

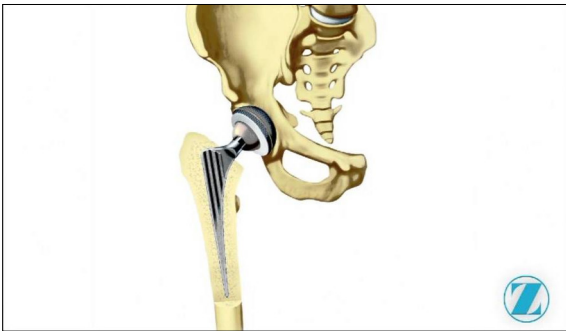


Tobias Huber

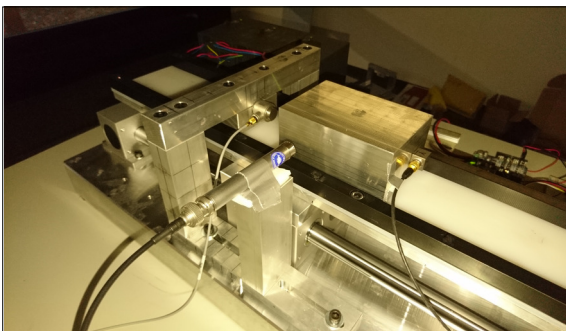
Diplomand	Tobias Huber
Examinator	Prof. Dr. Hanspeter Gysin
Experte	Prof. Dr. Hans Gut, MAN Diesel & Turbo Schweiz AG, Zürich, ZH
Themengebiet	Innovation in Products, Processes and Materials - Industrial Technologies

Simulation von quietschähnlichen Geräuschen durch reiberregte Schwingungen

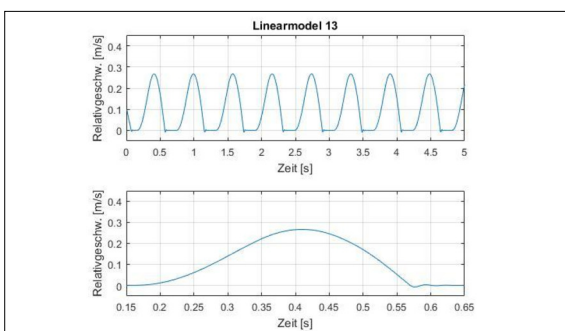
Quietschähnliche Geräusche – Simulation - Medizinaltechnik



künstlicher Hüftgelenkersatz (Bild: Zimmer Biomet)



neu entwickelter Teststand für Reibung und Stick-Slip



Geschwindigkeitskurven einer Stick-Slip Simulation mit Marc Mentat. Unten: Grossansicht eines Bewegungszyklus

Ausgangslage: In der Technik und im Alltag gibt es diverse Situationen, in denen Reibung Schwingungen und sogar Geräusche erzeugt. Teilweise wird dieser Effekt bewusst provoziert, z.B. um bei Streichinstrumenten einen Klang zu erzeugen. Die Rede ist hauptsächlich vom Stick-Slip Effekt. Also einem Reibzustand, bei dem die Reibpartner alternierend gleiten und haften. Oftmals aber sind reiberregte Schwingungen störend und führen zu übermässigem Verschleiss und unerwünschten Geräuschen. Ein extremer Fall davon findet sich bei quietschenden Gelenkprothesen von Knie- und Hüftgelenken. Trotz der massiven Probleme, die dadurch für den Patienten entstehen, ist deren Ursache nicht restlos geklärt. Man geht davon aus, dass die Quietschgeräusche durch den Stick-Slip Effekt auf den Gelenkflächen entstehen. Das kann allerdings nur durch eine neue Gelenkprothese behoben werden, somit wird eine zweite Operation nötig. Auch andere, prominente Probleme lassen sich auf ähnliche Effekte zurückführen, beispielsweise Bremsscheibenquietschen bei Autos und Räderquietschen bei Strassenbahnen.

Ziel der Arbeit: Im Idealfall könnten Stick-Slip Vorgänge schon in der Entwicklungsphase eines Produktes vorausgesehen und verhindert werden. Die Arbeit hat das Ziel, den Stick-Slip Vorgang und die Reibung im Allgemeinen genauer zu verstehen und besser vorherzusagen. Dazu wurden einerseits verschiedene Reibmodelle der Finite-Element-Methode (FEM) miteinander und mit der Theorie verglichen, andererseits wurden auf einem Teststand diverse Reibpaarungen untersucht und mit den Simulationsergebnissen abgeglichen. Der Teststand wurde als Teil der Arbeit entwickelt, gebaut und betrieben. Er lässt die Einbindung von Federn und Dämpfern zu. Somit kann ein Feder-Dämpfer-Masse System aufgebaut und damit bewusst Stick-Slip-Reibung erzeugt werden. Es können verschiedene Reibgeschwindigkeiten eingestellt und dabei wichtige Kenngrössen wie Reibkraft, Beschleunigung und Schallemission gemessen werden. Die Ergebnisse sollen helfen, die Einstellungen von FEM-Simulationen zu verbessern und somit präzisere Ergebnisse zu ermöglichen. Weiter soll die Entstehung von reiberregten Geräuschen wie Quietschen besser verstanden werden.

Fazit: Reibung mit Stick-Slip ist ein komplexer Vorgang, der gewisse physikalische Voraussetzungen stellt. Zum einen muss ein Feder-Masse-System vorhanden sein, das Bewegungsenergie temporär in einem elastischen Element speichern und später wieder entladen kann. Zum Anderen muss der Reibkoeffizient mit zunehmender Geschwindigkeit abnehmen, sonst ist ein Stick-Slip theoretisch nicht möglich. Äussere Einflüsse, allen voran Schmierstoffe und andere Medien, können den Prozess stark beeinflussen. Mit einer Stick-Slip-Reibung alleine entsteht aber noch kein wahrnehmbarer Quietsch-Ton. Dazu ist noch ein schwingfähiges System nötig, das den pulsartigen Input der Reibung als Schall abstrahlt. Es kann also gesagt werden, dass bei einem Quietschproblem immer das Gesamtsystem betrachtet werden muss. Eine Einschränkung der Kontaktstelle alleine genügt nicht für das Verständnis des Problems. Hier braucht es im Rahmen des Prüfstandes noch weiter vertiefte Versuche.