

# Biologische Inspiration für klebstofffreies Haftmaterial

## Konsortialführer

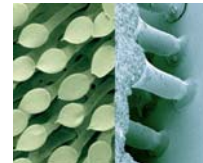
Christian-Albrechts-Universität zu Kiel  
Prof. Dr. Stanislav N. Gorb  
Am Botanischen Garten 1–9, D-24098 Kiel  
[sgorb@zoologie.uni-kiel.de](mailto:sgorb@zoologie.uni-kiel.de)  
fon: +49-431/880-4513, fax: +49-431/880-1389

## 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

Bisher wurden die Hafteigenschaften dieses biologisch inspirierten Adhäsives nur unter trockenen bzw. Unterwasser-Bedingungen auf glatten Oberflächen untersucht. Doch beispielsweise hinterlassen Insekten Fußabdrücke, die aus einem Sekret bestehen. Darüber hinaus weisen natürliche Oberflächen immer eine gewisse Rauheit auf. In dieser Arbeit wurde daher der Einfluss einer Flüssigkeit auf die Haftung auf unterschiedlich rauen Oberflächen getestet.

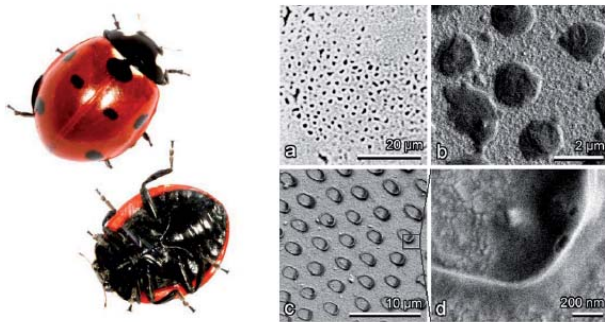


Abb.1. **Links:** Marienkäfer können sowohl Wände hoch, als auch überkopf laufen. **Rechts:** (a) lichtmikroskopische Aufnahme eines Fußabdruckes einer Fliege, (b) Kryo-REM Bild des selben Fußabdruckes, (c) und (d) Flüssigkeitsreste nach der Entfernung des Fliegenfußes nachdem er in Kontakt mit dem Substrat eingefroren war.

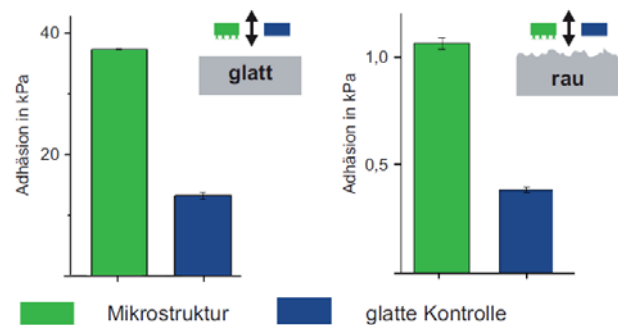


Abb.2. **Links:** Trockene Adhäsion der Mikrostruktur und glatten Kontrolle auf glattem Substrat ( $R_a=0,3\text{nm}$ ). **Rechts:** Trockene Adhäsion der Mikrostruktur und glatten Kontrolle auf rauem Substrat ( $R_a=1,06\mu\text{m}$ ). Adhäsion wurde bestimmt, indem Proben ( $\varnothing=1,5\text{mm}$ ) mit einer Geschwindigkeit von  $50\mu\text{m/s}$  mit einer Vorlast von  $124\text{mN}$  vom Substrat gezogen und die maximale Kraft gemessen wurde. Hier wird Adhäsion als das Verhältnis von Haftkraft zu Probenfläche angegeben.

## Trockene Adhäsionsmessung

- Adhäsion der mikrostrukturierten Probe ist durch eine die Rissausbreitung hemmende Geometrie erhöht.
- Adhäsion auf rauher Oberfläche ist in gleichem Maße für die mikrostrukturierte Probe als auch die glatte Kontrolle reduziert.

GEFÖRDERT VOM

## Adhäsionsmessung mit Flüssigkeit

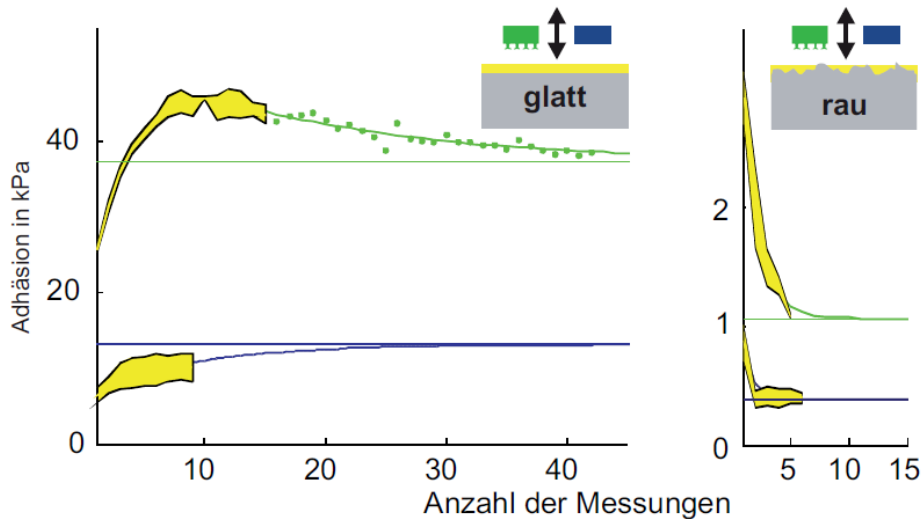


Abb.3. **Links:** Adhäsion der Mikrostruktur und glatten Kontrolle auf glattem Substrat mit Flüssigkeit (DTE Öl). **Rechts:** Adhäsion der Mikrostruktur und glatten Kontrolle auf rauem Substrat mit Flüssigkeit. Die gelben Bereiche im Diagramm stellen die Standardfehler des Mittelwertes dar. Horizontale Linien stellen den Zustand trockener Adhäsion dar. Nach Applikation der Flüssigkeit auf den Proben wurden sukzessive Adhäsionsmessungen auf immer neuen, sauberen Positionen auf dem Substrat durchgeführt.

- Flüssigkeit kann die Adhäsion der Mikrostruktur auf glatter Oberfläche erhöhen.
- Adhäsion der glatten Kontrolle wird geringer durch die Flüssigkeit.
- Mikrostruktur kann länger die Flüssigkeit halten im Vergleich zur Kontrolle.
- Adhäsion auf rauher Oberfläche ist zweimal höher durch die Flüssigkeit.
- Flüssigkeit kann nicht lange gehalten werden.

## Zusammenfassung und Ausblick

- Hauptergebnisse dieser Arbeit sind die erhöhte Haftfähigkeit der Mikrostruktur durch eine Flüssigkeit auf allen gemessenen Oberflächen und die Fähigkeit der Mikrostruktur die Flüssigkeit länger halten zu können.
- Für das biologische System bedeutet dies erhöhte Adhäsion und einen effizienteren Umgang mit dem Haftsekret.
- Zukünftig ist ein Prototyp geplant, mit welchem es möglich sein soll, Flüssigkeit durch Kanäle in den Kontakt zwischen Mikrostruktur und Substrat einzubringen.

## Bionischer Ansatz

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.

GEFÖRDERT VOM