

VTP Leistungs- und Bremsenprüfstand

Ort

Vorprüfung ohne Hilfsmittel, R2.073;
Praktikum im Anschluss, R0.075

Versuchsfahrzeug

Als Versuchsfahrzeug für den Leistungs- und den Bremsenprüfstand steht ein BMW 316i Coupe, Baureihe E36/2, Baujahr 1993, zur Verfügung.

Fahrzeugdaten:

Model	E36/2	Typ	316i Coupe
Antriebsart	Benziner	Hubraum	1596 ccm
Leistung	75 kW	bei	5500 1/min
Moment	150 Nm	bei	3900 1/min
Getriebe	5-Gang- Handschalte	Höchst- geschwindigkeit	195 km/h
Bremsart vorne	Scheibenbremse	Bremsart hinten	Trommelbremse
Leergewicht	1310 kg	Zul Gesamtgewicht	1695 kg

Leistungsmessung

Die Leistung bestimmt die erzielbaren Fahrleistungen eines Fahrzeuges. Für den Fahrzeugkunden ist deshalb die Leistung ein wesentliches Kriterium bei der Kaufentscheidung. Der Leistungsbedarf entsteht durch die auftretenden Fahrwiderstände. Die wichtigsten Fahrwiderstände sind:

- Radwiderstand (Rollwiderstand)
- Luftwiderstand
- Steigungswiderstand
- Beschleunigungswiderstand

Die Fahrwiderstände können berechnet werden oder aus dem Zugkraftdiagramm ausgelesen werden (siehe Fahrzeugtechnik 1 oder Fahrmechanik der Straßenfahrzeuge) und stellen den Zugkraftbedarf des Fahrzeugs dar.

Bei der Leistungsmessung wird die aktuell vorhandene Leistung des Fahrzeugs am Rad gemessen. Diese gemessene Leistung des Fahrzeuges unterscheidet sich im Allgemeinen von den vom Hersteller des Fahrzeuges angegebenen Leistungswerten. Die Ursachen sind:

- Die Herstellerangaben beziehen sich auf die Motorleistung und nicht auf die Radleistung,
- Umgebungsdruck und Temperatur beeinflussen Leistungsabgabe des Motors (geregelt in 80/1269/EWG),
- Alterungseinfluss/Verschleiß bzw. Minderleistung bei nicht eingefahrenem Motor,
- Nichtberücksichtigung des Schlupfes.

Leistungsprüfstände

Für die Leistungsmessung können folgende Prüfstände eingesetzt werden:

- Flachband Prüfstand:
Die Räder stehen auf einem Band. Dadurch können die Abrollverhältnisse auf der Straße abgebildet werden. Nachteilig sind die sehr hohen Prüfstandskosten in der Anschaffung und im Betrieb.
- Scheitel-Rollen Prüfstand:
Jedes Rad steht auf einer Trommel mit bis zu 2m Durchmesser. Der Rollwiderstand ist gegenüber der Straße etwas erhöht. Der Prüfstand ist günstiger als ein Flachbandprüfstand. Solche Prüfstände werden auch zur Verbrauchs- und Abgasmessung nach den gesetzlichen Zyklen (z.B. ECE) eingesetzt und zur Akustikoptimierung.
- Doppel-Rollen Prüfstand:
Jedes Rad wird von zwei kleinen Rollen mit einem Durchmesser von jeweils rund 0,3 m fixiert. Die hohe Eindrückung des Reifens ist nachteilig. Dafür sind diese Prüfstände am kostengünstigsten. Das Einsatzgebiet ist die Leistungsmessung.

Leistungsprüfung im Kfz Labor

Im Kfz-Labor der Hochschule München ist der Doppel-Rollen-Prüfstand LPS 3000 der Firma MaHa in Verwendung. Dieser ist für Leistungsmessungen an Pkw mit Front-, Standard- und Allradantrieb geeignet. Es können stationäre Radleistungen bis ca 250 kW pro Achse gemessen werden mit einer maximalen Prüfgeschwindigkeit von 250 km/h. Zur Lastsimulation wird eine Wirbelstrombremse eingesetzt.

Die genauen Spezifikationen entnehmen Sie bitte der Betriebsanleitung („LPS 3000, Leistungsprüfstand für Pkw, Bedienungsanleitung“, siehe moodle-Seiten des VTP). Der Betriebsanleitung können auch die möglichen Tests, Berechnung der Fahrwiderstände und die Korrekturfaktoren (siehe dazu insbesondere die Seiten 18 bis 35) entnommen werden.

Im Praktikum wird das Fahrzeug zunächst warmgefahren. Anschließend erfolgt die Leistungsmessung im 3., 4. und 5. Gang. Hierfür wird in dem zu messenden Gang bis zur Triggergeschwindigkeit von rund 70 km/h das Gaspedal voll durchgetreten und anschließend das Fahrzeug mit voller Drosselklappenöffnung beschleunigt bis zur Maximaldrehzahl von 6000 1/min. Dabei misst der Prüfstand die über das Rad an die Rolle abgegebene Leistung. Bei Erreichen der Maximaldrehzahl kuppelt der Fahrer aus und nimmt das Gas weg. Bei eingelegtem Gang wird nun die Schleppleistung gemessen: Durch die Trägheit der Prüfstandsrollen wird das Fahrzeug geschleppt. Aus dem zeitlichen Verlauf der Fahrzeuggeschwindigkeit bzw. der Motordrehzahl wird die Schleppleistung ermittelt. Die Addition von Rad- und Schleppleistung und die Verrechnung mit den Korrekturfaktoren ergibt die normierte Motorleistung.

Bremsenprüfstand

Die Fahrzeugbremse ist ein sicherheitskritisches System im Fahrzeug. Umfangreiche gesetzliche Vorgaben regeln deshalb die Ausgestaltung der Bremsanlage, wie zum Beispiel die Redundanz, die minimale Abbremsung und die Bremskraftverteilung. Die Bremse ist aber auch von höchster Komfortrelevanz (z.B. Bremsgeräusche, Bremsenrubbeln, Pedalgefühl). Im Entwicklungsstadium werden diese Aufgabenstellungen simulativ bearbeitet. Sobald Bauteile verfügbar sind, stehen eine Vielzahl verschiedener Arten von Bremsenprüfständen zur Verfügung (siehe Tabelle 1). Die finale Erprobung erfolgt dann im Fahrzeug.

Nr.	Prüfstands-Type	Aufgabenstellung	Prüfling	Prüfergebnis
1.	Rollen-Bremsprüfstand	Bremsen-Funktionsprüfung bei Kfz-Reparatur und beim TÜV.	Komplette Bremse im zugehörigen Fahrzeug eingebaut.	Bremswirkung: Gut/Schlecht? Kraftverteilung: Links/Recht? Kraftaufteilung: VA/HA?
2.	Rollen-Bremsen & ABS-Prüfstand	Bremsen- und ABS-Prüfung am Montageband-Ende.	Komplette Bremse im zugehörigen Fahrzeug eingebaut.	Bremswirkung: Gut/Schlecht? Kraftverteilung: Links/Recht? ABS-Regelung: Funktion i. O.?
3.	Reibwert-Prüfstand	Reibmaterial-Qualitätssicherung.	Belagprobe eingebaut in einer Standardbremse.	Reibwert $\mu \sim 0,3$? (Okay!) Reibbelag-Verschleiß?
4.	Schwungmassen-Bremsen-Prüfstand	Funktionsprüfung der kompletten Radbremse.	Bremsscheibe & Sattel, bzw. Trommel, Backen & Bremszylinder am Trägerschild.	Reibwert $\mu \sim 0,3$? Funktion aller Bauteile? Verschleiß aller Bauteile?
5.	Schwungmassen-Bremsen-Geräusch-Prüfstand	Noise-, Vibration-, Harshness-(NVH) Untersuchungen, d. h. Geräusche (Quietschen) und Schwingungen (Rubbeln) an der kompletten Radbremse.	Komplette Scheiben- oder Trommelbremse samt Radnabe & Lagerung in der Fahrzeugachse eingebaut.	Funktion der Bremse okay? Reibung erregt Schwingung? Resonanzschwingungen an der Bremse und den Achsbauanteilen?
6.	Fahrzeug-Bremsen-Geräusch-Prüfstand	NVH-Untersuchungen, d. h. Geräusche (Quietschen) und Schwingungen (Rubbeln) an der Radbremse im Fahrzeug eingebaut.	Komplettes Kraftfahrzeug mit zugehöriger Scheiben- oder Trommelbremse.	Funktion der Bremse i. O./n. i. O.? Reibung erregt Schwingung? Resonanzschwingungen aus der Bremse und deren Übertragung auf das Fahrzeug?

Tabelle 1: Bremsenprüfstände (aus Bremsenhandbuch)

Zur Sicherstellung der Funktion des Bremssystems über die Lebensdauer eines Fahrzeuges sind Rollen-Bremsprüfstände im Einsatz. Mit diesen können auf einfache Art und Weise effizient die Grundfunktionen der Bremse bei der gesetzlichen Hauptuntersuchung überprüft werden.

Rollen-Bremsenprüfstand IW 2 RS 2 im Kfz Labor

Die genauen Spezifikationen entnehmen Sie bitte der Betriebsanleitung („IW 2 LON, IW 2 LON ALLRAD, Rollen-Bremsprüfstand, Bedienungsanleitung“, siehe moodle-Seiten des VTP), insbesondere Seite 8 bis 12.

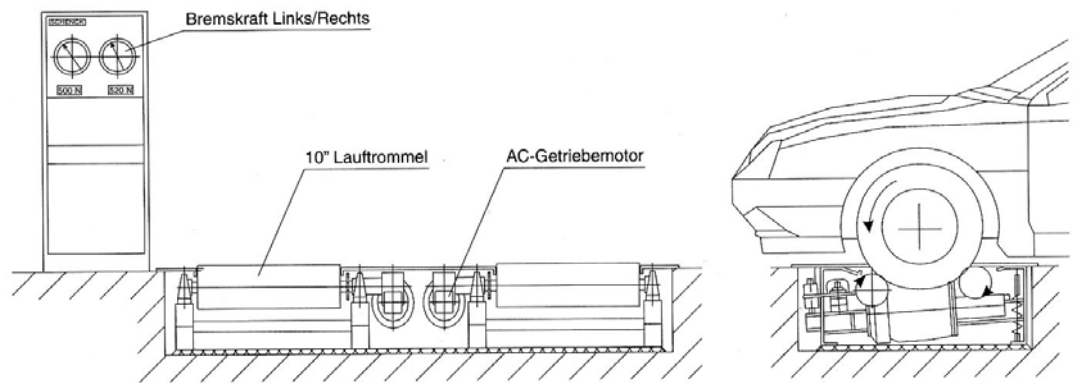


Bild 1: Bremsenprüfstand in der Autowerkstatt (aus Bremsenhandbuch)

Der Bremsentest in diesem VTP umfasst den Umfang der Bremsenuntersuchung wie bei der Hauptuntersuchung (HU) von Fahrzeugen beim TÜV bzw. Dekra.

Prüfablauf:

- Jedes Rad der geprüften Achse steht auf einem Doppel-Rollenaggregat mit 2 Rollen.
- Ein Getriebemotor (3kW) treibt die Doppelrolle mit konstanter Geschwindigkeit von ca. 5 km/h an.
- Der Fahrer betätigt gefühlvoll das Bremspedal.
- Zusätzlich wird die Pedalkraft (0-500N) gemessen.

Beim Bremsenprüfstand im Kfz Labor wird zuerst die Bremsenprüfung an der Vorderachse, danach an der Feststellbremse und zuletzt an der Hinterachse durchgeführt.

Die Prüfergebnisse erlauben eine Aussage über die Funktion des Bremssystems, die ausreichende und gleichmäßige Bremswirkung an allen Rädern sowie über die Bremskraftverteilung auf die Vorder- und Hinterachse.

Gesetzliche Anforderungen

- Betriebsbremse:** Anforderung an die Abbremsung: 5m/s^2 laut StVO
Max. Differenz zw. linkem und rechtem Rad: 25% des Höchstwertes
- Feststellbremse:** 16% Abbremsung
Max. Differenz zw. linkem und rechtem Rad: 50% des Höchstwertes

Ablauf Praktikum

- 20 min Vorprüfung. Treffpunkt vor Raum R2.073.
- Erklärung der Komponenten des Leistungsprüfstandes im Kfz Labor R0.075.
- Durchführung der Leistungsmessung.

Aufteilung in 4 Gruppen zu 3 Personen

Jede Gruppe sitzt gemeinsam im Fahrzeug und jeder Student mit einer gültigen Fahrerlaubnis hat die Möglichkeit, selbst in einem Gang die Leistungsmessung durchzuführen.

- Erklärung des Bremsenprüfstandes
- Durchführung der Bremsentests
Pro Termin kann eine Studentin bzw. ein Student beim eigenen Fahrzeug den Bremsentest durchführen lassen. Achtung: Fahrzeuge mit gravierenden Bremsmängeln müssen stillgelegt werden! Bitte die Fahrzeuge auf der Ostseite des Kfz-Labors parken aber bitte nicht das Tor vor den Prüfständen blockieren (Siehe Bild unten).

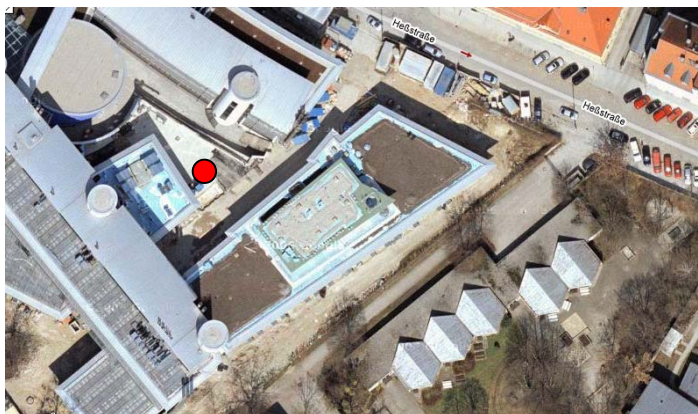


Bild 2: Lage Kfz-Halle mit Parkmöglichkeit

- Abschlussbesprechung.
- Ausarbeitung des Versuchsberichts wahlweise in der Gruppe oder alleine möglich. Spätestens 2 Wochen nach der Teilnahme am VTP im Dekanat abgeben und in das Fach von Prof. Mintzlaff legen lassen. Verspätete Abgabe bedeutet Verschlechterung der Zensur um 1/3 Note je angefangene Woche.

Versuchsbericht

Der Versuchsbericht ist bzgl. der Ausrichtung an einen fachkundigen Adressaten, etwa einen Vorgesetzten oder einen Kollegen aus einer anderen Fachabteilung, der den Bericht angefordert hat, zu richten.

Folgende Inhalte sind abzudecken:

- Wann wurde untersucht? Datum des VTP.
- Wer hat untersucht? Name und Matrikelnummer.
- Welche Untersuchung wurde durchgeführt?
- Wo wurde untersucht? Prüfstandstyp, Modellbezeichnung, technische Daten.
- Was wurde untersucht? Fahrzeugtyp, Modellbezeichnung, Baureihe, Baujahr, technische Daten.
- Wie wurde untersucht? Vorgehensweise, Konditionierung des Fahrzeugs.
- Unter welchen Rahmenbedingungen wurde untersucht? Druck, Temperatur.
- Was sind die Messergebnisse? Darstellung der Messkurven je gefahrenem Gang in je einem Diagramm.
- Was ergibt die Auswertung? Leistungsmessung: Vergleich der Ergebnisse (Motorleistung, Schleppmoment, ...) der verschiedenen Gänge untereinander in weiteren Diagrammen; tabellarischer Vgl. der Maximalwerte für Leistung und Moment untereinander und mit den Sollwerten bzw. Vorgaben. Bremsentest: Erfüllung der gesetzlichen Vorgaben; Vergleich der Bremskraft der beiden Achsen über der Pedalkraft.
- Wie lautet die Interpretation? Begründung der Ergebnisse durch physikalische Zusammenhänge.
- Was ist das Fazit, welche Empfehlung wird gegeben? Sollwerte erreicht bzw. nicht erreicht, Prüfung bestanden bzw. nicht bestanden.

Der Versuchsbericht sollte so ausführlich wie nötig und so knapp wie möglich gehalten sein. Stichpunktartige Aufzählungen oder Tabellen verbessern die Übersichtlichkeit.

Die Verwendung eines Schnellhefters o.ä. verbessert das Ergebnis um 0,3 Notenstufen und umgekehrt.

Beurteilung des Praktikums

Vorprüfung 55%

Für die Vorprüfung sind keine Hilfsmittel zugelassen. Sie muss mit mindestens 4,0 bestanden sein, sonst ist eine Teilnahme am Praktikum nicht möglich.

Versuchsbericht 45%

Beispielfragen wie sie bei der Vorprüfung gestellt werden könnten:

1. Welche Fahrwiderstände gibt es?
2. Erklären Sie den Rollwiderstand, den Luftwiderstand, den Steigungswiderstand und den Beschleunigungswiderstand. Wie werden diese berechnet. Wieso treten diese auf? Größenordnung?
3. Wodurch entsteht der Rollwiderstand?
4. Erklären/zeichnen Sie das Zugkraftdiagramm.
5. Wozu benötigt ein Fahrzeug ein Getriebe?
6. Wie berechnet man aus der Motorleistung die Radleistung?
7. Wie ist der Zusammenhang zwischen Motorleistung und Antriebsmoment am Rad (ohne bzw. mit Berücksichtigung der Wirkungsgrade des Getriebes und des Differenzial)?
8. Warum muss die gemessene Leistung berichtigt werden?
9. Auf welche Arten kann man die Motordrehzahl messen?
10. Warum tritt am Rad Schlupf auf?
11. Wie ist der Verlauf des Kraftschlussbeiwerts über dem Schlupf?
12. Wie ist die Abbremsung definiert?
13. Wie groß kann die maximale Abbremsung sein?
14. Warum benötigt man optimalerweise eine variable Bremskraftverteilung? Wie wird diese erreicht?
15. Warum muss ein Überbremsen der Hinterachse vermieden werden?
16. Welche Arten von Leistungsprüfständen gibt es?
17. Welche gesetzlichen Anforderungen werden bei der Hauptuntersuchung überprüft?
18. Wie kann der Rollen-Bremsenprüfstand die Bremskräfte messen?

Prof. Dr.-Ing. Johannes Mintzlaff

johannes.mintzlaff@hm.edu

5.5.2016