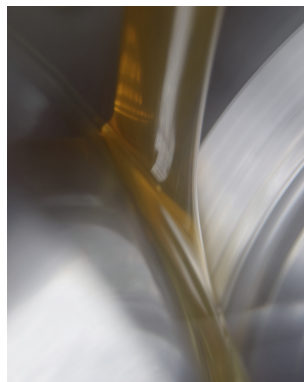


## Effizienter, schneller und flexibler Druckkammprüfstand

Heinrich, C.; Lohrengel, A.

*Am IMW wurde ein neuer Druckkammprüfstand mit Fokus auf Grundlagenuntersuchungen im Langlaufbetrieb aufgebaut.*

*A new thrust collar test rig was built at the IMW focusing on fundamental research on operation over high revolution numbers.*



### Ausgangslage

Bisher wurden am IMW Versuche zum Versagensverhalten von Druckkamm-lagerungen mit dem in /1/ vorgestellten Prüfstand durchgeführt, dessen makroskopische Prüflingsabmessungen einem Full Scale-Verdichter mit einer Leistung im zweistelligen Megawatt-Bereich entsprechen. Der Prüfstand wurde primär für Anfahrversuche entwickelt, und ist dementsprechend stark motorisiert und im niedrigen Drehzahlbereich dauerhaft betreibbar. Diese Vorteile Realismus und Langsamlaufvermögen sind in anderen Forschungsfragen nachteilig: Für Grundlagenuntersuchungen sind die Prüflinge unnötig groß; der Energiebedarf, um solch große Prüflinge adäquat belastet zu betreiben, ist so hoch, dass Langlaufversuche schwer tragbare Kosten bedeuten. Weiterhin ist die Maximaldrehzahl eingeschränkt, so dass Langlaufversuche einen hohen Zeitbedarf mit sich bringen. Aus diesen Gründen wurde ein neuer, kleinerer Prüfstand gebaut.

### Prüfprinzipien

Das bewährte Prüfprinzip von zwei fliegend gelagerten, und somit einfach zu wechselnden, axial gegeneinander verspannten Prüflingen wird für den neuen Prüfstand beibehalten. Neben dem eingangs beschriebenen IMW-Prüfstand wurde diese Bauform auch von /2/ gewählt. Weiterhin bekannt ist als Prüfprinzip für Schädigungsversuche der Einbau von Druckkammprüflingen in Gesamtgetriebe /3,4/. Das IMW betreibt lediglich für Versuche zum Systemverhalten ein Gesamtgetriebe /5/, was auch in /6/ umgesetzt wurde. Eine weitere bekannte Druckkammprüfstandbauform ist der Betrieb von isolierten Druckkammprüflingen klassisch zwischen zwei Lagern /7/, dieser Prüfstand wird aber ebenfalls primär für nicht schädigende Versuche eingesetzt.

## Neuer Prüfstand

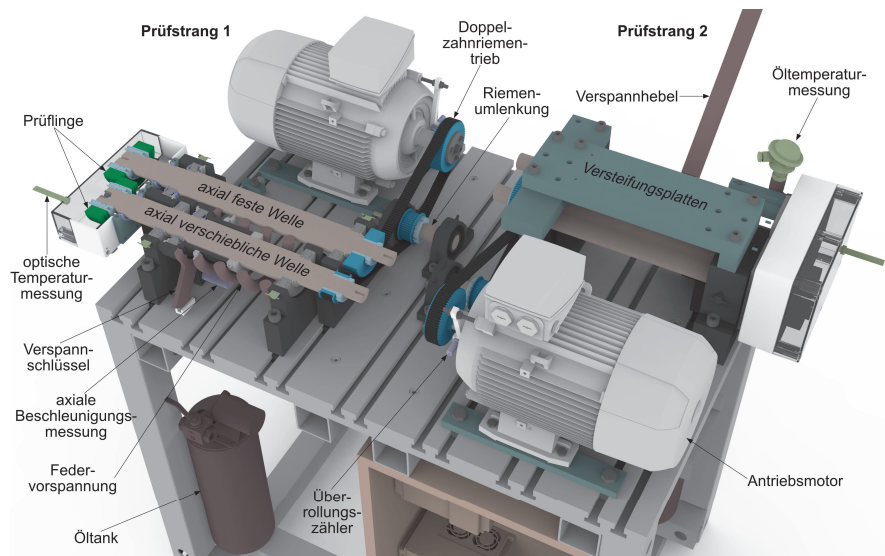
Die Prüflingsmasse ist beim neuen Prüfstand eine Größenordnung geringer, der Energiebedarf pro Überrollung ist zwei Größenordnung geringer, und die Prüfgeschwindigkeit ist – unter Berücksichtigung von nunmehr zwei parallelen Prüfsträngen – eine Größenordnung höher als beim vorherigen. Der Prüfstand ist in Abbildung 1 und 2 dargestellt.

Die Verspannung erfolgt mit einer weichen Feder, deren Federsteifigkeit auf einer Zug-Druckprüfmaschine bestimmt wurde. Über ein Gewinde kann ein gewünschter Verspannweg eingestellt werden. Der Antrieb erfolgt über einen Doppelzahnriementrieb, wobei das Schlupfverhältnis frei über die Wahl der Riemenscheiben eingestellt werden kann. Protokolliert und als Abschaltkriterium benutzt werden die Schwingung der axial verschieblichen Welle, die Laufflächentemperatur (Infrarotthermometer), die Öleinspritztemperatur (Widerstandsthermometer) und die Überrollungszahl. Die Öleinspritzung erfolgt direkt in den Eingriff; das Öl kann temperiert werden.

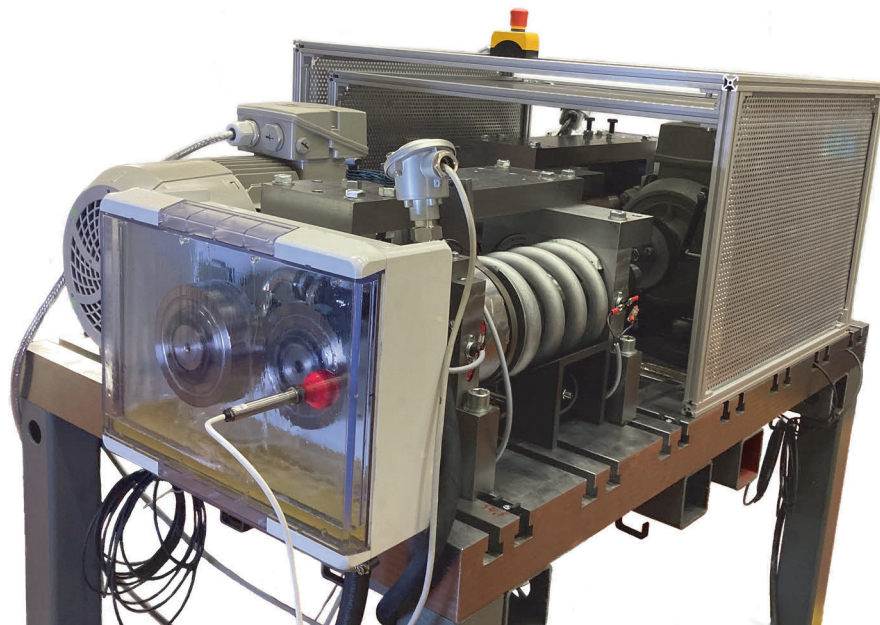
Durch den Aufbau bestehend aus Stehlagern auf einem Nutenbett kann der Prüfstand flexibel für neue Forschungsfragen rekonfiguriert werden. So ist bspw. der Achsabstand variabel; anstelle des Riementriebs kann auch jede Welle direkt vom Motor angetrieben werden. Aufgrund dieser Flexibilität wird in Tabelle 1 zwischen der aktuell für grundlegende Schädigungsversuche gefahrenen Standardkonfiguration und der Maximalkonfiguration unterschieden.

**Tabelle 1:** Technische Daten

|   | Standardkonfig. | maximal |
|---|-----------------|---------|
| max. Axialkraft [kN]                            | 20              | 30      |
| Drehzahl ax. feste Welle [min <sup>-1</sup> ]   | 3000            | 6700    |
| Drehzahl verschiebl. Welle [min <sup>-1</sup> ] | 4500            | 6700    |
| Schlupf   | 20%             | ∞       |
| Antriebsleistung [kW]                           | 2x 7,5          |         |
| Achsabstand [mm]                                | 110             | 500     |
| Prüflingsinnendurchmesser [mm]                  | 75              |         |
| Prüflingsdicke [mm]                             | 40              |         |



**Abbildung 1:** Schematische Darstellung



**Abbildung 2:** Foto des laufenden Prüfstands

## Einsatz

Der Prüfstand wird aktuell in den Forschungsvorhaben DFG Lo 1557/12-1 „Auslegung von Druckkamm Lagerungen im Hochlastbereich“ sowie in BMWK TurboGetEff „Effizienzsteigerung eines Turboantriebsstrangs unter Einsatz von Druckkammern [...]“ eingesetzt.

## Danksagung

Die Arbeiten wurden im Rahmen des Vorhabens DFG Lo 1557/12-1, Projektnr. 514068987 durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) gefördert. Die Autoren danken der DFG für die finanzielle Unterstützung.

## Literatur

- /1/ Thoden, D.: Neuer Prüfstand für Verschleißuntersuchungen an Druckkammern. In: Mitteilungen des Instituts für Maschinenwesen der Technischen Universität Clausthal Bd. 34, S. 115-118, 2009
- /2/ Parkins, D. W.; Rudd, L.: Thrust Cone Lubrication: Part 3: A Test Facility and Preliminary Measured Data. In: Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part J: Journal of Engineering Tribology. Bd. 210, Ausg. 2, S. 107-112, 1996
- /3/ Sadykov, V. A.; Shneerson, L. M.: Helical Gear Transmissions with Thrust Collars. In: Russian engineering journal, S. 31-34, 1968
- /4/ Joachim, F.-J.M Kurz, N.; Somschor, B.: Druckkammtechnik in Fahrzeuggetrieben. In: Gleit und Wälzlagerungen: Gestaltung, Berechnung, Einsatz; Tagung Veitshöchheim, 3. und 4. März 1998. VDI Berichte 1380, S. 279-312, 1998
- /5/ Lohrengel, A.; Schäfer, G.; Heß, M.: Druckkamm Lagerungen - Gesteigerte Effizienz für schrägverzahnte Getriebe. In: Gleit und Wälzlagerungen: Gestaltung, Berechnung, Einsatz mit Fachausstellung; Schweinfurt 06. und 07. Mai 2015, VDI Berichte 2257 S. 221-234, 2015
- /6/ Горшенин, К. И.: Контактно-гидродинамический расчет характеристик смазочного слоя упорных гребней косозубых передач мультипликаторов многовальных центробежных компрессоров. Dissertation Kasaner Staatl. Techn. Universität, 1999
- /7/ Kerr, T.: Static and Dynamic Coefficient Measurements for a Thrust Collar used in an Integrally Geared Compressor, Texas A&M University, Masterthesis, 2017