine Passfeder mit der Trägheitsrolle verbunden werden.

4.4 Wandausleger

Zur Aufnahme der Bremsbetätigung und des Notebooks, welches zur Auswertung der Messungen dient, wurde ein flexibler Wandausleger konstruiert.

Da an die Bewegung keine hohen Anforderungen gestellt werden, sollte die Lagerung mit Kunststoff - Gleitlagern umgesetzt werden.

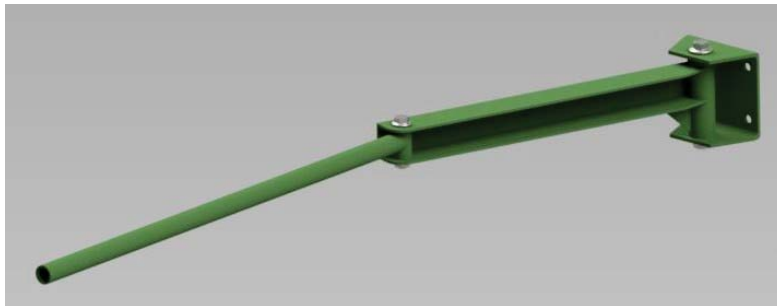


Abbildung 6: Wandausleger

4.5 Bodenplatte

Wie im Lastenheft ersichtlich, sollte die Rolle ebenerdig montiert werden. Um die Bodenfläche bei Nichtnutzung begehen zu können, wurde eine Bodenplatte mit Klappe entworfen. Die Befestigung der Bodenplatte erfolgt zusammen mit den zur Fixierung des Fahrzeuges vorgesehenen Lastbügeln. Die Lastbügel wurden symmetrisch zur Trägheitsrolle angeordnet, um eine gleichmäßige Befestigung des Fahrzeuges sicherzustellen. Zur Öffnung der Klappe sollte ein annähernd bündig abschließender Klappgriff Anwendung finden.

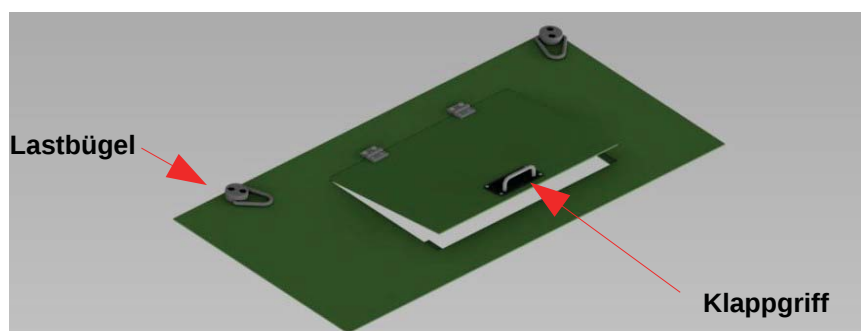


Abbildung 7: Bodenplatte

5. Fertigung

5.1 Rahmen der Trägheitsrolle

Zu Beginn wurden die 70 mm x 40 mm Rechteckrohre auf einer Bandsäge abgelängt und alle nötigen Bohrungen zur Befestigung der Stehlager sowie des Rahmens am Boden eingebracht.

Der Bremssattelhalter wurde anhand der Werkstattzeichnung aus einer Flachstahlplatte mit einem Plasmaschneider ausgeschnitten und anschließend nachbearbeitet.

Danach konnte der Rahmen auf einem Schweißtisch mittels Winkellehren ausgerichtet und mit einem MAG Schweißgerät fixiert werden. Nach erneuter Überprüfung der Längen und Winkel wurde der Rahmen fertiggeschweißt.

Für diese Arbeiten wurde freundlicherweise die Werkstatt der Firma Hans Schmidt in Unterfarnbach zur Verfügung gestellt.



Abbildung 8: Fixieren der Rechteckrohre

5.2 Bremsscheibenaufnahme

Die Aufnahme der Bremsscheibe wurde aus einem vollen Rundmaterial gedreht. Die Drehbearbeitung erfolgte ebenfalls bei der Firma Hans Schmidt.



Abbildung 9: Beginn der Drehbearbeitung

Nach erfolgter Drehbearbeitung wurden noch die Gewinde zur Verschraubung der Bremsscheibe mit Lochkreis 4 x 100 mm eingebracht.

Lediglich die Passfedernut musste mangels Maschinen zum Räumen oder Stoßen extern vergeben werden.

5.3 Vorderradhalter

Der Vorderradhalter besteht aus verschweißten Rechteckrohren und L – Profilen. Das obere Profil zur Aufnahme des Vorderrades wurde drehbar ausgeführt, um sich an die verschiedenen Radgrößen anzupassen. Wie auf der Abbildung ersichtlich, ist im vorderen Bereich ein Flachstahl angebracht. Dieser wurde mit einem M 32 Gewinde versehen, um das Exzenter Spannmodul aufzunehmen.

Projekt Leistungsprüfstand

Im hinteren Bereich übernimmt die Führung in der C – Profilschiene eine Schlossschraube, welche in das hintere L – Profil des Halters eingeschraubt wurde.

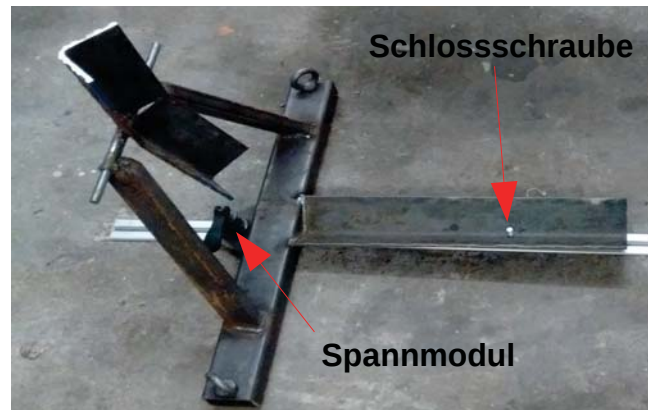


Abbildung 10: Vorderradhalter

6. Montage

Zur ebenerdigen Montage der Trägheitsrolle wurde eigens eine Vertiefung in den Werkstattboden eingebracht.

Hierfür wurde der Boden aufgeschnitten, eine Grube ausgehoben und ein Fundament gegossen.



Abbildung 11: Fundament

Projekt Leistungsprüfstand

Nachdem auf den Rahmen, Vorderradhalter und Wandausleger ein Korrosionsschutz, in Form eines Rostschutzlackes im Farbton RAL 6011 Resedagrün aufgetragen wurde, konnten alle Bauteile problemlos montiert werden.

Die verwendeten Stehlager der Trägheitsrolle können zwar Fluchtfehler ausgleichen, jedoch sollte trotzdem darauf geachtet werden die Lager so genau wie möglich zum Rahmen auszurichten, um die spezifizierten Winkel des Lagerherstellers einzuhalten.

Nach Ausrichtung der Trägheitsrolle samt Lagern auf dem Rahmen musste der Bremssattel noch durch Distanzscheiben zwischen Rahmen und Bremssattelverschraubung mittig auf der Bremsscheibe positioniert werden.

7. Signalverarbeitung

Die Basis der Signalverarbeitung bildet eine zugekaufte Elektronik - Box. Diese Box hat bereits einen induktiven Abgriff der Zündspannung zur Ermittlung der Motordrehzahl. Weiterhin ist eine Buchse zum optionalen Anschluss eines zweiten Drehzahlgebers vorhanden.

Dieser Eingang wurde mit einem induktiven Näherungsschalter belegt, welcher über die Befestigungsschrauben der Bremsscheibe vier Signale pro Umdrehung liefert.



Abbildung 12: Montageübersicht Näherungsschalter

Projekt Leistungsprüfstand

Das Drehzahlsignal wird genutzt, um in der Software zur Leistungsmessung die Übersetzung zwischen Kurbelwelle und Hinterrad zu errechnen.

Auf Anraten des Herstellers der Elektronikbox, wurde für die Spannungsversorgung des induktiven Näherungsschalters ein 12 V Bleiakku verwendet, da bei der Nutzung eines Transformators eine Oberwelligkeit in das Signal einfließen kann, welche das Signal unbrauchbar zur Auswertung macht.

Um diese Anforderung zu erfüllen, wurde in den Schaltkasten ein Akku eingebaut und der Schaltschrank mit einer Spannungsanzeige sowie von außen erreichbaren Ladebuchsen ausgerüstet. Zusätzlich wurde eine 230 V Steckdose zum Laden des Notebooks am Schaltkasten angebracht.

Die Steckdose und 12 V Spannungsversorgung werden durch einen Drehschalter über eine Schützschialtung gesteuert.



Projekt Leistungsprüfstand

Die verwendete Software, GSF Dyno, kann nur mit Audiodateien im WAV Format umgehen. Die Messbox wird deshalb über ein AUX Kabel am Mikrofoneingang des Notebooks angeschlossen.

Es wird auf dem linken Kanal die Motordrehzahl und auf dem rechten Kanal die Rollendrehzahl aufgezeichnet. Anschließend wird die Datei in GSF Dyno geladen und ausgewertet.

Bei der ersten Messung wurde schnell klar, dass etwas nicht so funktioniert wie vorgesehen. Auf beiden Kanälen war ein identisches Signalbild zu sehen, welches nicht zu gebrauchen war.

Es stellte sich heraus, dass das verwendete Notebook nur einen Mono - Mikrofoneingang besitzt und deshalb beide Drehzahlsignale überlagerte. Als Lösung wurde eine USB Soundkarte beschafft, welche einen Stereo - Mikrofoneingang besitzt.

8. Reflexion

Das Fach Projektarbeit zu wählen war eine lehrreiche Erfahrung. Die eigenverantwortliche Planung, Durchführung und Funktionskontrolle haben mich auf einige Herausforderungen stoßen lassen, welche es zu lösen galt.

Weiterhin konnte ich viel neu erlerntes Wissen aus den jeweiligen Fächern anwenden und in die Praxis umsetzen.

Die vorher veranschlagten 750 € Gesamtkosten für den Prüfstand konnten dank der Unterstützung der Sponsoren sogar unterschritten werden.

Im Nachhinein betrachtet wäre es noch eine Überlegung wert gewesen, einen Partner aus dem Bereich Elektrotechnik mit ins Projekt einzubeziehen, um die Software und die Elektronikbox selbst zu entwerfen.

Projekt Leistungsprüfstand

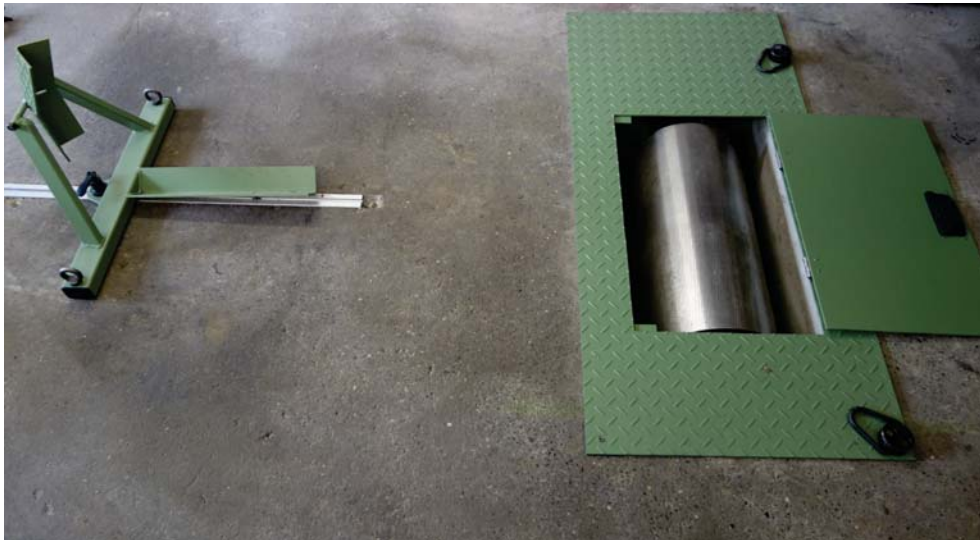


Abbildung 13: fertiger Prüfstand

9. Erklärung

Ich versichere durch meine Unterschrift, dass ich die vorstehende Arbeit selbständig und ohne fremde Hilfe angefertigt, alle Stellen, die ich wörtlich oder annähernd wörtlich aus Veröffentlichungen entnommen, als solche kenntlich gemacht und mich auch keiner anderen als der angegebenen Literatur oder sonstiger Hilfsmittel bedient habe. Die Arbeit hat in dieser oder in ähnlicher Form noch keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegen.

Ort, Datum, Unterschrift