

Brandenburgische  
Technische Universität  
Cottbus - Senftenberg

# Vortragsband

zum Festkolloquium am 18.Oktober 2017

# 10 Jahre Tragrollenprüfstand



**IURS e.V.**  
WWW.IURS-EV.DE

**LEAG** 

2

 **KÜPPER**  
BEWEGUNG FORTSCHRITT TECHNOLOGIE

**b.tu** Brandenburgische  
Technische Universität  
Cottbus - Senftenberg

---

# Inhalt

Inhalt .....	3
Zehn Jahre Tragrollenprüfung an der BTU Cottbus - Senftenberg, Vorwort .....	5
Prof. Sylvio Simon.....	
Historie des Tragrollenprüfstandes .....	9
Prof. Dr.-Ing. Peter Biegel.....	
Umweltschutz in der Lausitz Energie Bergbau AG .....	18
Jens Höhna.....	
Prüfung von Tragrollen zur Lärminderung an Gurtförderanlagen - Nutzen für den Betreiber	33
Dr.-Ing. Dirk Täschner.....	



## Inhalt

---

Nutzen des Tragrollenprüfstandes für den Tragrollenhersteller .....	58
Hermann Eckardt, M. Sc.....	
Nutzen des Tragrollenprüfstandes für die Hochschule .....	83
Stephan Henschler, M. Eng. Prof. Dr.-Ing. habil. Sylvio Simon Robert Schneider, M. Eng. .....	
Gemeinsames Kooperationsprojekt „Tragrollenprüfstand“ .....	97
Thomas Rieder, M.Eng. Jan Magister, M. Eng. Tim Fritsch, B. Eng.....	

# **Zehn Jahre Tragrollenprüfung an der BTU Cottbus - Senftenberg, Vorwort**

**Prof. Sylvio Simon**

5

**Eine stolze Bilanz konnte am 18. Oktober 2017 seitens des Institutes für Maschinenbau und Management und der Professur Werkzeugmaschinen an der BTU in Senftenberg und seiner Industriepartner gezogen werden.**

Damit Gurtförderanlagen möglichst leise und zuverlässig arbeiten, sind entsprechend konstruierte Tragrollen von entscheidender Bedeutung. Seit nunmehr zehn Jahren können diese an dem weltweit einmaligen Tragrollenprüfstand\* an der BTU Cottbus-Senftenberg auf ihre mechanischen und akustischen Eigenschaften geprüft werden. Im Auftrag von Herstellern und Betreibern durchliefen in zehn Jahren mehr als 2000 Tragrollen die Messverfahren an diesem Prüfstand. Dieses Jubiläum feierte die BTU mit einem wissenschaftlichen Kolloquium auf ihrem Campus Senftenberg, zu dem die Vizepräsidentin für Wissens- und Technologietransfer und

Prof. Sylvio Simon

Struktur Prof. Dr. rer. nat. Katrin Salchert und der Studiengangsleiter Maschinenbau Prof. Dr.-Ing. habil. Sylvio Simon mit dem Fachgebiet Gestaltung von Produktionssystemen/Werkzeugmaschinen im Konrad-Zuse-Medienzentrum willkommen heißen.

Prof. Dr.-Ing. Peter Biegel blickte als Mitinitiator auf die Historie des Tragrollenprüfstandes zurück. Das Kooperationsprojekt von BTU Cottbus-Senftenberg und der Lausitzer Energie Bergbau AG (LEAG) startete im Jahr 2007 mit dem Ziel, möglichst realitätsnahe Bedingungen für die Prüfung von Tragrollen herzustellen. Je nach Einsatzszenario erfasst der Prüfstand die Geräuschentwicklung im Anlagenbetrieb, aber auch die mechanischen Eigenschaften der Tragrollen.

»Mit diesem Prüfstand war es in den letzten zehn Jahren möglich, den Geräuschpegel von Gurtförderanlagen deutlich zu reduzieren. Die messtechnischen Dienstleistungen hier an der BTU sind dementsprechend stark nachgefragt. Von Herstellern der Tragrollen genauso wie von Betreibern von Förderanlagen«, erklärte Prof. Simon, der das Projekt seit Jahren begleitet.

6

Als langjähriger Projektpartner schätzt vor allem die heutige LEAG die Möglichkeiten des Prüfstands. Im Rahmen eines Kooperationsvertrages nutzt das Bergbauunternehmen beziehungsweise dessen Vorgänger Vattenfall seit 2007 die Möglichkeiten des Tragrollenprüfstandes an der BTU Cottbus-Senftenberg. Durch die Untersuchungen von Tragrollen auf dem BTU-Prüfstand in Senftenberg konnten deutliche Fortschritte bei der Identifizierung und Minimierung von Geräuschemissionen an Gurtförderanlagen erreicht werden, wie Jens Höhna von der Abteilung Umweltschutz/Genehmigungen der LEAG bekräftigte. »Die Oberflächenbeschaffenheit des Tragrollenmantels beispielsweise hat einen erheblichen Einfluss auf die Körperschallanregung zwischen Gurt und Tragrolle und damit auf die Lärmemission«.

7

Dr.-Ing. Dirk Täschner, bei der LEAG für Ergonomie und Gefahrstoffe zuständig, zeigte unter anderem die Ergebnisse der Zusammenarbeit aus Sicht des Unternehmens auf. So sind zum Beispiel Geräuschkinderungen von zehn Dezibel an Gurtförderanlagen über mehrere Jahre nachweisbar. Den enormen Nutzen des Prüfstandes für einen Tragrollenhersteller, dem nun aufwändige Feldversuche erspart bleiben, legte Hermann Eckardt von der Artur Küpper GmbH und Co. KG dar.

Auf den Nutzen des Prüfstandes für die Hochschule ging Stephan Henschler vom Institut für Maschinenbau und Management ein. Unter anderem entstanden im Umfeld des Projektes 17 Abschlussarbeiten, darunter drei Diplom-, sieben Bachelor- und sieben Masterarbeiten sowie eine Promotion.

Nach abschließenden Erläuterungen, die Thomas Rieder vom Team des Tragrollenprüfstandes gab, nutzten die Teilnehmer des Kolloquiums die Gelegenheit, sich im Labor von der Funktionsweise der Anlage zu überzeugen.

Aus den Erkenntnissen der Untersuchungen wurde das Prüfprogramm für die Tragrollen in den letzten Jahren deutlich erweitert. Im jetzigen Tragrollenprüflabor gibt es zum eigentlichen Tragrollenprüfstand die Möglichkeit die Restunwucht der Tragrollen zu bestimmen. Vor kurzem in Betrieb genommen würde auch ein Verschleißprüfstand, mit dem die Lebensdauer der Tragrollenlagerung simuliert werden kann. Zwischen den Projektpartnern LEAG und BTU wird diese Zusammenarbeit der Tragrollenprüfung fortgesetzt.

\* Der Tragrollenprüfstand ist Eigentum der LEAG

# Historie des Tragrollenprüfstandes

**Prof. Dr.-Ing. Peter Biegel**

Vorstand

IURS e.V.



01.10.2007



10

## Historie des Tragrollenprüfstandes



Quellen: Magister, Rieder



2017.10.18

## Der Auftraggeber (Vattenfall/LEAG):

Herr Nobis, Herr Podszun  
Herr Uhlig, Herr Dr. Täschner  
Herr Hendrichk, Herr Höhna  
Herr Gäbler, Herr Sternitzke  
Herr Kerber, Herr Gottschalk  
Herr Glaß

## Die Mannschaft:

Herr Kreter  
Herr Rieder  
Herr Magister  
Herr Henschier  
Herr Robert Schneider  
Herr Wichmann  
Studierende (Karge, Elstner, Witczak, Quast...)  
Prof. Simon  
Prof. Stein  
Prof Wälder  
Prof. Biegel

## Väter der Bemühungen

Herr Kusch  
Herr Podszun

## Kontaktpartner:

Beumer  
Rulmeca  
Sandvic  
Ulma  
Küpper  
Tranza  
Agrometal  
Precismeca  
.....

2017.10.18

### Terminliste:

- 2000.... Überlegungen zur Lärminderung an Tragrollen  
2005... Diplomarbeit zur Konstruktion eines Prüfstandes zur  
Messung von Luft- und Körperschallemissionen durch  
Tragrollen an der TU Dresden (Torsten Großmann)  
2007... Bau des Prüfstandes in Reichwalde bei SKM  
1.10.2007 Lieferung des Prüfstandes an die damalige HS Lausitz  
11.2007 Erste Versuche am Tragrollenprüfstand  
(Herr Kreter)  
ff Perfektionierung der Untersuchungen



2017.10.18

Quelle: Rieder

### Vorarbeiter/Benchmarking:

- Gesetzliche Anforderungen
- Kooperationsvertrag 18.06.2007 (Vattenfall und HSL)
- Normenwerke, DIN...
- Technische Lösungen und Patente
- Arbeiten an den Unis in Hannover, München usw.
- Dissertation von Prof. Hörstmeier

### Ergebnisse:

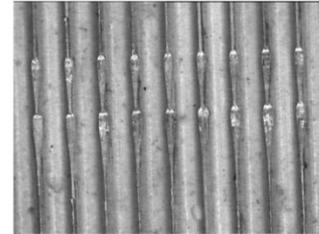
- Modernisierte Anforderungen für lärmgeminderte Tragrollen (unternehmensbezogene Herstellervorschrift für Tragrollen)
- ca. 35 Projekt-, Bachelor-, Diplom- und Masterarbeiten
- 1 Dissertation
- Vorträge bei Tagungen zur Fördertechnik
- Patentanträge
- Messtechnik



2017.10.18

## Aha-Effekte

- Nutzung der Fourieranalyse im Rahmen der Auswertung der akustischen Signale
- Alles schwingt mit
- Vergleich einer Tragrolle mit der akustischen Wirkung einer Glocke
- Kreisformabweichung versus Ezentrizität
- Airpumping
- Analogie zum Reifen-Straße-Kontakt



### **Netzwerk:**

- Grundlage war ein vorhandenes Netzwerk zwischen Mitarbeitern des Auftraggeber und der Hochschule
- Wissenszuwachs bei allen Beteiligten
- Persönlichkeitsentwicklung unserer Studierenden
- Grundlage für weitere Kooperationen

**Vielen Dank**  
**und**  
**weiterhin viel Erfolg**

# Umweltschutz in der Lausitz Energie Bergbau AG

**Jens Höhna**

Umweltschutz/Genehmigungen

LEAG

# UMWELTSCHUTZ IN DER LAUSITZ ENERGIE BERGBAU AG

Jens Höhna  
Abt. Umweltschutz/Genehigungen



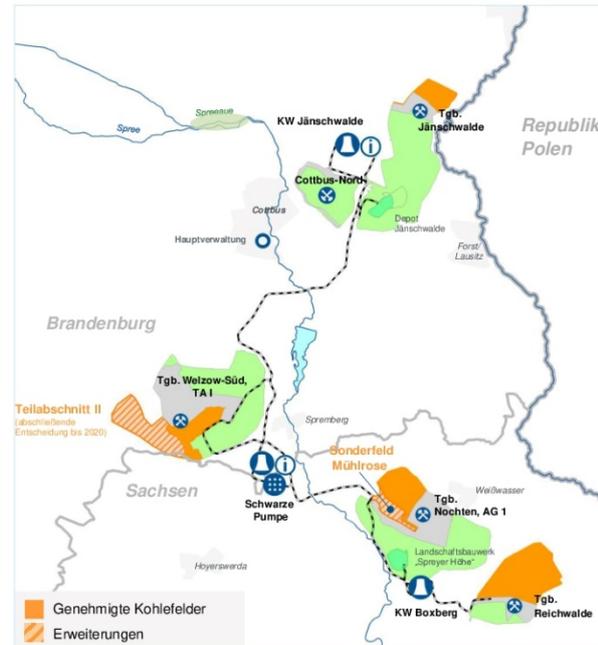
## AGENDA

- 1 Das Lausitzer Revier 2017
- 2 Externe Treiber des unternehmerischen Umweltschutzes der LEAG
- 3 Strategischer & betrieblicher Umweltschutz



# Das Lausitzer Revier 2017

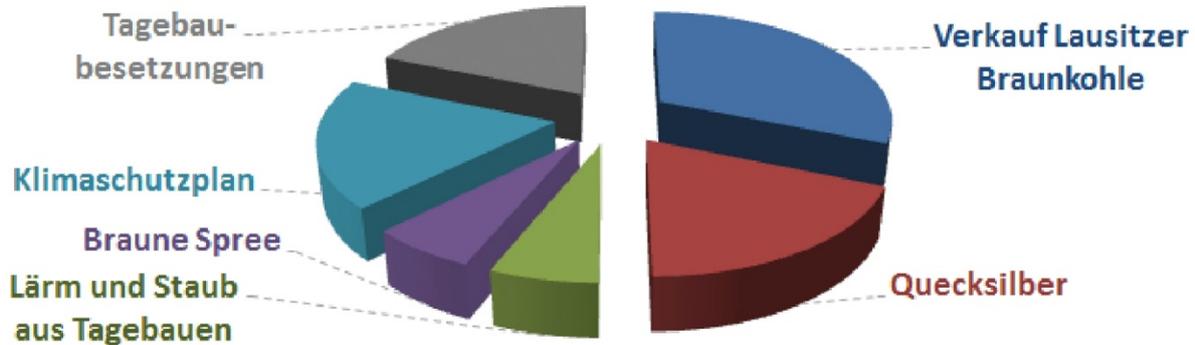
-  Flächen Abraum-Kohle-Kippe der Tagebaue
-  Bergmännische Rekultivierung, Zwischenbegrünung, Wiedernutzbarmachung
-  Genehmigte Abbaufelder
-  Erweiterungen
-  Braunkohlenkraftwerke
-  Veredlungsbetrieb
-  Bahnanlagen des Zentralen Eisenbahnbetriebes
-  Informationszentren
-  Hauptverwaltung von LE-B & LE-K



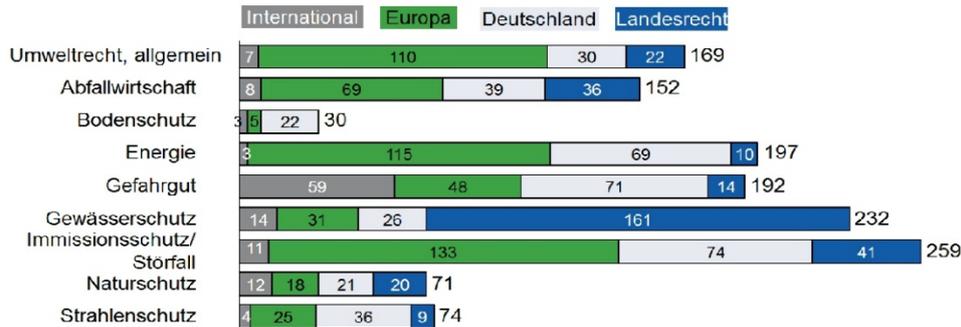
## Externe Treiber des unternehmerischen Umweltschutzes

Beiträge in den regionalen und überregionalen Medien 2016:

22



# Externe Treiber des unternehmerischen Umweltschutzes

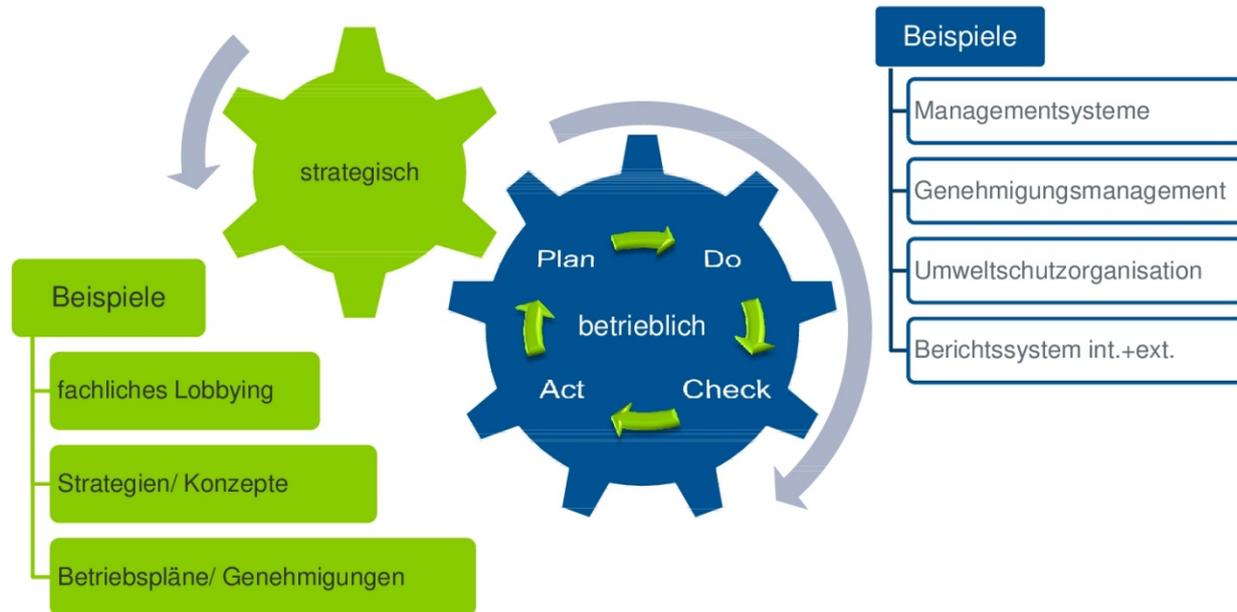


1376 Vorschriften im Umweltschutz – (k)ein Irrgarten?!

## Wichtige Novellierungen derzeit:

- BREF LCP
- TA Luft – Absatz Veredlungsprodukte & Anforderungen an Verbrennungsanlagen
- Novelle Brandenburger Wassergesetz
- 42.BImSchV – Verdunstungskühlanlagen (Legionellen)

# Strategischer & betrieblicher Umweltschutz



# strategischer Umweltschutz

## Betriebspläne Bergbau



### SBP Immissionsschutz

- Erklärung zum Immissionsschutz im Mittelfrist-Zeitraum
- Monitoring und rechtssicherer Betrieb
- Vermeidung von Betriebseinschränkungen

### Schwerpunkte erkennen

- Gutachten zum Stand der Technik
- Prognosen Lärm, Staub, Feinstaub
- technologische Randbedingungen

### Maßnahmen ableiten

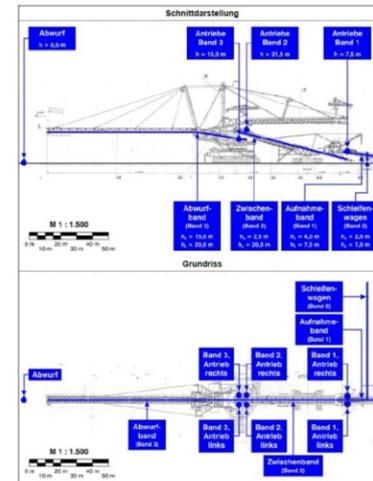
- Lärminderung: Kapselung, lärmarme Tragrollen
- Staubminderung: Bedüsung, Begrünung, Befeuchtung

Mit J. George über Betriebsregime reden

# Gutachten zum Nachweis Stand der Technik (SdT)

## Schritte der Bearbeitung

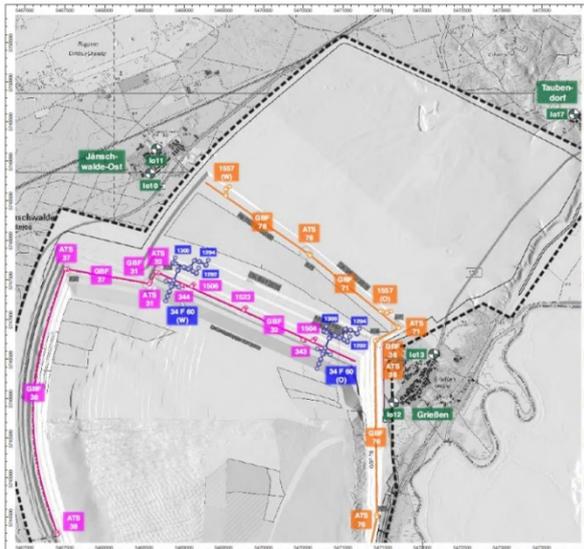
- Untersuchungen zum Stand der Technik (SdT)
- Geräuschemissionsmessungen zur Bestimmung von Schalleistungspegeln an Einzelquellen
- Überprüfung vorhandener Geräuschemissionswerte
- Bewertung des derzeitigen SdT der Großgeräte und Anlagen (IST-Analyse)
- Darstellung technischer Maßnahmen nach SdT zur Minderung der Emissionen ohne Immissionsbezug
- Immissionsprognose bestimmter Tagebausituationen
- Schallimmissionsmessungen in der Umgebung des Tagebaus
- **Lärminderungskonzept nach SdT mit Immissionsbezug (SOLL-Analyse)**



# Lärmprognosen Tagebaue

## Grundlagen

- 3D-Tagebaumodell



- Emissionsdaten

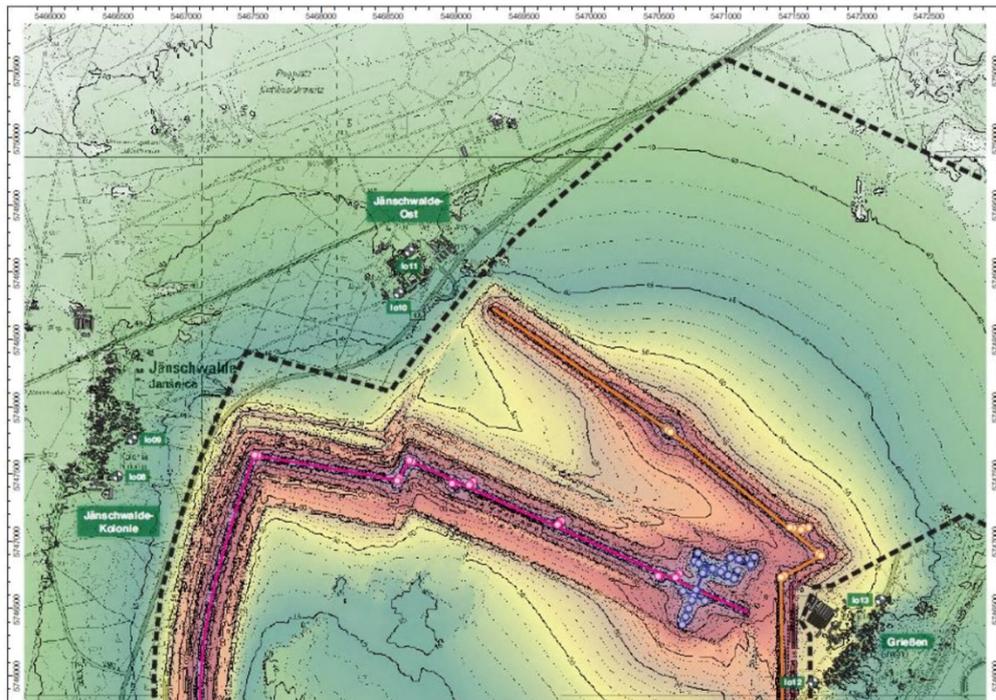
27

Geräuschemissionswerte Tgb. Jänschwalde für SBP 2016-22		
Linie	Gerät/Anlage	Emissionswerte Prognose 2016-24
Vorschnitt	1567 SRs2000 1090 A2RsB8800	115 dB(A) 117 dB(A)
Vorschnitt ATS	ATS, Antriebe ungekapselt	120 dB(A)
Lw	ATS 78, 76, 77	116 dB(A)
	ATS gekapselt, Standardrollen	
	ATS 71, 36	
L'w	ATS, gekapselt, L-Rollen	110 dB(A)
	ATS 79	
	Vorschnitt Gurtförderer	
L'w	geregelte Anlagen, v = 4,91 m/s (100%)	90 dB(A)/m
	Bandstrecken v < 6 m/s, Standardrollen	
	GBF 71, 76, 77	
	Bandstrecken, L-Rollen	
	GBF 78 (1000 m ab Umlenkstation)	85 dB(A)/m weg)
	GBF 36neu (z.Z. 400 m)	
	GBF 79 (800 m ab ATS)	

# Lärmprognosen Tagebaue

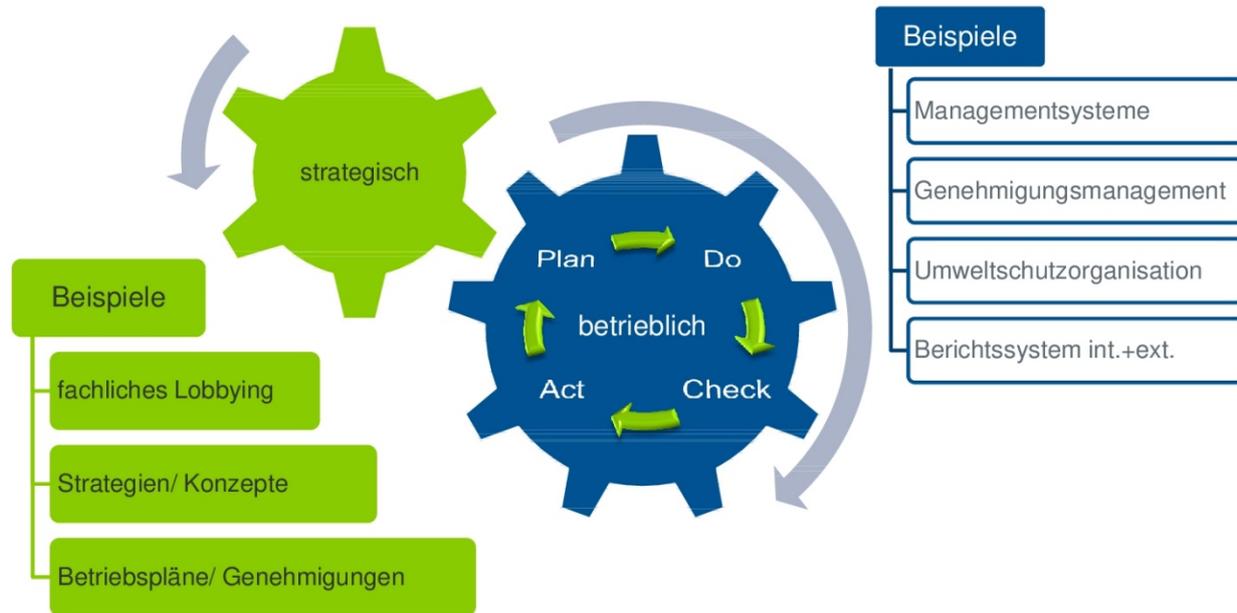
## Ergebnis

Lärm- Rasterkarte



28

# betrieblicher Umweltschutz



## Betrieblicher Umweltschutz

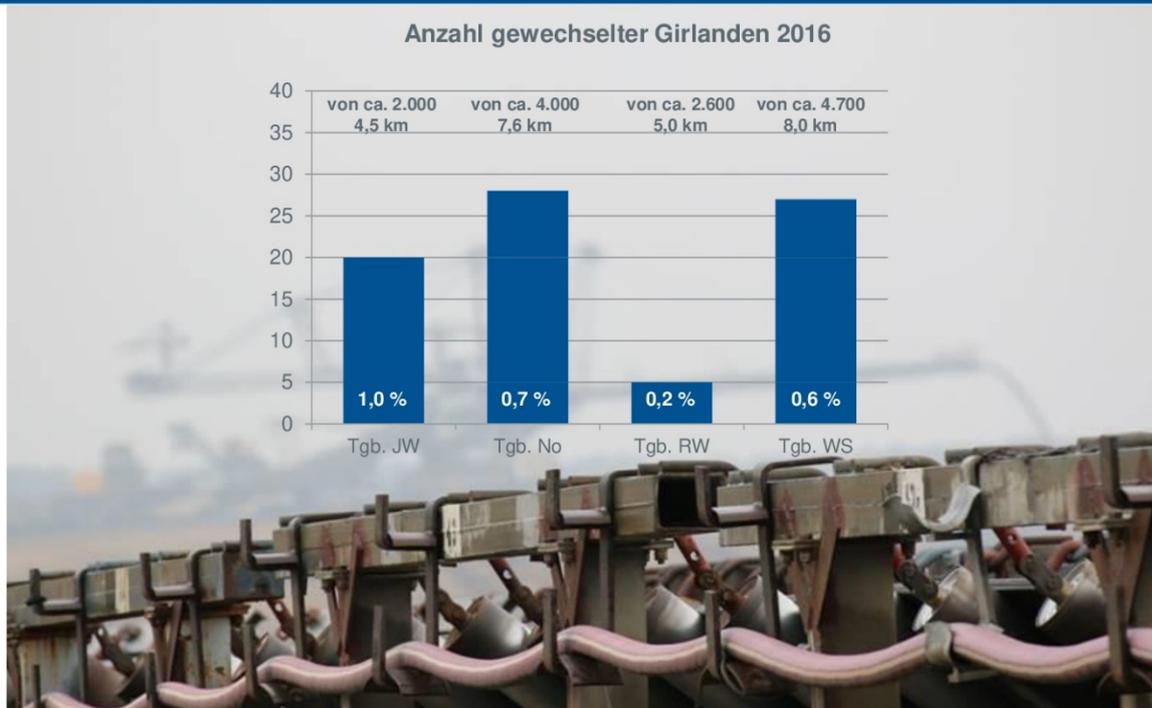
### Technische Lärmschutzmaßnahmen (Beispiele)

- Einsatz lärmgeminderter Tragrollen
- Einsatz lärmgeminderter Antriebe (Getriebe /Motore)
- Kapselung von Antrieben (Getriebe /Motore)/ Antriebsstationen
- Lärmschutzanlagen an Baggern (Eimerrinne /Turas)
- Beschichtung Umlenkturas
- **Organisatorisch - Signalgebung**

30



## zustandsbezogene Instandhaltung



31

VIELEN DANK

# Prüfung von Tragrollen zur Lärminderung an Gurtförderanlagen - Nutzen für den Betreiber

**Dr.-Ing. Dirk Täschner**

Ergonomie/Gefahrstoffe

LEAG



## Prüfung von Tragrollen zur Lärminderung an Gurtförderanlagen – Nutzen für den Betreiber

Kooperationsprojekt Tragrollenprüfstand der LEAG  
gemeinsam mit der BTU Cottbus-Senftenberg

BTU Transfertag, Senftenberg, den 18.10.2017

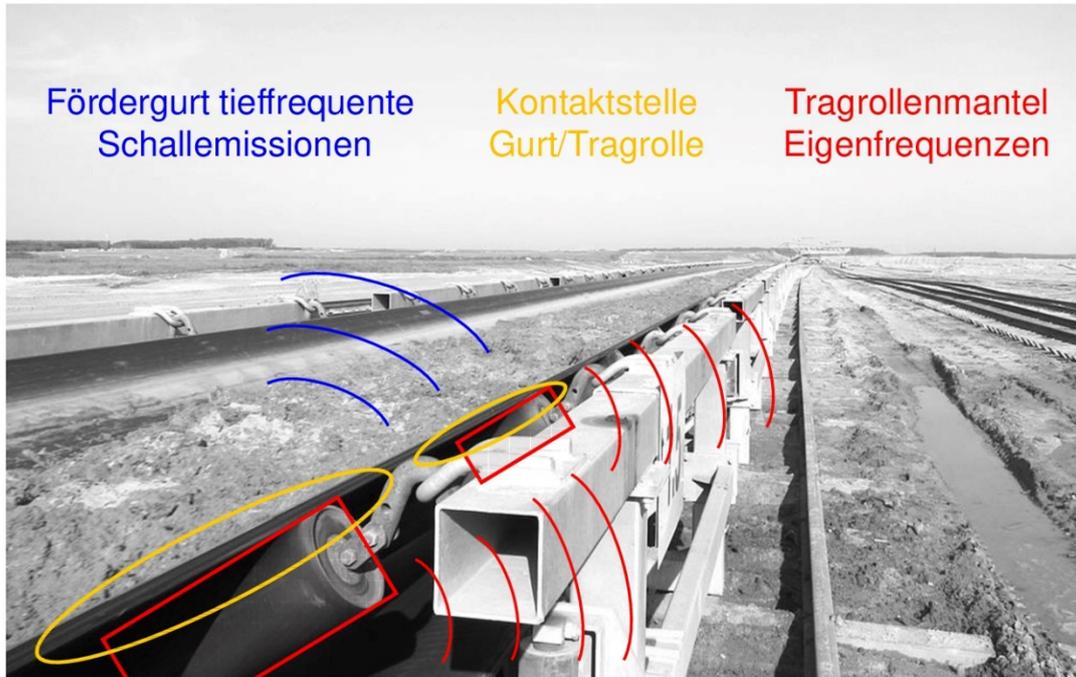
Dr.-Ing. Dirk Täschner

Ergonomie/Gefahrstoffe  
dirk.taeschner@leag.de

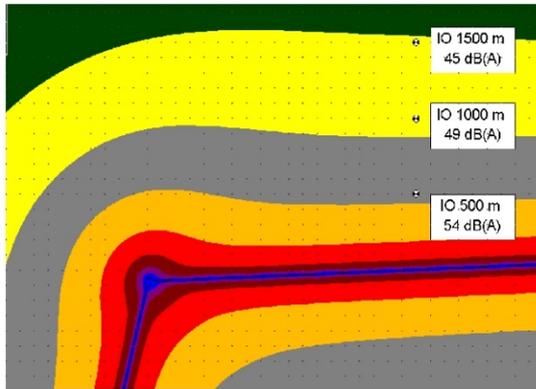
## INHALT

- |      |  |
|------|--|
| I.   | Veranlassung – Lärmimmissionen von Gurtförderanlagen   |
| II.  | Verfügbare Tragrollen und Methoden zur Erfassung der Geräuschemission  |
| III. | Verwendung der Prüfstandsdaten zur Ableitung von Liefervorgaben und Anwendung zur Geräuschminderung an Gurtförderanlagen |
| IV.  | Feldversuche mit geprüften Tragrollen  |

## I. Veranlassung – Lärmimmissionen von Gurtförderanlagen



## I. Veranlassung – Lärmimmissionen von Gurtförderanlagen



Schallimmission in die Nachbarschaft durch Gurtfördersysteme

### Vorgaben der TA Lärm (tags/nachts)

Mischgebiete	Wohngebiete	reine Wohngebiete
60 dB(A)	55 dB(A)	50 dB(A)
<b>45 dB(A)</b>	<b>40 dB(A)</b>	<b>35 dB(A)</b>

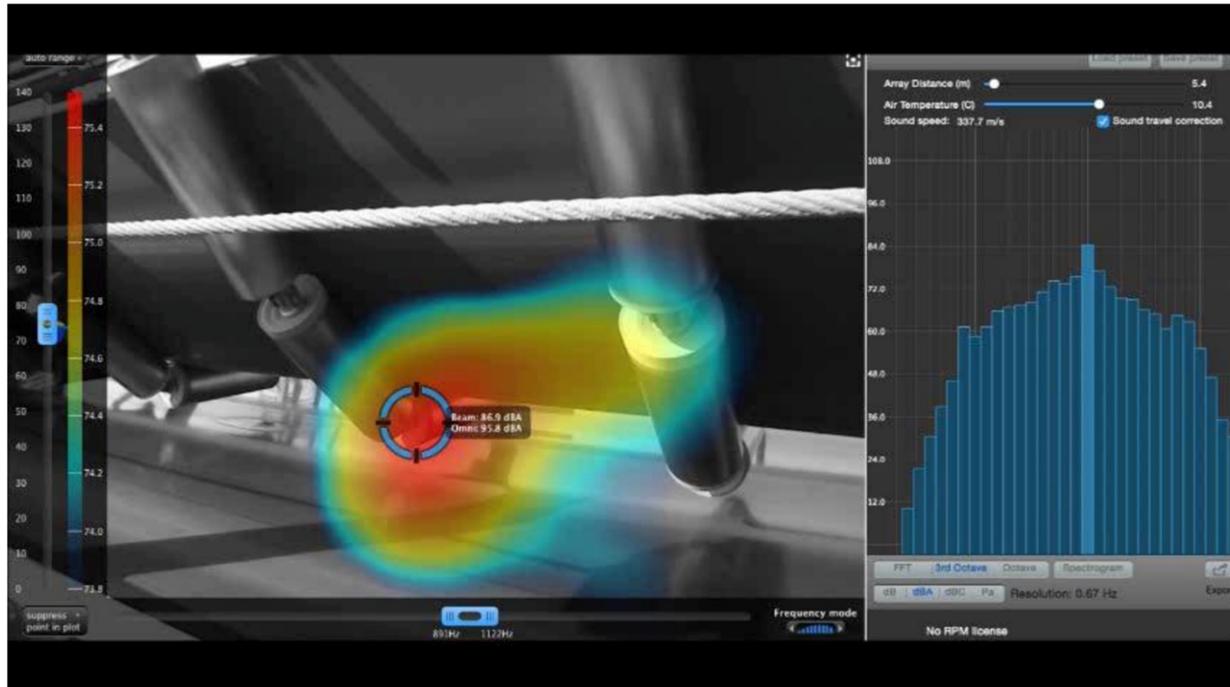


Lärmgefährdung, Vermeidung von Berufskrankheiten

### LärmVibrationsArbSchV

Unterer Auslösewert:	80 dB(A)
Oberer Auslösewert:	85 dB(A)
Expositionsgrenzwert:	85 dB(A)

## II. Methoden – Akustische Kamera im Tagebau



38

## II. Verfügbare Tragrollen - Kennwerte

### Ausgangslage 2007

- Akustische Kennwerte für Tragrollen sind nicht vorhanden
- Kennwert Rundlauf dominiert die Frage der Oberflächenbeschaffenheit
- Tragrollenmäntel werden aus gewalztem Stahlrohr gefertigt und kommen in dieser Form in den Lausitzer Tagebauen zum Einsatz

### Prüfungen der Lärmemission – Auswirkungen auf Errichtung/Betrieb

- bei gleichen mechanischen Vorgaben treten Differenzen von 6 bis 10 dB bei der Geräuschemission neu errichteter Anlagen auf
- Einfluss auf Prognosen und Genehmigungen und zum Teil auf die Planung von Gurtförderanlagen
- Ursachen sowie mechanische Parameter waren nur unzureichend bekannt

## II. Entwicklung und Aufbau eines Prüfstandes für Tragrollen

Aussagen zur Schallemission sind ausgehend von den Annahmen bereits bei Prüfung einzelner Tragrollen möglich, d. h. noch vor dem Aufbau bzw. der Umrüstung



Fertigung bei SKM GmbH  
in Kringelsdorf (Boxberg)

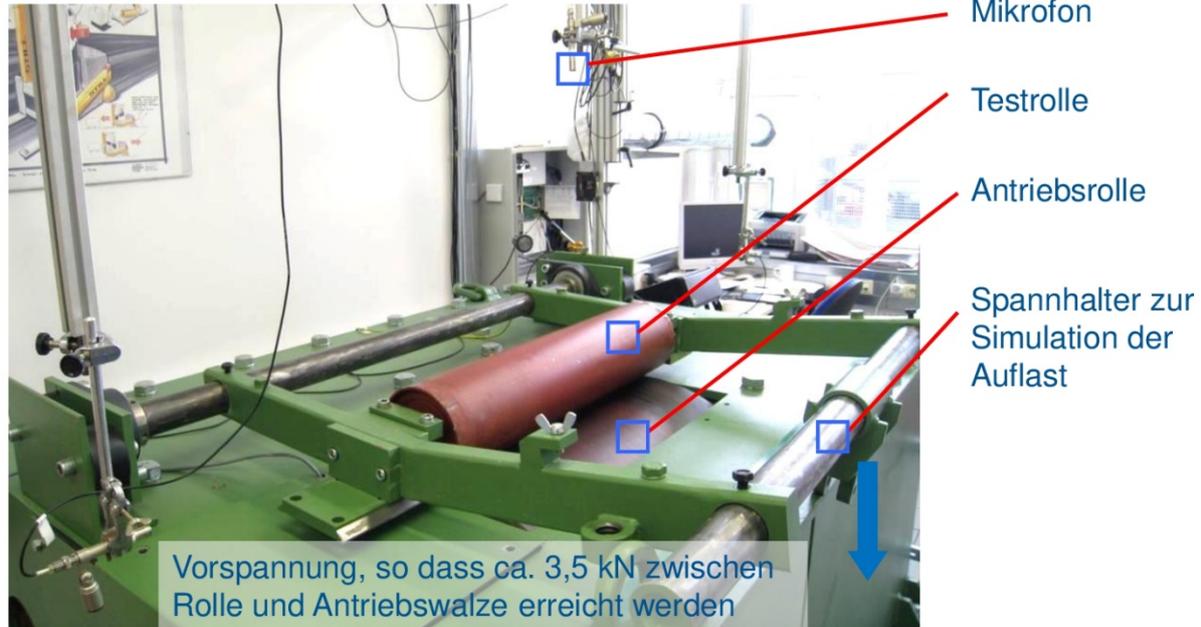
Gesamtmasse: 5 t  
sandgefüllte Profile

Standort:

BTU Cottbus - Senftenberg  
Standort **Senftenberg**

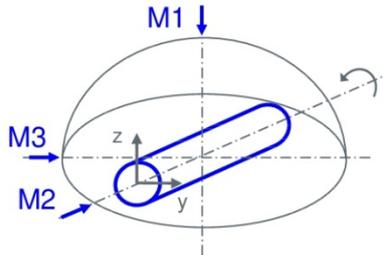
Aufnahme: Hendrichsk (2007). Technischer Service Tagebaue,  
Maschinentechnik Bandanlagen, LEAG, Schwarze Pumpe.

## II. Tragrollenprüfstand – Aufbau mit Testrolle



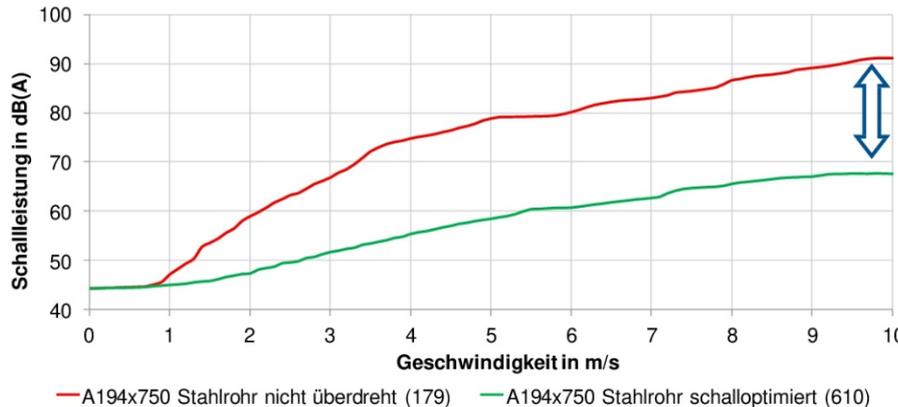
41

## II. Prüfstand – Lärm - geräuscharme/herkömmliche Tragrollen



a) Aufnahme des gemittelten Messflächenschalldruckpegels auf einer Hüllfläche in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit

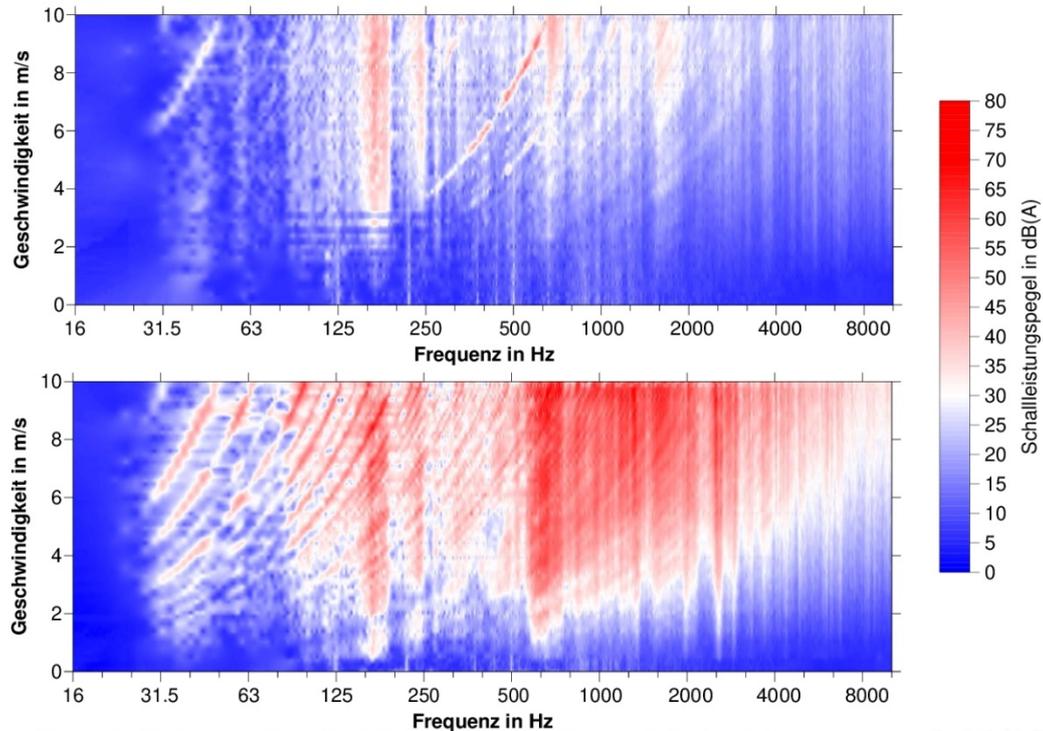
b) Berechnung der Schalleistung  $L_w$



Differenzen von mehr als 20 dB zwischen neuen unbeschädigten Tragrollen

detaillierte Aussagen aus dem Hochlauf mit Frequenzspektren möglich

## II. Prüfstandslauf – Tragrollen mit und ohne Lärmschutz



## II. Prüfstand – Ursachen der Geräuschemission von Tragrollen

**Ursachen der Schallemission am Prüfstand sind bei der überwiegenden Zahl neuer Stahlmanteltragrollen (> 2000 Stück) auf zwei Faktoren zurückführbar:**

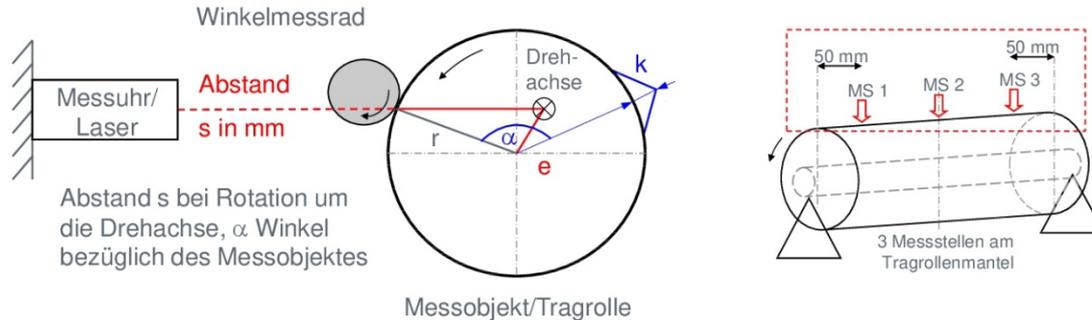
**a) Akustische Eigenschaften des Mantels**

- Untersuchung der Eigenfrequenzen
  - theoretisch (FEM Modell)
  - praktisch durch Messung
- Prüfung des Abklingverhaltens nach definierter Anregung

**b) Oberflächenbeschaffenheit und Lage der Achse zur Ablauffläche**

- Anregungen infolge der Formabweichungen der Oberfläche und Lageabweichungen der Achse

### III. Prüfstand - geometrische Eigenschaften von Tragrollen



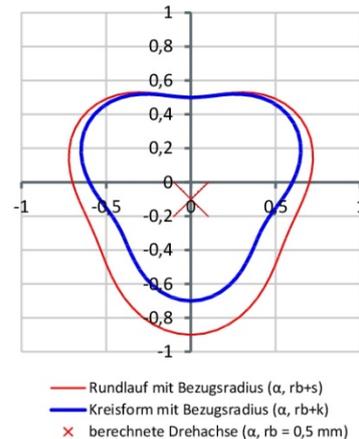
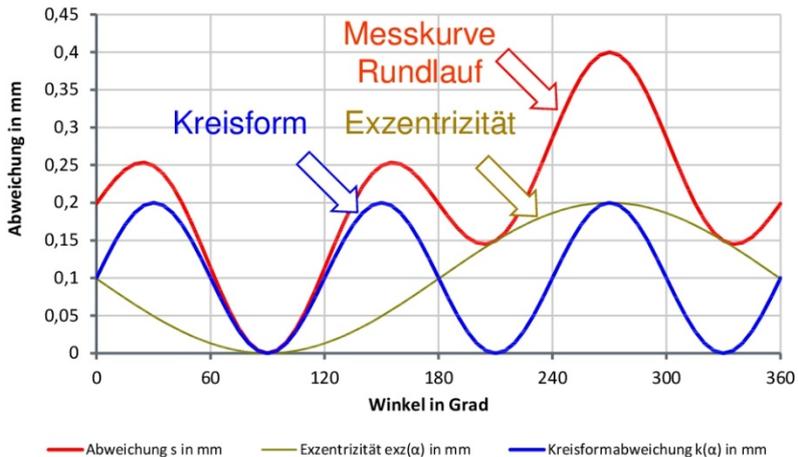
45

In Abhängigkeit von der Kreisform und der Exzentrizität an Tragrollen treten verschiedene Wirkungen auf, die Einfluss auf die **mechanische Belastung** und auf **die Schallemission** in einer Förderanlage haben.

Fazit: Rundlauf allein reicht nicht!

### III. Modellierung – Trennung in Exzentrizität und Kreisform

Theoretisches Beispiel: **außermittige Achse, abweichende Form**  
 → gilt allgemein für Tragrollen

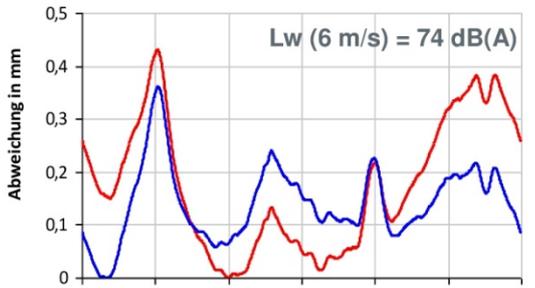


Kreisformabweichung = 0,2 mm

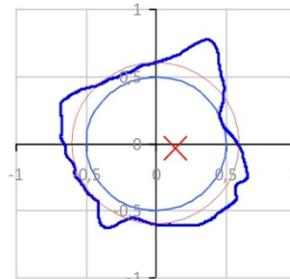
Exzentrizität = 0,1 mm

Rundlaufabweichung = 0,4 mm

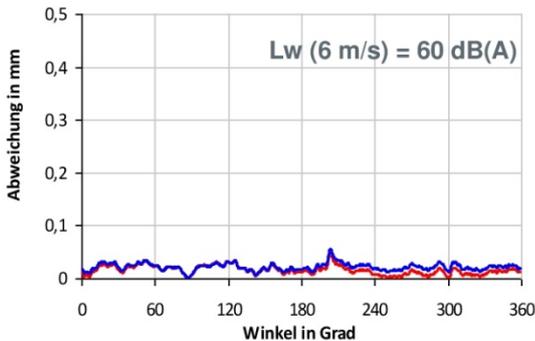
### III. Rundlauf am Prüfstand – Praxisbeispiele neuer Rollen



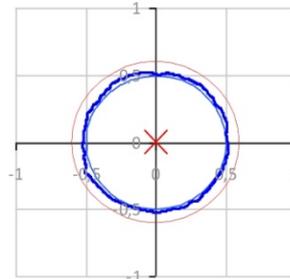
Rundlauf: 0,43 mm, Kreisform: 0,37 mm, Exzentrizität: 0,14 mm



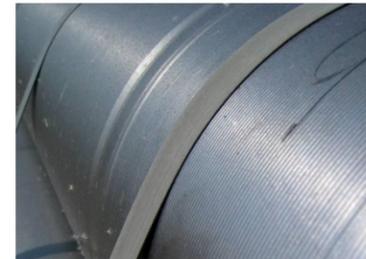
Stahlmantel gewalzt



Rundlauf: 0,05 mm, Kreisform: 0,06 mm, Exzentrizität: 0,01 mm



— Bezugskreis ( $\alpha, r_b = 0,5 \text{ mm}$ )  
 — Kreisform ( $\alpha, r_b + k$ )

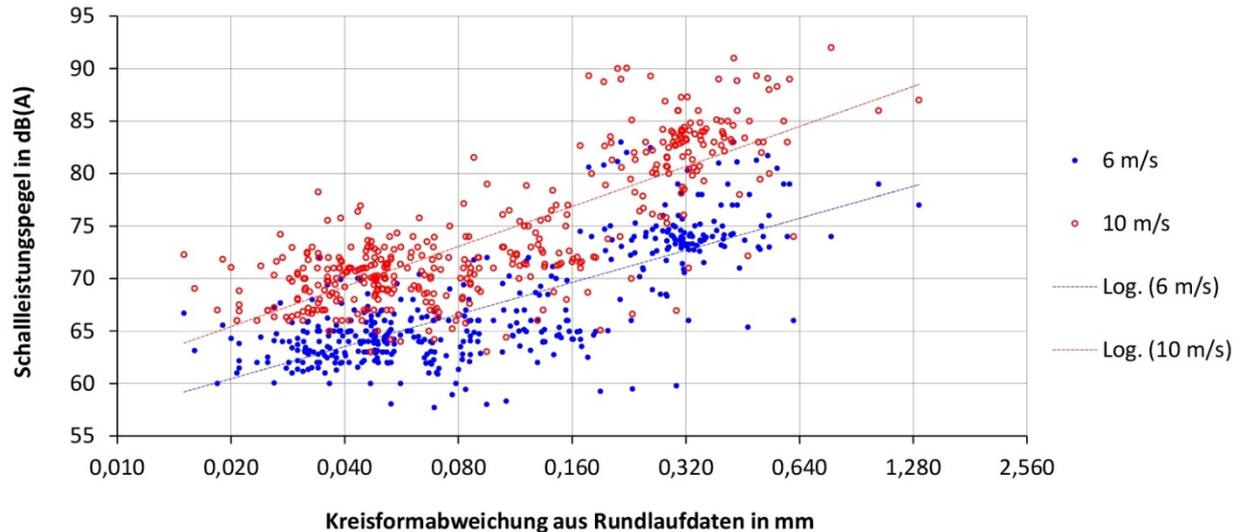


Stahlmantel überdreht,  
mittige Achse

Prüfstandsdaten: Rieder (2010). IURS e.V.,  
BTU Cottbus-Senftenberg.

### III. Prüfstand – Zusammenhang Schalleistung und Kreisform

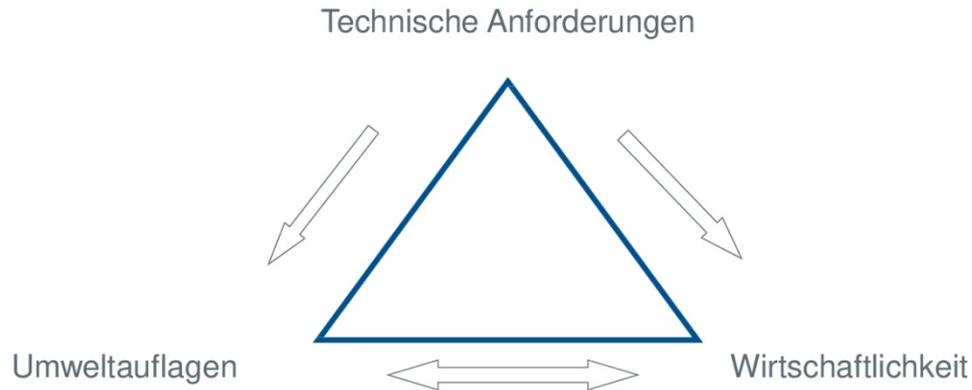
Prüfstandsdaten der BTU Cottbus-Senftenberg



48

Prüfstandsdaten: Rieder (2007 - 2013). IURS e.V., Hochschule Lausitz, Senftenberg.

### III. Zieldreieck – betriebliche Umsetzung mit Prüfstandsdaten



- Technik → mechanisch/akustische Vorgaben für Einzelrollen
- Umwelt → Emissionsdaten am Prüfstand vor dem Anlageneinsatz
- Wirtschaftlichkeit → Wettbewerb zwischen Herstellern möglich

## IV. Anwendung – Feldversuche an Gurtförderanlagen



Tragrollengirlande  
A3g-2500 A219x1050/600/1050-6312

Tagebau Nochten, Abraum, Gurtbreite 2,5 m,  $v = 6,6$  m/s, bis etwa 15.000 m<sup>3</sup>/h  
9 Chargen, 351 Rollen im Obertrum im Tagebaueinsatz

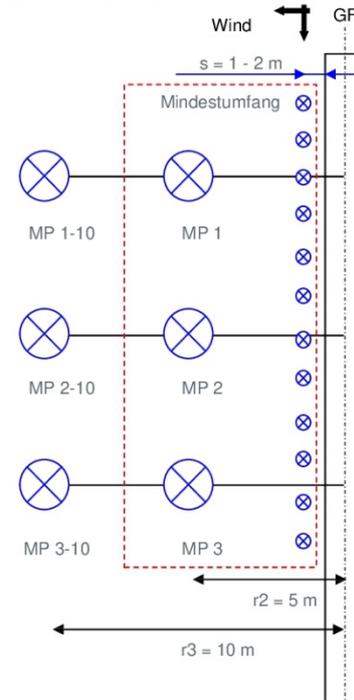
## IV. Anwendung – Feldversuche an Gurtförderanlagen

Messung an der Anlage zur Bestimmung der Schalleistung über Schalldruckpegelmessungen

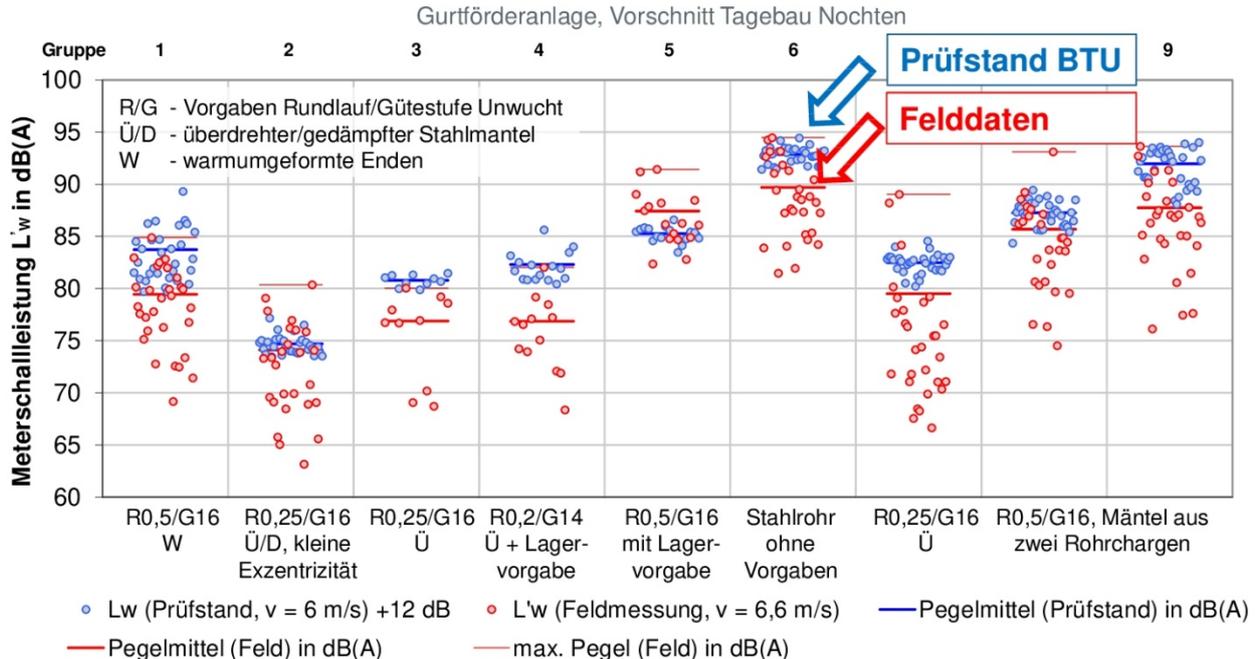
$$L'_W = \overline{L}_p + 10 \cdot \lg \frac{\pi \cdot r}{1 \text{ m}} \quad [\text{dB}]$$



Messfläche für die Berechnung der Schalleistung einer Gurtförderanlage

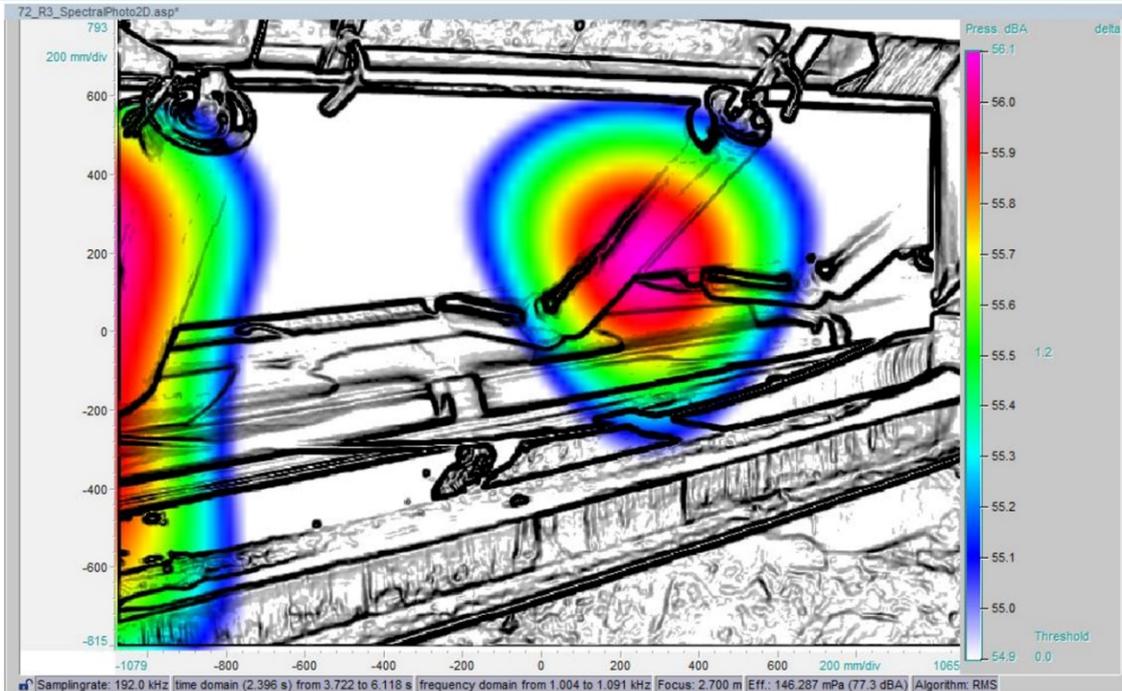


## IV. Feldversuch an Gurtförderanlage – Projekt Nochten



Anlagenmessdaten: Jens Gäbler (2012). LEAG, Ergonomie/Gefahrstoffe Cottbus.  
 Prüfstandsdaten: Rieder (2010). IURS e.V., Hochschule Lausitz, Senftenberg.

## IV. Feldversuch – gewalztes Stahlrohr (gefiltert 1 kHz)



Daten: Akustische Kamera Tagebau Nochten (2011). Joachim Feierabend, gfai-Tech.

## IV. Feldversuch – Ausrüstung Gurtförderanlage Tgb. Nochten

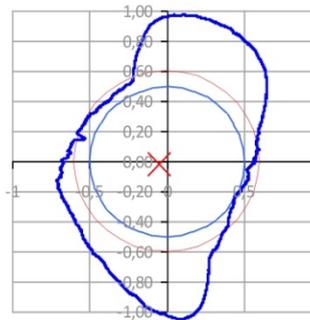


Tagebau Nochten, Kraftwerk Boxberg,  
Gurtbreite 2 m,  $v = 3,4 - 6,8$  m/s,  
bis etwa 9000 t/h

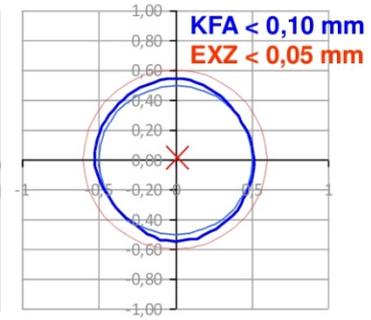
### Geräuschemission vor Umrüstung

$L'_{W, 6,5 \text{ m/s}} = 98$  dB(A)

meterbezogen, mit Lagerschäden



$L_{W, 6,5 \text{ m/s}} = 83$  dB(A)  
gewalztes Stahlrohr



$L_{W, 6,5 \text{ m/s}} = 68$  dB(A)  
Einhaltung Kreisform  
und Exzentrizität

### nach Umrüstung im Neuzustand

$L'_{W, 6,5 \text{ m/s}} = 78 - 79$  dB(A)

meterbezogen, Neuausrüstung

### Teststrecke in der Gurtförderanlage nach etwa 5 Jahren Betrieb

$L'_{W, 6,5 \text{ m/s}} = 80 - 83$  dB(A) (Q<sub>10</sub> - Q<sub>90</sub>) im laufenden Betrieb – Teststrecke mit Instandhaltung

$L'_{W, 6,5 \text{ m/s}} \leq 85$  dB(A) sind im praktischen Anlagenbetrieb erreichbar

Daten: Langzeituntersuchungen Tragrollen (2017), LE-B, Ergonomie/Gefahrstoffe.

## Nutzen für den Betreiber der Gurtförderanlagen

- Nachweis der bestimmenden Hauptschallquellen an Gurtförderanlagen bei Tragrollen aus gewalztem Stahlrohr für neue Anlagen
- Vorhersage der Geräuschemissionen auf der Basis von Prüfstandsdaten für die Planung und Konzeption von Gurtförderanlagen
- Nachweis des **Einflusses der Kreisformabweichung** auf die Schallemission  
→ wesentlicher Prüfparameter
- Trennung von Rundlaufdaten in Formabweichungen und Exzentrizität der Drehachse → zwei Angaben für Oberfläche und Achslage
- Minderung der mechanischen Anregungen und der akustischen Wirkung  
→ **Erkenntnisse gehen in die Lieferanforderungen ein**

55

## Ergebnisse der Zusammenarbeit



Brandenburgische  
Technische Universität  
Cottbus - Senftenberg



56

- Wareneingangsprüfung neu beschaffter Tragrollen anhand der Vorgaben in der Lieferanforderung mit dem Parameter Lärm
- Tatsächlicher Wirkungsnachweis am Tragrollenprüfstand der BTU und in Teststrecken der Gurtförderanlagen der LEAG
- Immissionsrelevante Anlagen werden mit Tragrollen nach den an der BTU geprüften Parametern aus der Lieferanforderung ausgerüstet
- Geräuschminderungen von 10 dB an Gurtförderanlagen sind in Abhängigkeit vom Ausgangszustand über mehrere Jahre nachweisbar

**Akustische Kamera und Tragrollenprüfstand der BTU**  
[www.b-tu.de/tragrollenpruefstand](http://www.b-tu.de/tragrollenpruefstand)

57



**Glückauf!**  
Lärminderung an Gurtförderanlagen  
Dirk Täschner, Jens Höhna  
Lausitz Energie Bergbau AG

Bild: Tagebau Nochten, Akustische Kamera der BTU, Stephan HERNSCHIER

# **Nutzen des Tragrollenprüfstandes für den Tragrollenhersteller**

**Hermann Eckardt, M. Sc.**

Forschung und Entwicklung

ARTUR KÜPPER GmbH und Co. KG



## ***Nutzen des Tragrollenprüfstands für den Tragrollenhersteller***

Senftenberg, 18.10.2017  
Festkolloquium 10 Jahre Tragrollenprüfung

*Hermann Eckardt, M.Sc.  
Forschung und Entwicklung  
ARTUR KÜPPER GmbH & Co. KG  
Trag- und Förderbandrollen*

# Agenda

<b>1. Firmenportrait</b>	<b>3</b>
<b>2. Anforderungen an die Tragrolle</b>	<b>8</b>
<b>3. Entwicklungen der Tragrolle – Reduzierung von Schallemissionen</b>	<b>10</b>
<b>1. Dämmringe</b>	<b>12</b>
<b>2. Überdrehen</b>	<b>15</b>
<b>3. Innendämmung</b>	<b>16</b>
<b>4. Aktuelles Forschungsprojekt: xForce Rolle</b>	<b>21</b>
<b>5. Zusammenfassung</b>	<b>23</b>



## ***Firmenportrait - KÜPPER***



# AKT KÜPPER – Unser Profil



QUALITY IS OUR TRADITION  
OUR PHILOSOPHY, OUR VALUE

62



*Familie Küpper in 3 Generationen*

- *Mittelständisches Unternehmen*
- *1933 in Velbert gegründet*
- *Jährlicher Umsatz von 30 Mio. €*
- *Rund 230 Mitarbeiter in zwei Werken*
- *Zwei Produktionswerke (Bottrop, Velbert),  
Wälzerlager-Vertriebs- Gesellschaft mbH*

# Artur KÜPPER - Produktionswerke -



Artur KÜPPER GmbH & Co. KG

**Velbert**



*Kundenspezifische  
Lagerlösungen*

**WVG**



*Wälzlager  
Vertriebsgesellschaft mbH*

**Bottrop**



*Trag- und Förderbandrollen  
für jede Anwendung*

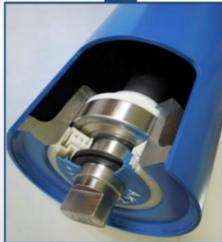


## Die KÜPPER Philosophie

**Spezialist für Tragrollen  
und Wälzlager**



**Problemlöser für  
spezielle Anforderungen**



- *Über 80 Jahre Erfahrung*
- *Zuverlässige Produktion mit hoher Prozessstabilität*
- *Qualitätsprodukte*



- *Entwicklung maßgeschneiderter Kundenlösungen*
- *Verbesserung Ihrer Fördercharakteristik*
- *Unterstützung unserer Kunden vor Ort*

# KÜPPER

## Forschung und Entwicklung

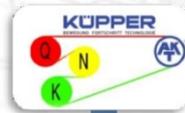
Feldversuche



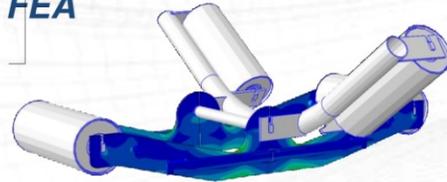
Prüfstandsversuche



QNK-AKT



FEA



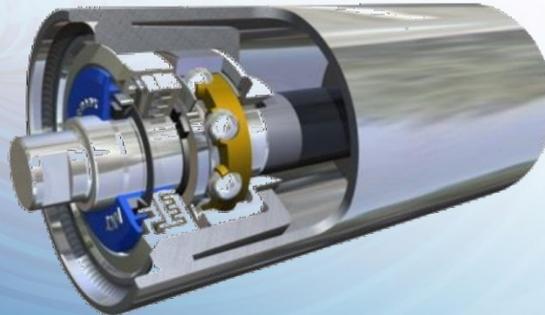
Lagerberechnung

$$L_{9,10} = \left( \frac{C}{F_{dyn}} \right)^3 \cdot \frac{10^6}{60 \cdot n_m}$$

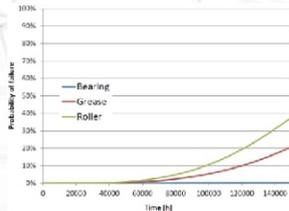
Technische Beratung mit  
über 80 Jahren Erfahrung



## *Anforderungen an die Tragrolle*

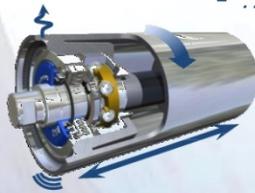
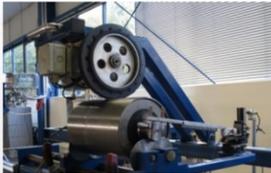


# Anforderungen an die Tragrolle



## Kundenanforderungen an Tragrollen:

- Hohe Belastbarkeit
- Temperaturbeständigkeit
- Beständigkeit gegen aggressive Medien
- Hohe Rundlaufgenauigkeit
- ATEX-Zertifizierung
- Geringe Unwucht
- Geringer Laufwiderstand
- Hohe Lebensdauer
- Geringes Tragrollengewicht
- Geringe Schallemissionen
- ...





## ***Entwicklungen der Tragrolle – Reduzierung der Schallemissionen***



# Schallemissionen



69

# Untersuchungen des Staubdeckels



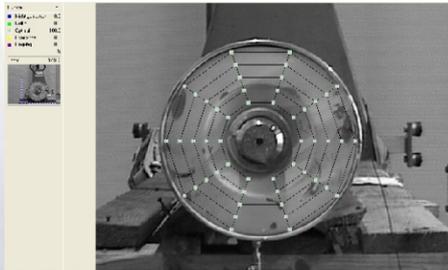
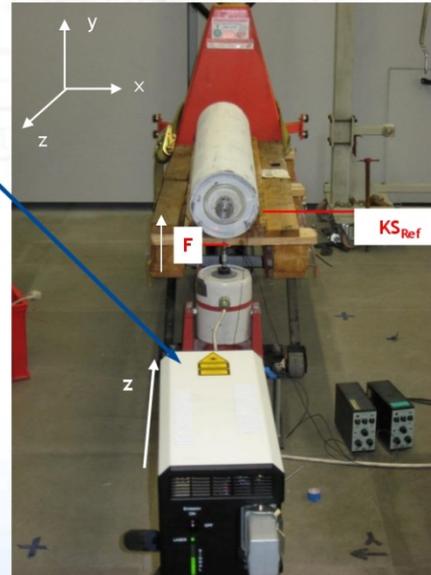
*Prüfstands Aufbau der TH Bingen -*

*Schwingungsanalyse mittels Shakeranregung und Laser-Vibrometer Messung (2004)*

70

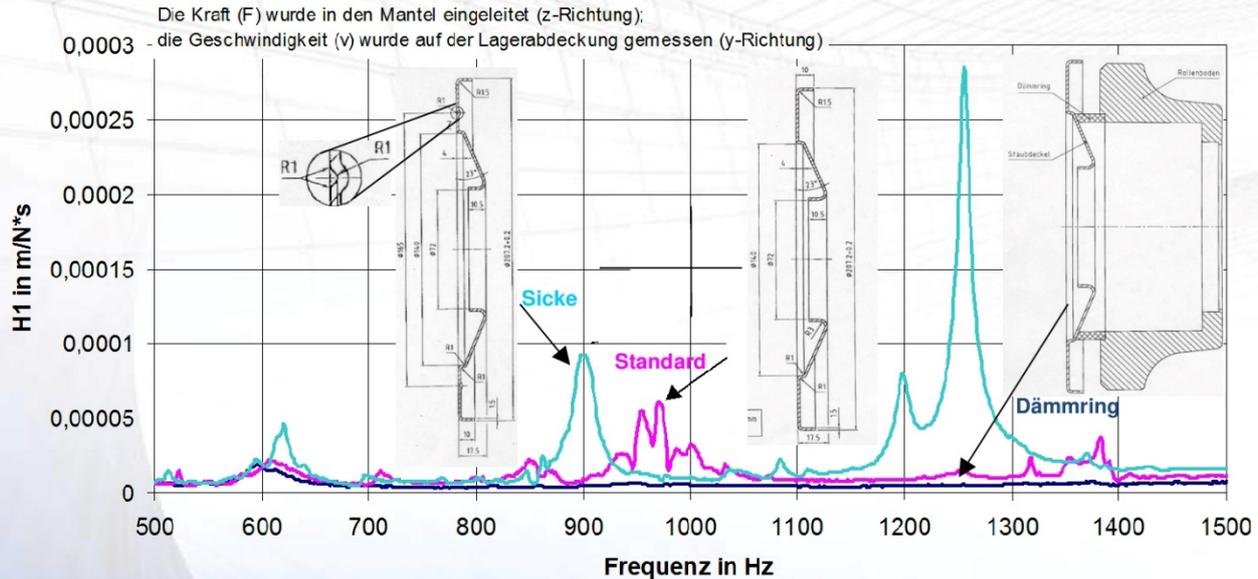


Laser-Vibrometer



*Ermittlung der kritischen Eigenfrequenzen und Schwingungsformen des Staubdeckels anhand von 50 Messpunkten*

# Einsatz von Dämmringen (2004)



- Die Sicke senkt die Eigenfrequenz um ca. 50 Hz. Jedoch wird hierbei die Amplitude deutlich verstärkt.
- Die Dämmringe reduzieren die entsprechenden Schwingungsformen massiv.

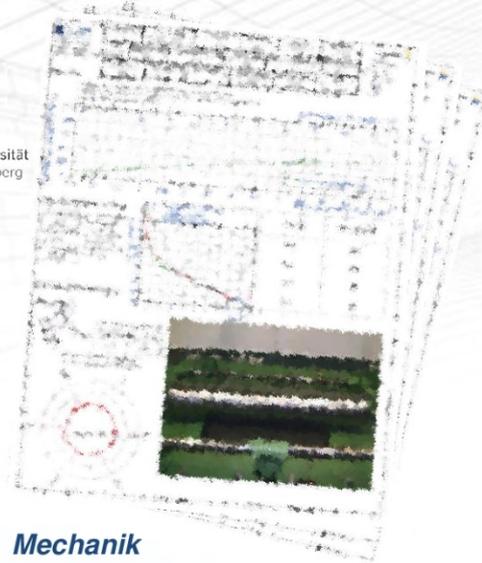
13

# Tragrollenprüfstand der BTU



**b-tu**

Brandenburgische  
Technische Universität  
Cottbus - Scharffenberg



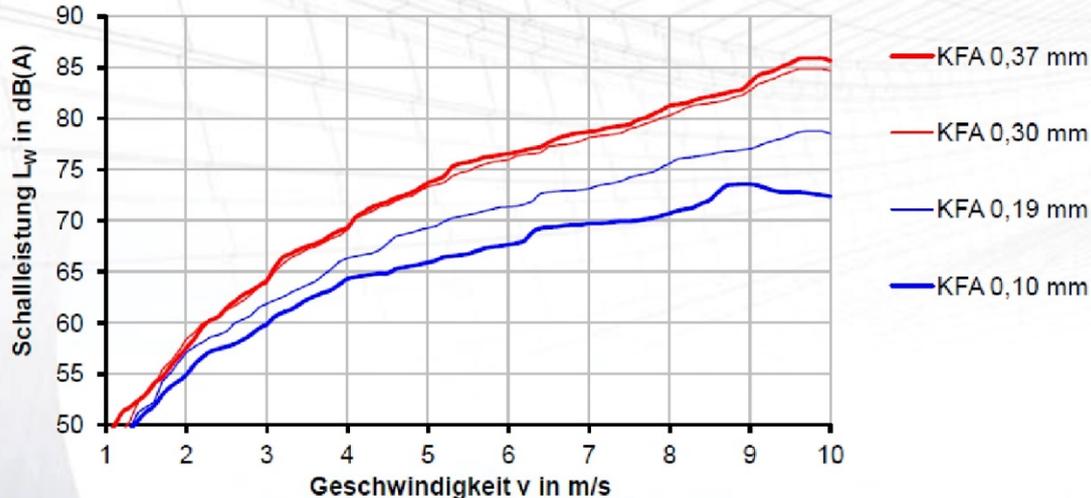
## **Akustik**

- Schalleistungsmessung in Abhängigkeit der Gurtgeschwindigkeit
- Ermittlung des Abklingverhaltens
- Ermittlung der Eigenfrequenz

## **Mechanik**

- Rundlaufmessung
- Kreisformmessung

## Einfluss von Kreisform und Rundlauf auf die Tragrolle



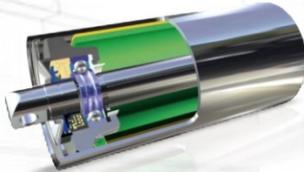
Die geometrische Beschaffenheit der Tragrollenoberfläche hat einen massiven Einfluss auf den Schalleistungspegel der Tragrolle. Selbst durch das Anbringen von Längsklebestreifen wird der Schalleistungspegel deutlich erhöht.

Der Rundlauf von **KÜPPER Premium** Rollen ist auf  $< 0,2\text{mm}$  toleriert. Praxiswert:  $\sim 0,1\text{mm}$

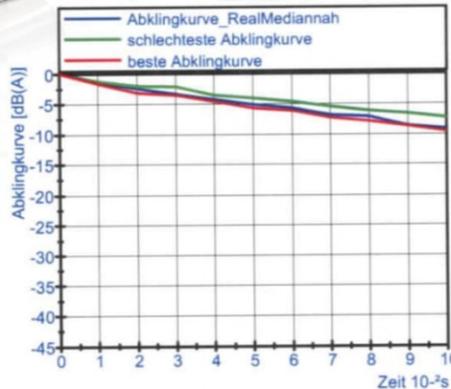
Quelle: Dirk Täschner *Untersuchungen der akustischen Wirkung von Tragrollen zur zielgerichteten Lärminderung an Gurtförderanlagen* Diss. TU Bergakademie Freiberg 2013

15

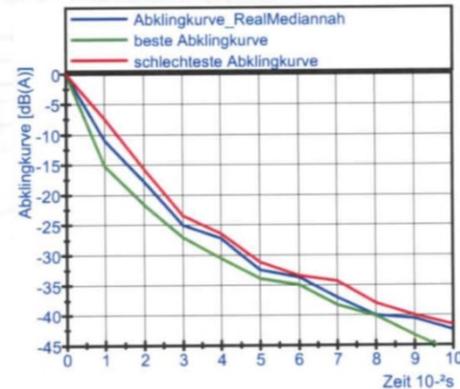
# Einsatz von Innendämmung



Tragrolle, überdreht



Tragrolle, überdreht, Innendämmung



Zum Vergleich:

Bronzeglocke:  
ca. - 5dB bei 0,1s

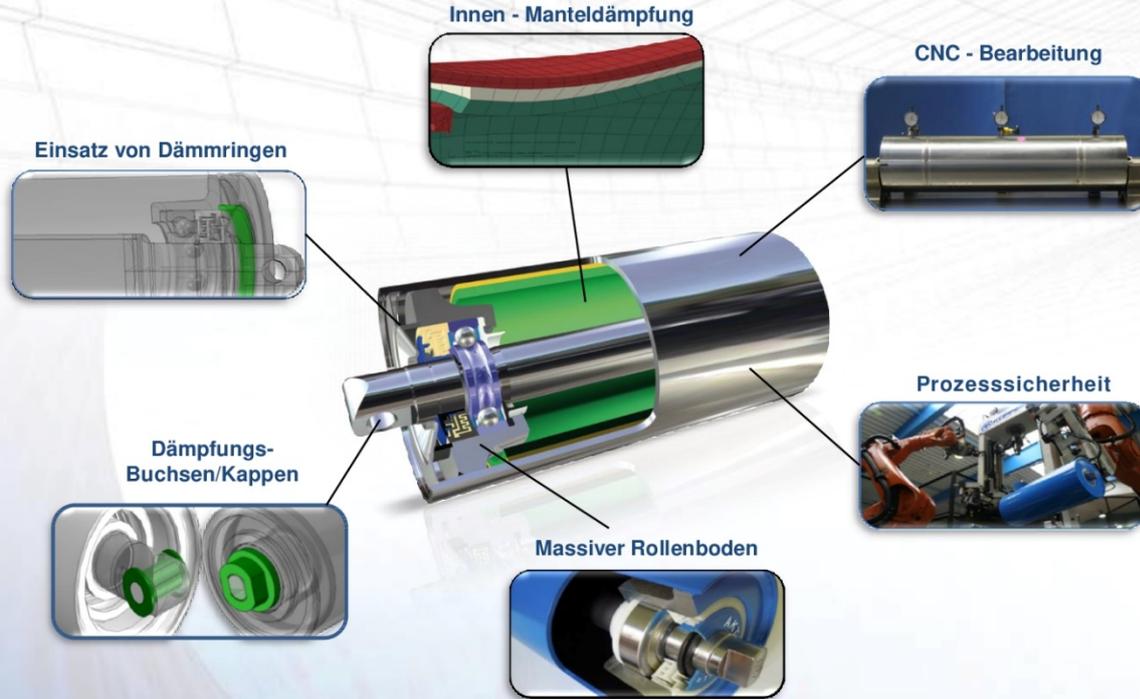
Kunststoffrolle:  
ca. - 40dB bei 0,1s

Das Abklingverhalten der Tragrolle wird durch die Innendämmung deutlich verbessert. Insgesamt kann durch diesen Effekt eine weitere Reduzierung des Schallleistungspegels erreicht werden.



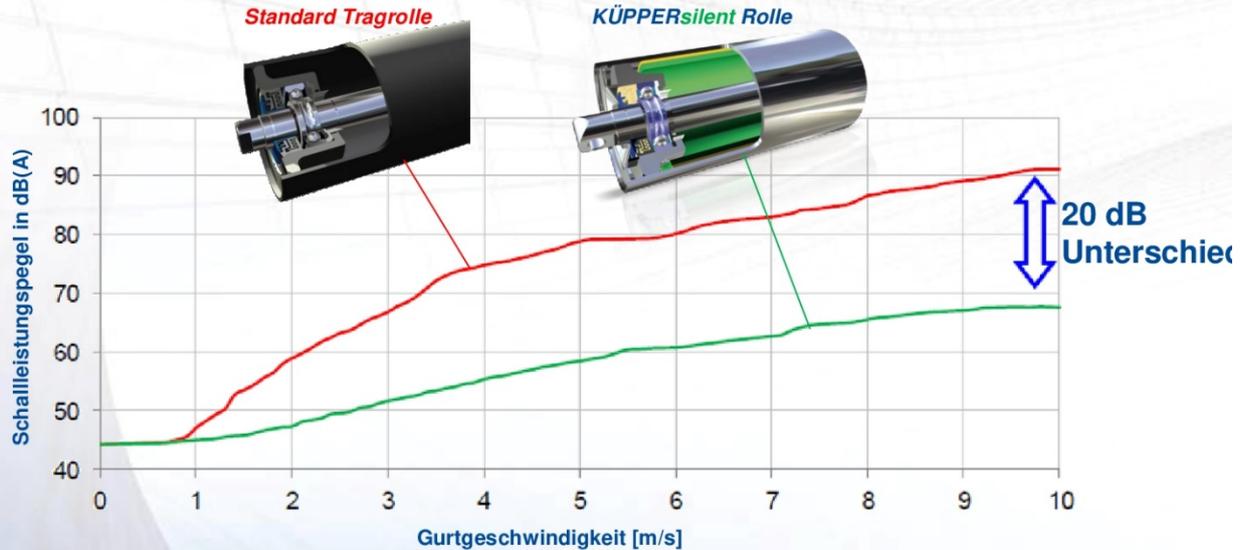
Einsatz von Innendämmung in der **KÜPPERSilent** Rolle

# KÜPPER Maßnahmen zur Reduzierung von Schallemissionen



# Laboruntersuchungen

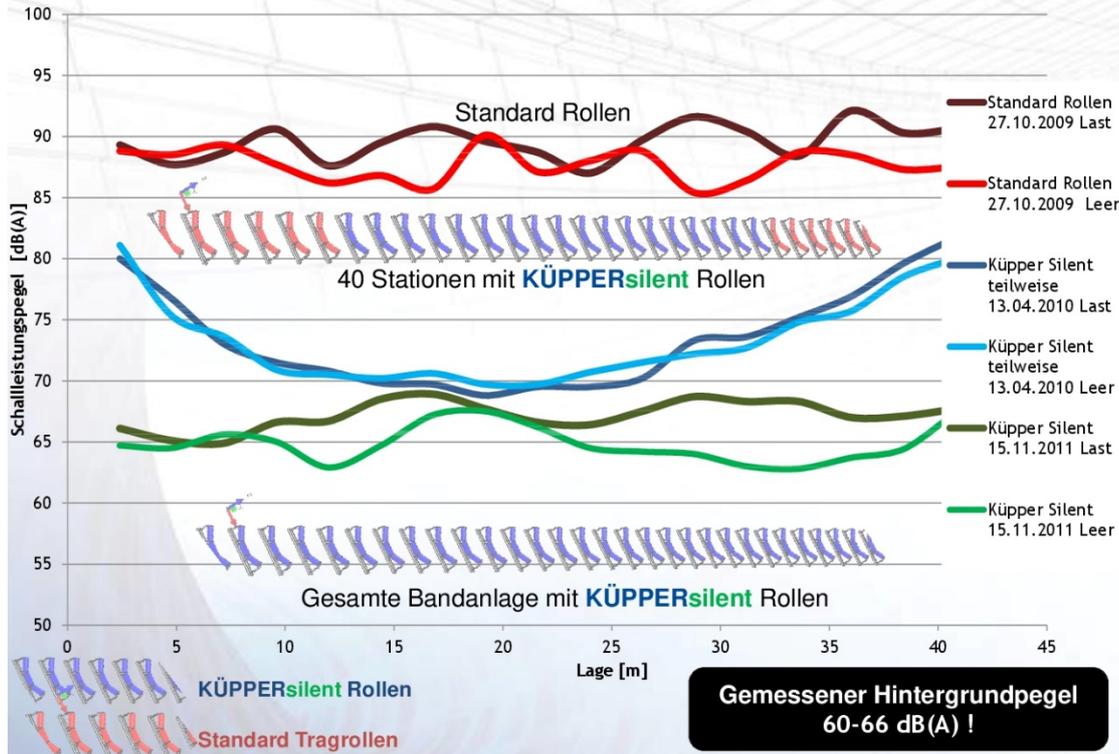
## Schalleistungen der Tragrollen im Vergleich



76

Quelle: Dirk Täschner *Untersuchungen der akustischen Wirkung von Tragrollen zur zielgerichteten Lärmreduzierung an Gurtförderanlagen* Diss. TU Bergakademie Freiberg 2013

# Messergebnisse: Schalldruckpegel in einer Entfernung von 1m



# Messungen TÜV -Ergebnisse-



Gutachten SEG-345/11 vom 02.02.2012  
Geräuscharme Tragrollen - Geräuschmessungen

**TÜV NORD**  
Systeme  
Zertifizierung

sitätsverfahren noch weiter reduziert werden. Dabei wurden dann folgende Werte ermittelt:

Messung	LAFeq	LWA/1m
Lärmarme Rollen leer	62,8	73,1
Lärmarme Rollen beladen	63,4	75,6

Bei den nunmehr durchgeführten Schallintensitätsmessungen konnte eine noch größere Lärmpegelminderung nachgewiesen werden.

Wie die Ergebnisse zeigen, sind die lärmarmen Rollen im leeren Zustand um 25,1 dB und im beladenen Zustand immer noch 20,4 dB leiser als die herkömmlichen Rollen.

Diagramm 1 im Anhang zeigt die Oktavspektren der herkömmlichen Rollen im Vergleich mit den lärmarmen Rollen. Die in den weiteren Diagrammen angegebenen Terzspektren wurden aus den Oktavspektren interpoliert.

Für den Inhalt

Dipl.-Phys. Ing. Georg Spellerberg

Massenstrom	1000 t/h
Geschwindigkeit	4 m/s
Gurtbreite	800 mm
Rollendurchmesser	108 mm
Rollenabstand	1,2 m
Muldungswinkel	30 °

11\_0345g02.docx Seite 6 von 10

	LAFeq unloaded
<b>Standard Tragrollen</b>	<b>87,7 dB(A)/m</b>
<b>KÜPPERsilent</b>	<b>62,6 dB(A)/m</b>

Wie die Ergebnisse zeigen, sind die lärmarmen Rollen im leeren Zustand um 25,1 dB und im beladenen Zustand immer noch 20,4 dB leiser als die herkömmlichen Rollen.



***Aktuelles Forschungsprojekt:  
xForce-Rolle***



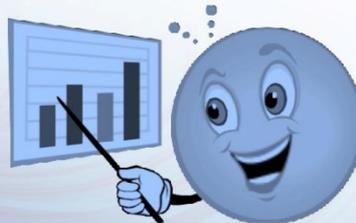
## Zusammenfassung - KÜPPER xForce Rolle



KÜPPER Lösung	Kundenvorteile
✓ Sehr geringe Gesamtmasse	✓ geringere Belastung des Personals
✓ Formstabilität	✓ Deutliche Steigerung der Lebensdauer (im Vergleich zu einer Kunststoffrolle)
✓ Gesicherte Wärmeabfuhr	✓ Schutz gegen Verschleiß und Korrosion
✓ Composite KÜPPER Material	✓ Austausch von Mitteltragrollen möglich
✓ Hohe radiale Belastbarkeit	✓ Geringe Lärmbelastung der Umwelt
✓ Geringe Schallemissionen	✓ Geringe Vibrationseinbringung
✓ Sehr guter Rundlauf	



## *Zusammenfassung*



# Nutzen des Tragrollenprüfstands an der BTU



Auf dem Prüfstand der BTU können Tragrollen bzgl. ihrer Schallemissionen unabhängig von der Umgebung untersucht werden, sodass Tragrollen vergleichend beurteilt werden können. Insbesondere bei Neuentwicklung können hier erste Werte ermittelt werden, die ansonsten in aufwendigen Feldversuchen aufgenommen werden müssen.



82

## Erkenntnisse:

- Das Überdrehen der Tragrolle und somit die Verbesserung des Rundlaufs und der Kreisformabweichung führt zu einer deutlichen Reduzierung der Schallemissionen.
  - ➔ **KÜPPER Premium** Tragrollen werden alle überdreht.
- Eine Innendämmung verbessert das Abklingverhalten eines Tragrollenmantels deutlich, welches sonst ähnlich einer Glocke ist.
  - ➔ **KÜPPERsilent** Tragrollen werden für einen optimalen Schallschutz mit Innendämmung ausgeführt.

24

# Nutzen des Tragrollenprüfstands für die Hochschule

83

**Stephan Henschier, M. Eng.**

**Prof. Dr.-Ing. habil. Sylvio Simon**

**Robert Schneider, M. Eng.**

Akademischer Mitarbeiter

Brandenburgische Technische Universität Cottbus-Senftenberg



10 Jahre Tragrollenprüfung

## Nutzen für die Hochschule

Stephan Henschler, M. Eng.  
Prof. Dr.-Ing. Sylvio Simon

Senftenberg, 18.10.2017

# Gemeinsames Kooperationsprojekt „Tragrollenprüfstand“

10 Jahre

2007 – 2017

85



2

## Gliederung

- Bedeutung für die Hochschule
- Bedeutung für die Lehre
- Abschlussarbeiten
- Entwicklung der Arbeitsgruppe und Ausstattung
- Ausblick

## Bedeutung für die Hochschule

- Prüfstand einzigartig deutschland-, europa-, weltweit
- Schnittstelle zwischen Forschungseinrichtung, Tragrollenherstellern und Anwendern
- Entwicklung zum Kompetenzzentrum zur akustischen Bewertung von Tragrollen



## Bedeutung für die Hochschule

Fachübergreifende Einbindung technischer Studiengänge und Fachgebiete

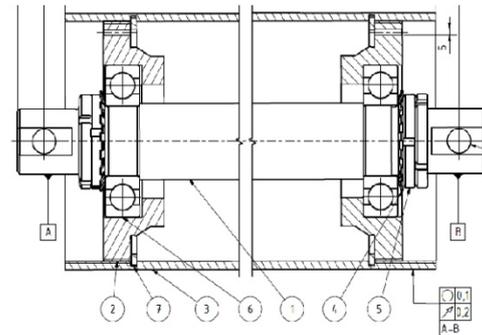
- Maschinenbau
  - Fördertechnik
  - Werkzeugmaschinen
  - Konstruktionslehre
  - Technische Mechanik
  - Messtechnik
- Elektrotechnik
- Informatik



Quelle: [www.b-tu.de](http://www.b-tu.de)

## Bedeutung für die Lehre

- Einbringen von praxisnahen Problemstellungen in Lehrveranstaltungen
- Einbezug von Studierenden in Projektaufgaben als Bestandteil der Lehre als Entwicklungsprojekt / Fachgruppenprojekt
- Vergabe von Themen für Abschlussarbeiten



Quelle: S. Hannusch

## Bedeutung für die Lehre

- 17 Abschlussarbeiten
  - 3 Diplomarbeiten
  - 7 Bachelorarbeiten
  - 7 Masterarbeiten
- 1 Promotion (in Zusammenarbeit mit der TU Bergakademie Freiberg)



Quelle: [www.b-tu.de](http://www.b-tu.de)

## Abschlussarbeiten

## Abschlussarbeiten - Auszug

Konstruktion einer modularen Tragrolle	Bachelorarbeit	Steffen Hannusch	2017
Entwicklung und Konstruktion einer Vorrichtung zur Ermittlung des radialen Lagerspiels von Wälzlagern im montierten Zustand	Bachelorarbeit	Eric Kratzsch	2017
Untersuchungen der akustischen Wirkung von Tragrollen zur zielgerichteten Lärminderung an Gurtförderanlagen	Dissertation	Dirk Täschner	2014
Untersuchungen zur Wirkung von harmonischen und stoßartigen Kraftverläufen auf die Lebensdauer von Wälzlagern in Tragrollen	Masterarbeit	Robert Schneider	2016
Konzipieren eines Prüfstandes zur Dauerfestigkeitsuntersuchung von Tragrollen unter dynamischer Beanspruchung	Masterarbeit	Alexander Karge	2013
Modulation einer Beanspruchungs-Zeit-Funktion zur Adaption auf einen Tragrollenprüfstand	Bachelorarbeit	Robert Schneider	2014
Optimierung der Untersuchungen von Tragrollen hinsichtlich der Einsatzkennziffern Lärmemission, Bewegungswiderstand, Schwingungsverhalten	Diplomarbeit	Thomas Rieder	2009
Untersuchungen zur Schalldämpfung von Stahlmanteltragrollen an Hochleistungsgurtförderanlagen in Abhängigkeit von konstruktiven Parametern	Diplomarbeit	Stephan Herschier	2009

☒  
☒

## Abschlussarbeiten - Beispiel

Bachelorarbeit  
„Einsatz einer Linearführung am TPS“

- Auswahl von Komponenten
- Konstruktive Umsetzung
- Definition der Signalschnittstellen



## Entwicklung der Arbeitsgruppe und Ausstattung

- Anfangs 1 wissenschaftlicher Mitarbeiter, heute 2,5 wiss. Mitarbeiter und mehrere studentische Hilfskräfte
- Ergänzung und Weiterentwicklung der Ausstattung:

TPS: Umbau der Tragrollenaufnahme, Erweiterung der Messtechnik zur Rundlaufmessung, Portalkran, Maßnahmen zur Schwingungsreduzierung

Anschaffung Akustische Kamera Norsonic NOR 848

Anschaffung Unwuchtprüfmaschine Schenck

Entwicklung und Fertigung DYTROP

## Akustische Kamera

- Eine Kombination von Mikrofonen und einer Videokamera
- Ermöglicht in Echtzeit die Analyse von Geräuschquellen
- Erlaubt eine örtliche Zuordnung von Geräuschquellen
- Bildliche Darstellung der Messergebnisse
- Aufnahme von 60 Sekunden erzeugt Datenvolumen von ca. 1,6 Gigabyte



Quelle: Norsonic Tippkemper

## Ausblick

- Tragrollenprüfungen
- Neue Fragestellungen:
  - Einfluss von Rundlaufabweichungen auf die Lebensdauer von Wälzlagern
  - Einfluss der Mindestlast auf die Lebensdauer von Wälzlagern
  - Analyse von Fertigungs- und Montageprozessen
  - ...

## Kontakt Tragrollenprüfstand – Akustische Kamera

- Prof. em. Dr.-Ing. Peter Biegel  
peter.biegel@b-tu.de
- Prof. Dr.-Ing. habil. Sylvio Simon  
sylvio.simon@b-tu.de  
Tel.: 03573 / 85-425
- Thomas Rieder M.Eng.  
thomas.rieder@b-tu.de  
Tel.: 03573 / 85-439
- Robert Schneider M.Eng.  
Robert.Schneider#1@b-tu.de  
Tel.: 03573 / 85-457
- Stephan Herschier M.Eng.  
stephan.herschier@b-tu.de  
Tel.: 03573 / 85-402



## **Gemeinsames Kooperationsprojekt „Tragrollenprüfstand“**

**Thomas Rieder, M.Eng.**

**Jan Magister, M. Eng.**

**Tim Fritsch, B. Eng.**

Akademischer Mitarbeiter

Brandenburgische Technische Universität Cottbus-Senftenberg



# Herzlich Willkommen an der BTU Cottbus- Senftenberg

# Gemeinsames Kooperationsprojekt „Tragrollenprüfstand“

99

seit 2007



seit 2017



# Gemeinsames Kooperationsprojekt „Tragrollenprüfstand“

100

1. Kennwerte Prüfstand
2. Prüfung Akustik
3. Prüfung Rundlauf
4. Prüfung Unwucht
5. Zusammenfassung

# 1. Kennwerte Prüfstand

101

- Besonderheit des Tragrollenprüfstandes an der BTU Cottbus-Senftenberg:
  - Erfassung akustischer Kennwerte für Tragrollen
  - Erfassung der Rundlaufabweichung, Kreisformabweichung und Exzentrizität von Tragrollen aus Lasermessungen auf Manteloberfläche

# 1. Kennwerte Prüfstand



Foto: Rieder (2009). IURS e.V., BTU Cottbus-Senftenberg, Senftenberg.

- Prüfung von unterschiedlichen Tragrollentypen:
  - Durchmesser 159 mm, 194 mm, 219 mm
  - Mantellängen von 380 mm bis 1050 mm
  - Sonderformen

102

# 1. Kennwerte Prüfstand

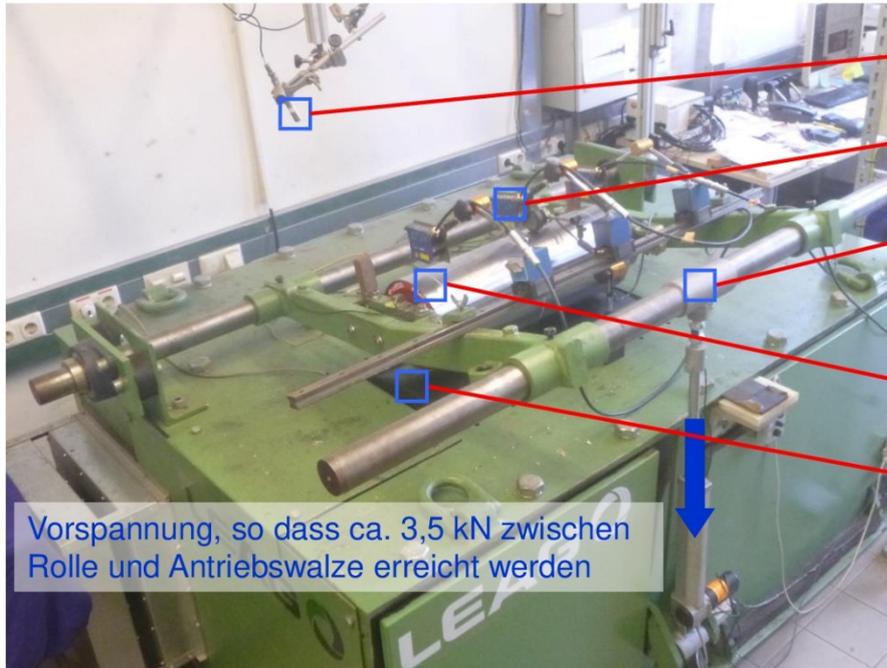


Foto: Rieder (2017). IURS e.V., BTU Cottbus-Senftenberg, Senftenberg.

- Geschwindigkeiten bis 10 m/s
- Kraft an der Kontaktstelle variabel bis 3,5 kN einstellbar
- Abtastfrequenz von 22050 Hz
- Frequenzbereich von 250 Hz bis 7000 Hz
- Angepasste Raumakustik zur Bestimmung der Schalleistung

103

# Tragrollenprüfstand



Vorspannung, so dass ca. 3,5 kN zwischen Rolle und Antriebswalze erreicht werden

Mikrofon

Laser

Spannhalter zur  
Simulation der  
Auflast

Testrolle

Antriebsrolle

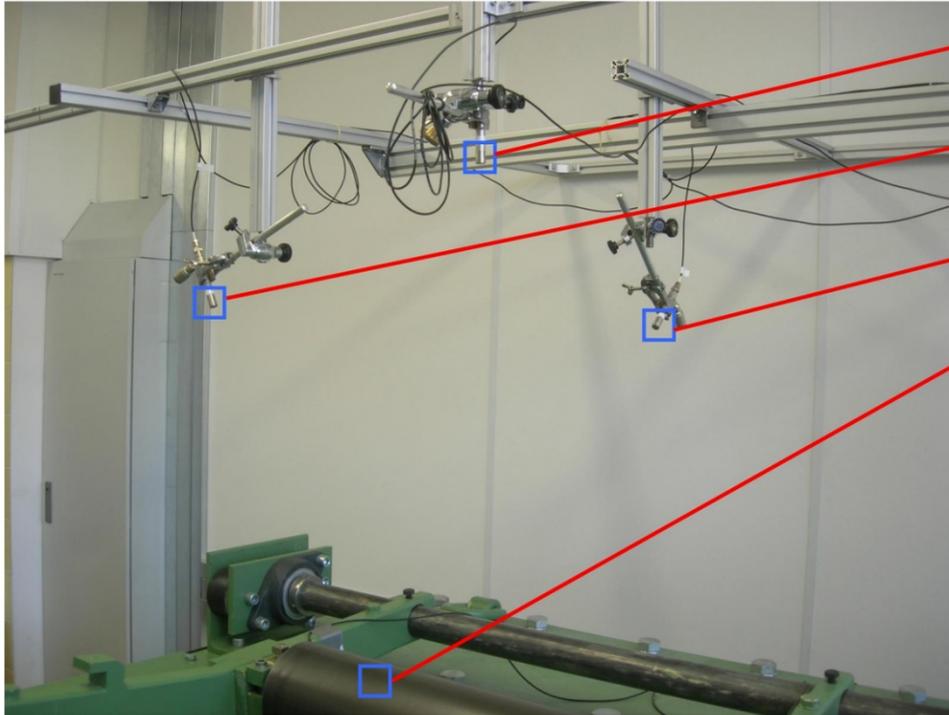
104

## 2. Prüfung Akustik

105

- Schalldruckpegelmessung
  - Berechnung Schallleistungspegel in Abhängigkeit von der Umfangsgeschwindigkeit der Tragrolle
  - Abklingverhalten nach Anschlag der Tragrolle
  - Eigenfrequenzen des Tragrollenmantels

## Akustische Messeinrichtung



Mikrofon 1

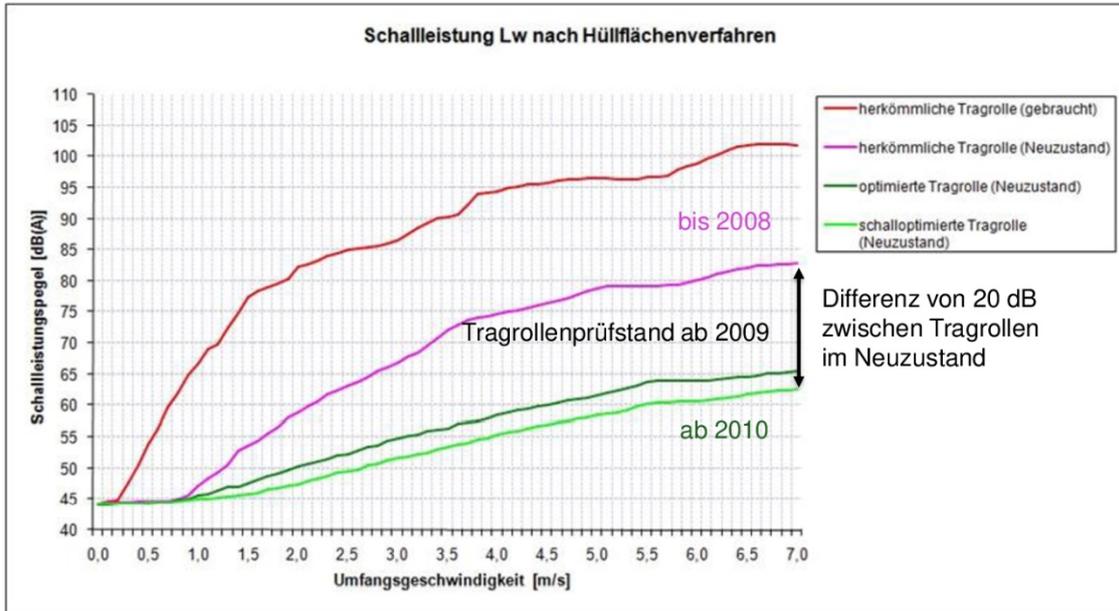
Mikrofon 2

Mikrofon 3

Testrolle

106

## Vergleich von Schalleistungspegeln



**Schalleistung Lw nach Hüllflächenverfahren am Tragrollenprüfstand**

Abb.: Schematische Darstellung von Schalleistungspegeln eines Tragrollentyps (A194x750-6310-G2-18) in Abhängigkeit von der Umfangsgeschwindigkeit

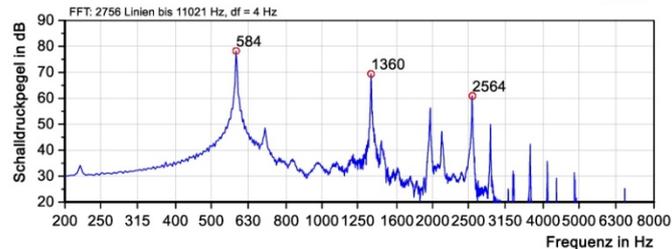
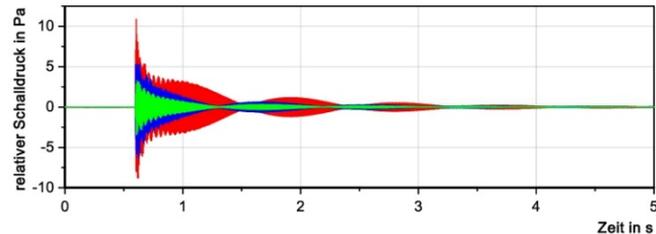
## Anschlagversuche am Tragrollenmantel



Tragrolle vor dem Anschlag



Schiffsglocke, Leihgabe Kusch



Angabe des Abklingverhaltens (Herschier 2009)

- Anschlagsserien mit Tragrollen
- Tragrolle mit Kunststoffmantel
- Anschlagversuch an einer Schiffsglocke

Herschier, Stephan (2009), Untersuchungen zur Schalldämpfung von Stahlmanteltragrollen. Diplomarbeit, Hochschule Lausitz (Prof. P. Biegel), Senftenberg.

## Abklingverhalten nach Anschlag

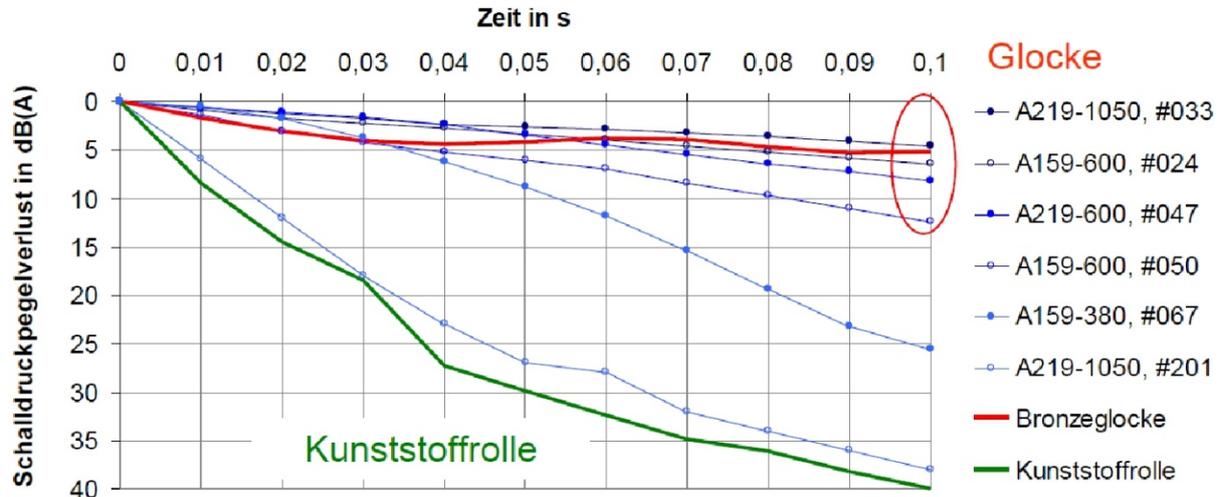
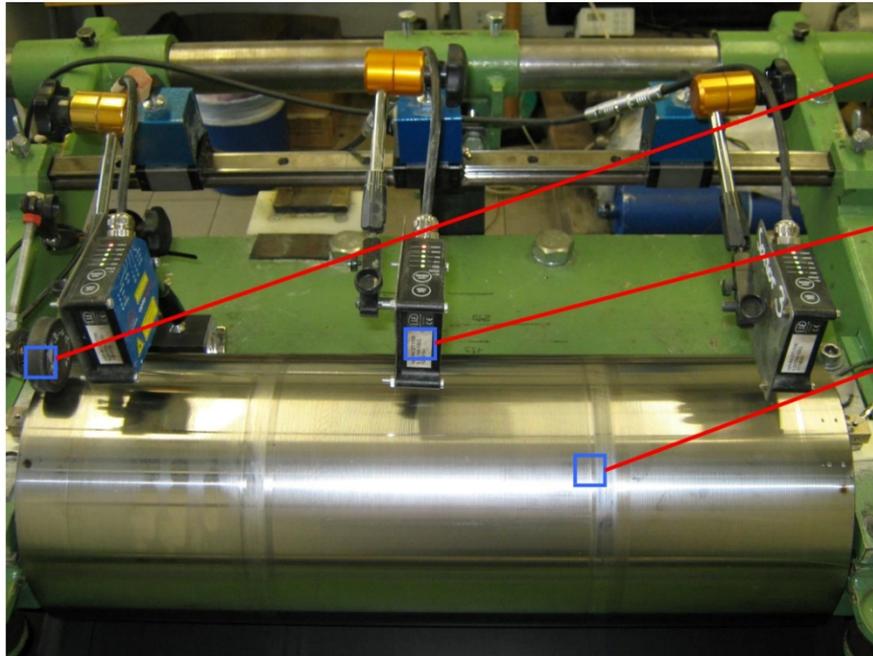


Abb.: Schematische Darstellung des Schalldruckpegelabfall einer Tragrolle im Vergleich zu Glocke und Kunststoffrolle

# 3. Prüfung Rundlauf



Winkelmessrad

Laser

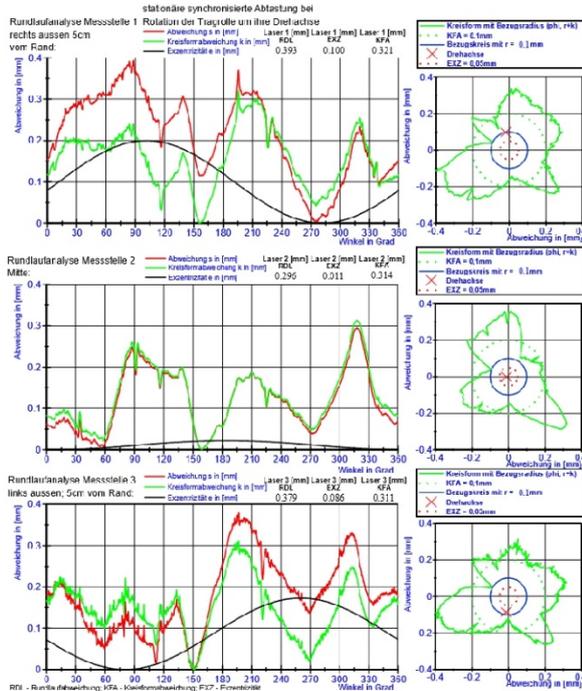
Tragrolle

110

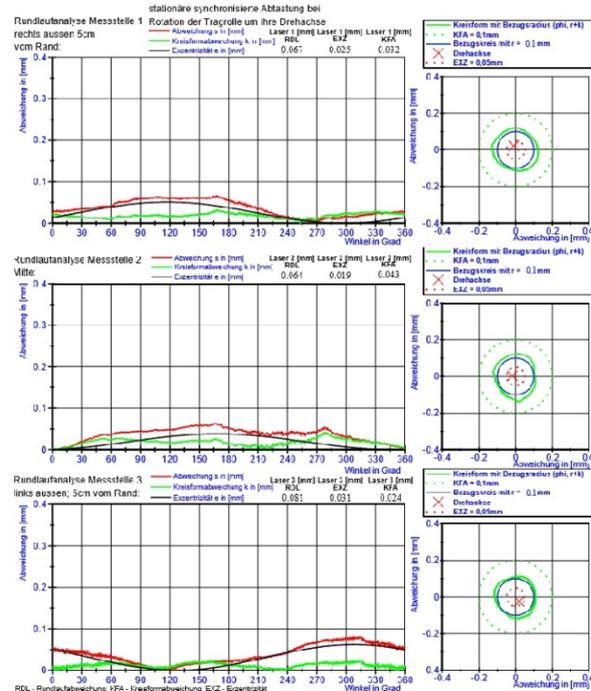
Foto: Rieder (2013). IURS e.V., BTU Cottbus-Senftenberg, Senftenberg.

## Vergleich von Rundläufen

### Herkömmliche Tragrolle mit Stahlmantel

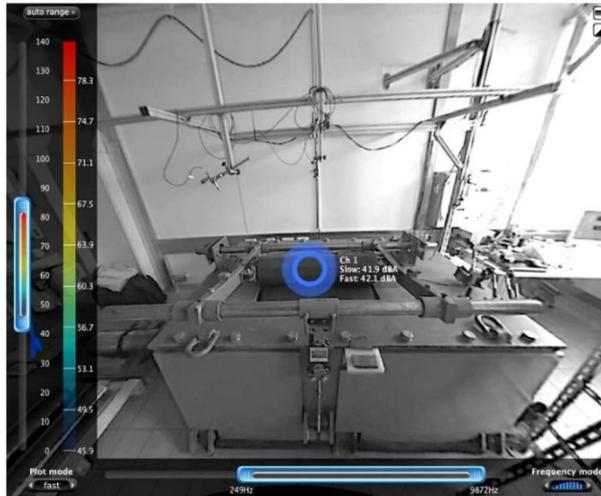


### Lärmgeminderte Tragrolle mit Stahlmantel



# Prüfstandslauf – Tragrollen mit und ohne Lärmschutz

## Stahlmanteltragrolle A194 x 750, $v = 1 \dots 10 \text{ m/s}$



Herkömmliche Tragrolle  
mit Stahlmantel

$L_w (7,5 \text{ m/s}) = 85 \text{ dB(A)}$

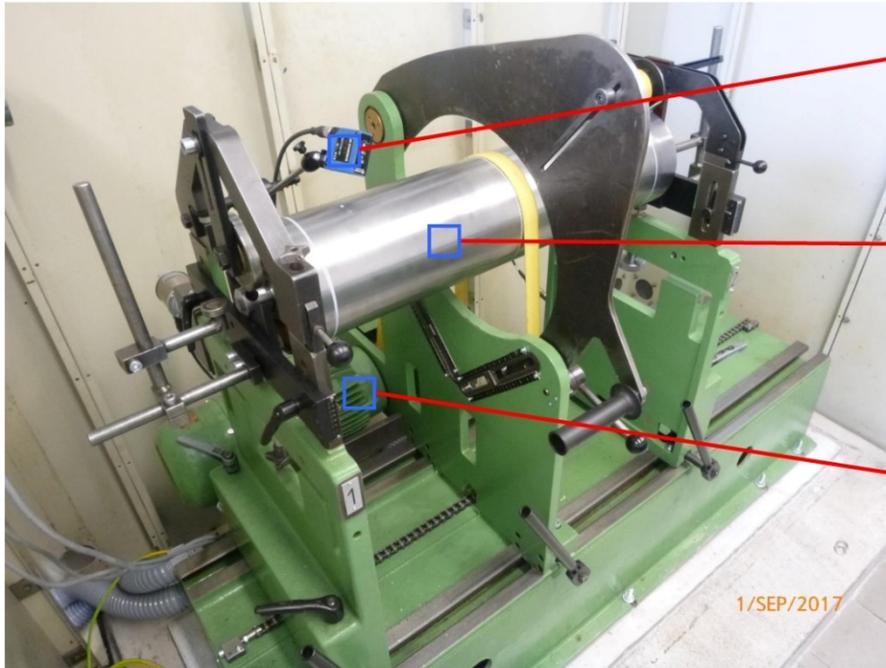


Lärmgeminderte Tragrolle  
mit Stahlmantel

$L_w (7,5 \text{ m/s}) = 64 \text{ dB(A)}$

Messungen: Akustische Kamera Nor 848 an der HS Lausitz (2011). Henrik Tippkemper, Norsonic, Senftenberg.

# 4. Prüfung Unwucht



Drehzahlmesser

Testrolle

Antrieb

113

BTU Cottbus-Senftenberg Fakultät III  
Labor Fördertechnik Tragrollenprüfstand  
Prof. Dr.-Ing. habil. Sylvio Simon  
Dipl.-Ing.(FH) Thomas Rieder, M.Eng.

Foto: Rieder (2017). IURS e.V., BTU Cottbus-Senftenberg, Senftenberg.

16

# 5. Zusammenfassung

- Akustische Kennwerte
- Rundlauf - u. Kreisformabweichung  
Exzentrizität
- Unwucht
- Manteldicke
- Anlaufwiderstand
- Tragrollenmasse

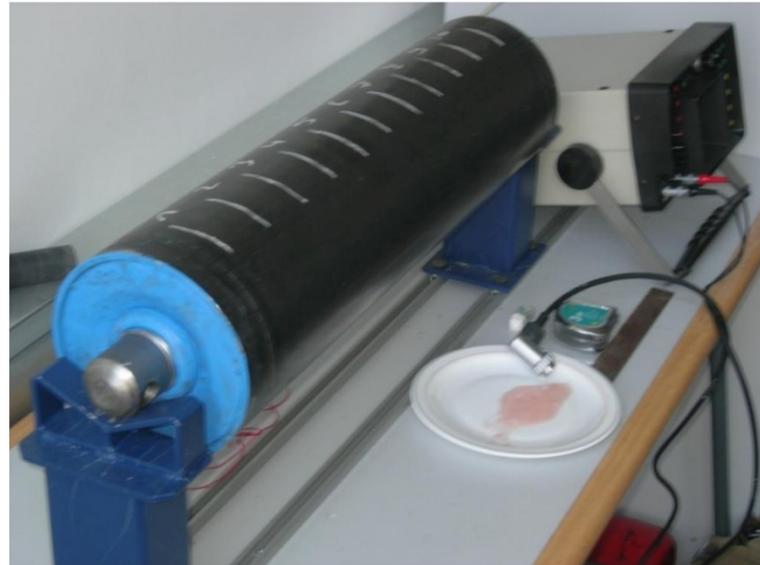


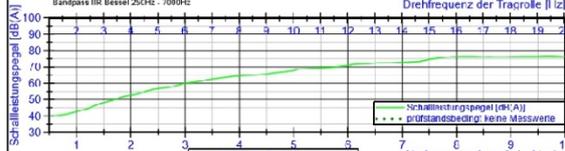
Foto: Rieder (2009). IURS e.V., BTU Cottbus-Senftenberg, Senftenberg.

# Gemeinsames Kooperationsprojekt „Tragrollenprüfstand“

Kennnummer	Tragrollentyp	Hersteller	Kenfarbe	Baujahr	Prüfstand
3025	Abstützrollen C1-M-300	WEP	blau	2017	1000000
Prüfart	Abstützrollen	Drucktemperatur [°C]	Luftdruck [MPa]	Mikrofonabstand [m]	Spannweite [mm]
TRASSE	22050	-3,5	100,4	0,7	300
Gründerfirma	Masse [kg]	Besonderheit	Besonderheit	Besonderheit	LEAG
WEP	24,72	g	3	CT1-40069902	U34g (0-10°C)

## Akustik

Ermittlung des Schallleistungspegels in Anlehnung an die DIN EN 1744  
 Halbkugelmodell, Radius 0,7 m, Hüllflächenverhältnis = 1,4 dB, Korrekturwerte < 1 dB  
 Bandpass IIR Bessel 250Hz - 7000Hz

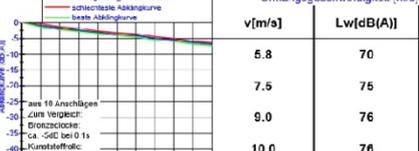


## Anschlagsauswertung

1-3. Frequenz [Hz]  
 752 / 813 / 1875  
 Abkürzwert nach 3,6 in dB(A)

**mech. Kennwerte**

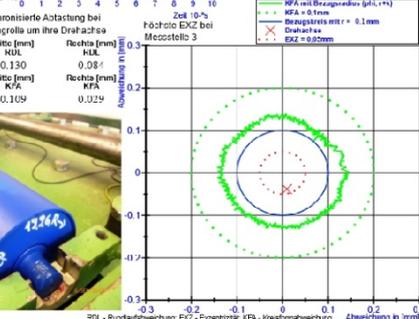
Metrische Nenngröße [mm]  
 3,2  
 Ankerabstand [mm]  
 2,1  
 ca. -5dB bei 0,1s  
 ca. -40dB bei 2,1s



## Rundlaufabweichung

stationäre synchronisierte Abtastung bei Rotation der Tragrollen um ihre Drehachse

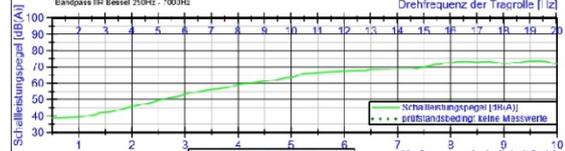
Links [mm]	Mitte [mm]	Rechts [mm]
0,098	0,130	0,081
0,042	0,109	0,029



Kennnummer	Tragrollentyp	Hersteller	Kenfarbe	Baujahr	Prüfstand
3025	Abstützrollen C1-M-300	WEP	blau	2017	1000000
Prüfart	Abstützrollen	Drucktemperatur [°C]	Luftdruck [MPa]	Mikrofonabstand [m]	Spannweite [mm]
TRASSE	22050	-3,5	100,4	0,7	300
Gründerfirma	Masse [kg]	Besonderheit	Besonderheit	Besonderheit	LEAG
WEP	24,72	g	3	CT1-40069902	U34g (0-10°C)

## Akustik

Ermittlung des Schallleistungspegels in Anlehnung an die DIN EN 1744  
 Halbkugelmodell, Radius 0,7 m, Hüllflächenverhältnis = 1,4 dB, Korrekturwerte < 1 dB  
 Bandpass IIR Bessel 250Hz - 7000Hz

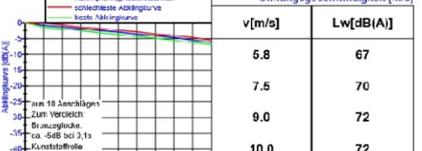


## Anschlagsauswertung

1-3. Frequenz [Hz]  
 776 / 1196 / 1955  
 Abkürzwert nach 3,6 in dB(A)

**mech. Kennwerte**

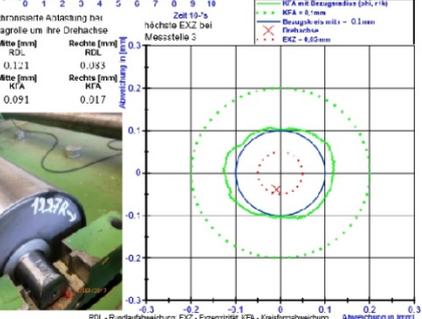
Metrische Nenngröße [mm]  
 3,2  
 Ankerabstand [mm]  
 2,0  
 ca. -5dB bei 0,1s  
 ca. -40dB bei 2,1s



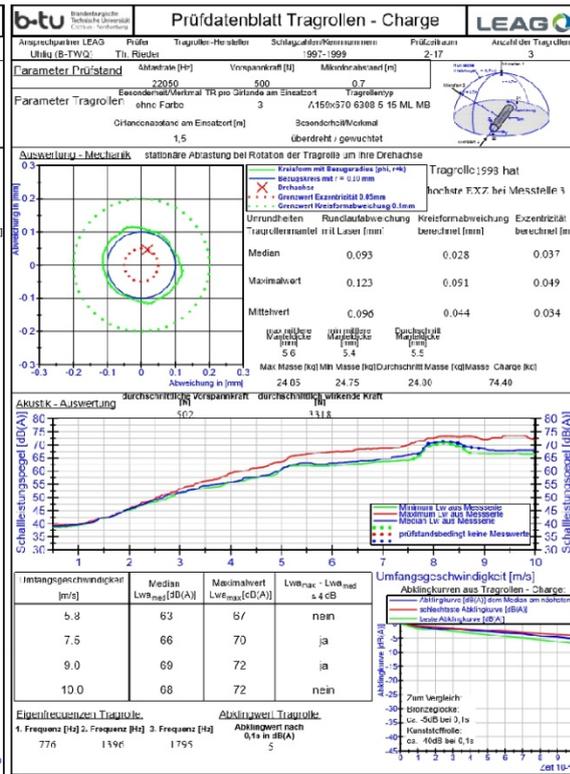
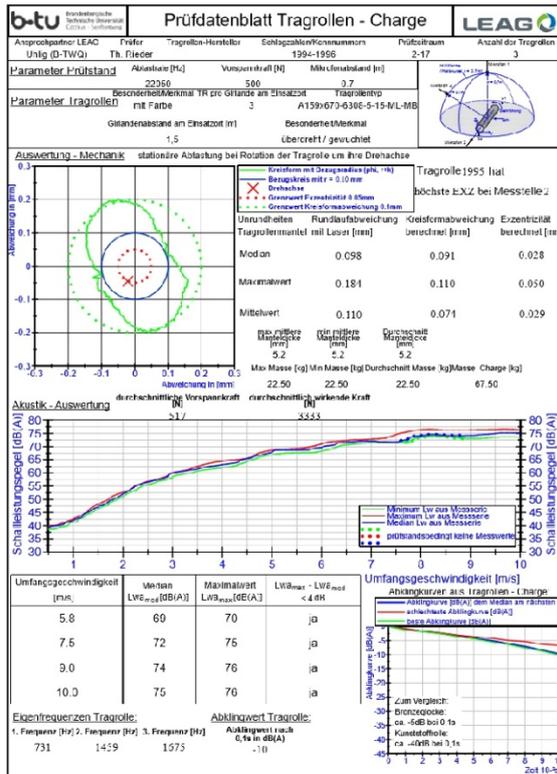
## Rundlaufabweichung

stationäre synchronisierte Abtastung bei Rotation der Tragrollen um ihre Drehachse

Links [mm]	Mitte [mm]	Rechts [mm]
0,093	0,121	0,083
0,029	0,091	0,017



# Gemeinsames Kooperationsprojekt „Tragrollenprüfstand“



116

## Gemeinsames Kooperationsprojekt „Tragrollenprüfstand“

---

