

## Bakterien: Empfindlich wie die Prinzessin auf der Erbse

**Die empfindsame junge Dame im Märchen spürt die Erbse durch viele Lagen Matratzen hindurch und entpuppt sich dadurch als wahre Prinzessin. Forscher an der Universität des Saarlandes konnten in neuen Studien zeigen, dass Bakterien und Proteine ähnlich empfindsam sein können: Haften sie an einer Fläche, so spüren sie nicht nur die Atome der Oberfläche, sondern auch die Zusammensetzung des Materials, das sich unterhalb der Oberfläche befindet.**

Ob die Frischhaltefolie an der Glasschüssel, der Blütenstaub am Autoblech oder die Bakterien an der Kühlschrankwand, Haftung ist ein Alltagsphänomen. Im Falle der Bakterienhaftung kann dies jedoch gefährlich und deshalb unerwünscht sein, z. B. im Operationssaal. Aus diesem Grunde forscht man weltweit an antibakteriellen Beschichtungen. Meist jedoch behindern diese Beschichtungen nur die Vermehrung von Bakterien, nicht deren Anhaftung. Die Forschergruppe in der Experimentalphysik an der Universität des Saarlandes hat sich die Frage gestellt, welche Kräfte eigentlich die Haftung von Bakterien und die Adsorption von Proteinen bestimmen. Kennt man diese, so könnten Unterlagen besser bezüglich der Haftkraft optimiert werden.

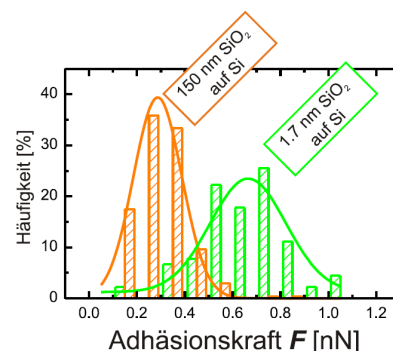
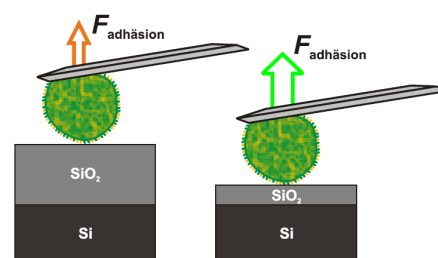
Es gibt Kräfte, sogenannte Kontaktkräfte, die nur von der obersten Atomlage eines Stoffes ausgehen und auch nur eine Atomlage 'weit' zu spüren sind, und solche Kräfte, die ein gewisses Stoffvolumen erfordern und umso stärker sind, je mehr Material vorhanden ist, sogenannte van der Waals-Kräfte. Diese sind auch etwa hundert Atomlagen entfernt noch spürbar, theoretisch. Aber würde das auch im Wasser so sein? Bakterien und auch Proteine sind ja meist in wässriger Umgebung, wie zum Beispiel im Speichel oder im Blut.

In zwei aktuellen interdisziplinären Studien, die im Fachjournal *Langmuir* erschienen sind, wird mit Hilfe von Modelloberflächen sowohl die Protein- als auch die Bakterienadhäsion umfassend untersucht. Bei

den Modelloberflächen handelt es sich um Silizium-Einkristallplättchen mit variabler Siliziumdioxid-schichtdicke (1.7 nm im Vergleich zu 150 nm). Sie ermöglichen die gezielte Variation der einzelnen Kräfte.

Zunächst bestimmten die Teams um Prof. Dr. Karin Jacobs, Experimentelle Physik, und Prof. Dr. Mathias Herrmann, Medizinische Mikrobiologie, die Haftkraft von Bakterien (Staphylokokken) mit Hilfe eines Rasterkraftmikroskopes. Dazu wurde das Ende eines feinen Stäbchens (eines sogenannten ‚Federbalkens‘) mit Bakterien beschichtet. Der Federbalken wird dann mit der jeweiligen Oberfläche in Kontakt gebracht und wieder abgelöst. Dabei wird die Kraft gemessen, die zum Ablösen des Federbalkens aufgebracht werden muss

Es zeigte sich, dass die Bakterien doppelt so stark haften, wenn sie das Silizium des Substrats noch durch die dünne Oxidhaut hindurch 'sehen' können. Dies bedeutet gleichzeitig, dass - trotz identischer Zusammensetzung der letzten Atomlagen - die Bakterien merken, was sich unterhalb der Oberfläche befindet. Selbst wenn auf die Proben mit den



unterschiedlich dicken Oxidschichten noch eine wachsartige Nanoschicht aufgebracht wird, ändern sich die Resultate nicht: Die Bakterien, die durch Nanoschicht und dünne Oxidschicht hindurch noch das Silizium spüren, haften doppelt so stark wie die Bakterien, die vom Silizium durch Nanoschicht und dicker Oxidschicht getrennt sind.

In einer weiteren Studie untersuchten die Teams von Prof. Dr. Karin Jacobs, Experimentelle Physik, und Prof. Dr. Metin Tolan, Experimentelle Physik I der TU Dortmund, das Adsorptionsverhalten von Proteinen. Mit Hilfe von Röntgenstreuung wurde die Struktur von Proteinfilmen auf den Modelloberflächen aufgeklärt. Auch hierbei zeigte sich, dass die Proteinfilme vom Material unterhalb der Oberfläche beeinflusst werden.

"Diese Ergebnisse erklären, weshalb antibakterielle Beschichtungen unterschiedlich effektiv sein können, je nachdem nämlich auf welchem Material sie aufgebracht sind", erklärt Jacobs. „Protein- und Bakterienadsorption sind wichtige Schritte bei der Biofilmbildung, daher sind die Ergebnisse für viele Bereiche interessant.“ Biofilme bilden sich immer da, wo Mikroorganismen auf eine sogenannte Grenzfläche treffen. „Da Biofilme häufig die Ursache von Entzündungen sind, zum Beispiel auf Implantaten oder Herzklappen, ist dies auch medizinisch höchst relevant“, sagt Herrmann.

**Die beiden Studien wurden im April 2012 in *Langmuir* veröffentlicht:**

**"Influence of the Subsurface Composition of a Material on the Adhesion of *Staphylococci*"**

Peter Loskill, Hendrik Hähl, Nicolas Thewes, Christian Titus Kreis, Markus Bischoff, Mathias Herrmann, and Karin Jacobs. <http://dx.doi.org/10.1021/la3004323>

**"Subsurface influence on the structure of protein adsorbates revealed by in situ X-ray reflectivity"**

Hendrik Hähl, Florian Evers, Samuel Grandthyll, Michael Paulus, Christian Sternemann, Peter Loskill, Matthias Lessel, Anne K. Hüsecken, Thorsten Brenner, Metin Tolan, and Karin Jacobs.  
<http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/la300850g>

**Kontakt**

Prof. Dr. Karin Jacobs  
Universität des Saarlandes, Fachbereich Experimentalphysik  
Tel. 0681 302 717 88  
email [k.jacobs@physik.uni-saarland.de](mailto:k.jacobs@physik.uni-saarland.de)

Prof. Dr. Mathias Herrmann  
Universität des Saarlandes, Medizinische Mikrobiologie und Hygiene  
Tel. 06841 162 3900  
email [mathias.herrmann@uniklinik-saarland.de](mailto:mathias.herrmann@uniklinik-saarland.de)

Prof. Dr. Metin Tolan  
TU Dortmund, Experimentelle Physik I/DELTA  
Tel. 0231 755 3506  
email [tolan@physik.uni-dortmund.de](mailto:tolan@physik.uni-dortmund.de)