

Hai-Tec in Wasser und Luft

Die Haut schneller Hochseehaie wurde zum Vorbild für die Oberflächen von Schwimmanzügen, Segeljachten und Flugzeugen.



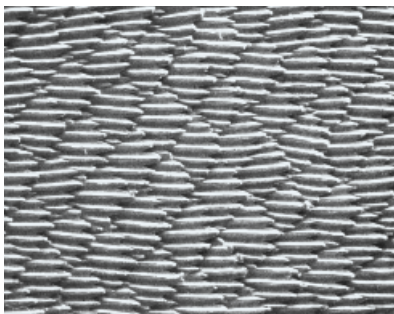
01 _ Der weiße Hai ist ein sehr schneller Schwimmer



02 _ Profischwimmer im Fastskin-Schwimmanzug

V1 Untersuche verschiedene biologische und technische Oberflächen mit Lupe und Mikroskop. Zeichne die Strukturen und vergleiche sie.

V2 Lasse ein Fahrzeug auf einer schiefen Bahn aus verschiedenen Materialien fahren (z. B. Glas, Schmirgelpapier, Teppich). Beobachte und miss die Geschwindigkeit.



03 _ Haifischhaut (REM)

Die Hersteller von schnellen Autos und Flugzeugen setzen normalerweise auf glatte Oberflächen. Raue Oberflächen erhöhen den Reibungswiderstand. Um so erstaunlicher war es, als der Tübinger Paläontologe Reif auf den Schuppen von schnellen, beutejagenden Hochseehaien, deren Spitzengeschwindigkeiten auf 70 km / h geschätzt werden, winzige Rillen entdeckte. Die Haischuppen sind so angeordnet, dass sich die Rillen längs an Körper und Flossen hinziehen.

Der Berliner Strömungsmechaniker Bechert stellte Kunststoffmodelle mit dem Profil der Haischuppen her. Durch Messungen im Strömungskanal fand er heraus, dass nicht glatte Oberflächen den geringsten Widerstand erzeugen, sondern längs gerillte. Die Hai-Rillen kanalisieren die Strömung, die Querturbulenz wird verringert. Der Reibungswi-

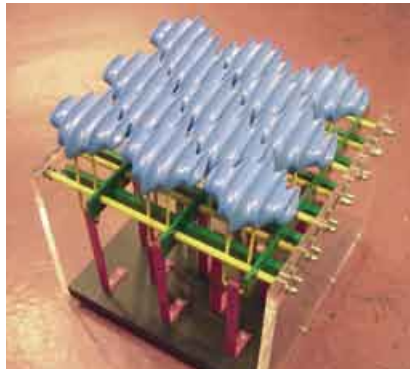
derstand kann so um bis zu 10% gesenkt werden. Diese Ergebnisse waren so beeindruckend, dass sie in verschiedenen Gebieten Anwendung fanden. So wurde die Segeljacht „Stars and Stripes“ mit einer Folie mit Mikrolängsrillen beklebt und gewann 1987 sensationell den America's Cup. Sportanzüge mit Haiprofil sollen den Reibungswiderstand z. B. bei Bobfahrern vermindern. Seit 1996 tragen auch die meisten Schwimmer, die bei olympischen Spielen gewinnen oder Weltrekorde halten, einen Hai-Anzug. Dieser eng anliegende Anzug besitzt Mikrolängsrillen entlang des Körpers, nur die Arminnenflächen sind aus Gewebe mit hohem Strömungswiderstand. Ob die Leistungssteigerung allerdings auf das Haiprofil zurückgeht oder auf andere Faktoren, z. B. das Zusammenpressen des Körpers oder mitgeschleppte Luftblasen, ist umstritten.

In einem Großversuch wurde ein Airbus 320 zu 75% mit einer Folie beklebt, die Rillen nach Vorbild der Haischuppen besitzt. Durch diese so genannte Riblet-Folie verbraucht der A320 ungefähr 3% weniger Treibstoff. Auf Langstrecken spart man so mehrere Tonnen Kerosin ein und es werden weniger Stickstoffoxide und Kohlenstoffdioxid freigesetzt. Doch die Folie ist wenig UV- und temperaturbeständig, muss regelmäßig erneuert werden und ist bei Inspektionen hinderlich. Durch die erhöhten Wartungskosten lohnen sich die eingesparten Treibstoffkosten nicht, denn Kerosin ist derzeit noch

zu preiswert. Da die Kosten hierfür nur 30% der Betriebskosten eines Langstreckenfluges ausmachen, konnte sich die Riblet-Folie nicht durchsetzen. An einer verbesserten Folie wird geforscht.

A1 Weshalb war für die Entwicklung der Riblet-Folie die Zusammenarbeit von Forschern aus verschiedenen Disziplinen notwendig?

A2 Bechert verwendete im Strömungskanal nicht Wasser, sondern Babyöl. Überlege oder recherchiere, welchen Vorteil dies hat.



04 _ Becherts Modell der Haischuppen



05 _ Airbus A 320

Gespräch mit dem Entdecker des Haischuppenprofils



Dr. Wolf-Ernst Reif ist Professor im Ruhestand der Universität Tübingen.

Herr Professor Reif, wie haben Sie die Rillen auf der Haut schnell schwimmender Haie entdeckt?

Als Paläontologe stehe ich vor der Aufgabe, aus Fossilien, z. B. aus versteinerten Haischuppen, zu schließen, wie die Tiere damals gelebt haben. Daher habe ich an heute lebenden Haien untersucht, ob der Bau der Schuppen Rückschlüsse auf die Lebensweise der Haie zulässt. Um die Rillenstruktur der Schuppen zu erkennen, reicht die Vergrößerung einer Lupe nicht aus — sonst wären die

Rillen längst zuvor entdeckt worden. Dazu benötigt man die Hilfe eines Mikroskops. Ich habe eine Technik entwickelt, Schuppen im Verband zu präparieren. Bei der elektronenmikroskopischen Untersuchung der Haut von 40 Hai-Arten hat sich bei schnellen Haien eine gewisse Einheitlichkeit der Schuppenform herausgestellt. Sie besitzen U-förmige Längsrillen. Deren Rippen, die „Riblets“, sind ca. 40 – 80 µm voneinander entfernt. Form und Größe der U-Rillen sind unabhängig von der Größe der Schuppen. Ich vermutete einen Zusammenhang zwischen diesem Bau der Schuppen und der Geschwindigkeit.

Wie sahen dies die Physiker und Ingenieure?

Mitte der 70er-Jahre biss ich bei führenden Strömungskanalphysikern in Stuttgart auf Granit. Ihre Aussage war: „Je glatter die Oberfläche, desto besser. Die Rillen sind störend. Haie können es eben nicht besser.“ Dagegen hatte ich beobachtet, dass die Schuppen an den Staukanten, der Vorderkante der Flossen, durchaus glatt sind. Später interessierte sich Herr Bechert am Institut für Turbulenzforschung in Berlin für die Haischuppen-Struktur und untersuchte sie systematisch. Er fand heraus, dass

Modelle mit Hai-Rillen den Energieverbrauch im Vergleich zu glatten Oberflächen um 8 – 11% reduzieren.

Bionik wird derzeit gefördert. Was halten Sie davon?

Die Entdeckung des Haischuppenprofils ist ebenso wie der Lotuseffekt ein Nebenprodukt der Grundlagenforschung. Ich habe Bedenken, wenn bei der Bionik anwendungstaugliche Entdeckungen erzwungen werden sollen. Das funktioniert nicht.

Ein anderes Problem besteht darin, dass in der Bionik Mechanismen der Natur erforscht werden, deren Prinzipien in der Technik meist bereits bekannt sind. Wichtig ist die Grundlagenforschung und der Blick dafür, wo etwas davon in der Technik angewendet werden könnte.

Ein Tipp für die vielen technikinteressierten Schüler?

Bleibt neugierig und vielseitig!

A3 Erkläre, wie Reif den Sport beeinflusste, obwohl er nie über Schwimmanzüge geforscht hat.

A4 Beziehe die Begriffe Top-down und Bottom-up auf die Argumente Reifs zur Bionik. Stelle die Schwierigkeiten beider Ansätze gegenüber.