

# Oberflächenladungen verbessern die Kontaktbildung des Gecko<sup>®</sup>-Tapes

## Konsortialführer

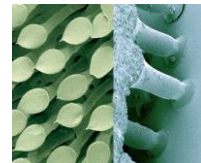
Christian-Albrechts-Universität zu Kiel  
 Prof. Dr. Stanislav N. Gorb  
 Am Botanischen Garten 1–9, D-24098 Kiel  
[sgorb@zoologie.uni-kiel.de](mailto:sgorb@zoologie.uni-kiel.de)  
 fon: +49-431/880-4513, fax: +49-431/880-1389

## Projektpartner

Gottlieb Binder GmbH & Co. KG  
 Bahnhofstraße 19  
 71088 Holzgerlingen

## Projektteam

Philipp Bußhardt, Lars Heepe,  
 Dr. Alexander Kovalev



## Das Projekt

Ziel des Vorhabens ist die Entwicklung biomimetischer, strukturierter, klebstofffreier, reversibler und stabiler Haftfolien nach dem Vorbild haariger biologischer Haftsyste­me für in-Luft- und Unterwasserapplikationen. Einerseits verspricht das Vorhaben einen bedeutenden wissenschaftlichen Erkenntniszugewinn bezüglich komplexer Evolutionsstrategien und ausgeklügelter biologischer Funktionssysteme. Andererseits besteht ein sehr großes Anwendungspotential für jede Art von Befestigungen, von wieder verwendbarem selbst haftendem Band bis zu komplexen Kletterrobotern. Anwendungsbereiche finden sich in der Industrie-, Bau- und Medizinbranche, wie auch in Privathaushalten.

## Motivation

Aufladung von Kontaktflächen findet immer statt, wenn zwei beliebige Oberflächen miteinander in Kontakt kommen. Die Nettooberflächenladung bleibt dabei aufrechterhalten, falls der Kontakt mit einem dielektrischen Material abreißt. Genau dies ist der Fall beim dielektrischen Gecko<sup>®</sup>-Tape. Die Mehrzahl der natürlichen Substrate ist ebenfalls dielektrisch. Die Motivation für diese Studie war (1) zu prüfen, ob die akkumulierte Ladung in den pilzkopfförmigen Mikrostrukturen (MSAMS, Mushroom-Shaped Adhesive Microstructures) groß genug ist, um sie in Kontakt mit dem Substrat zu bringen, und (2), ob die Mikrostrukturierung zu einer erhöhten oder reduzierten Ladungsaufnahme führt, verglichen mit einer flachen, unstrukturierten Kontrolle des selben Materials.

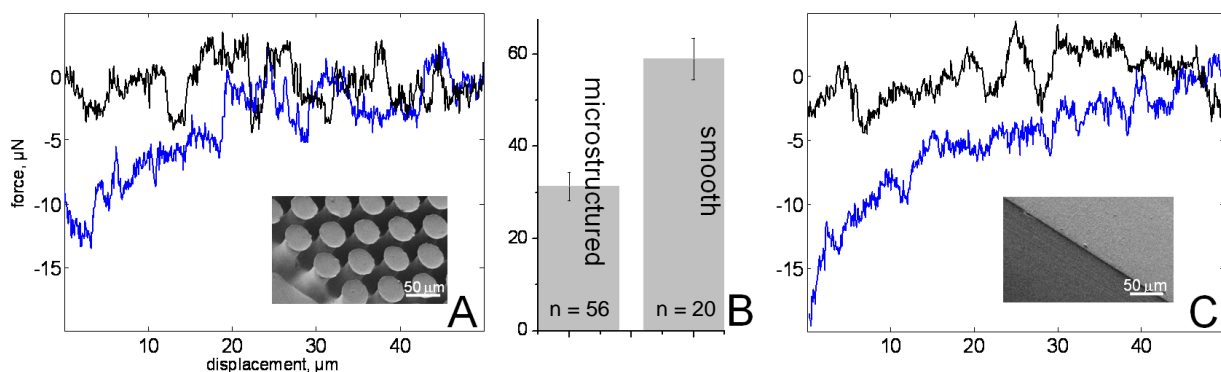


Abb.1. Annäherungsteil der Indentationskurven im geladenen Zustand (blau) und nach Entladung (schwarz) der mikrostrukturierter PVS-Probe (A) und der glatten PVS-Probe (C). Vergleich der Mittelwerte der maximalen elektrostatischen Kraft beider Proben (B). REM-Bilder der künstlichen mikrostrukturierten Probe (kl. Bild in A) und der glatten Probe (kl. Bild in C).

GEFÖRDERT VOM

### Effekte der Oberflächenladungen

- Elektrostatische Kräfte, die während des Kontaktabreißens auftreten, sind deutlich kleiner als Van-der-Waals-Kräfte und als Kapillarkräfte zwischen Glas und Polyvinylsiloxan (PVS). Sie verursachen eine Adhäsionsspannung von ca. 5 kPa. Die Arbeit, die aufgebracht werden muss, um die Kontaktpartner zu trennen (Work of Adhesion, WoA), wird durch die Anwesenheit elektrostatischer Kräfte verdoppelt (Abb. 1).
- Die Nettoladung ist unabhängig von der Anpresskraft.
- Die durchschnittlichen elektrostatischen Kräfte sind bei mikrostrukturierten PVS-Proben kleiner als bei glatten Kontrollproben.

### Zusammenfassung und Ausblick

- Elektrostatische Kräfte bedingt durch Kontaktladungen sind ausreichend, um kleine fibrilläre biologische oder Polymer-Mikrostrukturen in Kontakt mit dem Substrat zu bringen.
- Für das biologische System sind die elektrostatischen Kräfte möglicherweise wichtig, um den Anfangskontakt der strukturierten Haftorgane mit dem Untergrund herzustellen.
- MSAMS können ihre Haftfähigkeit über Tausende von Haftzyklen beibehalten (Fa Festo in Halle 15, Stand D07). Nach Kontamination kann die ursprüngliche Haftkraft durch Abwaschen wiederhergestellt werden.
- Die Skalierbarkeit von MSAMS auf makroskopische Anwendungen wurde demonstriert (Abb. 2).

### Makroskopische Demonstration

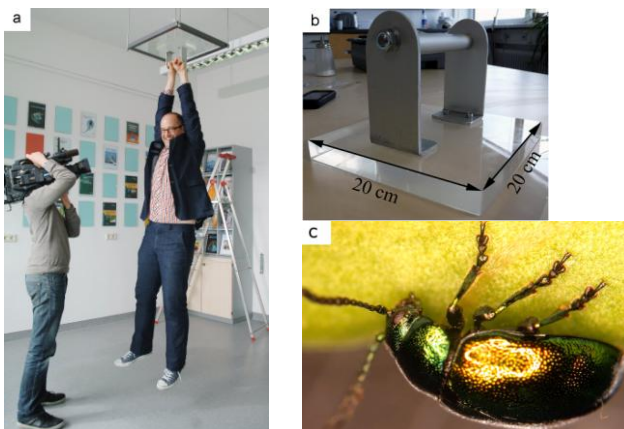


Abb.2. Foto eines erwachsenen Mannes (ca. 70 kg), der mit Hilfe einer 20 cm x 20 cm großen Plexiglasplatte, die mit einer MSAMS-Folie versehen ist, (b) an einer Glasplatte hängt (a). Abbildung (c) zeigt das biologische Vorbild der Haftfolie, den männlichen Ampferblattkäfer *Gastrophysa viridula*. Foto (a) mit freundlicher Genehmigung der Pressestelle der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel.

### Bionischer Ansatz für die Nachhaltigkeit

Als biomimetisches Produkt erlangt das neue Haftmaterial besonderen Stellenwert im nachhaltigen, sparsamen Umgang mit Rohstoffen und gleichzeitiger Sensibilisierung der Bevölkerung für den biologischen, naturphänomenalen Hintergrund bei entsprechendem Wissenstransfer.

#### iF Golden Award 2011 in category Materials



„Dieses Produkt hat seinen Gold Award verdient, weil das kein Klebeband ist, das klebt wie ein Klebstoff, sondern – dank seiner Oberflächenstrukturen – spurlos wieder entfernt werden kann. Das Material haftet nicht nur auf glatten, sondern auch an unebenen Oberflächen, sogar auf Menschenhaut, und deswegen hat es auch Potential für medizinische Anwendungen – einfach fantastisch!“  
Mit diesen Qualitäten konnte das Gecko-Tape die Jury des weltweit renommierten iF Product Design Awards überzeugen.

Gewinner des BEST OF AWARD 2011 in der Kategorie MATERIAL.

