



Kontaktmechanik und Reibungsphysik - Übung 6

WiSe 2012/13

Adhäsion in mikro-elektromechanischen Systemen, Kontakt rauher (adhäsiver) Oberflächen

- Die Kräfte, die bei mikrotechnischen Systemen relevant sind, sind andere als bei “größeren“ (konventionellen) Systemen. Das hängt damit zusammen, dass das Verhältnis von Oberfläche zu Volumen größer wird, je kleiner die beteiligten Körper sind. Daher spielt Adhäsion in mikroelektromechanischen Systemen (MEMS) häufig eine große Rolle. Im Folgenden soll eine typische Fragestellung untersucht werden, die im Zusammenhang mit der Auslegung von MEMS auftritt.

Wie lang darf der skizzierte schlanke Balken höchstens sein, damit ein Kontakt (wie in der Skizze) verhindert wird? Benennen Sie die von Ihnen gemachten Annahmen.

Die Oberflächenenergie zwischen Balken und Unterlage sei γ . Die Breite des Balkens (senkrecht zur Zeichenebene) sei a , die Dicke t .

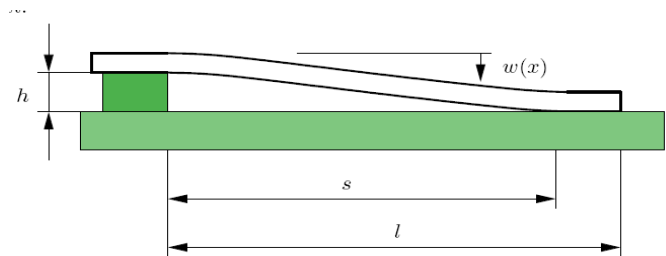


Abbildung 1: Adhäsiver Kontakt eines mikromechanischen Modells

Hausaufgabe:

- Durch äußere Kräfte werde unter Überwindung der Oberflächenspannung von einem Körper eine Schicht (von der Stärke t) abgespalten (Abbildung 2). Man leite die Beziehung zwischen der Oberflächenspannung und der Form der sich absplattend Plattenschicht ab¹.

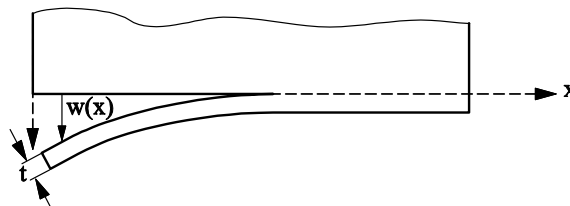


Abbildung 2 Von einem elastischen Körper wird eine Plattenschicht abgespalten

Hinweis: Die abgelöste Platte kann als Balken der Tiefe a modelliert werden. Begründen Sie dann allerdings die Wahl des Elastizitätsmoduls E^* .

¹Dieses Problem untersuchte I.W. Obreimov (1930) im Zusammenhang mit der von ihm entwickelten Methode zur Messung der Oberflächenspannung von Glimmer; die so durchgeführten Messungen waren die ersten direkten Messungen zur Bestimmung der Oberflächenspannung fester Körper.



Kontaktmechanik und Reibungsphysik - Übung 6

WiSe 2012/13

3. Das in der Abbildung 3 skizzierte System besteht aus Federn (Gesamtzahl N_0) gleicher Steifigkeit c , die im Kontakt adhäsiv wirken. Ihre Adhäsionseigenschaften werden charakterisiert durch die Länge Δd_{crit} , um die sich eine Feder dehnen kann, bevor sie von der Oberfläche abplatzt.

Die Höhenverteilung der Federn sei $\Phi(z) = \frac{1}{l} e^{-\frac{z}{l}}$.

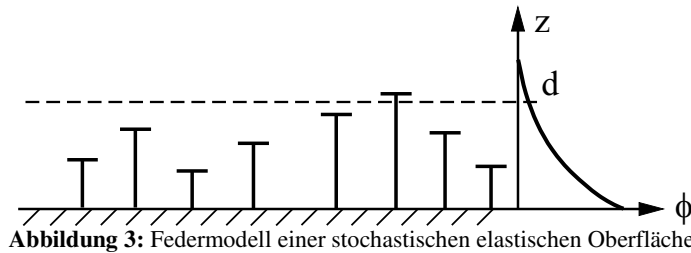


Abbildung 3: Federmodell einer stochastischen elastischen Oberfläche

Eine starre Ebene wird an das System zunächst mit der Kraft F_N gedrückt und dann bis auf den Abstand d weggezogen. Zu bestimmen ist die Adhäsionskraft als Funktion der Anpresskraft.

4. Abzuschätzen ist der mittlere Druck in der wahren Kontaktfläche zwischen einem elastischen Halbraum und einer rauen Oberfläche bestehend aus kegelförmigen Spitzen mit gleichem Steigungswinkel θ (Abb. 3).

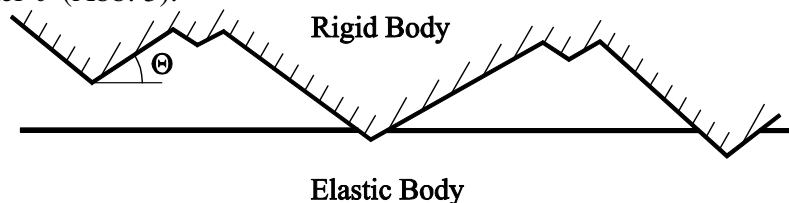


Abbildung 4: Kontakt zwischen einer rauen Fläche bestehend aus kegelförmigen Spitzen und einem elastischen Körper.