



Herausgegeben von
Thomas Kuttner



1. Fachtagung TestRig

**Fachtagung für Prüfstandsbau und
Prüfstandsbetrieb**

Tagungshandbuch 2022

1. Fachtagung TestRig
22. und 23. Juni 2022
Technische Akademie Esslingen

Herausgegeben von
Prof. Dr.-Ing. Thomas Kuttner

1. Fachtagung TestRig

Aktuelle Trends und Entwicklungen im Bereich
Prüfstandsbau und Prüfstandsbetrieb

Tagungshandbuch 2022

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.dnb.de> abrufbar.

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Das vorliegende Werk wurde mit großer Sorgfalt erstellt. Fehler können dennoch nicht völlig ausgeschlossen werden. Weder Verlag noch Autoren oder Herausgeber übernehmen deshalb eine Haftung für die Fehlerfreiheit, Aktualität und Vollständigkeit des Werkes und seiner elektronischen Bestandteile.

© 2022. Alle Rechte vorbehalten.

expert verlag –
ein Unternehmen der
Narr Francke Attempto Verlag GmbH + Co. KG
Dischingerweg 5 · D-72070 Tübingen
E-Mail: info@verlag.expert
Internet: www.expertverlag.de

Technische Akademie Esslingen e. V.
An der Akademie 5 · D-73760 Ostfildern
E-Mail: maschinenbau@tae.de
Internet: www.tae.de

Printed in Germany

ISBN 978-3-8169-3529-2 (Print)
ISBN 978-3-8169-8529-7 (ePDF)

Vorwort

Prüfstandsversuche sind aus der heutigen Entwicklung von technischen Produkten nicht wegzudenken. Ganz gleich, ob es sich um hochtechnisierte Produkte handelt, wie zum Beispiel Flugzeuge oder Autos oder eher Gegenstände des Alltags wie zum Beispiel Fahrräder und Tabletcomputer oder Küchenmaschinen – alle diese Erzeugnisse werden auf Prüfständen getestet. Mit Prüfstandsversuchen soll die Gebrauchstauglichkeit des Erzeugnisses unter den verschiedensten Einsatzbedingungen sichergestellt werden. In den Versuchen werden die Eigenschaften des Erzeugnisses und deren Komponenten getestet, um Funktion und Haltbarkeit nachzuweisen.

Treiber dieses Prozesses sind einerseits Anforderungen aus Regelwerken und Normen, die verbindlich für den Hersteller sind. Ein Beispiel hierfür sind Erzeugnisprüfungen, wie z. B. Festigkeitsprüfung von Fahrzeugrädern. Andererseits sind Hersteller und Betreiber interessiert, Produkteigenschaften zu verbessern, um Qualitätsversprechen einzulösen und die Marktposition des Produktes und des Unternehmens zu stärken. Forderung nach immer kürzeren Entwicklungszeiten bei hoher Qualität stoßen einen Prozess an, in dem Versuche den Entwicklungsprozess und darüber hinaus auch die Nutzung des Produktes begleiten. Als Beispiel hierfür können Akustiktests für das Fahrzeuginterieur gelten. Sowohl die Anforderungen aus den Regelwerken als auch die entwicklungsbegleitenden Versuche führen zu der häufig nicht widerspruchsfreien Forderung nach aussagekräftigen, schnellen und preiswerten Ergebnissen aus Prüfstandsversuchen.

Aus der Vielfalt von Anforderungen einerseits und Produkten andererseits resultiert ein breites Spektrum von Prüfständen zur Produkterprobung. Den „Universal-Prüfstand“ gibt es also nicht, sondern für jeden Anwendungsfall den darauf abgestimmten Prüfstandsversuch. Dabei ist der Bau und Betrieb von Prüfständen ein hochgradig interdisziplinäres Feld, in dem sich der klassische Maschinenbau mit der Elektrotechnik, Sensorik und Messdatenverarbeitung sowie der Regelungstechnik überschneiden. Obwohl schätzungsweise 15 % aller Absolventen der Universitäten und Hochschulen im Bereich Testing arbeiten, gibt es an den Hochschulen keine auf Prüfstandsentwicklung spezialisierte Studienrichtung. Aus diesem Grund sind die meisten, im Bereich der Prüfstände und der Prüfstandsentwicklung tätigen Beschäftigten Quereinsteiger. Tagungen und Konferenzen haben meist das Versuchsergebnis auf dem Prüfstand im Fokus und nicht die Entwicklung und den Betrieb von Prüfständen.

Die Konferenz TestRig will die Lücke schließen und ein interdisziplinäres Forum für das vielfältige Feld der Prüfstandstechnik sein. Es ist erklärtes Ziel der Tagung, die Gesamtheit der Prüfstandstechnik abzudecken – vom Fundament bis zum Sensor, vom Regelungsalgorithmus bis zur Ergebnisinterpretation anhand von Fallstudien. Ebenso soll das breite Spektrum der Versuchsmöglichkeiten auf Prüfständen – von Betriebsfestigkeitsprüfständen über Funktionsprüfstände bis hin zu Sonderprüfständen – umfasst und dargestellt werden.

Vielen Dank für Ihr Vertrauen, dass durch Ihre Anmeldung diese Veranstaltung erstmalig und in einem hybriden Format stattfinden kann. Als Sprecher des wissenschaftlichen Beirates möchte ich mich bei allen Vortragenden und Ausstellern für die Beiträge, beim Beirat für das stets positive Feedback und den Austausch sowie der Technischen Akademie Esslingen als Veranstalter für die permanente Unterstützung bedanken. Ich wünsche allen Vortragenden und Teilnehmern eine erfolgreiche Tagung mit neuen Impulsen für die Arbeit, einen ergebnisreichen Austausch und das erfolgreiche Knüpfen neuer Kontakte.

Sprecher des Programmausschusses

Prof. Dr.-Ing. Thomas Kuttner
Universität der Bundeswehr München
Fakultät Maschinenbau, Neubiberg

Inhaltsverzeichnis

1.	Vom 1D-Shaker zum Hexapoden Christian Gries	13
2.	The „Big Vibration“ Dipl.-Ing. Peter-Johann Sikora, Prof. Dr.-Ing. Michael Sauer M. Sc.	19
3.	Evaluation of an Electrodynamic 3D-shaker System using different MIMO Vibration Controllers Kurthan Kersch, Christian Dindorf, Thomas Kuttner, Elmar Woschke	27
4.	Planung und Errichtung eines multiaxialen Schwingtisches für Motorradkomponenten Felix Rehberger, Benjamin Riemer	33
5.	Flexible und Energieeffiziente Prüfsysteme für Dauerlaufprüfungen: Herausforderungen und Lösungen Sebastian Hoffmann, Kristof Schlemmer, Sascha Dany, Holger Schmidt	41
6.	Messtechnik zur Verschleißerkennung an Gleichlaufgelenkwellen in Verspannungsprüfständen Andreas Zörnig, Christian Daniel, Hendrik Schmidt, Elmar Woschke	53
7.	FZG Test Methods – Testing and Characterization of High-Performance Gear Lubricants Karl Jakob Winkler, Benedikt Siewerin, Dr. Thomas Tobie, Prof. Karsten Stahl	61
8.	Accelerated ageing test bench – BigOxy Chandra Kanth Kosuru, Hichame Ait El Mallali, Simon Eiden	73
9.	Betriebsfestigkeits-Nachfahrversuche an Lithium-Ionen-Batterien für Stadtbusse der Fa. MAN Truck & Bus Se Dr.-Ing. Armin Tobuschat	77
10.	Elektrische Antriebe in Fahrzeugen auf Basis von Lithium-Ionen-Batterien und deren prüftechnische Behandlung während der Betriebsfestigkeitserprobung in Rüttelprüfständen Daniel Duffner	*
11.	Prüftechnik richtig angewandt Alexander Hobt	83
12.	Schwingungsisolaton von rotierenden und pulsierenden Prüfständen in der Betriebsfestigkeit Alexander Eisfeld, Bernhard Toebe	91
13.	Entwicklung von Funktionsprüfständen für aktive Fahrdynamiksysteme: Herausforderungen und Lösungen Dr. Timo Jungblut, Luis Böhm, Dr. Michael Winter, Dr. Steffen Rödling	97
14.	Modulare Funktionsarchitektur für mechatronische Prüfsysteme Dr. Michael Winter, Stefan Glauer, Dr. Timo Jungblut, Dr. Steffen Rödling	109
15.	Aspekte intelligenter Prüfstände Gordon Bernhard Gruber, Stephan Ploegman	117

16.	Data analysis in Hardware-in-the-loop applied in a complete common rail system for testing of fuel-component compatibility Daniel Correa-Sanchez, M. Sc., Chandra Kanth Kosuru, M. Sc., Dr.-Ing. Hajo Hoffmann, Dr.-Ing. Klaus Lucka	121
17.	Anhang	
18.	Programmausschuss	131
19.	Autorenverzeichnis	133

* Manuskript lag bei Redaktionsschluss nicht vor

Weiterbildung Maschinenbau

Vor Ort
oder
online
teilnehmen

Besuchen Sie unsere Seminare, Lehrgänge und Fachtagungen.

**Umweltsimulation von
Schwingungs- und Stoß-
belastungen – Shakerkursus**
Seminar (32705)

20. bis 22. Sept. 2022



Temperaturmesstechnik
Seminar (35391)

7. + 8. Nov. 2022



Schraubenverbindungen
Seminar (32215)

21. bis 23. Sept. 2022



Design of Experiments (DoE)
Seminar (33769)

9. bis 11. Nov. 2022



**Einführung in die moderne
Fehlermöglichkeits- und Ein-
flussanalyse (FMEA)**
Seminar (35729)

28. Sept. 2022



Frequenzanalyse
Seminar (32337)

16. + 17. Nov. 2022



**Umweltsimulation durch
Klimaprüfungen**
Seminar (32194)

19. + 20. Okt. 2022



**Versuchstechniken in der
Komponenten- und
Systemerprobung**
Seminar (35677)

24. + 25. Nov. 2022



Vom 1D-Shaker zum Hexapoden

Christian Gries

makross GmbH & Co. KG, Karlsfeld

Zusammenfassung

In der heutigen Zeit wird immer mehr simuliert und immer weniger getestet. Teure Prototypen werden eingespart, aber am Ende findet zur finalen Freigabe meist noch ein Versuch statt. Die Aufbauten und Versuche sollen dabei natürlich so ökonomisch wie möglich sein. Dabei kommt der Art der Anregung eine große Bedeutung zu. In der Vergangenheit wurde zu einem großen Teil eindimensional getestet. Bedingt durch Bauart und Regelungsstrategie wurden dabei aufgezeichnete Zeitsignale in Spektren (PSD) umgewandelt, aus welchen wiederum vereinfachte logarithmische Diagramme und Tabellen abgeleitet wurden. Diese dienten als Eingabe für den eindimensionalen Shaker. Einzelereignisse oder andere Begebenheiten des Streckensignals gingen dabei verloren, genauso wie der Phasenzusammenhang der Raumrichtungen. Die 3 Raumrichtungen wurden dann als Translation nacheinander abgefahren (X, Y & Z-Shaker). Bei diesem Verfahren kann es leicht zum Unter- oder Übertesten und damit zu unrichtigen Aussagen der Versuche kommen. Der bessere und neuere Weg ist das Testen in allen Raumrichtungen simultan in einem Aufbau. Hierbei kann auch ein Einzelereignis oder eine andere Eigenheit der Teststrecke, welche im Fahrzeug zu einer schlechten Bewertung führte, nachgebildet werden. Weiterhin bleiben auch die Phasenzusammenhänge der Raumrichtungen erhalten, was die Realitätsnähe wesentlich erhöht und so der Aussagekraft der Versuche zu Gute kommt.

1. Erzeugen der Ansteuerdaten für Prüfstände

Zur Durchführung eines Versuchs auf einem Prüfstand, gleich welcher Art, ist ein Signal zur Steuerung notwendig. Die Herkunft und Art dieses Signals kann dabei sehr unterschiedlich sein. Zum einen kann man Signale als Amplitude über der Zeit, z.B. Kräfte, Wege, Beschleunigungen, Dehnungen, usw. durch Aufzeichnung mit einem AD-Wandler generieren. Dies setzt allerdings einen fahrfähigen Aufbau voraus, welcher in der Lage ist über eine Teststrecke zu fahren. Gibt es diesen nicht und macht auch die Nutzung eines Vorgängermodells keinen Sinn, ist diese Vorgehensweise keine Option. In diesem Fall könnte die Nutzung von digitalisierten Strecken eine Möglichkeit sein. Über eine Simulation mit MKS-Modellen und den Streckendaten können Signale erzeugt werden, welche mit aufgezeichneten Signalen vergleichbar sind.

1.1 Messungen an einem Fahrzeug auf der Teststrecke

Bei Messungen an Fahrzeugen auf Teststrecken ist eine zuverlässig funktionierende Messtechnik eine sehr wichtige Grundlage, um entsprechend aussagekräftige und nutzbare Daten in angemessener Zeit und mit vertretbarem Aufwand (besonders im Ausland) zu erzeugen. Dies setzt einen langzeitstabilen Einbau aller Komponenten

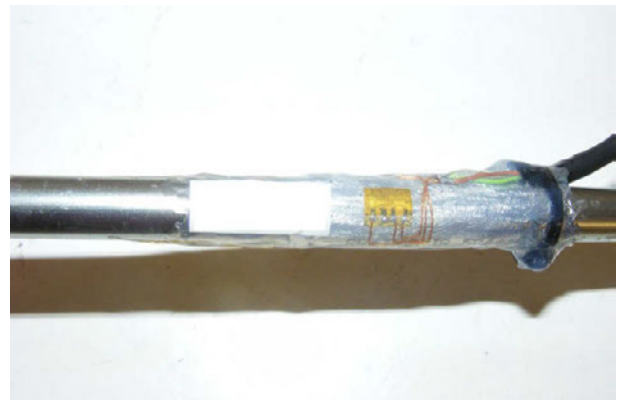


Abb. 1 DMS - Applikation einer Strebe

(z.B. Klebeverbindung, Kabelverlegung [besonders ist hier die Freigängigkeit aller Fahrwerksteile beachten, um Beschädigungen der Kabel zu vermeiden], DMS-Applikation, usw.) und eine intensive Überprüfung des gesamten Aufbaus, von der Stromversorgung bis hin zu jedem einzelnen Messaufnehmer, voraus. Weiterhin ist es genauso wichtig die räumliche Orientierung aller Komponenten zum globalen Koordinatensystem hin zu überprüfen.