



## Salvinia-Effekt

# Gute Luft unter Wasser

Nanowissenschaftler Thomas Schimmel löst mit Biologen Rätsel um verblüffende Eigenschaften von Schwimmfarn – und weckt Hoffnungen auf eine industrielle Anwendung.

VON MICHAEL RAUHE // FOTOS: KARLHEINZ KNOCH, ANDREA FABRY

**N**achdem das Selbstreinigungsprinzip beim Lotus-Blatt vor 20 Jahren aufgeklärt wurde, haben Nanowissenschaftler aus Karlsruhe, Bonn und Rostock ein neues Kapitel im Bereich biomimetischer Oberflächen geschrieben: die Entdeckung des Salvinia-Effekts. Der unscheinbare tropische Schwimmfarn kann unter Wasser in seinem Haarkleid eine Luftschicht halten und bleibt dabei völlig trocken. Das technologische Potenzial dieses Effekts sei erheblich, betont Professor Thomas Schimmel vom Karlsruher Institut für Technologie (KIT). Mit dem Salvinia-Effekt eröffnen sich insbesondere Perspektiven, den Energieverbrauch von Schiffen drastisch zu reduzieren.



Trickreich: Der Schwimmfarn kann unter Wasser die Luft anhalten.

Tricky: Swim fern is able to catch air under water.

Auf einer Tagung in Bad Herrenalb lernten sie sich kennen: Thomas Schimmel, der Experte für kleinste Strukturen vom Institut für Angewandte Physik und dem Institut für Nanotechnologie des KIT, und Professor Wilhelm Barthlott, der Entdecker des Lotuseffekts und international bekannte Bionik-Wissenschaftler vom Nees-Institut für Biodiversität der Pflanzen in Bonn. Ein Treffen mit Folgen: Gemeinsam haben die beiden Forscher die physikalischen Effekte der Lufthaltung beim tropischen Schwimmfarn *Salvinia molesta* aufzudecken.

Wie die Wissenschaftler herausfanden, vermag die Pflanze mit einem raffinierten Trick unter Wasser die Luft festzuhalten: Die Oberfläche ihrer feinen Blatthärchen ist Wasser abweisend. Dort sitzen winzig kleine Wachskristalle, die ähnlich wie beim Lotuseffekt eine Benetzung der Blattoberfläche verhindern. Hier kommt es aber nicht auf Selbstreinigung an, sondern darauf, auch unter Wasser eine dünne Luftschicht auf der Blattoberfläche zu halten. Wozu dient aber diese geniale Erfindung der Natur?

Wird der Schwimmfarn vom Wind oder einer Ente unter Wasser gedrückt, kann er blitzschnell ein Luftkleid aufbauen und so ein paar Tage unter Wasser überleben. Wie schafft es aber die Pflanze, die Luft im nassen Element nicht entweichen zu lassen? Das Blatt muss nicht nur Stauraum für die Luft bieten, es dürfen auch keine Luftblasen aus dem Haarkleid entweichen. Der Farn muss ja noch atmen können. Das Verblüffende ist, das *Salvinia*

*molesta* die dünne Luftschicht mühelos 14 Tage unter Wasser „einzusperren“ vermag. Für technologische Anwendungen war die Entschlüsselung dieses Effekts von höchstem Interesse. „Aber keiner verstand bisher, wie der Farn das macht“, sagt Schimmel. „Bei den bisherigen Versuchen mit künstlichen Oberflächen perlte die Luft meist bereits nach wenigen Minuten aus dem Haarkleid heraus.“

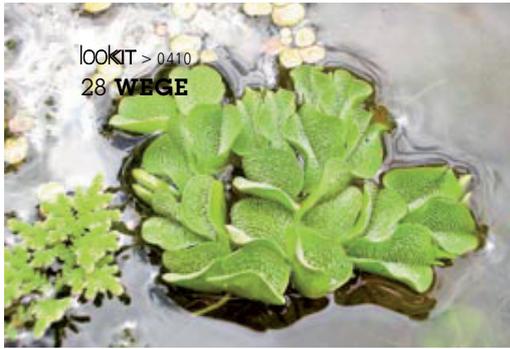
Wie Schimmel und Barthlott mit ihren Forscherteams entdeckten, ist die Lösung in der Natur einfach und genial zugleich: Die Oberfläche der einzelnen Härchen ist zwar Wasser abstoßend, ihre Spitzen hingegen sind extrem Wasser liebend – sie halten den Wasserfilm regelrecht fest. Wenn das Wasser sich von den Oberflächenspitzen der Härchen lösen will, weil sich eine Luftblase bildet, bleibt der Wasserfilm an dieser Grenzschicht, wo die Lufthülle endet und der Wasserfilm beginnt, festgeklebt.

Im Labor konnte das Team um Professor Schimmel den *Salvinia*-Effekt ganz einfach demonstrieren: Die Wasser liebenden Fleckchen der Haarspitzen wurden einfach mit einer Wasser abstoßenden Nanoschicht abgedeckt. Plötzlich war die Pflanze nicht mehr in der Lage Luft festzuhalten. Sobald die künstliche Oberfläche wieder mit Nanoklebpunkten an der Haarspitze versehen wurde, konnte die Pflanze auch wieder eine Luftschicht halten. Es ist dem Team auch gelungen, durch Messungen festzustellen, bei welchem Unterdruck die Luft



„Ein Luftkleid zwischen Schiffsrumpf und Wasser spart enorm Energie.“

**Thomas Schimmel**



lookIT > 0410  
28 WEGE



Flink: Die Pflanze baut schnell ein Luftkleid auf.  
Swift: The plant builds up an envelope of air.

verloren geht. Ein einzelnes, lebendes Pflanzenhaar chemisch so zu behandeln, dass es biologisch nicht beschädigt wird, sei eine Herausforderung gewesen, so Schimmel – und nur mit sorgfältiger Beobachtung, Kreativität und guter Zusammenarbeit zu bewältigen. Zudem brauchte es eine gute Apparatur: Da es kein Gerät gab, mit dem sich der Effekt an der lebenden Pflanze untersuchen ließ, bauten die Karlsruher eines.

Für die Lösung von Umwelt- und insbesondere Klimaproblemen ist die Entdeckung der Karlsruher und Bonner Wissenschaftler sehr bedeutsam. Was die Pflanze zum Atmen braucht, könnte man verwenden, um beispielsweise Oberflächen von Schiffsrümpfen zu beschichten: Luft. Dadurch könnte man die Reibung gegen das Wasser erheblich reduzieren. Schimmel rechnet vor: „Wenn es etwa gelänge, den Energieverbrauch der Schiffe um den Faktor zwei zu verringern, hätte man mehr Energie gespart, als wenn man alle Flugzeuge dieser Welt treibstofffrei fliegen lassen könnte.“ Ein dauerhaft angelegtes Luftkleid zwischen Schiffsrumpf und Wasser verspreche einen enormen Energie-Einsparereffekt. Es würde ihn zudem wundern, so Schimmel, „wenn der Salvinia-Effekt nicht noch andere Anwendungsmöglichkeiten bietet“. ■

## BEGRIFFE

**Lotus-Effekt:** Auf der Blattoberfläche der Lotus-Pflanze perlt Wasser in Tropfen ab. Dabei werden alle Schmutzpartikel gleich mit weggespült. Verantwortlich dafür ist eine besondere Oberflächenbeschaffenheit des Blattes, die dafür sorgt, dass sich Verunreinigungen und Mikroorganismen auf dem Blatt nicht ablagern können. Es gibt inzwischen viele Handelsprodukte, zum Beispiel Fassadenfarben, die nach dem Lotus-Prinzip funktionieren.

**Salvinia molesta** ist ein Farngewächs, das zur Familie der Schwimmfarne gehört, die ursprünglich in den Tropen Mittel- und Südamerikas beheimatet ist. *Salvinia molesta* wächst bevorzugt in stehenden oder langsam fließenden Gewässern. Ihre große Vermehrungsrate kann zu einem großflächigen Überwuchern der Wasseroberfläche und damit zu großen ökologischen Problemen für Mensch und Tier führen.

# Fresh Air Under Water

## Nanoscience Discover Salvinia Effect

Nanoscience from Karlsruhe, Bonn, and Rostock have discovered the Salvinia effect. Under water, salvinia, an otherwise unimpressive tropical floating fern, can retain air in its hairs and remain completely dry. The technical potential of this effect is great according to Professor Thomas Schimmel from Karlsruhe Institute of Technology (KIT). By means of the Salvinia effect, energy consumption of ships in particular may be reduced drastically.

If the floating fern is pressed under water by wind or a duck, it rapidly builds up an envelope of air that enables it to survive. But how does the plant manage to prevent the air from escaping? The leaf does not only have to contain a storage area for the air, it also must prevent air bubbles from leaving the hairs while the fern continues to breathe. *Salvinia molesta* has the stunning capacity to retain the thin air layer under water for 14 days at least.

Schimmel and his colleagues have now discovered the trick found by nature. While the surface of the individual hairs is water-repellent, their tips are able to retain the water film. If the water detaches from the surface tips of the hairs when a bubble forms, the water film remains adherent to the boundary layer where the air layer ends and the water film starts.

Schimmel's team demonstrated the Salvinia effect at the laboratory. The water-retaining hair tips were simply covered by a water-repellent nanocoating. Suddenly, the plant was no longer able to retain the air. As soon as the artificial surface was covered by adhesive nanodots at the hair tips, the plant regained its capacity to retain an air layer.

MICHAEL RAUHE // TRANSLATION: MAIKE SCHRÖDER

Diesen Artikel bekommen Sie in elektronischer Form unter [www.aph.uni-karlsruhe.de/schimmel/salvinia.html](http://www.aph.uni-karlsruhe.de/schimmel/salvinia.html)