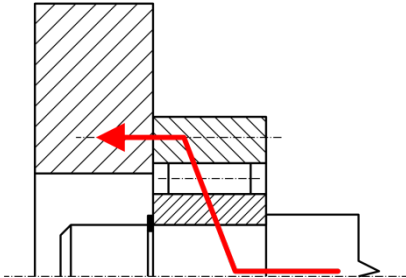


# Untersuchungen zur Übertragungsfähigkeit stirnseitig verschraubter Freilauf-Flansch-Verbindungen

Hofmann, S.



*Zur Abstützung des Freilaufklemmmoments an der kundenspezifischen Anschlusskonstruktion existieren mehrere gebräuchliche Möglichkeiten, wobei bei größeren Drehmomenten die stirnseitige Schraubverbindung bevorzugt wird. Aufgrund der aus dem Funktionsprinzip resultierenden hohen Normalkräfte an den Klemmstellen ergeben sich für den stirnseitig befestigten Freilauf Probleme bei der kraftschlüssigen Übertragung. Im Rahmen eines FVA-Forschungsprojektes sollen diese Probleme untersucht und die Grenzen der Drehmoment-Übertragungsfähigkeit stirnseitig befestigter Freiläufe genauer bestimmt werden.*

*There exist several possibilities of supporting the torque of a freewheel clutch at a customer specific adjacent construction whereat for higher torque ranges a front end screw assembly is preferred. Out of the operating principle there result high normal forces at the clamping points causing problems for the force locking. These problems and the limits of the torque transmission capacity of front end mounted freewheel clutch assemblies are to be investigated under a FVA research project.*

## 1 Einleitung

Für die Verbindung zwischen dem Freilaufaußenring und der kundenspezifischen Anschlusskonstruktion (im Folgenden: Flansch) existieren mehrere gebräuchliche Möglichkeiten. So kann diese beispielsweise durch Befestigungsflansche, Pressverbindungen oder stirnseitige Verschraubungen erfolgen, wobei bei größeren Nennmomenten die Schraubverbindung von Freilaufherstellern und Kunden bevorzugt wird.

In diesem Zusammenhang ergeben sich aufgrund der hohen prinzipbedingten Normalkräfte an den Klemmstellen im Freilauf elastische Aufweitungen des Außenrings, welche Probleme für die kraftschlüssige Übertragung durch die stirnseitige Schrauben-

Verbindungen bedeuten. Weiterhin wird die Verbindung, hervorgerufen durch die beiden Betriebszustände des Mitnahme- und Freilaufbetriebs, durch ein schwellendes Drehmoment belastet. Aufgrund dieser freilaufspezifischen Belastungssituation am stirnseitig befestigten Außenring kommt es gegenüber einer Belastung mit einem theoretischen, reinen Torsionsmoment zu einer vorzeitigen Aufhebung des Kraftschlusses zwischen Freilaufaußenring und Anschlusskonstruktion. Die Reduzierung der kraftschlüssigen Übertragungsfähigkeit, infolge der hohen radial aufweitenden Klemmkräfte hervorgerufen durch das kraftschlüssige Funktionsprinzip von Klemmkörper- und Klemmrollenfreiläufen, gegenüber den geltenden Auslegungsvorschriften ist bisher noch nicht bekannt. Weiterhin kommt es infolge der vorzeitigen Aufhebung des Kraftschlusses solange zu Verschiebungen zwischen den beteiligten Komponenten Freilaufaußenring, Schrauben und Flansch, bis die Schrauben in Umfangsrichtung zur Anlage kommen. Hierdurch findet die Drehmomentübertragung entgegen den geltenden Auslegungsvorschriften nicht mehr rein kraftschlüssig, sondern zumindest zeitweise durch eine Kombination aus Kraft- und Formschluss statt.

## **1.1 Ziele des Vorhabens**

Im Zuge eines laufenden FVA-Forschungsvorhabens werden die Ursachen für die vorzeitige Aufhebung des Kraftschlusses sowie die kraftschlüssigen und formschlüssigen Grenzen der Übertragungsfähigkeit am stirnseitig befestigten Freilaufaußenring durch das IMW untersucht.

Grundsätzliches Ziel des Projektes ist es eine gesicherte Auslegung stirnseitig befestigter Freiläufe zu ermöglichen. Hierzu kann entweder das kraftschlüssig übertragbare Moment durch entsprechende Maßnahmen erhöht werden, wodurch die Nutzung bestehender, von vollständigem Kraftschluss ausgehender Berechnungsvorschriften möglich würde. Oder es kann die Verbindung als reiner Formschluss ausgeführt werden, was ebenfalls die Nutzung bereits bestehender Berechnungsvorschriften ermöglichte.

Eine weitere Möglichkeit ist einen kombinierten Kraft-/Formschluss zu nutzen. Hierbei ist zu klären, welche Anteile kraft- und welche formschlüssig übertragen werden und wie eine gleichmäßige Belastung der einzelnen Formschlusselemente sichergestellt werden kann. Bzw. wie einer eventuell vorhandenen ungleichmäßigen Belastung Rechnung getragen werden kann. Einige Möglichkeiten zur Steigerung des übertragbaren Moments an stirnseitig befestigten Freiläufen sind in Abbildung 1 gezeigt.

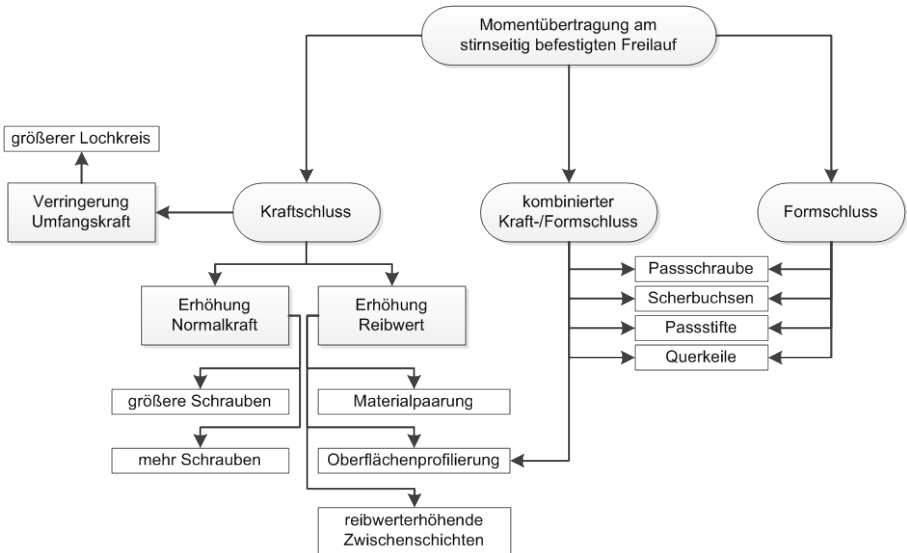


Abbildung 1: Möglichkeiten zur Erhöhung des übertragbaren Drehmoments am stirnseitig befestigten Freilauf

## 2 Vorgehensweise

Anhand von FE-Untersuchungen und Versuchen sollen die Ursachen für das vorzeitige Rutschen der Verbindung untersucht werden. Weiterhin sollen in FE-gestützten Parameteruntersuchungen Einflussfaktoren auf die Übertragungsfähigkeit stirnseitig befestigter Freiläufe ermittelt und hieraus Empfehlungen für die Gestaltung von Freilauf-Flansch-Kombinationen in der Praxis abgeleitet werden. Die in dem Forschungsvorhaben besonders zu untersuchenden Freilaufmodelle sind in Tabelle 1 aufgezählt.

Tabelle 1: Prüflinge

Prüfling	$T_{Nenn}$ in Nm	D in mm	Verschraubung	Bauart
Modell 1	500	100	6 x M6	Klemmrolle
Modell 2	560	105	6 x M6	Klemmkörper
Modell 3	1600	150	8 x M8	Klemmkörper
Modell 4	2150	150	8 x M8	Klemmrolle

Zur Untersuchung der genannten Freilaufgrößen hinsichtlich der Grenzen der kraftschlüssigen (Rutschgrenze) und formschlüssigen (Schermomente der Schraubverbindung) Übertragungsfähigkeit wird am IMW ein Prüfstand (siehe Abbildung 2) aufgebaut.

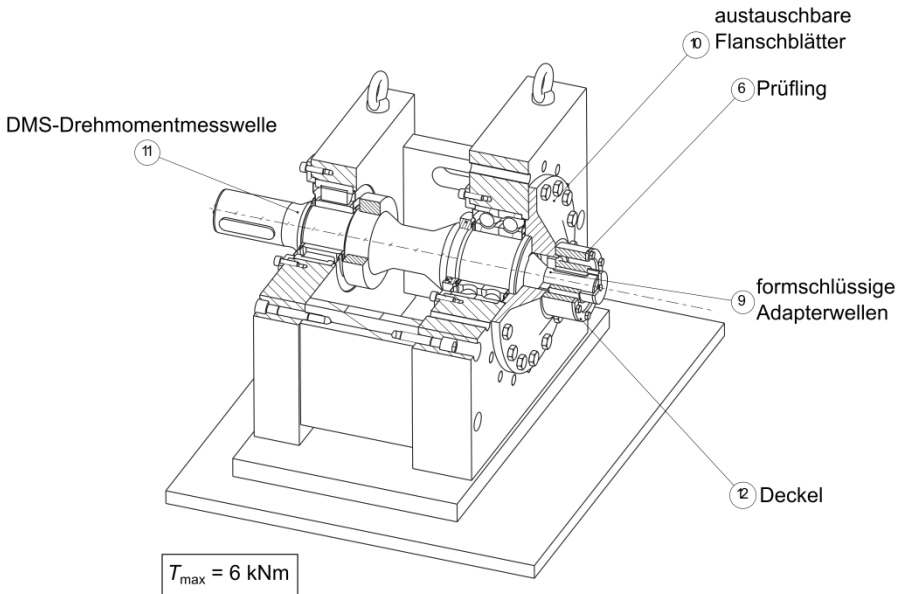


Abbildung 2: geplanter Prüfstand für Rutsch- und Scherversuche an stirnseitig befestigten Freiläufen

### 3 Erste Ergebnisse

Am Freilaufprüfling „Modell 1“ wurden erste Rutschversuche an einem Vorversuchsstand durchgeführt. Vor dem Beginn der Rutschversuche wurde die Kontaktfläche zwischen Freilaufaußenring und Flansch gesäubert und entfettet und anschließend die Schrauben derart eingesetzt, dass sie bei Versuchsbeginn zu keiner Seite hin in Anlage waren. Dies ermöglicht der Verbindung ein unbehindertes Rutschen. Nach dem Anziehen der Schrauben mittels eines Drehmomentschlüssels auf das gewünschte Montagemoment, wurde das Drehmoment an der Welle so lange erhöht, bis es zu einem Durchrutschen der Verbindung kam. Nach einem erfolgreichen Versuch, wurde die Verbindung wieder entlastet und die Schrauben gelöst und aus der Verbindung herausgenommen. Vor dem nächsten Versuch wurde der Freilauf, in Freilaufriechung, um mindestens ein

Segment weitergedreht und anschließend neue Schrauben in bereits beschriebener Art und Weise eingesetzt.

Bei den Versuchen zeigte sich das es gegenüber dem theoretischen Rutschmoment nach /1/ für die stirnseitig verschraubte Freilauf-Flansch-Verbindung zu einem vorzeitigen Rutschen der Verbindung kommt. Abbildung 3 zeigt das theoretische Rutschmoment nach /1/ für einen angenommenen Haftreibwert von  $\mu = 0,2$  im Verhältnis zu den im Versuch gemessenen Rutschmomenten aufgetragen über dem Montagemoment der Schrauben.

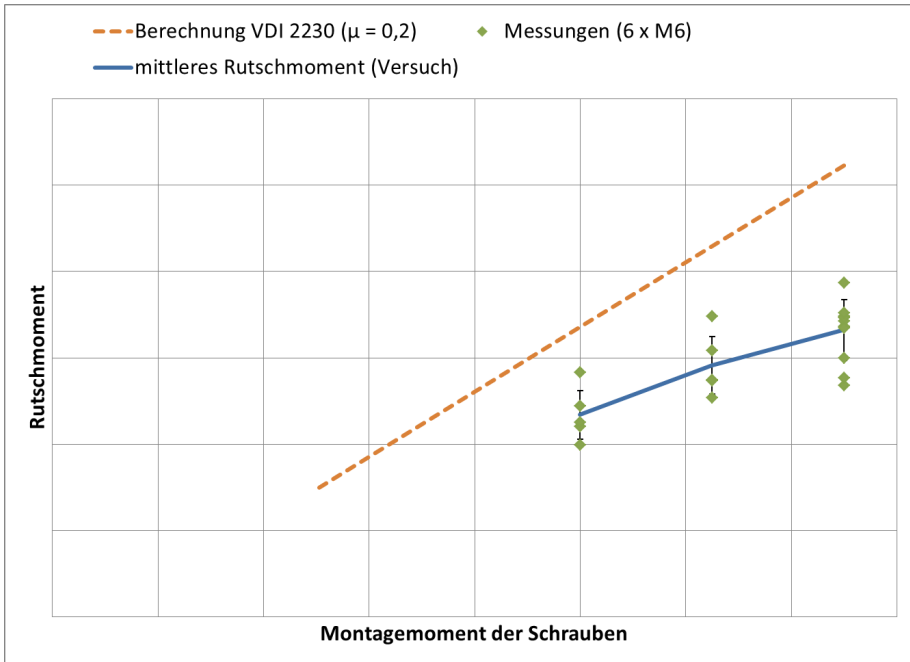


Abbildung 3: Rutschmoment über Montagemoment – Vergleich zwischen Vorversuch und Berechnung nach /1/ für angenommenen Reibbeiwert von  $\mu = 0,2$

Weiterhin zeigten die Versuche, dass ein Durchrutschen der Verbindung nicht direkt zu einem Versagen der Verbindung führt. Aufgrund der Wirkung der Schrauben als Formschlusselemente in diesem Fall ist eine weitere Drehmomentabstützung möglich. Jedoch führt das Durchrutschen zu Verschleißerscheinungen an den an der Verbindung beteiligten Elementen.

Die Abweichung zwischen der theoretischen Rutschgrenze und der experimentell ermittelten Rutschgrenze lassen sich zum Teil durch die in /1/ nicht berücksichtigbaren Normalkräfte im Freilauf erklären.

#### **4 Zusammenfassung**

Im vorliegenden Artikel wurde ein kurzer Ausblick auf die am IMW stattfindenden Untersuchungen an stirnseitig befestigten Freiläufen gegeben. In ersten Versuchen zeigte sich eine Abweichung zwischen den bestehenden Auslegungsvorschriften und den Ergebnissen für die untersuchten Verbindungen. Diese Lücke soll im Verlauf des Forschungsprojekts durch entsprechende Berechnungsmodelle geschlossen werden.

#### **5 Danksagung**

Der Autor bedankt sich bei der Forschungsvereinigung Antriebstechnik e.V. (FVA) und ihren Mitgliedern für die inhaltliche Betreuung sowie bei der Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen „Otto von Guericke“ e.V. (AiF) für die finanzielle Unterstützung des Projekts „Stirnseitige Befestigung von Freiläufen“ (FVA-Nr. 704, IGF-Nr. 17481 N/1).

#### **6 Literatur**

- /1/ VDI Richtlinie 2230: Schraubenrichtlinie; Beuth-Verlag; Berlin; 2003
- /2/ Hofmann, S.: FVA 704, Stirnseitige Befestigung von Freiläufen; Zwischenbericht; Forschungsreport 2014; CD-ROM; Forschungsergebnisse 2014; Forschungsvereinigung Antriebstechnik e.V., 2014