# Allgemeine Vorstellung

Grüßgott, wir sind Christoph Primus, Levin Messing, und Robert Tinauer. Wir stellen Ihnen heute unsere Diplomarbeit, einen voll funktionstüchtigen Zweirad-Leistungsprüfstand, vor.

Für die Feinabstimmung eines Verbrennungsmotors ist es notwendig, die Leistungscharakteristik vor und nach dem Durchführen von Änderungen in der Motorperipherie zu vergleichen. Ein Leistungsprüfstand erfüllt diese Aufgabe, indem er Leistungs-und Drehmoments- Diagramme in Abhängigkeit von der Motordrehzahl erstellt. Unser Auftraggeber, Herr Franz Flucher, nimmt regelmäßig an Moped-Rennen teil und wünschte sich einen solchen Prüfstand für die Leistungsoptimierung seines Rennmopeds.

Es galt, die komplette Hardware und Software für einen funktionstüchtigen Zweirad-Prüfstand zu entwickeln. Gefordert wurde die Messbarkeit von Fahrzeugen bis 37kW, und eine geringe Messabweichung bei aufeinanderfolgenden Messungen. Die Erfassung von Motor-sowie Raddrehzahl ist für die Grundfunktionen des Prüfstands notwendig. Zusätzlich sollen Luftdruck, Lufttemperatur, und Luftfeuchtigkeit der Messumgebung festgestellt werden. Ein Budget von 2000€ wurde veranschlagt, wobei kommerzielle Prüfstände mit vergleichbarer Funktionalität ab 4700€ erhältlich sind. Die Gliederung der Aufgabenbereiche erfolgte in die Bereiche Informatik, Elektronik und Mechanik, womit diese Diplomarbeit sämtliche Gebiete der Mechatronik abdeckt.

Zur Funktionsweise: Das zu messende Fahrzeug wird am Prüfstand bis zur Maximaldrehzahl beschleunigt, danach lässt man den Motor bis zur Startdrehzahl abfallen. Die Motor- und Rollendrehzahl werden vom Mikrocontroller, einem NanoV3-Board, erfasst, und noch während der Messung mit einem Zeitstempel versehen an die auf einem Messcomputer laufende Java-Software übermittelt.

Mithilfe der Sensorwerte und der bekannten Massenträgheit der Prüfstandsrolle kann von der Software die Motorleistung ermittelt werden. Diese wird anschließend in einem Diagramm über die Drehzahl des Motors dargestellt.

Der mechanische Teil befasste sich mit der Konstruktion und Berechnung einer Rolle mit hoher Trägheit, und einem Rahmen zur Fixierung des zu messenden Fahrzeugs. Im elektronischen Teilbereich werden die Erfassung der Messwerte und deren Übermittlung an den Mess-Computer mithilfe eines in C programmierten Mikro-Controllers behandelt. Der Informatik-Teil umschließt die Entwicklung einer Java-Programmumgebung zur Abfrage, Verarbeitung und Visualisierung der Messwerte. Über 800 Arbeitsstunden wurden für die Umsetzung des Projekts aufgewandt. Der finanzielle Aufwand lag deutlich unter den angepeilten 2000€. Der Hauptteil der Kosten ist den mechanischen Komponenten zuzuschreiben.

Prüfläufe mit einem Leichtkraftrad wurden erfolgreich durchgeführt. Das geprüfte Fahrzeug, eine Puch M50SG, besitzt eine vom Werk angegebene Spitzenleistung von 2,6PS, allerdings wurden Modifikationen am Motor durchgeführt. Ein Prüflauf ergab eine Leistung von 3,42PS, was realistisch erscheint. Ein auf einem kommerziellen Prüfstand gemessenes Referenzfahrzeug steht zum jetzigen Zeitpunkt nicht zur Verfügung. Zum Ende der allgemeinen Vorstellung möchten wir noch ein Video eines erfolgreichen Prüflaufs zeigen. -Video beschreiben- Zuerst wird das Moped in den 4.Gang beschleunigt. Anschließend startet die Leistungsmessung und das Fahrzeug wird bis zur Maximaldrehzahl beschleunigt. Nach Erreichen dieser Drehzahl rollt das Moped bis zur Startdrehzahl aus. In diesem Abschnitt wird die Schleppleistung, also die Verlustleistung im Antriebsstrang, ermittelt. Zum Schluss verarbeitet die Software die Messdaten und veranschaulicht diese in einem Diagramm.

# Mechanik

Um mich noch einmal kurz vorzustellen, mein Name ist Robert Tinauer, und ich werde Ihnen den mechanischen Teil unserer Diplomarbeit vorstellen. Dabei werde ich auf die mechanische Konstruktion, die den Hauptteil der Arbeit darstellte, wie auch auf die für die softwareseitigen Berechnungen notwendigen Formeln eingehen.

## Rolle

Der Hauptteil der Arbeit behandelt die Berechnung und Konstruktion der Rolle, welche das Herz des Prüfstands darstellt. Das Massenträgheitsmoment der Rolle sollte für eine ausreichende Beschleunigungsdauer des Fahrzeugs am Prüfstand optimiert werden. Da mehr Trägheit länger dauernde, und somit präzisere Messungen, aber auch höhere Kosten und einen erschwerten Transport bedeutet, galt es einen Kompromiss zu finden.

Zu Beginn wurde eine Variantenstudie durchgeführt, welche verschiedene Lösungen zur Umsetzung der Trägheitsrolle aufzeigt. Vor dem Fixieren der Konstruktion war mit in Frage kommenden Fertigungsbetrieben Rücksprache über die Realisierbarkeit und Kosten zu halten. Außerdem mussten die Lagerzapfen der Rolle für ausreichende Haltbarkeit und verfügbare Lagereinheiten dimensioniert werden. Eine Vollstahlrolle mit rund 245kg Masse zeigte sich als sinnvollste Lösung, da sich somit eine relativ hohe Trägheit bei geringem Material- und Fertigungsaufwand erzielen ließ. Die Lagerung erfolgte mit zwei Lagereinheiten des genormten Typs UCP210. Diese sind für die bei dieser Anwendung auftretenden Drehzahlen geeignet, verfügen über eine ausreichend hohe Tragzahl und gewährleisten durch ihre Verbreitung im landwirtschaftlichen Bereich verfügbaren Ersatz im Schadensfall. Für die gewählten Lagerböcke wurde unter Verwendung der Maximalbelastungswerte der Gebrauchstauglichkeit (SLS) die Berechnung der Lagerlebensdauer durchgeführt. Die Berechnung ergab eine nominelle Lebensdauer von 28000h bei Höchstdrehzahl, für die eine Rollenumfangsgeschwindigkeit von 150kmh angenommen wurde. Die Haltbarkeit der Rolle an sich wurde mithilfe der Tragfähigkeitsberechnung (Berechnung mithilfe der statischen Grenzzustände TLS) nach DIN743 für Achsen und Wellen nachgewiesen. Da diese Berechnung Kerbfaktoren berücksichtigt und nur für den jeweils betrachteten Querschnitt gilt, musste sie für jede Querschnittsänderung der Rolle separat durchgeführt werden. Nach der Fixierung der Konstruktion fertigte die Sinnitsch Johann Gesmbh aus St.Peter im Sulmtal die Rolle und lieferte das notwendige Material für den Rahmen.

## Rahmen

Ein Rahmen, auf dem das zu prüfende Fahrzeug sicher fixiert werden kann, ist für einen funktionierenden Prüfstand ebenso wichtig wie die Rolle.

Es galt, die Abmessungen des Rahmens so zu wählen, dass möglichst hohe Flexibilität bei der Länge der zu messenden Fahrzeuge entstand. Zur Eruierung einer sinnvollen Rahmenlänge wurden im Vorhinein mehrere Fahrzeuge vermessen. Die von unserem Auftraggeber zur Verfügung gestellte Drehspindel-Verstelleinrichtung ermöglicht einen Verstellbereich von 370mm. Die Rahmenlänge wurde so gewählt, dass mit diesem verfügbaren Verstellbereich alle vermessenen Fahrzeuge fixiert werden können. Der Rahmen hat somit eine Länge von 2250mm. Gefertigt wurde der Rahmen aus 60mm-Stahl-Formrohren, da diese hohe Stabilität zu einem angemessenen Preis versprachen. Die Fertigung mittels Aluminium-Konstruktionsprofilen stand ebenfalls im Raum, wurde aufgrund der geringeren Stabilität und der höheren Materialkosten aber verworfen. Der Rahmen wurde zerlegbar ausgeführt, um zerstörungsfrei die nachträgliche Demontage der Rolle zum Zwecke des leichteren Transports zu ermöglichen. Die Rampe wurde aus 20mm-L-Profilen gefertigt und mittels Scharnieren befestigt, so dass sie ähnlich wie eine Tür ausgehängt und entfernt werden kann.

Der Aufbau des Prüfstands erfolgte am Schulgelände in Arnfels. Die Schweißarbeiten wurden mit Unterstützung des Auftraggebers durchgeführt, während mir die Organisation und Leitung des Aufbaus oblag.

# Formelherleitungen

Zum Zwecke der softwareseitigen Verarbeitung der Messdaten erfolgte die Herleitung der Formeln für die Berechnung der Motorleistung und des Motormoments. Dabei werden die zu jedem Messzeitpunkt bekannte Motor- und Rollendrehzahl herangezogen. Nach der Berechnung werden die Leistungs- und Drehmoments-Werte gemäß DIN70020 mit einem sich aus aktuellem Luftdruck und aktueller Lufttemperatur zusammensetzenden Korrekturfaktor an die Umweltbedingungen angepasst. Die Formeln wurden Herrn Messing für die Implementierung in die Software zur Verfügung gestellt.

Nachdem ich nun am Ende meiner Präsentation angelangt bin, möchte ich freundlichst um Ihre Fragen bitten.

Probleme:

Lagerbock fehlerhaft, umgetauscht

Verzögerung bei Lieferung der Rolle, kein Problem da Zeitplan großzügig ausgewählt war

Montage der Rolle war doch kein Problem, aber wir dachten es wäre eines

Rahmen zuerst nicht zerlegbar vorgesehen, dann aber doch so gemacht, also Material nachgekauft

Anhaltspunkt für Trägheit der Rolle- Durch Besichtigung anderer Prüfstände und Erfahrung von Anderen eruiert