

# **Adhäsion von rauen Oberflächen: die „Contact-Mechanics Challenge“ (2016-2017)**

## 1. Einführung

- anlässlich des 50-jährigen „Geburtstags“ des Greenwood-Williamson-Modells 2016 von Professor Müser publizierte Rechenherausforderung für die Simulation eines Normalkontaktes mit einer rauen Oberfläche mit Adhäsion
- mathematisch wohldefiniertes Problem mit einer (theoretisch) eindeutigen Lösung
- Referenzlösung durch extrem hochaufgelöste Simulationen durch die Forschungsgruppe um Professor Müser
- Laufzeit der Challenge: ein Jahr
- Ziel der Challenge: Vergleich der Vorhersagekraft unterschiedlicher (analytischer und numerischer) Methoden zur Behandlung von statistisch rauen Oberflächen
- Publikation der Ergebnisse: Müser et al.: *Meeting the Contact-Mechanics Challenge*. Tribology Letters 65:118 (2017)

➤ reiner Normalkontakt zwischen einer statistisch rauhen starren Oberfläche und einem elastischen Halbraum unter Berücksichtigung von Adhäsion mit kurzer Reichweite

➤ Profil der (zufällig erzeugten) rauhen Oberfläche:

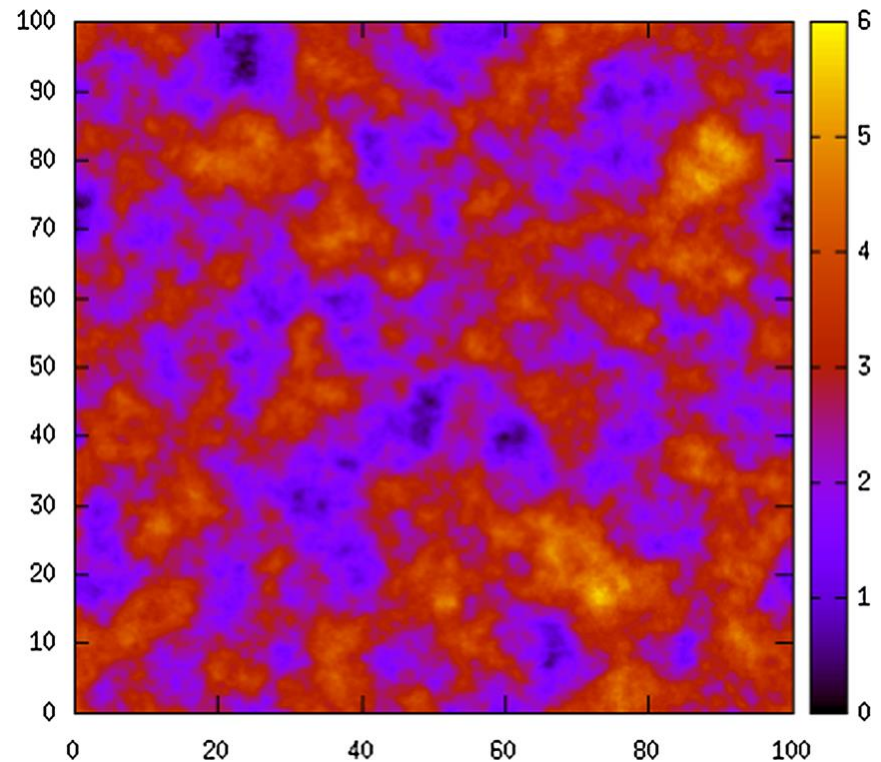
➤ Parameter:

- $R = 60 \text{ nm}$ ,  $l = 0,762 \text{ }\mu\text{m}$
- $E^* = 25 \text{ MPa}$
- $F = 0,25 \text{ N}$

➤ Adhäsion:

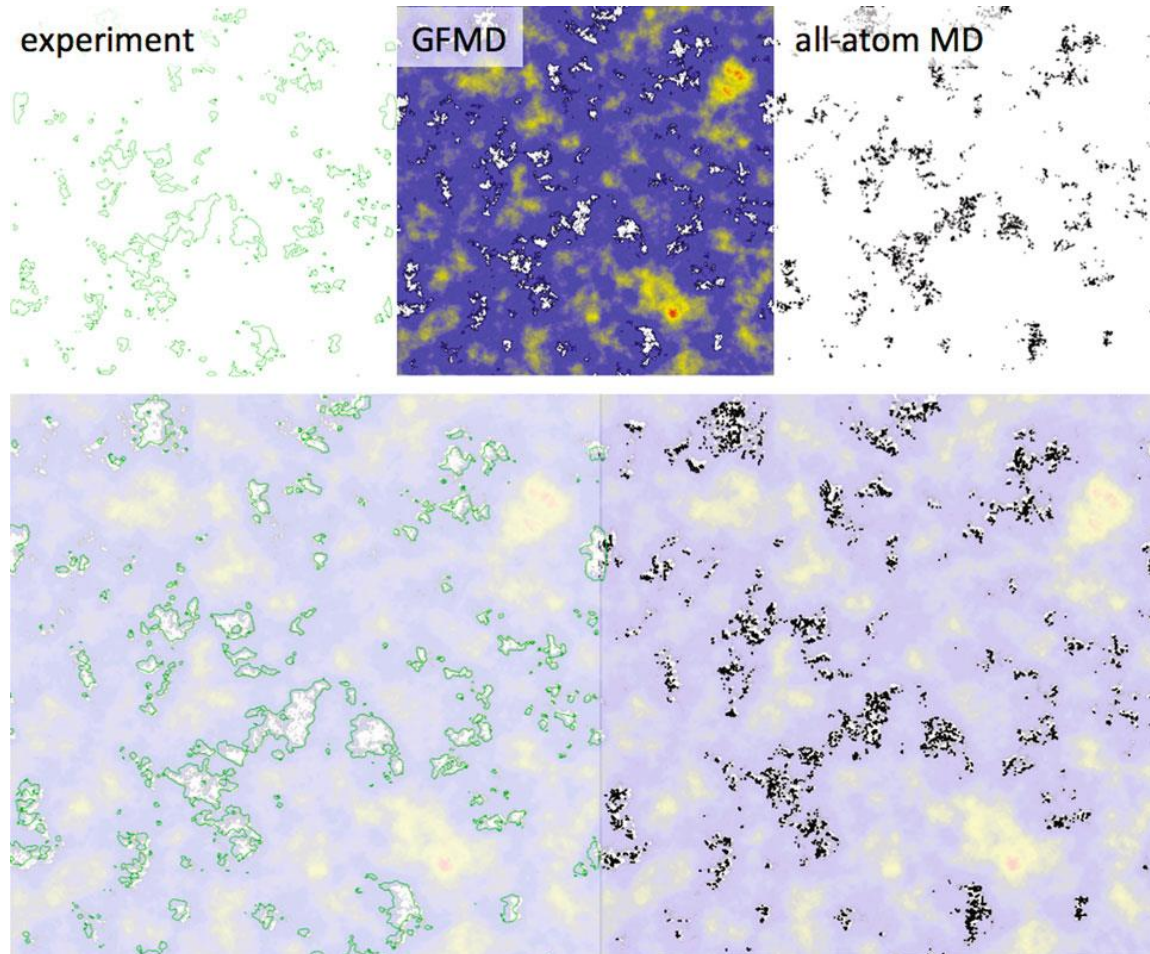
$$\sigma(h) = \frac{\gamma_0}{r_0} \exp\left(-\frac{h}{r_0}\right),$$

$$\gamma_0 = 50 \text{ mJ/m}^2, \quad r_0 = 2,071 \text{ nm}$$

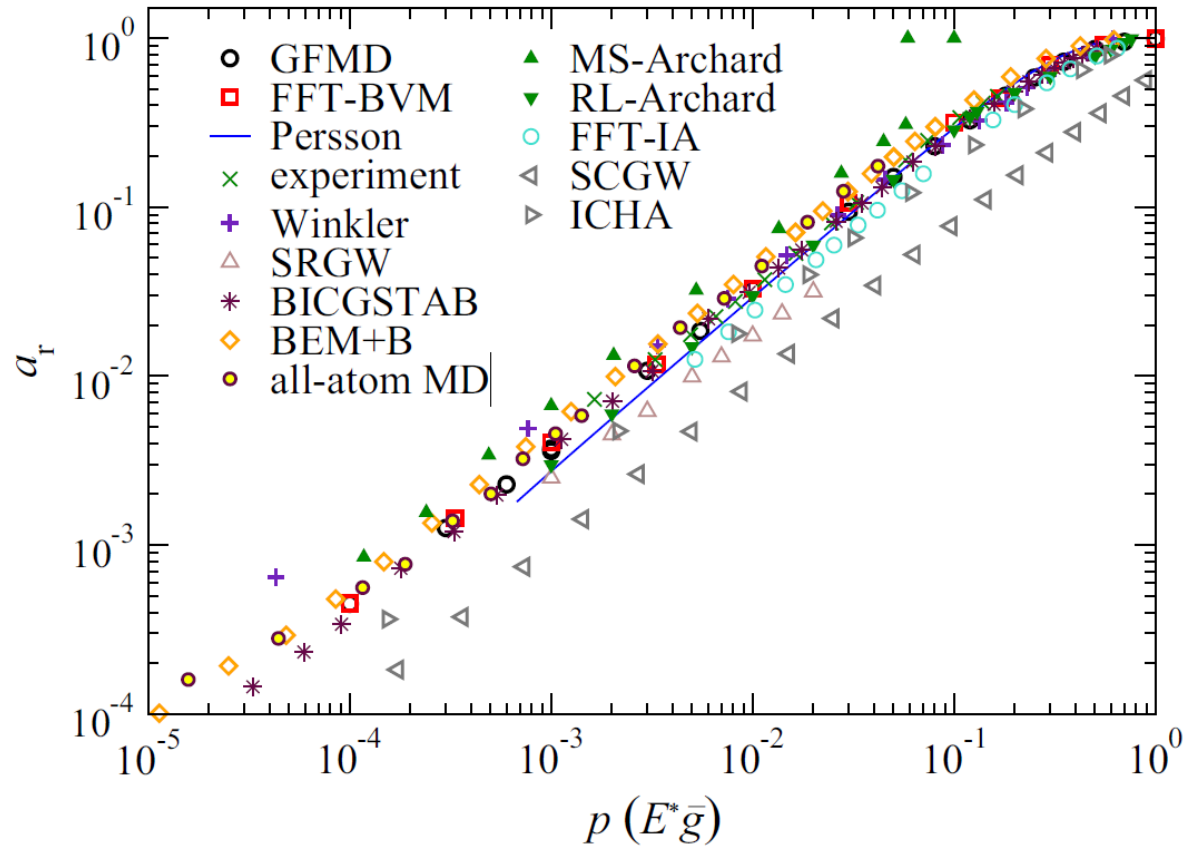


- Green-Funktion Molekulardynamik (GFMD)
- FFT-basierte Randelemente-Verfahren (FFT-BVM)
- Greenwood-Williamson-Modell mit JKR-Adhäsion (SRGW)
- vollständige Molekulardynamik (all-atom MD, skaliert auf  $L = 97,8$  nm)
- Multiskalen-Theorie von Persson (exakte analytische Theorie in der Nähe des vollständigen Kontaktes)
- Experiment (skaliert auf  $L = 10$  cm)
- und mehrere weitere (verwandte) Ansätze
- keine FEM!

➤ reales Kontaktgebiet:



➤ reales Kontaktgebiet als Funktion der Normalkraft:



➤ Kommentar von Professor Ciavarella (Tribology Letters, 66:37 (2018)):

*The recent paper “Meeting the Contact-Mechanics Challenge” [1] is a very useful and tremendous effort to elucidate and compare various theories and numerical models for the contact of rough surfaces. [...] It is possible that tribology remains too complex for quantitative modeling, and these efforts focusing on roughness remain largely academic, and so far haven’t made much progress in quantitative predictions of wear, adhesion, and friction since the times of Leonardo in 1500 [...].*

➤ Antwort von Professor Müser (Tribology Letters, 66:38 (2018)):

*The reason why I set up the contact-mechanics challenge was to create a counter weight to the many, meaningless studies, which are now published, in particular, but not exclusively, in high-impact journals. [...] If a comment failing desirable scientific standards were an accident, it would not be a problem. However, it is anything but a rare event and the Contact-Mechanics Challenge obviously did not succeed in impeding the dissemination of meaningless contributions. [...] In the case of Ciavarella's comment, the editors' motivation may have been to avoid the impression of censorship. Otherwise, the scientific competence [...] revealed in the reviewing and editorial process might have to be asked into question.*