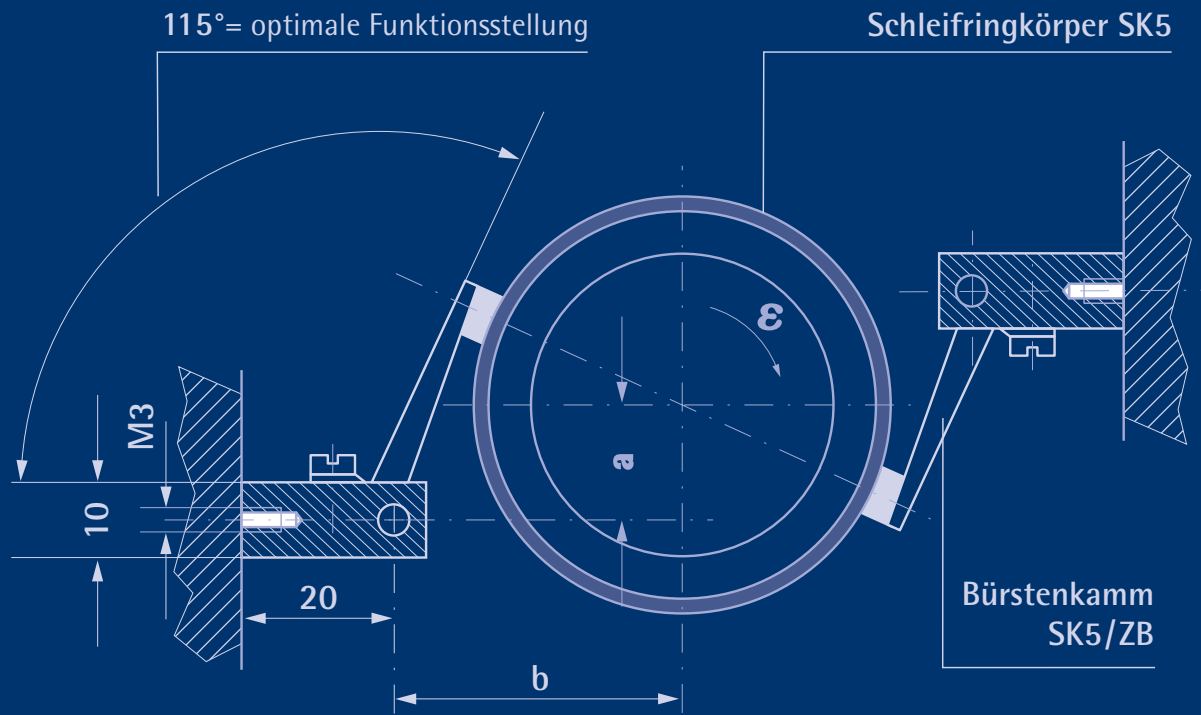


messtechnische briefe

Messtechnische Überprüfung
der Leistungseinstellung an
einem Crosstrainer-Ergometer





mtb messtechnische briefe

Messtechnische Überprüfung der Leistungseinstellung an einem Crosstrainer-Ergometer

Sascha Wurzinger,
Fachhochschule Köln

Einleitung und Aufgabenstellung

Crosstrainer sind in der heutigen Zeit sehr verbreitete Trainingsgeräte, welche Vorteile gegenüber anderen konventionellen Trainingsgeräten bieten. Zum einem ist mit ihnen ein sehr Gelenk schonendes Trainingsprogramm möglich und des weiteren kann man auf diesen Geräten ein konditionsförderndes Ganzkörpertraining absolvieren. Sie sind aus den heutigen Fitnessstudios nicht mehr wegzudenken und befinden sich auch als Heimtrainer an der Spitze der Beliebtheitsskala. Laut der Zeitschrift FIT FOR FUN sind mittlerweile 70% aller verkauften konditionsfördernden Heimtrainer Crosstrainer.

Der Bewegungsablauf beim Training ist eine Symbiose aus dem Fahrradfahren, dem Steppen und dem Joggen. Die aber sonst beim Joggen typischen nachteiligen stoßartigen Gelenkbelastungen, die bei jedem Schritt durch das Körpergewicht verursacht werden, entfallen durch die gleichmäßigen, elliptischen Trainingsbewegungen auf diesem Gerät.

Viele Crosstrainer sind als Ergometer ausgeführt, wodurch sich ein für das individuelle Herz-Kreislauf-System des Trainierenden abgestimmtes Programm erstellen lässt. Ergometergeräte werden dadurch häufig

auch in der Sportmedizin eingesetzt, um das Herz-Kreislauf-System des Patienten gezielt zu stärken. Durch diesen Stellenwert, den das Crosstrainer-Ergometer in der Sportmedizin einnimmt, wird deutlich, dass ein genaues Arbeiten des Ergometers von höchster Wichtigkeit für die Wirkung des Trainings ist. Ein am Ergometer zu niedrig angezeigter Leistungswert könnte für einen herzschwachen Patienten lebensbedrohende Konsequenzen haben. Der Patient müsste auf dem Gerät mehr Leistung erbringen, als am Gerät eingestellt ist.

Daraus ergibt sich die vorliegende Aufgabenstellung, die Genauigkeit der am Trainingscomputer eines Crosstrainer-Ergometers eingestellten, bzw. angezeigten Leistung messtechnisch zu überprüfen. Diese Überprüfung muss unabhängig von den Eingangswerten erfolgen, die dem Trainingscomputer zur Verfügung stehen.

Dazu ist nach DIN EN 957-9 [1] eine Prüfvorrichtung notwendig, die den Crosstrainer konstant antreibt und die dafür benötigte Leistung messtechnisch erfasst. Trainingsgeräte der Klasse A (hohe Genauigkeit), dürfen bei einer an ihnen eingestellten Leistung von 0 bis 50 W um ± 5 W und über 50 W um ± 10 W, von der mit der Prüfvorrichtung gemessenen

Messtechnische Überprüfung der Leistungseinstellung an einem Crosstrainer-Ergometer

Sascha Wurzinger, Fachhochschule Köln

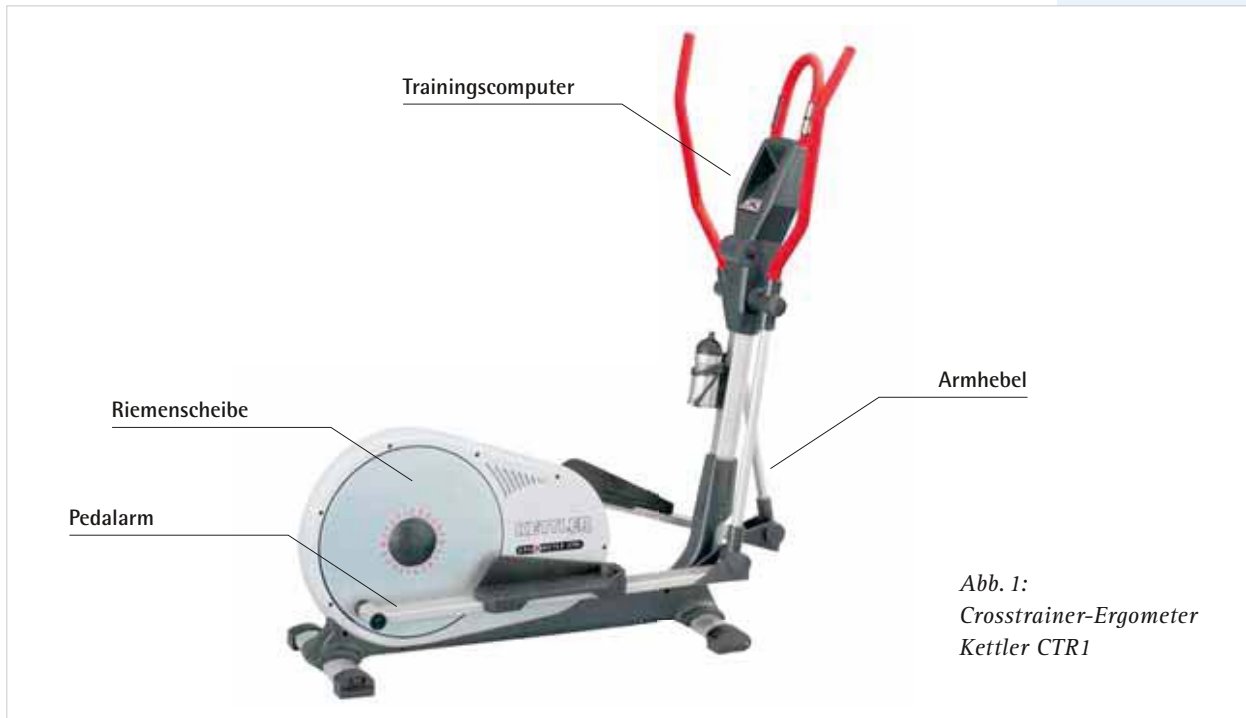


Abb. 2: Trainingscomputer CTR 1

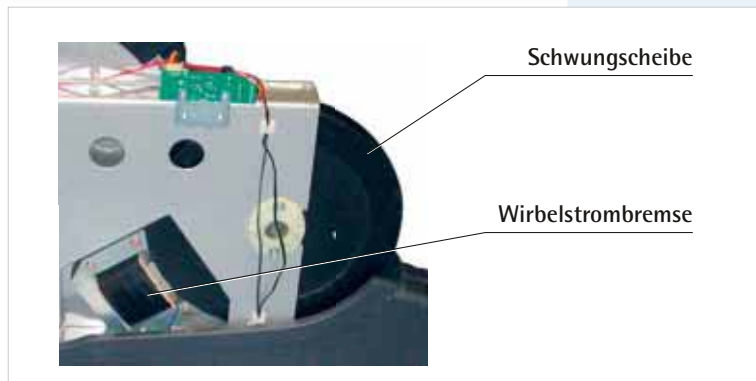


Abb. 3: Schwingscheibe mit Wirbelstrombremse

Leistung abweichen. Die Prüfvorrichtung muss daher in der Lage sein, diese Leistungen mit einer hohen Genauigkeit messtechnisch zu erfassen.

Crosstrainer und integrierte Leistungsstellung

Die Untersuchungen zur Genauigkeit der Leistungsstellung bzw. Regelung erfolgten an einem Crosstrainer-Ergometer CTR1 der Firma Kettler (Abb. 1).

Dieser lässt sich nach der DIN EN 957-1 als Crosstrainer der Klasse HA (H = Heimbereich)

zu ordnen. Er verfügt über einen integrierten Trainingscomputer (Abb. 2), an dem Trainingsparameter wie z.B. die Leistungsaufnahme eingestellt und angezeigt werden können.

Der einstellbare Leistungsbereich des Trainingscomputers liegt zwischen 25...400 W und ist in 5 W-Stufen regulierbar. Der Drehzahlbereich liegt zwischen 60... 199 min⁻¹. Die am Trainingscomputer eingestellte Leistung wird über eine gegenüber dem Schwungrad des Crosstrainers sitzende elektromagnetische Wirbelstrombremse (Abb. 3) geregelt.

Messtechnische Überprüfung der Leistungseinstellung an einem Crosstrainer-Ergometer

Sascha Wurzinger, Fachhochschule Köln

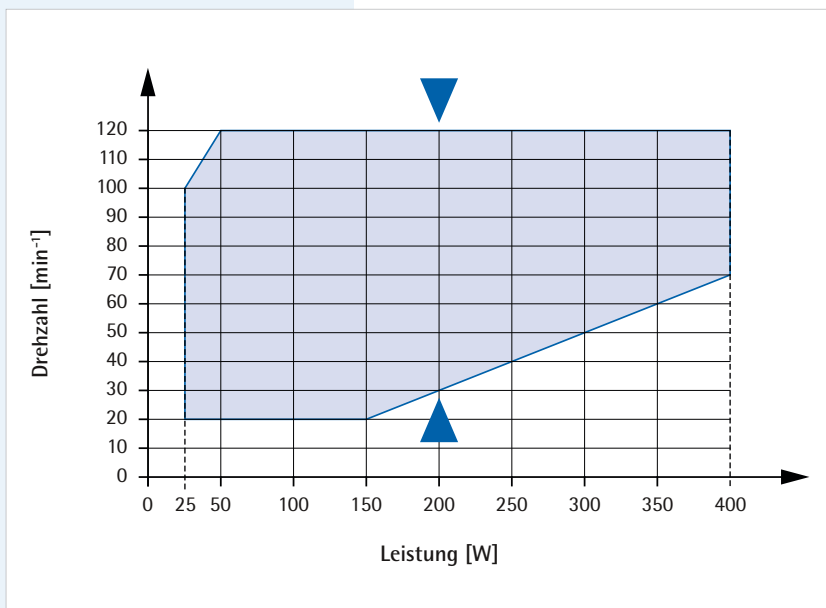


Abb. 4: Arbeitsbereich der Wirbelstrombremse

Diese Wirbelstrombremse erzeugt drehzahlunabhängig eine Bremswirkung, so dass die Bremsleistung in einem weiten Drehzahlbereich konstant gehalten werden kann. In **Abbildung 4** ist der Arbeitsbereich der Leistungsregulierung als hellblaue Fläche dargestellt. Darin ist die Drehzahl über der einstellbaren Leistung aufgetragen. Das Diagramm verdeutlicht, dass die Leistungsregulierung in einem weiten Drehzahlbereich arbeitet, wobei zunehmend höhere Leistungen auch nur mit höheren Drehzahlen realisierbar sind. Über einer Drehzahl von 120 min⁻¹ ist der Leistungsbereich von 50 bis 400 W konstant.

Die von dem Trainierenden in den Crosstrainer über die Pedalarme und Armhebel eingebrachten Kräfte werden entsprechend **Abbildung 5** am hinteren Ende der Pedalarme auf die Riemenscheibe übertragen.

Die Kraftübertragung von der Riemenscheibe auf die Schwungscheibe erfolgt dabei über einen Poly-V-Riemen entsprechend **Abbildung 6**.



Abb. 5: Kräfte am Crosstrainer

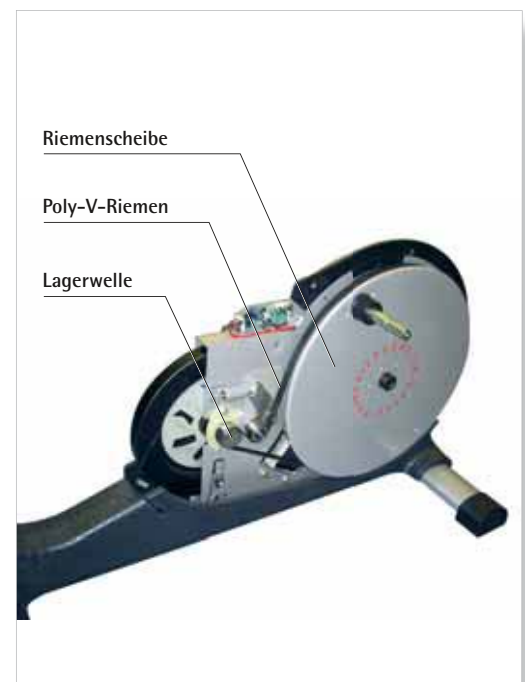


Abb. 6: Antrieb der Schwungscheibe

Konzeption und Aufbau der Prüfeinrichtung

Um die mechanische Leistung einbringen und messen zu können, muss eine Prüfeinrichtung an einer Stelle des Crosstrainers angeschlossen werden, an der die gesamte Leistung, die im Normalbetrieb ein Benutzer des Crosstrainers mechanisch aufbringt, von einem drehzahlgesteuerten Motor über eine Antriebswelle zugeführt wird.

Diese zugeführte mechanische Antriebsleistung P berechnet sich nach

$$P = M_t \cdot \omega = M_t \cdot 2\pi \cdot n \quad (1)$$

aus dem Torsionsmoment der Antriebswelle M_t und ihrer Drehzahl n .

Das Torsionsmoment M_t ergibt sich für Wellen mit kreisförmigen Querschnitten mit dem Durchmesser d nach

$$M_t = W_t \cdot \tau_t = \frac{\pi d^3}{16} G \cdot 2\varepsilon_{45} \quad (2)$$

wobei die Dehnung ε_{45} die um 45° zur Wellenachse orientierte Hauptdehnung ε_1 und G den Gleitmodul der Welle darstellen. Da beide Hauptdehnungen betragsmäßig gleich sind, aber ein unterschiedliches Vorzeichen besitzen, werden zur Messung der Leistung an Torsionswellen typischerweise DMS-Vollbrücken mit zwei paarweise gegenüberliegenden Doppel-DMS verwendet. Damit vervierfacht sich die Empfindlichkeit und Fehler infolge Temperaturänderung und parasitären mechanischen Belastungen wie Längskraft und Biegung werden kompensiert. Die theoretischen Grundlagen und üblichen DMS-Anordnungen dazu sind in [2] und [3] beschrieben.

Für die Ankopplung der Prüfeinrichtung eignet sich die Welle der Riemenscheibe. Sie ist leicht von außen zugänglich und bietet gute geometrische Voraussetzungen für eine Verbindung zur Prüfeinrichtung (Abb. 7)

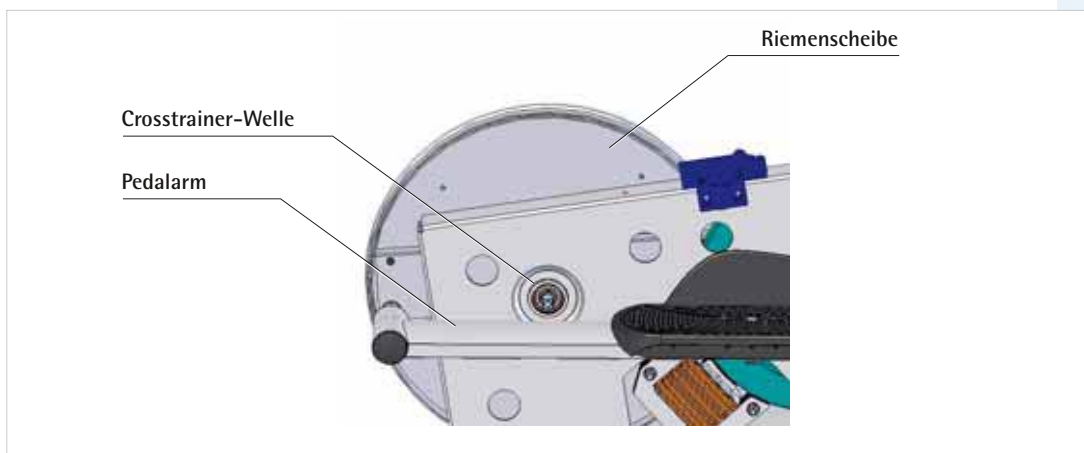


Abb. 7:
Crosstrainer-Welle
(Laufрад ausgeblendet)

Abb. 8:
Angepasster
Crosstrainer



Abb. 9: Schleifringübertrager SK5 von HBM
mit Kohlebürsten

Die Crosstrainer-Welle besitzt ein Polygonprofil welches sich für eine Welle-Nabe-Verbindung zwischen der Prüfeinrichtung und dem Crosstrainer eignet. Über diese Verbindung kann der Crosstrainer von der Prüfeinrichtung angetrieben und die dafür notwendige mechanische Leistung von der Prüfeinrichtung gemessen werden. Die entsprechenden Umbauten und Einzelheiten der Anpassung der Antriebswelle werden im Folgenden kurz beschrieben.

Damit keine einseitige Unwucht im Lauf des durch die Prüfeinrichtung angetriebenen Crosstrainers entsteht, wird der an der Riemenscheibe befestigte Pedalarm abmontiert.

Der Crosstrainer verfügt über keinen Freilauf. Aus diesem Grund wird hinter der Welle-Nabe-Verbindung ein Freilauf eingebaut. Ohne diesen würde der Crosstrainer nach dem Abschalten des Motors der Prüfeinrichtung abrupt gestoppt und die in der Schwungscheibe gespeicherte Rotationsenergie würde einen starken Torsionsim-

puls auf die Prüfeinrichtung ausüben. **Abbildung 8** zeigt den für die Aufnahme der Prüfeinrichtung angepassten Crosstrainer.

Hinter dem Freilauf wird eine Kugelgelenkwelle eingesetzt, die eine Verbindung der Prüfvorrichtung mit dem Crosstrainer herstellt und Toleranzen zwischen den Achslagen ausgleicht. Für den Fall, dass im Betrieb ein Schwanken des Crosstrainers in Richtung der Prüfvorrichtung auftritt, muss die Kugelgelenkwelle über einen Längsausgleich verfügen. Dieser ist notwendig, um Längskräfte zu reduzieren und den Verschleiß der Prüfeinrichtung zu minimieren.

Hinter der Kugelgelenkwelle ist die eigentliche Messwelle angeordnet. Um eine ungleichmäßige Belastung der Messwelle, die durch den eventuellen ungleichförmigen Lauf des Crosstrainers entsteht, zu minimieren, ist die Messwelle hinter dem Anschluss zur Kugelgelenkwelle durch ein Stehlager gelagert. Die Messwelle selbst ist auf der gegenüber liegenden Seite mit einer Antriebs-einheit verbunden.

Messtechnische Überprüfung der Leistungseinstellung an einem Crosstrainer-Ergometer

Sascha Wurzinger, Fachhochschule Köln

Zur Messung des Torsionsmomentes sind auf einem im Durchmesser reduzierten Abschnitt der Messwelle vier elektrische Dehnungsmessstreifen (DMS) installiert und zu einer Vollbrücke verschaltet. Wie bei Torsionsmessungen üblich, befinden sich jeweils zwei DMS auf einem Träger und sind bereits mit einem gemeinsamen Mittelkontakt versehen. Um die rotierende DMS-Vollbrücke an den Messverstärker anschließen zu können, werden die Signale über einen von HBM speziell konstruierten Schleifringübertrager vom Typ SK5 auf den nicht rotierenden Teil der Anlage übertragen (Abb. 9). Dieser Schleifringübertrager besitzt fünf Schleifbahnen, wobei vier Bahnen zum Anschluss der DMS-Vollbrücke vorgesehen sind und die fünfte Bahn eine Masseverbindung zwischen Messverstärker und rotierender Welle herstellt. Damit werden Störimpulse wesentlich reduziert. Auf Grund von unvermeidlichen Schwankungen der Übergangswiderstände in den Kontaktbahnen, HBM gibt einen Übergangswiderstand zwischen Ring und Bürste von $40\text{ m}\Omega$

und eine Schwankung von $<2\text{ m}\Omega$ an, tritt dennoch ein im Vergleich zu fest verdrahteten DMS etwas erhöhtes Messsignalrauschen auf.

In **Abbildung 10** ist der schematische Aufbau der Prüfeinrichtung mit den beschriebenen Komponenten und in **Abbildung 11** die gesamte realisierte Prüfeinrichtung dargestellt.

Der Durchmesser der Messwelle richtet sich in erster Linie nach der mechanischen Beanspruchung. Im Bereich der DMS ist der Durchmesser reduziert, um bei Nennlast eine ausreichende Brückenausgangsspannung zu erhalten. Insbesondere in diesem Bereich ist sicherzustellen, dass unter Vollast die mechanischen Spannungen unter der Fließgrenze des verwendeten Werkstoffs liegen, so dass keine plastischen Deformationen auftreten. Die Geometrie der Messwelle muss sich natürlich auch nach den anderen Komponenten der Prüfeinrichtung richten.

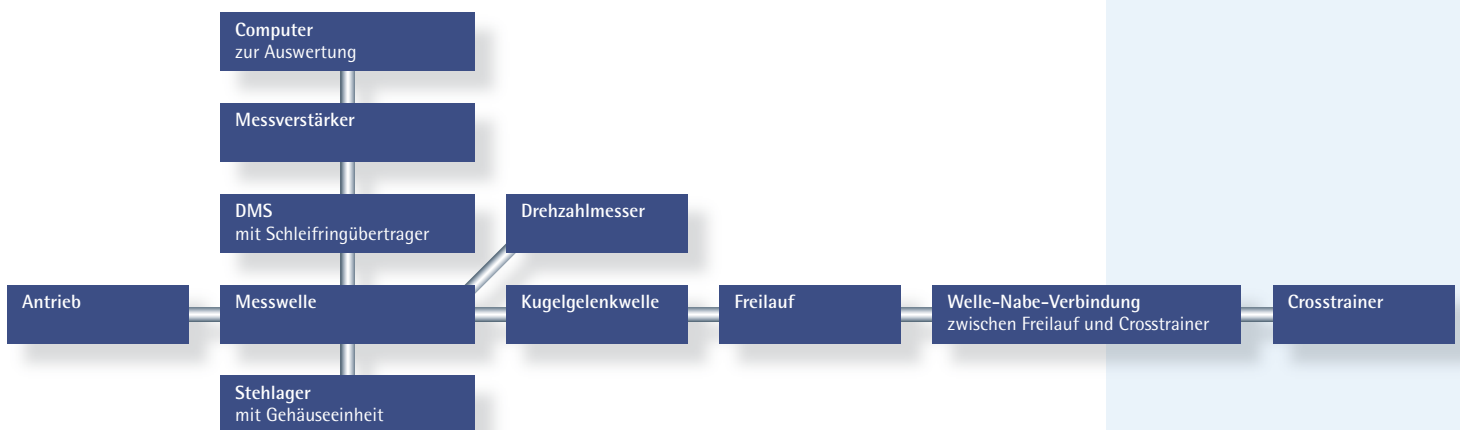


Abb. 10: Schematischer Aufbau der Prüfeinrichtung

Messtechnische Überprüfung der Leistungseinstellung an einem Crosstrainer-Ergometer

Sascha Wurzinger, Fachhochschule Köln

So ist der Durchmesser für den Anschluss an die Kugelgelenkwelle, für das Stehlager und den Schleifringkörper abweichend vom im Durchmesser reduzierten Bereich der Messwelle stärker ausgeführt. Die anderen Abmessungen und Passungen der Welle ergeben sich aus den Anschlussmaßen der zusätzlich erforderlichen Komponenten. **Abbildung 12** veranschaulicht schematisch den Aufbau der kompletten Messwelle.

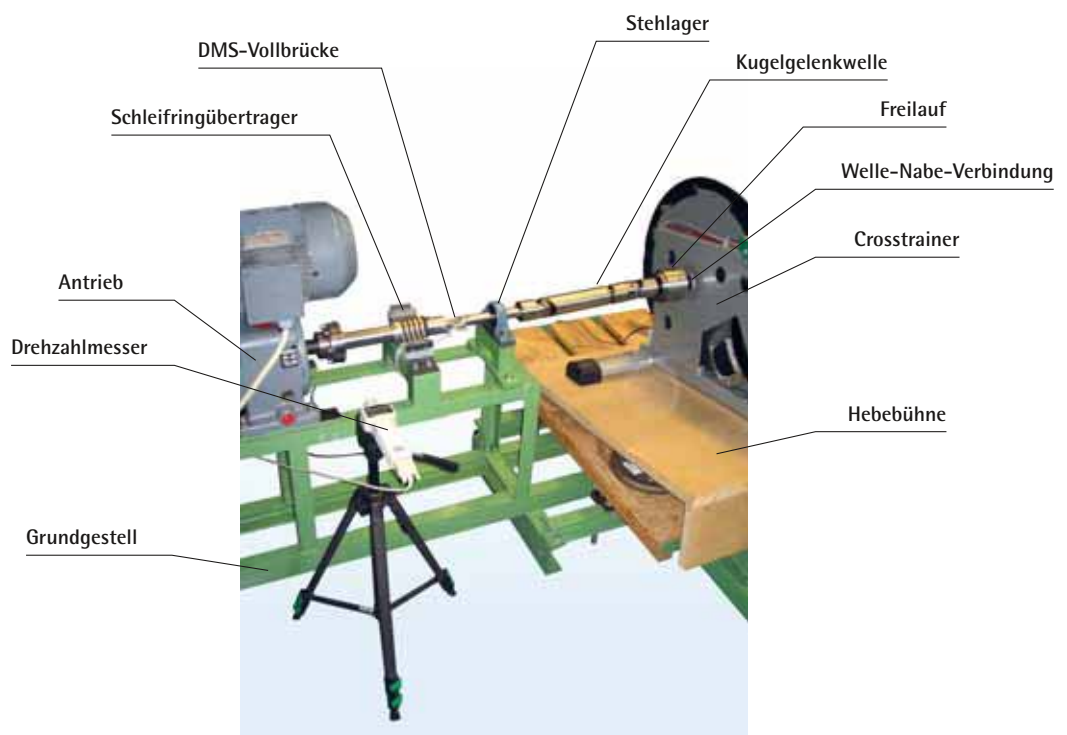
Im reduzierten Querschnitt der Messwelle erfolgt die Installation der DMS-Vollbrücke, bestehend aus zwei DMS XY21-6/120 von HBM. Die DMS werden, wie bereits dargelegt, um 180° versetzt in Längsrichtung installiert. Die vier Messgitter sind dabei im Winkel von $+45^\circ$ bzw. -45° zur Wellenlängsachse orientiert.

Für die Installation der DMS muss die Grundfläche zunächst mit Schmirgelpapier mecha-

nisch aufgeraut werden. Um die Positionen der DMS in hoher Genauigkeit festlegen zu können, wurde die Messwelle in eine Drehmaschine eingespannt und mit einem stumpfen Drehmeißel Markierungsmarken angezeichnet. Dabei ist darauf zu achten, dass die angezeichnete Linie nicht zu tief ist, damit die DMS dadurch nicht in ihrem Messverhalten geschädigt werden.

Die aufgerauten Flächen werden anschließend mit einem speziellen Reinigungsmittel (RMS 1) gesäubert, um Verschmutzungen und insbesondere Fett und Ölrückstände zu beseitigen. Anschließend werden die DMS mit Klebestreifen gefasst, an den Anzeichnungen ausgerichtet und kurz angedrückt. Der eigentliche Klebevorgang erfolgt mit dem heißhärtenden Klebstoff EP310S von HBM. Nach Auftragen des Klebstoffes und nach einer kurzen Wartezeit erfolgt die Aushärtung in einer Temperaturkammer.

Abb. 11:
Gesamtansicht der
Prüfeinrichtung



Messtechnische Überprüfung der Leistungseinstellung an einem Crosstrainer-Ergometer

Sascha Wurzinger, Fachhochschule Köln

Die Klebestelle muss während des Aushärtens angepresst werden. Heißhärtende Kleber bieten den Vorteil einer großen dynamischen Dauerfestigkeit und einer bessere Dehnungsübertragung. Auf die Welle wird anschließend der Schleifringkörper aufgezogen und entsprechend dem Schaltbild mit den DMS verdrahtet. **Abbildung 13** zeigt die Verschaltung und die fertig installierten und verdrahteten DMS.

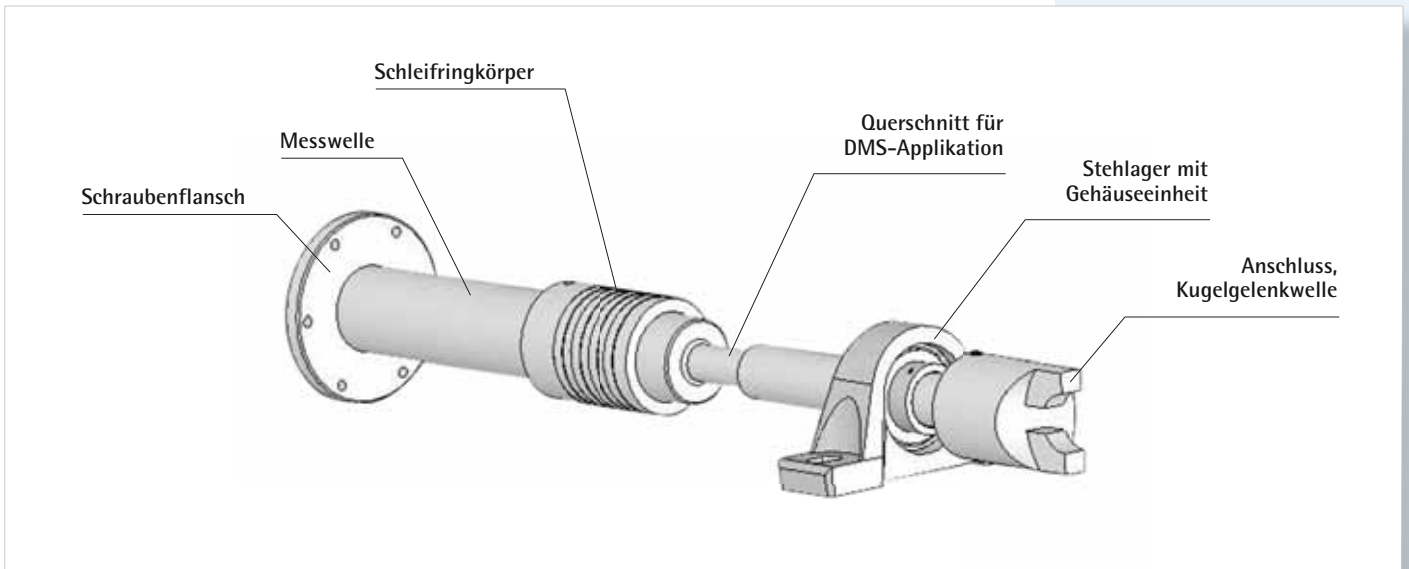


Abb. 12: Aufbau der Messwelle

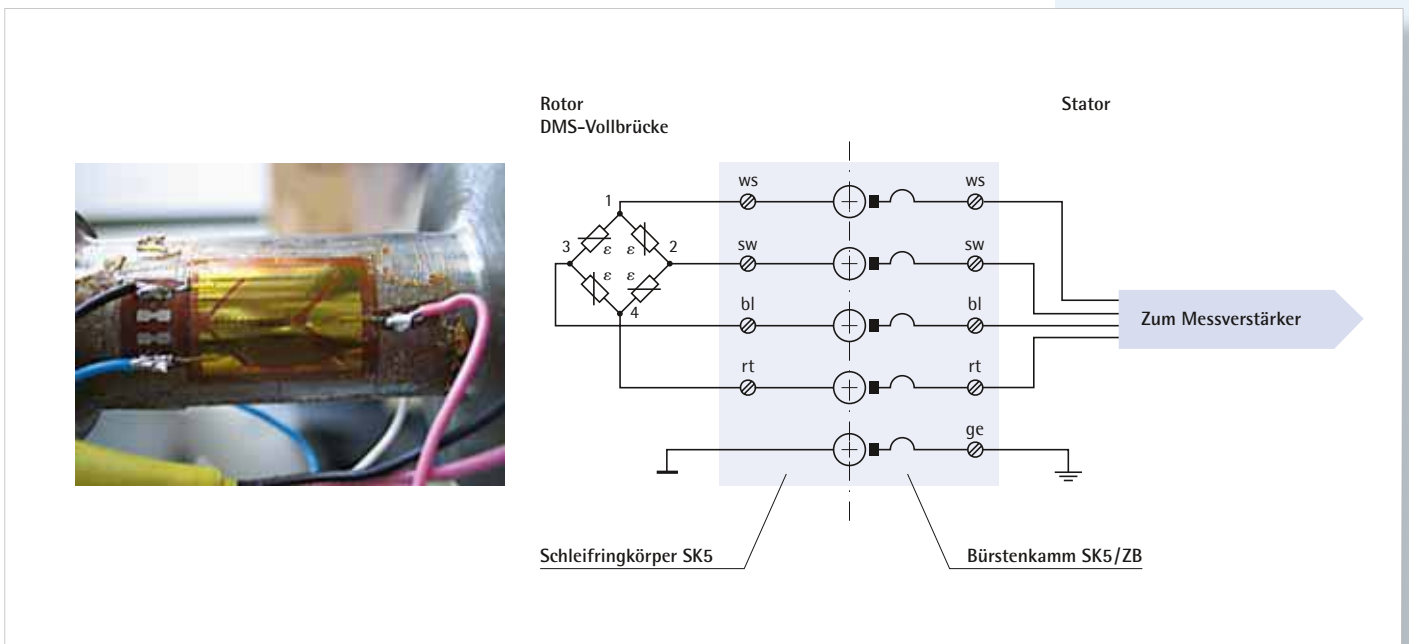


Abb. 13: DMS-Installation und Verschaltung zur Vollbrücke

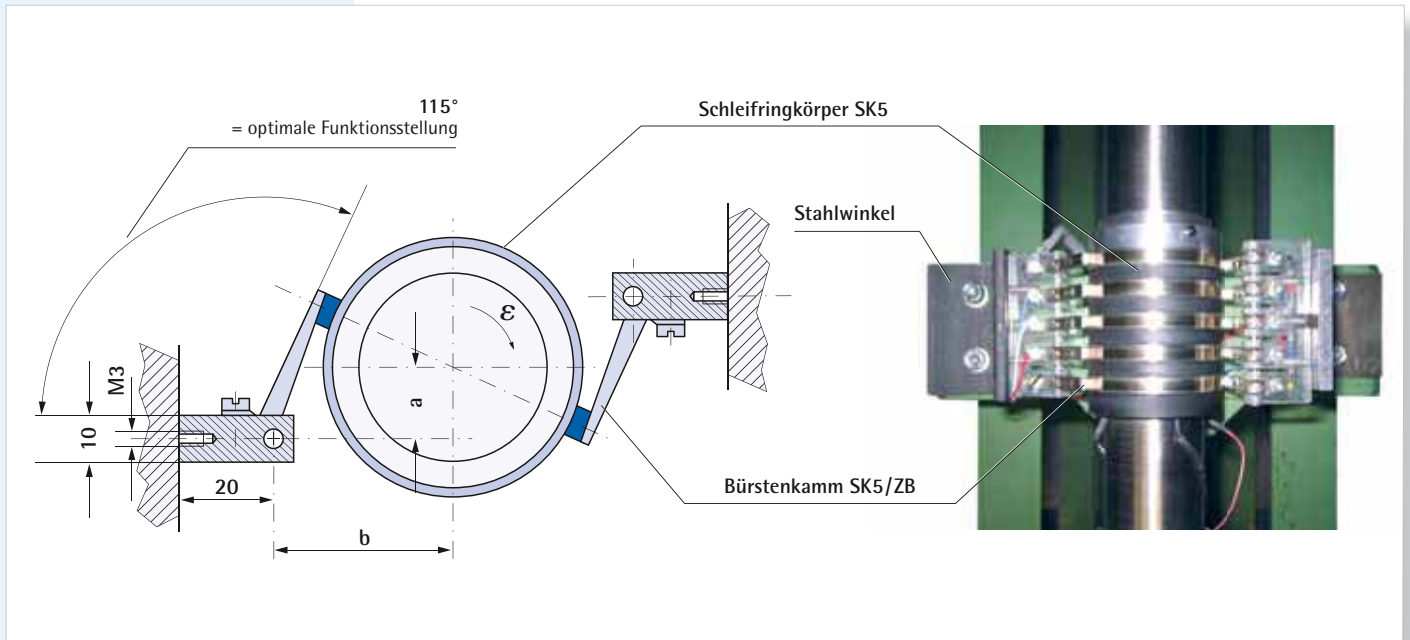


Abb. 14:
Schleifringkörpers und Bürstenkämme (SK5 von HBM)

Die für die Übertragung der Messsignale vom Schleifringkörper notwendigen Bürstenkämme werden entsprechend **Abbildung 14** auf zwei Stahlwinkeln montiert und mit dem Grundgestell der Prüfeinrichtung verschraubt.

Zur Antriebsseite der Prüfeinrichtung hin, wird die Messwelle mit dem bereits auf der Antriebswelle vorhandenen Flansch verbunden.

Für die Berechnung der Leistung ist entsprechend den **Gleichungen 1** und **2** neben den Dehnungen noch die Drehzahl der Antriebswelle erforderlich. Diese Messung erfolgt mit einem optischen Drehzahlmesser. Hierzu wird auf dem Antriebsflansch ein Reflektionspunkt angebracht und der Drehzahlmesser auf einem höhenverstellbaren Stativ senkrecht dazu ausgerichtet. Dreht sich die Welle, wird durch einen Lichtstrahl der vom Drehzahlmesser ausgeht, jede Umdrehung

des Reflektionspunktes registriert. Diese gemessenen Reflektionen pro Minute sind gleich der Drehzahl der Messwelle in Umdrehungen pro Minute. Der Drehzahlmesser lässt sich über ein RS232-Kabel an eine serielle Schnittstelle eines Computers anschließen. In **Abbildung 15** ist der zur Prüfeinrichtung ausgerichtete Drehzahlmesser dargestellt.

Nun werden die beiden Winkel mit den Bürstenkämmen auf dem Grundgestell der Prüfeinrichtung verschraubt, der Schleifringkörper passend dazu ausgerichtet und mit einem im Schleifringkörper vorhandenen Gewindestift auf der Messwelle fixiert.

Als Messverstärker zum Betrieb der DMS-Vollbrücke wurde ein Spider 8/30 von HBM verwendet, wobei sowohl die Steuerung als auch die Messwertspeicherung und -darstellung mit dem zugehörigen Programmsystem catman®Easy auf einem PC erfolgte. In **Abbildung 16** ist dieser Aufbau angegeben.

Messtechnische Überprüfung der Leistungseinstellung an einem Crosstrainer-Ergometer

Sascha Wurzing, Fachhochschule Köln

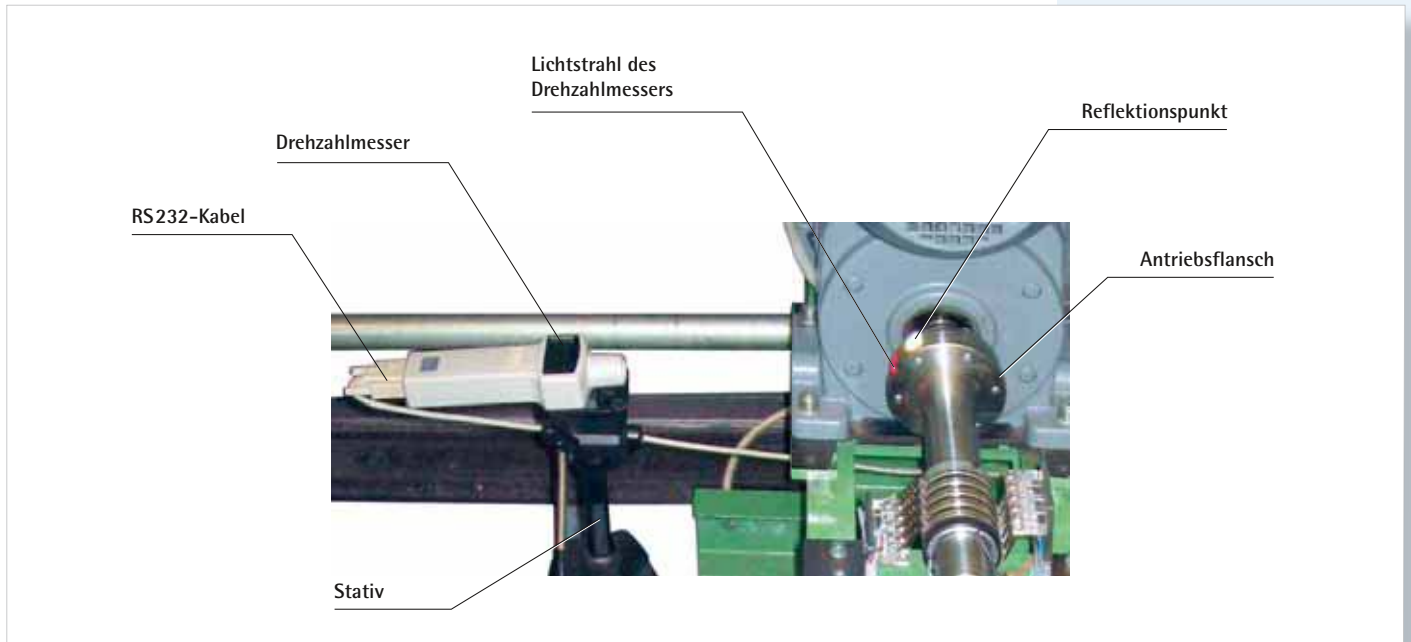


Abb. 15: Drehzahlmessung

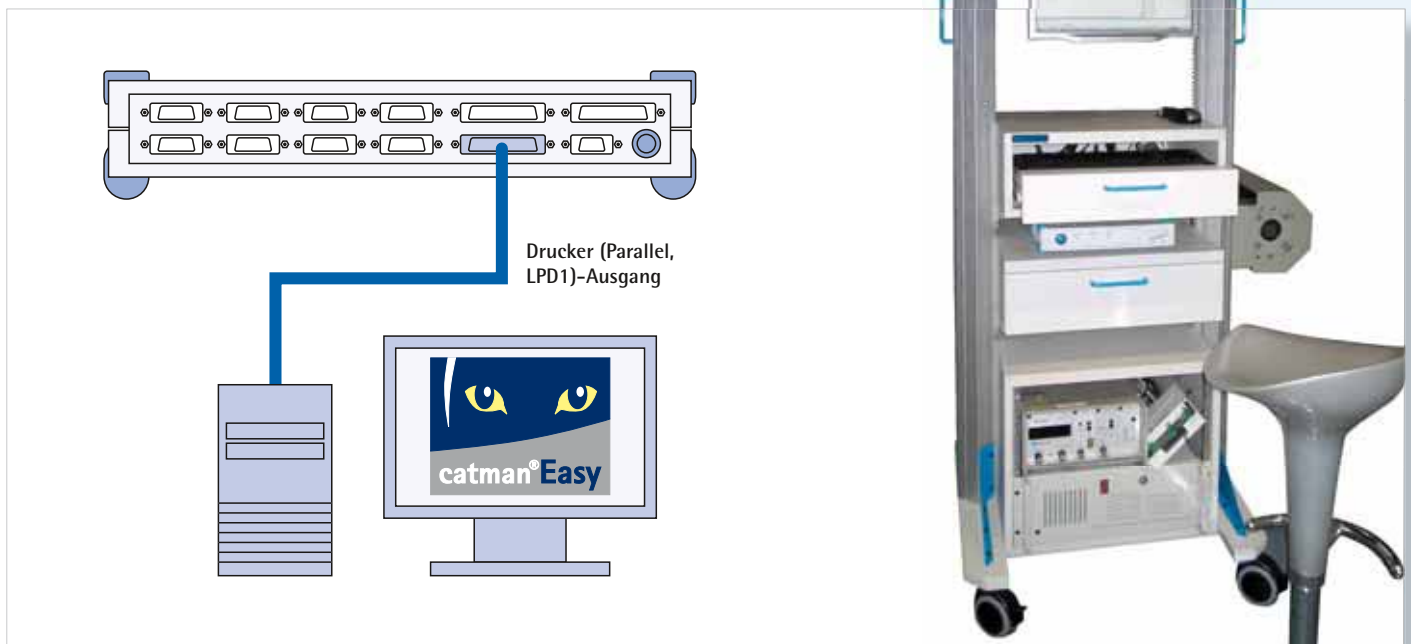


Abb. 16: Messverstärker Spider 8/30 und PC zur Messwertspeicherung und Auswertung

Versuchsergebnisse

Entsprechend den Vorschriften der DIN EN 957-9 wird die Prüfdauer auf 10 Minuten festgelegt. Um eine statistische Auswertung der einzelnen Prüfstufen zu ermöglichen, werden in jeder Prüfstufe drei Messungen durchgeführt. Die einzelnen Prüfstufen unterscheiden sich nach dem am Trainings-

computer des Crosstrainers eingestellten Leistungswert und der Drehzahl mit der der Crosstrainer angetrieben wird. Der eigentliche Messwert bestimmt sich aus dem Mittelwert über der Prüfdauer, wobei drei pro Prüfstufe erfasste Messwerte wiederum zu einem Mittelwert verrechnet werden. Die

Abb. 17:
Gemessene Leistung
in der Prüfstufe $P=100\text{ W}$,
 $n=60\text{ min}^{-1}$

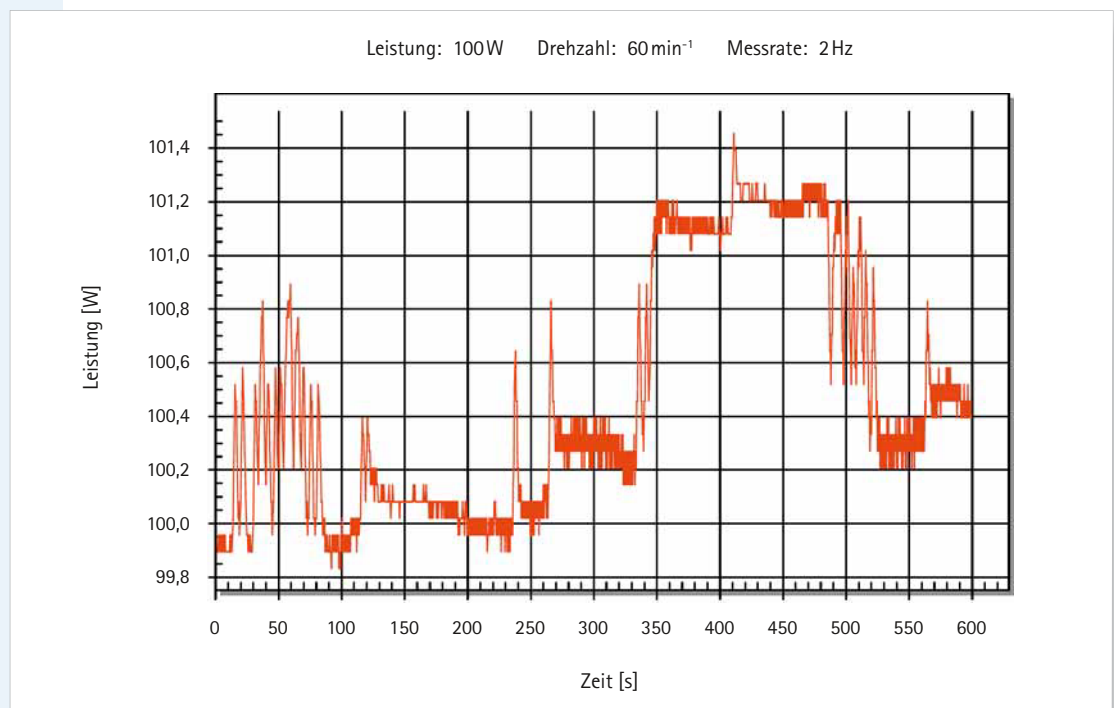
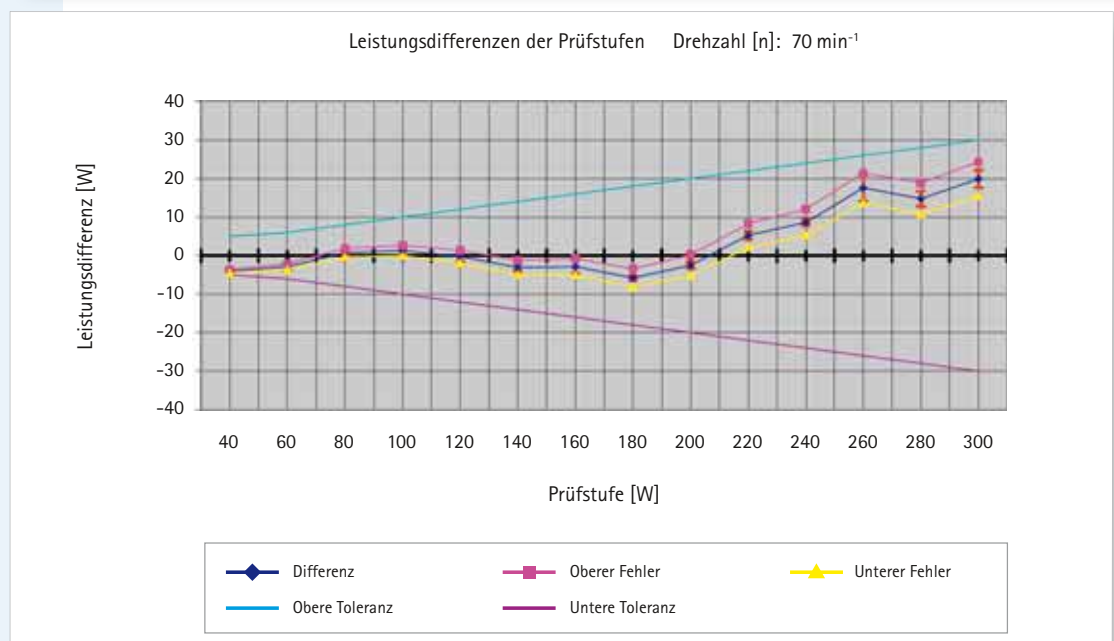


Abb. 18:
Leistungsdifferenzen
zwischen der PE und
dem CTR, $n=70\text{ min}^{-1}$



Messtechnische Überprüfung der Leistungseinstellung an einem Crosstrainer-Ergometer

Sascha Wurzinger, Fachhochschule Köln

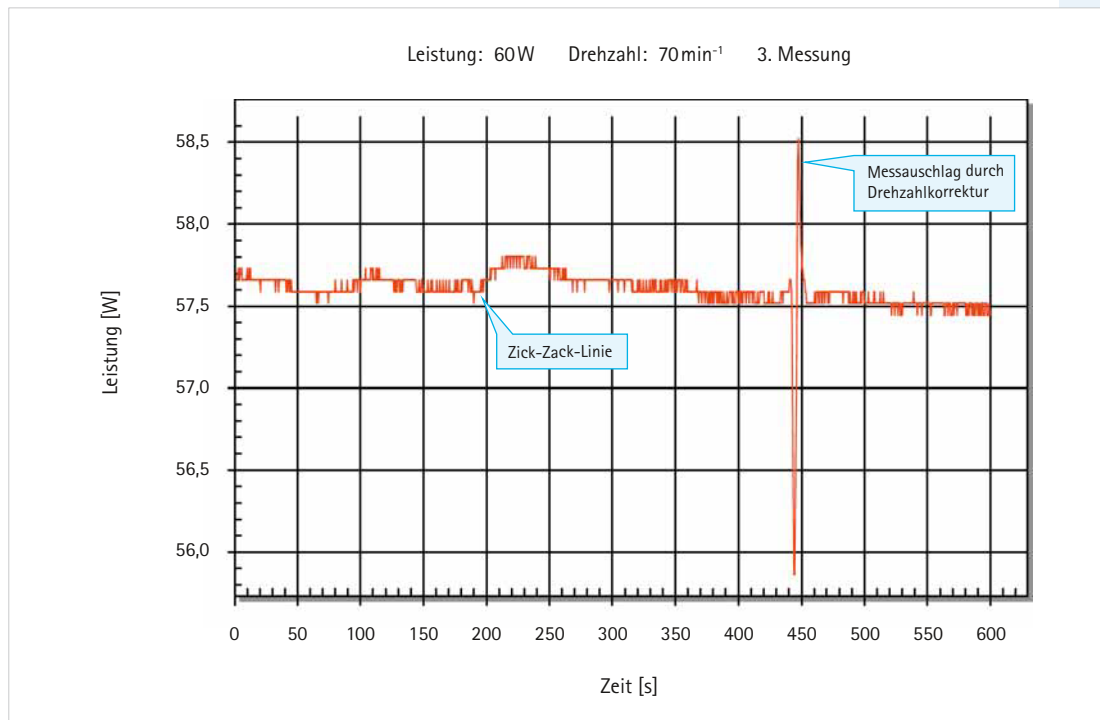


Abb. 19:
Messwertabweichung
durch manuelle Dreh-
zahlkorrektur

Einstellung der Versuchsparameter erfolgt durch das Programmsystem catman®Easy. Dabei wurde auf Grund der langen Prüfdauer von 10 Minuten eine niedrige Messrate von 2 Hz gewählt.

Beispielgebend für die Ergebnisse in den einzelnen Prüfstufen ist in **Abbildung 17** die gemessene Leistung bei einer Drehzahl von 60 min⁻¹ und einer am Ergometer eingestellten Nennleistung von 100W dargestellt. Der Messfehler dieser Messungen setzt sich aus dem von HBM angegebenen Fehler des k-Faktors der DMS, dem angegebenen Fehler des Drehzahlmessers, den beobachteten Drehzahlschwankungen des Antriebs, einem angenommenen Installationsfehler der DMS und einer möglichen Unwucht der Kugelgelenkwelle zusammen. Die Abweichung des k - Faktors der DMS X-Rosetten ist auf ihrer Verpackung mit $k = 2,06 \pm 0,01$ angegeben.

Die Ergebnisse der Prüfstufen für eine Drehzahl sind im folgenden Diagramm (**Abb. 18**) zusammengestellt. Darin ist die Differenz zwischen der mit der Prüfeinrichtung (PE) gemessenen und der am Cross-Trainer-

Ergometer (CTR) eingestellten Leistung dargestellt. Eingezeichnet sind weiterhin die Abweichungen der einzelnen Messungen und der nach DIN EN 957-9 zulässige Toleranzbereich der Leistungsstellung.

Da die einzelnen Messkurven Unregelmäßigkeiten und Fehler beinhalten, sollen diese im Folgenden kurz bewertet werden. Kleinere Schwankungen, die sich als „Zick-Zack-Linie“ um einen bestimmten Wert äußern, resultieren wahrscheinlich aus den Schwankungen des Übergangswiderstandes des Schleifringübertragers. Sprünge in den Messergebnissen (**Abb. 19**) sind durch Drehzahlunregelmäßigkeiten des Antriebs zu erklären. Während des Messverlaufs musste die Drehzahl immer wieder manuell nachgestellt werden.

Dadurch entstand, je nachdem ob die Drehzahl positiv oder negativ nachgestellt werden musste, ein kurzer positiver oder negativer Ausschlag des Messwerts. Diese Abweichungen sind sehr kurzzeitig und haben somit keinen Einfluss auf den Mittelwert der Messgröße.

Messtechnische Überprüfung der Leistungseinstellung an einem Crosstrainer-Ergometer

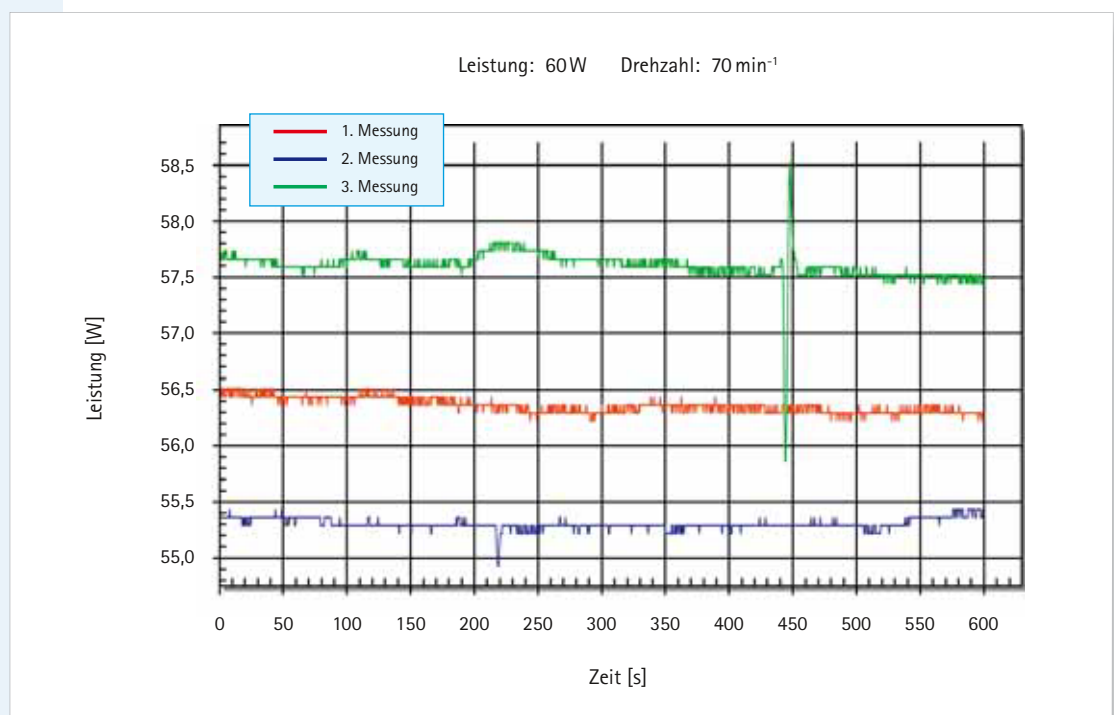
Sascha Wurzing, Fachhochschule Köln

Ein weiterer beobachteter Effekt ist, dass die Messwertverläufe der drei Einzelmessungen in einer Prüfstufe nicht gleich sind (Abb. 20). Diese Differenz kann mehrere Gründe haben. Während der dynamischen Belastung der DMS kann sich unter Umständen der eingestellte Nullpunkt der DMS-Vollbrücke verschieben. Dieser Effekt wird bei kleineren Lasten deutlich. Ebenso können leichte Unterschiede der Messwerte durch nicht bekannte Ungenauigkeiten der Prüfeinrichtung auftreten. Dazu gehören besonders die nicht messbaren Drehzahlschwankungen. Durch den ungenauen Lauf des Riementriebs und des Schwungrades schwankt der Crosstrainer leicht während der Messung. Der größte Teil dieser Schwankungen wird durch den Längsausgleich der Kugelgelenkwelle ausgeglichen. Jedoch wird ein kleiner Teil dennoch von den DMS registriert und als eine leichte Veränderung der Messwerte wiedergegeben. Stärkere systematische Abweichungen treten in den höheren Leistungsstufen z.B. bei

$P=300\text{ W}$ und $n=70\text{ min}^{-1}$ auf (Abb. 21). Dabei wurden signifikante Erhöhungen der Messwerte während der Prüfdauer beobachtet. Um diese Erscheinung genauer zu erklären, muss auf die Wirbelstrombremse des Crosstrainers genauer eingegangen werden. Der elektrische Widerstand des Schwungrades bildet für die Wirbelströme einen Ohmschen Verbraucher, wodurch die Bewegungsenergie vollständig in Wärme umgesetzt wird. In höheren Leistungsstufen kann diese Wärme nur unzureichend abgeführt werden. Das Schwungrad dehnt sich aus und die geometrischen Verhältnisse der Wirbelstrombremse (Spalt usw.) verändern sich.

Die nach DIN EN 957-9 zulässige maximale Abweichung von $\pm 10\%$ zwischen der am Trainingscomputer eingestellten Leistung und der von der Prüfeinrichtung gemessenen Leistung wurde trotz dieses Effektes in keiner Prüfstufe überschritten.

Abb. 20:
Messwertschwankungen im unteren Drehzahlbereich



Messtechnische Überprüfung der Leistungseinstellung an einem Crosstrainer-Ergometer

Sascha Wurzinger, Fachhochschule Köln

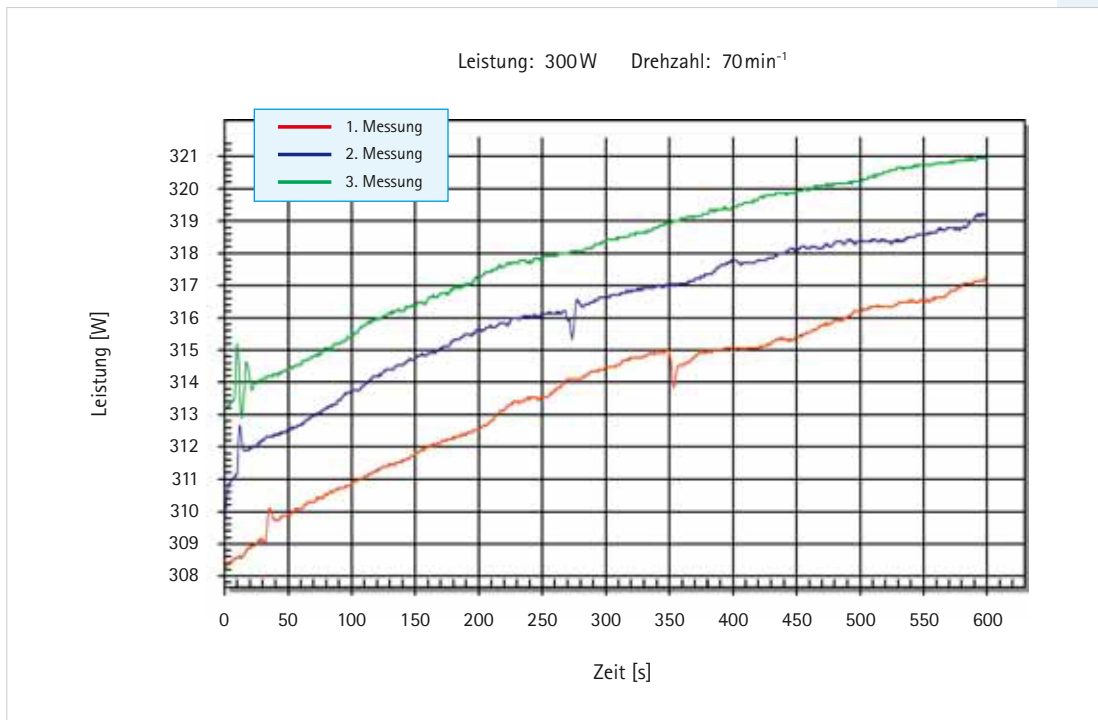


Abb. 21:
Messwertanstieg
im höheren
Leistungsbereich

Schlussbemerkungen

Die vorgestellte Einrichtung zur Prüfung der Leistungseinstellung an einem Crosstrainer besitzt ein mechanisch und messtechnisch klares Konzept. Die Leistungsbestimmung erfolgt dabei auf der Grundlage von Messungen mittels elektrischer Dehnungsmessstreifen.

Der Anschluss der Prüfeinrichtung an den Crosstrainer wird über die Polygonverbindung der Crosstrainerwelle realisiert und ist einfach montierbar. Dies ermöglicht auch die Prüfung anderer Crosstrainer der Marke Kettler, da diese über die gleiche Wellenverbindung verfügen.

Die gesamte verwendete Messtechnik, das betrifft sowohl die Dehnungsmessstreifen, als auch den Schleifringübertrager und den Messverstärker, stammt von HBM und lieferte im Betriebszeitraum zuverlässige und stabile Ergebnisse. Durch den Anschluss des Drehzahlmessers an den Computer konnte die Drehzahl während einer Messung mit aufgezeichnet werden.

Abschließend ist festzustellen, dass es bis heute schwierig ist, die auf einem Crosstrainer aufgebrauchte mechanische Leistung mit der tatsächlichen körperlichen Leistung eines Menschen zu vergleichen. Der Bewegungsablauf eines Menschen auf dem Crosstrainer ist sehr komplex, wodurch die tatsächliche körperliche Leistung biomechanisch schwer zu berechnen ist. Es ist daher üblich, lediglich Vergleiche zwischen der Leistung des Menschen auf einem Crosstrainer und auf einem anderen Trainingsgerät anzustellen.

Wenn man allerdings nur die Forderungen der Prüfnorm betrachtet, reichen die Messwerte der hier entwickelten Prüfeinrichtung in ihrer Genauigkeit aus. Alle festgestellten Abweichungen zwischen den mit der Prüfvorrichtung gemessenen Leistungen und den Einstellungen am Ergometer lagen innerhalb der Toleranz der DIN EN 957-9.

Literatur

- [1] DIN EN 957, Stationäre Trainingsgeräte, Allgemeine Sicherheitstechnische Anforderungen und Prüfverfahren.
- [2] K. Hoffmann: Eine Einführung in die Technik des Messens mit Dehnungsmessstreifen, Hottinger Baldwin Messtechnik GmbH 1987.
- [3] R. Schicker, G. Wegener: Drehmoment richtig messen, Hottinger Baldwin Messtechnik GmbH 2002.

Redaktionelle Beiträge aus der Praxis sind sehr willkommen und werden entsprechend honoriert.

Kontakt:

E-mail, Redaktion: Martin.Stockmann@Mb.TU-Chemnitz.de

E-mail, HBM: klaus.bathe@hbm.com

Antwort-Fax an Redaktion: +49 371 531 23419

Name _____

Firma / Abt. _____

Straße _____

PLZ, Ort _____

Telefon _____

Fax _____



Ich habe Interesse an einer eigenen Veröffentlichung
in den mtb und bitte um Kontaktaufnahme

impressum

Herausgeber

HBM GmbH

Im Tiefen See 45

D-64293 Darmstadt

Tel. +49 6151 8030

Fax +49 6151 803 9100

www.hbm.com

Redaktion

Dr.-Ing. habil. Martin Stockmann

Technische Universität Chemnitz

Anfragen zu „messtechnische briefe“ und den
veröffentlichten Aufsätzen richten Sie bitte an den
Herausgeber.

Anfragen zu den HBM-Produkten bitten wir an die
zuständige Vertretung zu richten.

Urheberrecht

Nachdruck ist nur mit vorheriger schriftlicher Genehmigung der Schriftleitung oder des Herausgebers gestattet. Vervielfältigungen in Form von Fotokopien, Mikrofilm oder anderen Verfahren für gewerbliche Zwecke sind nicht gestattet.

Schutzrechte

Für die beschriebenen Verfahren und Schaltungen sowie für die verwendeten Bezeichnungen wird keine Gewähr bezüglich der Verletzung von Schutzrechten Dritter übernommen.

Satz & Gestaltung

www.contrust-design.de

messtechnische briefe 1/2008

Erscheinungsdatum: April 2008

„messtechnische briefe“ erscheint
zweimal jährlich

ISSN 1614-6719



measurement with confidence

HBM GmbH

Im Tiefen See 45
D-64293 Darmstadt

Tel. +49 (0) 6151 8030
Fax +49 (0) 6151 803 9100

E-mail: info@hbm.com
Internet: www.hbm.com