



Eckelmann

Zahnriemen testen ohne Energieverschwendung

Anwendungsbericht

Eckelmann FCS

Bodelschwingstraße 20
32049 Herford

Tel. +49 5221 966-0
www.eckelmann.de

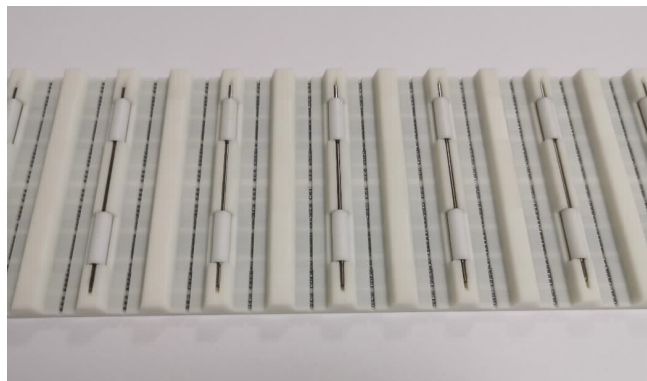
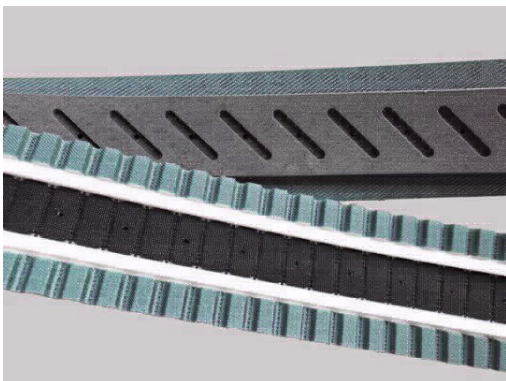
Zahnriemen testen ohne Energieverschwendung

BRECO und Eckelmann FCS haben ihr Know-how in der Antriebstechnik in die gemeinsame Entwicklung eines Dauerlaufprüfstands für Zahnriementriebe eingebracht. Dank Zwischenkreiskopplung der Servoantriebe lässt er sich ohne nennenswerten Energieverbrauch betreiben und benötigt keine Schaltschrankkühlung.

BRECO ist seit über 50 Jahren Markt-, Innovations- und Qualitätsführer auf dem Gebiet der Polyurethan-Zahnriementechnik. Im Hauptwerk in Porta Westfalica produzieren 300 Beschäftigte Zahnriemen und Zahnscheiben. Das Unternehmen ist weltweiter Partner des Maschinen- und Anlagenbaus, Spezialist für innovative Antriebstechnik und entwickelt in enger Zusammenarbeit mit seinen Kunden und mit Hochschulinstituten immer wieder neue Erfindungen und Patente, die sich als Standard in diesem Marktsegment durchsetzen und an dem sich Wettbewerber als Benchmark orientieren. Knifflige Antriebs-, Transport- und Positionieraufgaben sind die Spezialität von BRECO.

Modernste Prüftechnik im eigenen Technikum

Die Suche nach Innovationen und nach neuen Produkten birgt immer auch das Risiko, dass die Verbesserung einer Produkteigenschaft mit der Verschlechterung einer anderen Eigenschaft einhergeht. Daher ist es guter Stil jedes produzierenden Unternehmens, neue Produkte auf Herz und Nieren zu testen und diese Prüfung nicht etwa auf die Kunden zu delegieren. BRECO unterhält zu diesem Zweck ein Technikum, in dem alle neuentwickelten Zahnriemen und Zahnscheiben einer Standard-Testprozedur unterzogen werden.



Eckelmann

Abb. 1: Zwei Beispiele für jüngere Produktinnovationen von BRECO, die im Technikum umfassend getestet wurden: Mit dem Zahnriemensystem BRECOvacuum (Bild links) kann der Transport von Folien, Papier, Glasscheiben oder Blechen unter Vakuum sicherer und effizienter als mit konventionellen Vakuumzahnriemen aus Polyurethan durchgeführt werden. Beim BRECOroll (Bild rechts) sind Rollen in die Zähne des Riemens integriert. Dadurch wird die Gleitreibung zwischen Riemen und Auflageschiene durch Rollreibung ersetzt. Die Antriebsleistung kann reduziert werden und die Selbsterwärmung des Systems ist deutlich niedriger. (Fotos: BRECO)

Was man kaum sieht

Polyurethan-Zahnriemen bestehen aus einem lasttragenden Zugträger – überwiegend verseilte Stahldrahtkonstruktionen – und dem Matrixwerkstoff Polyurethan, aus dem in einem Extrusionsvorgang Riemenrücken und Zähne geformt werden. Die Gebrauchsdauer eines Zahnriemens kann durch statische Überlastung (z. B. bei einem Crash), durch Ermüdung der Zugträger oder durch Verschleiß der Polyurethanzähne begrenzt werden.

Der erstgenannte Fall der statischen Überlastung, bei dem durch ein einmaliges Ereignis Zugträger ganz oder teilweise durchtrennt oder Zähne abgeschert werden, lässt sich in einfachen Zugversuchen messtechnisch abprüfen.

Dynamische Prüfung

Der zweite und dritte Fall – Ermüdung und Verschleiß – erfordern jedoch eine dynamische Prüfung, die auf eigens dafür konstruierten Prüfständen durchgeführt wird. Bei Zugträgerermüdung nimmt die Steifigkeit des Riemens durch die fehlende Lastaufnahme sukzessive brechender Drahtfilamente ab. Der damit einhergehende Verlust an Vorspannkraft lässt sich messtechnisch erfassen. Reibung und Verschleiß entstehen meist durch mangelhaften Zahneingriff zwischen Riemen und Scheibe - z. B. durch unzulässig hohe Riemendehnung bei Überlastung, schlechtes Fluchten der Riemenscheiben oder durch Riemenscheiben, die ungenau gefertigt sind und/oder eine hohe Oberflächenrauigkeit aufweisen. Verschleiß ist stets mit einem Anstieg der Riementemperatur verbunden, was sich messtechnisch ebenfalls gut verfolgen lässt.

Reproduzierbare Versuchsbedingungen

Ermüdung und Verschleiß sind stark streuende Phänomene, deren messtechnische Untersuchung einer statistischen Absicherung bedarf, um aussagekräftige Ergebnisse zu erhalten. Es ist stets erforderlich, mehrere gleiche Versuche zu fahren, um über Mittelung zu Durchschnittswerten zu gelangen und um die Fehlinterpretation von Ausreißern zu vermeiden.

Damit Untersuchungen an Zahnriemengetrieben in vertretbaren Zeiträumen abgeschlossen werden können, verfügt das BRECO-Technikum über mehrere Prüfstände. Um die

Eckelmann

verfügbaren Prüfkapazitäten nun weiter auszubauen, wurde der in Abb. 2 dargestellte Universalprüfstand konstruiert und gebaut.

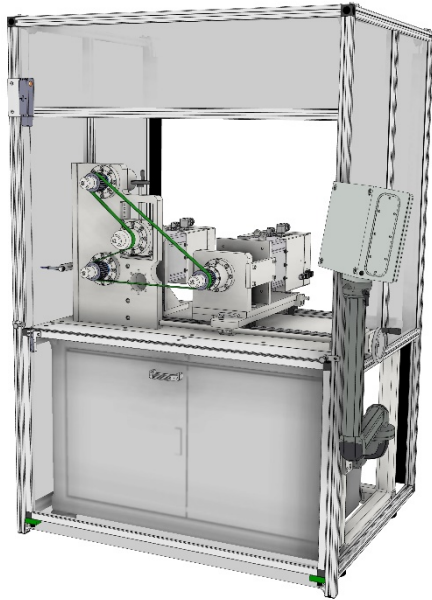


Abb. 2: BRECO-Prüfstand zur dynamischen Prüfung von Zahnriementrieben (Fotos: BRECO).

Universalprüfstand

Der Prüfstand deckt ein großes Last-, Drehzahl- und Anordnungsspektrum ab. Er verfügt über eine Vorrichtung zum Aufprägen der Vorspannkraft und der Betriebslast. Betriebslasten werden in Getriebeprüfständen üblicherweise durch Bremsung erzeugt. Die dem Trieb dabei

entzogene Energie (Winkelgeschwindigkeit mal Bremsmoment) geht dabei als Verlustleistung verloren. Die dissipierende Energiemenge muss nicht nur mechanisch, sondern auch thermisch beherrscht werden: Um Aufheizung zu vermeiden, muss der Prüfraum im Regelfall klimatisiert werden.

Schluss mit der Energieverschwendung

Diese Energieverschwendung sollte bei der Neuentwicklung nun ihr Ende finden. Bei dem neuen Prüfstand wurde der Weg beschritten, das Bremsmoment durch einen zweiten, als Generator betriebenen Motor zu erzeugen. Durch eine verlustoptimale Zwischenkreiskopplung der Antriebe kann die so gewonnene Bremsenergie wieder dem Antriebssystem zur Verfügung gestellt werden. Durch Vorgabe geeigneter Sollprofile einer überlagerten SPS an die Antriebe kann der Universalprüfstand somit ohne nennenswerten Energieverbrauch betrieben und auf eine Klimatisierung des Schaltschranks verzichtet werden.

Bei der Lösung dieser antriebs- und steuerungstechnisch anspruchsvollen Aufgabe wurde BRECO durch die Eckelmann FCS GmbH unterstützt, die bereits seit Jahrzehnten bei der Ansteuerung von Produktionsanlagen mit BRECO zusammenarbeiten.

Der mittelständische Hersteller und Lösungspartner für elektrische Antriebstechnik und Automatisierung hat seinen Firmensitz im nahegelegenen Herford. Gerade bei der Automatisierung von Sondermaschinen oder der Prüfstandsautomatisierung schätzt BRECO die große Flexibilität der modularen Antriebslösungen und die stets kundenspezifische Herangehensweise. Der modulare Hardware-Aufbau und das FPGA-basierte Design machen es beim hier verwendeten E°Darc C Antriebssystem von Eckelmann FCS möglich, anwendungs- und technologiespezifisches Know-how direkt in den Servoregler zu integrieren.

Robuster Dauerläufer bei hohen Drehzahlen

Auf dem neuen Universalprüfstand können Zahnriementriebe unter Realbedingungen getestet werden. Ständiges hochdynamisches Beschleunigen und Bremsen kann auf solchen Prüfständen schnell die Energiekosten unnötig in die Höhe treiben, zumal die Anwendung mitunter über Wochen ununterbrochen laufen – und zwar ständig nahe dem Nennbetrieb. Dies spricht auch für die besondere Eignung und Robustheit der [E°Darc C Antriebstechnik](#) für Bearbeitungszentren, wo die Antriebsregler von Eckelmann FCS üblicherweise Werkzeugspindeln auf Touren bringen (bis zu 40.000 1/min) und ähnliche Belastungen meistern müssen.

Servo-Umrichter sparen Energie im Duett



Abb. 3: E°Darc C48 Antriebsregler für den Betrieb von schnell drehenden Synchron- und Asynchronmotoren, z.B. für Spindeltriebe. Der Regler liefert einen Ausgangsnennstrom von $I_{eff} = 48$ A und einen Ausgangsspitzenstrom von $I_{max} (eff) = 75$ A (für 10 Sekunden bei einer Schaltfrequenz von 8 kHz) (Foto: Eckelmann FCS)

Eckelmann FCS hat die Antriebstechnik für den Prüfstand mit High-Speed-Servoreglern des Typs E°Darc C48 realisiert (s. Abb. 3), die über eine Maximalleistung von 52 kW verfügen. Durch die Zwischenkreiskopplung konnte der Energieverbrauch erheblich minimiert werden. Verluste entstehen nur durch Reibung an dem mechanischen Aufbau und durch Wärmeverluste im Motor und der Leistungselektronik. Bei der Zwischenkreiskopplung nutzen die beiden 400 V Umrichter einen gemeinsamen Zwischenkreis. Wird einer oder mehrere Umrichter generatorisch betrieben, kann somit den Umrichtern, die momentan motorisch arbeiten, „kostenlos“ Energie aus dem Zwischenkreis zur Verfügung gestellt werden. Kann die generatorische Energie nicht vollständig verwendet oder in den Zwischenkreiskondensatoren gespeichert werden, wird sie ggf. über einen Brems-Chopper an einen Bremswiderstand abgeleitet.

Bei Antriebsreglern mit 48 A Ausgangsströmen und Drehmomenten von 100 Nm benötigt man jedenfalls sehr fein abgestimmte Antriebs- und Steuerungslösungen, wie die Anwendung bei BRECO eindrücklich zeigt. Die Antriebsexperten von Eckelmann FCS haben die Antriebe für die Anwendung energetisch optimal eingestellt. Hierfür konnten sie auf leistungsfähige eigene Service-Tools zur Parametrierung und Einrichtung der Servoantriebe zurückgreifen, wie z.B.

Eckelmann

Frequenzganganalyse, 8-Kanal-Online-Tracer oder ein Software-Oszilloskop. Solche praktischen Tools sind unerlässlich, beim Einfahren, Testen und Optimieren von Achsen, egal ob es – wie hier – um einen individuellen Prüfstand geht oder anspruchsvolle CNC-Anwendungen.

Die mit einem **E°EXC Controller** von Eckelmann realisierte SPS-Applikation haben die Applikationsingenieure von Eckelmann FCS unter CODESYS V3 programmiert und eine individuelle Bedienoberfläche realisiert (s. Abb. 4). Der Anwender kann über ein an einem Schwenkarm montiertes, robustes Standard-Bedienterminal von Eckelmann FCS mit der Anwendung interagieren, um z.B. Prüfprogramme einzurichten und zu starten.

Darüber hinaus ist bei der Projektierung einer solchen Sonderlösung auch viel Know-how im Schaltschrankbau gefragt. Die kompakten Servo-Umrichter und der kompakte Controller finden hier in einem kleinen Schaltschrank direkt unter dem mechanischen Aufbau Platz und beanspruchen nur wenig Luftvolumen. Schaltschrankprojektierung und -bau bietet Eckelmann FCS dabei aus einer Hand an. Diese Kombination aus einem flexibel skalierbaren Portfolio aus Antriebs- und Automatisierungstechnik und kompetenten Dienstleistungen macht Eckelmann FCS zu einem gefragten Technologie- und Innovationspartner.

Prüfen					
Laufzeit		Prüflauf			
30	0	0	0	AT10 Test	
Tag	Stu	Min	Sek	1/2	
Teilung		Zähnezahl	Metergewicht		
10,000 mm		24	0,265 kg/m		
Achsabstand		Schwingfrequenz	Vorspannkraft		
0,60 m		75 Hz	2147 N		
0/0 START => Prüflauf starten				Prüfprogramm laden	

Abb. 4: Individuell gestaltete Bedienoberfläche für die Prüfstandsapplikation (Foto: Eckelmann FCS)

Wie kann nun FactoryWare MMS konkret in Digitalisierungsprojekten eingesetzt werden. Der 4-Phasen-Plan von Eckelmann gibt Orientierung und versteht sich als Handlungsempfehlung

Eckelmann

und Vorschlag für mittelständische Unternehmen, die sich jetzt gemeinsam mit Eckelmann als Automatisierungspartner auf die Digitalisierung ihres Maschinenparks einlassen wollen.

Fazit

Maßgeschneiderte Prüfstandstechnologie für Antriebskomponenten erfordert Know-how in unterschiedlichen Bereichen. Dies zeigt der neue Prüfstand für Zahnriementriebe, den BRECO gemeinsam mit seinem langjährigen Automatisierungspartner Eckelmann FCS realisiert hat. Durch eine ausgeklügelte Lösung mit Zwischenkreiskopplung konnte der Energieverbrauch drastisch reduziert werden.

Die Idee

„BRECO hat sich zu umweltbewusstem und nachhaltigem Handeln verpflichtet. Unsere Innovationskraft setzen wir nicht nur für die Entwicklung neuer Zahnriemen, sondern auch für den Bau energiesparender Produktionsanlagen und Prüfeinrichtungen ein. Durch die intelligente Zwischenkreiskopplung bei unserem neuen Prüfstand müssen wir nun keine überschüssige Energie mehr „verheizen“. Die einfache Idee: Wir erzeugen das Bremsmoment über einen als Generator betriebenen Motor – fast ein Perpetuum mobile!“ Dr.-Ing. Thomas Steinert

Autoren

- Dr.-Ing. Thomas Steinert ist Geschäftsführer bei der [BRECO Antriebstechnik Breher GmbH & Co. KG](#) in Porta Westfalica
- Dr.-Ing. Andreas Pottharst ist Prokurist und Leiter F&E und Applikation bei der Eckelmann FCS GmbH in Herford

Dieser Anwendungsbericht ist in gekürzter Form auch in der Fachzeitschrift „antriebstechnik“ 8/2021, S. 30-32 erschienen. [Online-Ausgabe](#).

Kontakt

Eckelmann FCS
Bodelschwinghstraße 20
32049 Herford
Deutschland

Tel.: +49 5221 966-0

Fax: +49 5221 66347

E-Mail: info-fcs@eckelmann.de

Internet: www.eckelmann.de

Unseren E°News Maschinenautomation können Sie hier abonnieren:

<https://www.eckelmann.de/newsletter-abonnieren/news-maschinenautomation/>