

# DATENVERARBEITUNG UND VISUALISIERUNG VON ANALOGEN PARAMETERN EINES ROLLENTRAINERS

Langer J.<sup>1</sup>, Rösler C.<sup>1</sup>, Unterweger C.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> FH Technikum Wien, Wien, Österreich

## Kurzfassung

*Für ein sinnvolles Radtraining ist die Analyse von Parametern wie Leistung, Geschwindigkeit, Distanz und Trittfrequenz notwendig. Aufgrund der Witterungsbedingungen im Winter in der gemäßigten Klimazone, ist die Verwendung von Rollentrainern oder vergleichbaren Indoorgeräten für Sportler als Alternative zum Training im Freien nötig. Rollentrainer die zur Widerstandseinstellung Wirbelstrombremsen verwenden, bieten als einzige die Möglichkeit über den Spulenstrom beziehungsweise die Spulenspannung die Leistung zu bestimmen. Aufgabe dieses Projekts war es die von einem Rollentrainer mit Wirbelstrombremse gelieferten Daten zu erfassen, aufzubereiten und zu visualisieren. Als Ersatz für den Rollentrainer diente aus Mobilitätsgründen eine selbst entwickelte elektronische Schaltung welche alle nötigen Parameter generieren und beeinflussen kann. Die Erfassung der Signale erfolgte mit einem Multifunktionsmodul, die Bearbeitung der Signale mit NI LabView. Die schlussendlich geschaffene Benutzeroberfläche bot dem Benutzer einen permanenten Überblick über die aktuellen Parameter und die Möglichkeit auch über das Netzwerk darauf zuzugreifen.*

## Einleitung

Grundlage für dieses Projekt ist ein Rollentrainer wie er im Leistungsradport als Alternative zum Training im Freien eingesetzt wird. Der größte Vorteil eines Rollentrainers gegenüber alternativen Indoorgeräten wie Ergometer oder Hometrainer liegt darin, dass auf dem eigenen Rad trainiert werden kann. Dadurch bleibt die gewohnte Geometrie (Sitzposition, Vorbau, Kurbellänge, usw.) erhalten.

Der erzeugte Widerstand der Rolle kann dabei über verschiedene Systeme generiert werden. Neben der gewählten Wirbelstrombremse gibt es noch Magnet-, Fluid-, Wind- oder auch mechanische Bremsen. Die Wirbelstrombremse verfügt dabei als einzige über die Möglichkeit, die Leistung aufgrund des induzierten Stromes in der Bremse zu berechnen. Die Trittfrequenzfassung ist bei neueren Rollentrainern bereits integriert.

Das Ziel war es, aus den analogen Parametern des Rollentrainers die Leistung sowie die Trittfrequenz zu erfassen und zu berechnen. Daraus kann auch die zurückgelegte Strecke und die Geschwindigkeit ermittelt werden.

Aus praktischen Gründen werden diese analogen Parameter vorerst mittels einer elektronischen Schaltung simuliert um in weiterer Folge nach Fertigstellung der programmierten Auswertung die Signale direkt am Rollentrainer abgreifen zu können.

Als zusätzliche Erweiterung soll es möglich sein, die Daten über ein Netzwerk mittels Server-Client-Modell zu übertragen, um von verschiedenen Workstations darauf zugreifen zu können.

## Material und Methoden

Um die Trittfrequenz und Leistungssignale zu realisieren und auszuwerten wurden folgende Hardwarekomponenten und Softwareapplikationen verwendet:

- Trimpotentiometer 10kΩ BOURNS 3299 W 103 (Bourns Inc., Riverside, CA)
- Miniatur Print Taster 24V 10mA (Conrad-Electronic SE, Hirschau, GER)
- Lochrasterplatine 30 x 20 mm (Hersteller unbekannt)
- USB Kabel 600mm (Evernew Technology Pte. Ltd., Singapore)
- Multifunktions-Datenerfassungsmodul NI USB 6008 (National Instruments, Austin, TX)
- Notebook MSI cx 620 (Micro-Star International Co. Ltd., New Taipei City, Taiwan)
- Betriebssystem Microsoft Windows 7, 32-Bit (Microsoft Co., Redmond, WA)
- LabView 2010 Version 10.0 32-Bit (National Instruments, Austin, TX)
- NI DAQmx Software (National Instruments, Austin, TX)

Die elektronische Schaltung die die Signale des Rollentrainers simuliert, wurde mittels eines Trimpotentiometer (Spannungssignal) und eines Tasters (Trittfrequenzsignal) realisiert. Diese Bauteile wurden auf eine Lochrasterplatine gelötet und nach Abbildung 1 verbunden. Die Spannungsversorgung der Schaltung erfolgt mittels USB - Port der eine Gleichspannung von + 5V liefert. Der fertige Schaltungsaufbau ist in Abbildung 2 zu sehen.

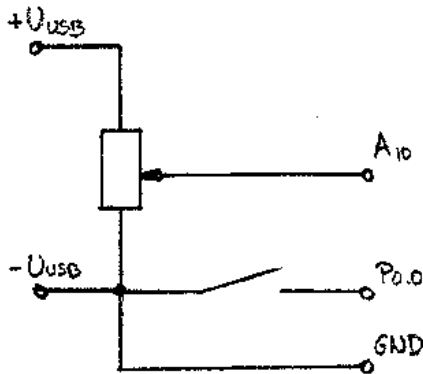


Abbildung 1: Schaltungsplan

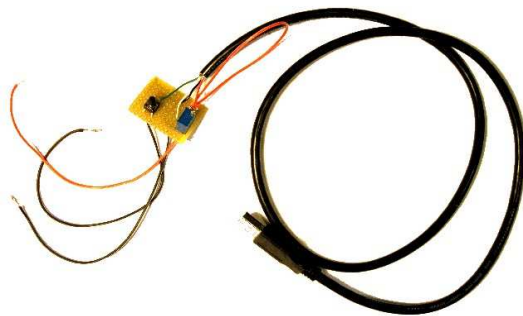


Abbildung 2: Schaltungsaufbau

Die Erfassung der Signale erfolgte mittels eines Multifunktions-Datenerfassungsmodul. Dieses stellt acht analoge Eingänge, zwei analoge Ausgänge, zwölf digitale Ein- und Ausgänge zur Verfügung. Die Abtastrate beträgt 10kS/s. Das Spannungssignale wurde dabei mit den analogen Eingängen AI0 und AI4 im „Differential Mode“ verbunden. Das Trittfrequenzsignal mit dem digitalen Eingang P0.0. Das Multifunktions-Datenerfassungsmodul liefert das Signal über eine USB Schnittstelle an die Programmieroberfläche von LabView am Notebook. Dort erfolgt die Auswertung der Signale mittels verschiedener Bausteine. Eine Möglichkeit die Signale zu erfassen wäre jene mit dem DAQ Assistenten gewesen. Diese ist zwar benutzerfreundlich

beinhaltet aber verschiedenste Operationen die für unsere Anwendung nicht benötigt werden und so den Prozess unnötig verlangsamen würden. Deshalb wurde das Multifunktions-Datenerfassungsmodul über die für das Projekt relevanten Bausteine angesprochen.

In Abbildung 3 ist die Erfassung des Spannungssignals zu erkennen. Dabei wurde der analoge Port AI0 des Datenerfassungsmoduls angesprochen und aktiviert. Zudem wird der Typ des zu messenden Signals definiert und dieses ausgelesen. Als Ergebnis liefert das Modul die absolute Spannung in Volt.

Bei der Frequenzerfassung, welche in Abbildung 4 zu sehen ist, wurde nach dem gleichen Schema vorgegangen. Jedoch erhält man hier anstelle einer Spannung entweder ein High beziehungsweise ein Low Signal. Dies liegt daran, dass das Trittfrequenzsignal über den digitalen Port erfasst wird. Die Pegel für ein Low Signal liegen dabei unter +0.8V, die für ein High Signal über +2V. Um nun aus den Pegeländerungen einen brauchbaren Frequenzwert zu erhalten, wird bei jedem High Signal ein Prellfilter mit 200ms Verzögerung aktiviert. Dieser soll eine Beeinflussung der Frequenzerfassung durch ein Kontaktprellen, welches beim Betätigen mechanischer Taster durch mehrmaliges Öffnen und Schließen im Submillimeterbereich aufgrund von Kräften die auf den Kontakt wirken entsteht, verhindern [1]. Die 200ms ergeben sich dabei aus einer angenommenen maximalen Dauer für einen Tastvorgang. Gleichzeitig beginnt ein Counter die Anzahl von Abtastblöcken mit einer Abtastperiode von 20ms (kann vom Benutzer für eine Veränderung der Auflösung der Trittfrequenz eingestellt werden) bis zum nächsten High Signal welches nach Ablauf der Prellfilterverzögerung erfasst wird zu zählen. Daraus ergibt sich über eine Umrechnung die Trittfrequenz. Abbildung 5 veranschaulicht diese Methode.

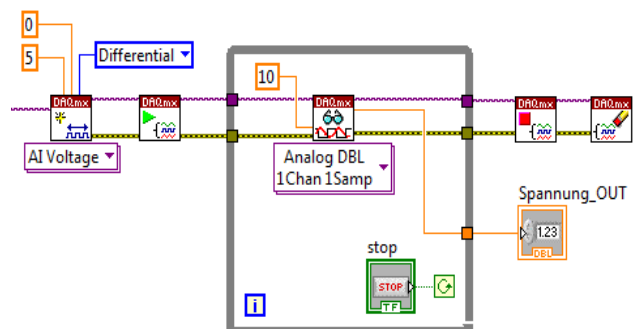


Abbildung 3: Spannungserfassung mit LabView

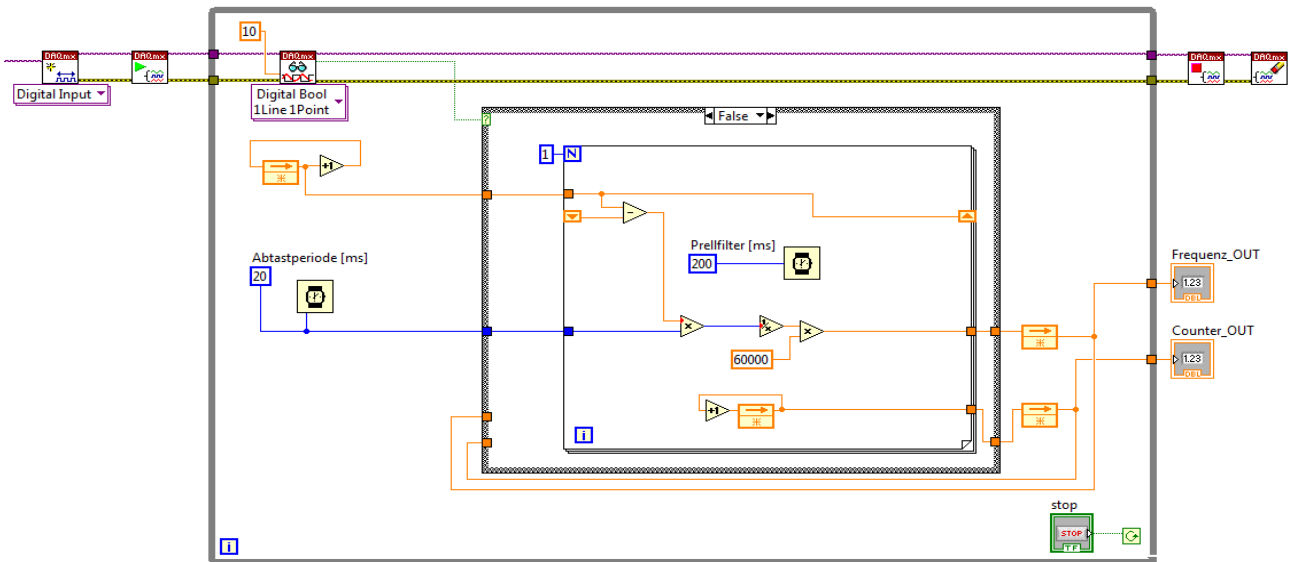


Abbildung 4: Frequenzerfassung mit LabView

Um aus den gemessenen Parametern Spannung und Frequenz auf die Parameter Leistung, Geschwindigkeit und Distanz zu gelangen, wurden verschiedene mathematische Operationen (1), (2), (3) durchgeführt.

- Leistung  $P=U \cdot 2 \cdot \pi \cdot k$  (1)
- Geschwindigkeit  $v=f \cdot r$  (2)
- Distanz  $s=r \cdot z$  (3)

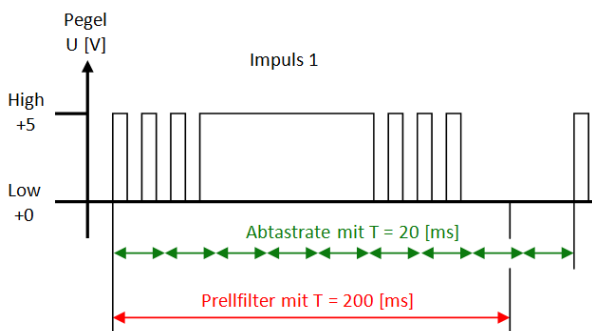


Abbildung 5: Methode zur Frequenzerfassung

Um diese Parameter für den Benutzer anschaulicher zu machen, wurde zusätzlich eine Visualisierung, wie in Abbildung 6 dargestellt, realisiert. Die Leistung wird als Diagramm, die Geschwindigkeit und Trittfrequenz als Zeigerinstrument und die Distanz in einer Balkenanzeige visualisiert.

Für die Möglichkeit der Datenübertragung mittels eines Netzwerks wurde die DataSocket Methode gewählt. Dabei wird jeweils auf der Server- und Clientseite ein DataServer aktiviert. Dieser stellt automatisch eine Verbindung zwischen Client und Server her. Um nun die Daten übertragen zu

können, müssen diese vorerst vom Server in einen temporären Ordner geschrieben werden. Der Client liest diese anschließend von dort aus und kann sie auf das Visualisierungsmodul übertragen.

Um die komplette Programmierung übersichtlicher zu gestalten, wurden die einzelnen Module in SubVI's verpackt und ihrer Aufgabe entsprechend designed. Abbildung 7 zeigt den kompletten Aufbau der bereits in SubVI's verpackten Einzelmodule.

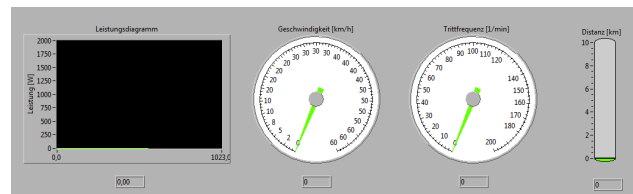


Abbildung 6: Oberflächengestaltung mit LabView

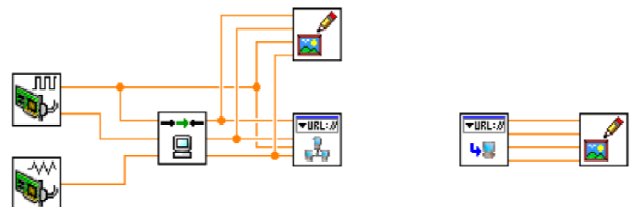


Abbildung 7: Komplettes Programm in SubVI's

### Ergebnisse

Bei korrektem Anschluss der Schaltung an das Multifunktions-Datenerfassungsmodul war es möglich die Spannung (Leistung) und die Impulse des Tasters (Trittfrequenz), welche vom Benutzer

verändert werden können, für eine weitere Verarbeitungen aufzubereiten und an das Notebook zu senden. Dort wurden die Signale ohne Probleme erfasst, verarbeitet und schlussendlich visualisiert ausgegeben. Die Leistung, Geschwindigkeit, Trittfrequenz und Distanz waren wie in Abbildung 6 für den Benutzer sichtbar. Ebenso funktionierte die Datenübertragung über das Netzwerk mittels DataSocket.

## Diskussion

Aufgrund technischer und Programm-bedingter Gegebenheiten entstanden diverse Probleme die für eine zufriedenstellende Ergebnisfindung nicht außer Acht zu lassen waren.

Durch die Verwendung eines Prellfilters mit einer Erfassungsverzögerung von 200ms ergab sich eine maximal Trittfrequenz erfassung von  $300\text{min}^{-1}$  da in diesen 200ms keine weiteren High Signale mehr erfasst werden konnten.

Trittfrequenzen höher  $180\text{min}^{-1}$  können jedoch aus biomechanischen Gründen ausgeschlossen werden und somit ist dieses Problem für den eigentlichen Verwendungszweck nicht weiter relevant. Die Verwendung der Abtastperiodendauer von 20ms brachte mit sich, dass die Auflösung der Trittfrequenz auf einen für den Benutzer adäquaten Wert sank. Eine höhere Auflösung würde keinen weiteren Vorteil mit sich bringen. Darüber hinaus ist aus praktischen Gründen die graphische Darstellung auf ganze Zahlen beschränkt. Dadurch wurde eine höhere Auflösung durch Runden der Werte zunichte gemacht und ist somit auch für den Benutzer einfacher zum ablesen.

Da für die Berechnung und Darstellung der Leistung neben der Spannung auch die Trittfrequenz herangezogen wurde, ist die Änderungsrate der Leistung somit synchron zur Trittfrequenz. Daher konnte auch das Spannungssignal kontinuierlich und nicht wie bei der Trittfrequenz mit Abtastperioden abgegriffen werden.

Um die zurückgelegte Distanz zu berechnen und wird das Übersetzungsverhältnis des Fahrrades benötigt. Der Quotient muss daher vom Benutzen vor dem Start des Programms definiert werden. Spätere Schaltvorgänge können daher nicht nachträglich berücksichtigt werden und verfälschen somit das Ergebnis. Nach anfänglichen

Problemen mit der Signalerfassung des Trittfrequenzsignals welche ursprünglich über den analogen Eingang des Multifunktionsmoduls eingelesen wurden, konnte durch Verwendung des digitalen Einganges rasch brauchbare Ergebnisse erzielt werden.

Ein anderes Problem stellte jedoch noch die Leistungsfähigkeit des Notebooks in Verbindung mit dem Betriebssystem Windows 7 dar. Diese Kombination führt zu einer verzögerten Datenübertragung über den DataSocket und der anschließender Visualisierung. Abhilfe könnte daher ein leistungsstärkerer Rechner, oder auch ein anderes Betriebssystem schaffen.

In Zukunft ist es aber möglich, die Schaltung durch einen realen Rollentrainer zu ersetzen, mit dem Multifunktionsmodul zu verbinden und die Daten mittels einer Pegelanpassung einzulesen und zu verarbeiten.

## Literaturverzeichnis

- [1] Elektronik Kompendium, <http://www.elektronik-kompendium.de/sites/dig/0210223.htm> (besucht am 20.11.2011)

## Danksagung

Ein besonderer Dank gilt Herrn FH-Prof. DI Dr. Reichel der als Betreuer des Projekts mit Ratschlägen und Informationen zur Seite stand. Des Weiteren gilt der Dank auch Herrn Dipl. Ing. (FH) Eckelt der die für das Projekt benötigte Hardware als auch sein Wissen zum Thema LabView bereitstellte.

## Autoren

Projektleiter

Unterweger Christoph  
FH Technikum Wien  
[st10b051@technikum-wien.at](mailto:st10b051@technikum-wien.at)

Projektmitarbeiter

Langer Julian  
FH Technikum Wien  
[st10b030@technikum-wien.at](mailto:st10b030@technikum-wien.at)

Rösler Csaba  
FH Technikum Wien  
[st10b043@technikum-wien.at](mailto:st10b043@technikum-wien.at)