



Kontaktmechanik und Reibungsphysik WiSe 2019/20 – HA 02

Abgabe: 21.11.2019

Aufgabe 1: Adhäsion dünner Folien auf rauen Oberflächen (4 Punkte)

Gegeben sei ein starrer Körper mit welliger Oberfläche gemäß

$$h(x) = \hat{h} \cos(\kappa x), \quad \hat{h}\kappa \ll 1. \quad (1)$$

Schätzen Sie die maximale Dicke t_c einer Goldfolie ab, sodass diese allein aufgrund der Adhäsion haftet. Berücksichtigen Sie bei der Aufstellung der elastischen Energie nur die reine Biegung,

$$U_{el} = \frac{EI}{2} \int_0^L [w''(x)]^2 dx, \quad L = \frac{2\pi}{\kappa}. \quad (2)$$

Nutzen Sie für Ihre Abschätzungen die folgenden (groben) Werte:

$$E \approx 80 \text{ GPa}, \quad \Delta\gamma \approx 2 \text{ J/m}^2, \quad \kappa \approx 10^5 \text{ m}^{-1} \text{ sowie } \hat{h} \approx 0,1 \text{ } \mu\text{m}.$$

Aufgabe 2: Kapillarbrücken (7 Punkte)

Das untere Bild zeigt eine harte Kugel (Radius R), die über eine Vielzahl von zylindrischen Füßen (Radius b) mit einer aus gleichem Material bestehenden ebenen Oberfläche verbunden ist. Die Flächen seien dabei durch vollständige Benetzbarkeit, d.h. einen Kontaktwinkel $\theta = 0$ ausgezeichnet. Außerdem soll der Radius des mit den Füßen besetzten Gebiets sehr viel kleiner sein als der Krümmungsradius der Kugel ($a \ll R$) und der „Kehlradius“ genügend klein gegenüber dem Radius der Füße ($r_0(r) \ll b$). Da die Kapillarkraft einer einzelnen Brücke mit einer starren Kugel unabhängig vom Radius der Kapillarbrücke ist (siehe die Vorlesung), liegt es nahe, dass durch die Verteilung auf mehrere Brücken eine deutlich höhere Kapillarkraft erreicht werden kann. Untersuchen Sie diese Frage in folgenden Arbeitsschritten.

- Bestimmen Sie die Kapillarkraft in einer einzelnen Brücke als Funktion des radialen Abstands r .
- Schätzen Sie mithilfe der Radien a und b die (Flächen-)Dichte und Gesamtanzahl der Füße ab.
- Bestimmen Sie mithilfe der Ergebnisse aus (a) und (b) die gesamte Kapillarkraft aus allen Brücken und zeigen Sie, dass diese in etwa logarithmisch mit der Anzahl an Füßen wächst.

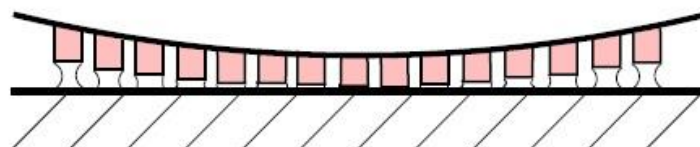


Abb. 1: Kontakt mit einer starren Kugel mittels mehrerer Kapillarbrücken.