

EINE EVOLUTIONÄRE ERFINDUNG

In der Entwicklung von Tauch- und Fluggerät ist die Natur der Technik Millionen Jahre voraus.
Die Stromlinienform des Pinguins lässt alle Konstruktionen des Menschen alt aussehen

Von Olaf Kanter

DI E NATUR STEHT BEI DER ENTWICKLUNG von Fischen und Vögeln vor denselben Problemen wie Ingenieure, die Schiffe und Flugzeuge bauen. Wie lässt sich ein Körper mit minimalem Energieverbrauch von A nach B befördern? Gewicht reduzieren? Antrieb optimieren? Oder doch lieber die Form?

Obwohl der Mensch sich erst seit kurzem mit derartigen Fragen befasst, ist er schon zu passablen Ergebnissen gekommen: Das Rad war wirklich eine schöne Idee. Anfängerglück? Die Natur jedenfalls experimentiert seit vielen Millionen Jahren an der Optimierung ihrer Entwürfe. Manche Patente aus den Labors von Flora und Fauna sind so kompliziert, dass die Wissenschaft sie bis heute nicht entschlüsselt hat. Seit den sechziger Jahren beschäftigen sich Forscher intensiv mit „Bionik“, der Übertragung von Naturbeobachtungen in die technische Entwicklung. Langsam tragen ihre Bemühungen Früchte.

1994 entdeckten Aerodynamiker auf den Schuppen schneller Haifischarten mikroskopisch kleine „riblets“, in Strömungsrichtung verlaufende Riefen. Der Laborversuch zeigt, dass gerillte Oberflächen weniger Widerstand bieten als glatte. Die Forscher entwickeln eine Rippenfolie und bekleben damit einen Airbus. Ergebnis: sechs Prozent weniger Luftwiderstand. Hai-Tech erspart einem Flugzeug je nach Typ zwischen 50 und 150 Tonnen Kerosin.

Beim Pinguin sind sich die Bioniker bereits vor dem ersten Experiment sicher: Er ist ein echtes Erfolgsmodell aus der Werk-

statt der Evolution. Wer im Südpolarmeer ausdauernd schwimmen muss, steht unter einem extremen Anpassungsdruck. In den Tropen fällt eine bunte Extradeder kaum ins Gewicht. Aber Pinguine müssen in der antarktischen Kälte für ihren Lebensunterhalt hart arbeiten. Dazu brauchen sie eine optimale Ausrüstung.

1989 reisen Boris Culik und Rory Wilson vom Kieler Institut für Meeresforschung und der Berliner Bioniker Rudolf Bannasch in die Antarktis, um Grund-

WÜRDEN PINGUINE BENZIN TANKEN, KÖNNTEN SIE MIT EINEM LITER 2500 KILOMETER WEIT SCHWIMMEN

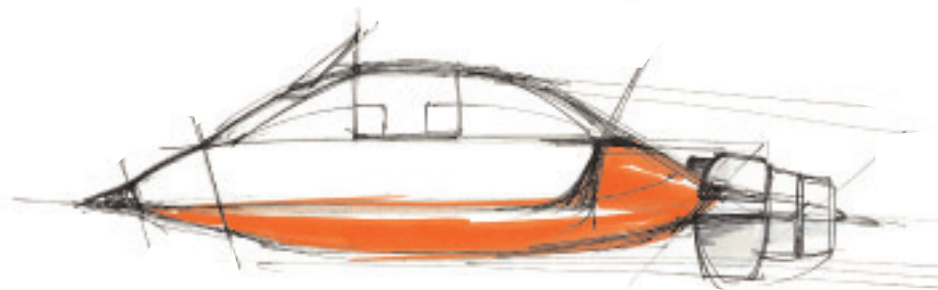
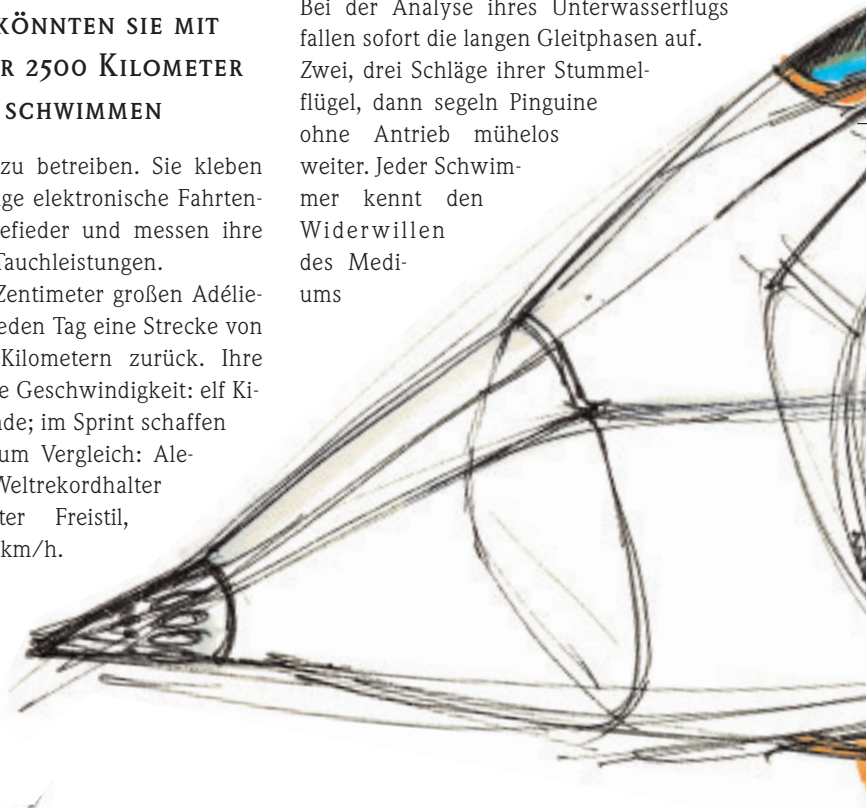
lagenforschung zu betreiben. Sie kleben Pinguinen winzige elektronische Fahrtenschreiber ins Gefieder und messen ihre Schwimm- und Tauchleistungen.

Die nur 55 Zentimeter großen Adéliepinguine legen jeden Tag eine Strecke von mehr als 100 Kilometern zurück. Ihre durchschnittliche Geschwindigkeit: elf Kilometer pro Stunde; im Sprint schaffen sie 25 km/h. Zum Vergleich: Alexander Popow, Weltrekordhalter über 50 Meter Freistil, kommt auf 8,3 km/h.

Im Schwimm-tank ermitteln die Forscher den Energieeinsatz

ihrer Probanden. Bei normalem Reisetempo verbrauchen Adélies gerade einmal 60 Watt – so viel wie eine einfache Glühbirne. Mit einer Magensonde bestimmen die Wissenschaftler, wann Adéliepinguine fressen und wie viel. Hauptnahrungsmittel ist Krill, mit einem Brennwert von 3700 Kilojoule je 1000 Gramm. Damit kommt ein Adélie fast 200 Kilometer weit. Die Bioniker rechnen spaßeshalber vor: Würden Pinguine Benzin tanken, könnten sie mit einem Liter 2500 Kilometer weit schwimmen!

Mit einer effizienten Mechanik allein könnten sie solche Werte nicht erreichen. Bei der Analyse ihres Unterwasserflugs fallen sofort die langen Gleitphasen auf. Zwei, drei Schläge ihrer Stummelflügel, dann segeln Pinguine ohne Antrieb mühelos weiter. Jeder Schwimmer kennt den Widerwillen des Mediums



Schwerpunkt • PINGUIN

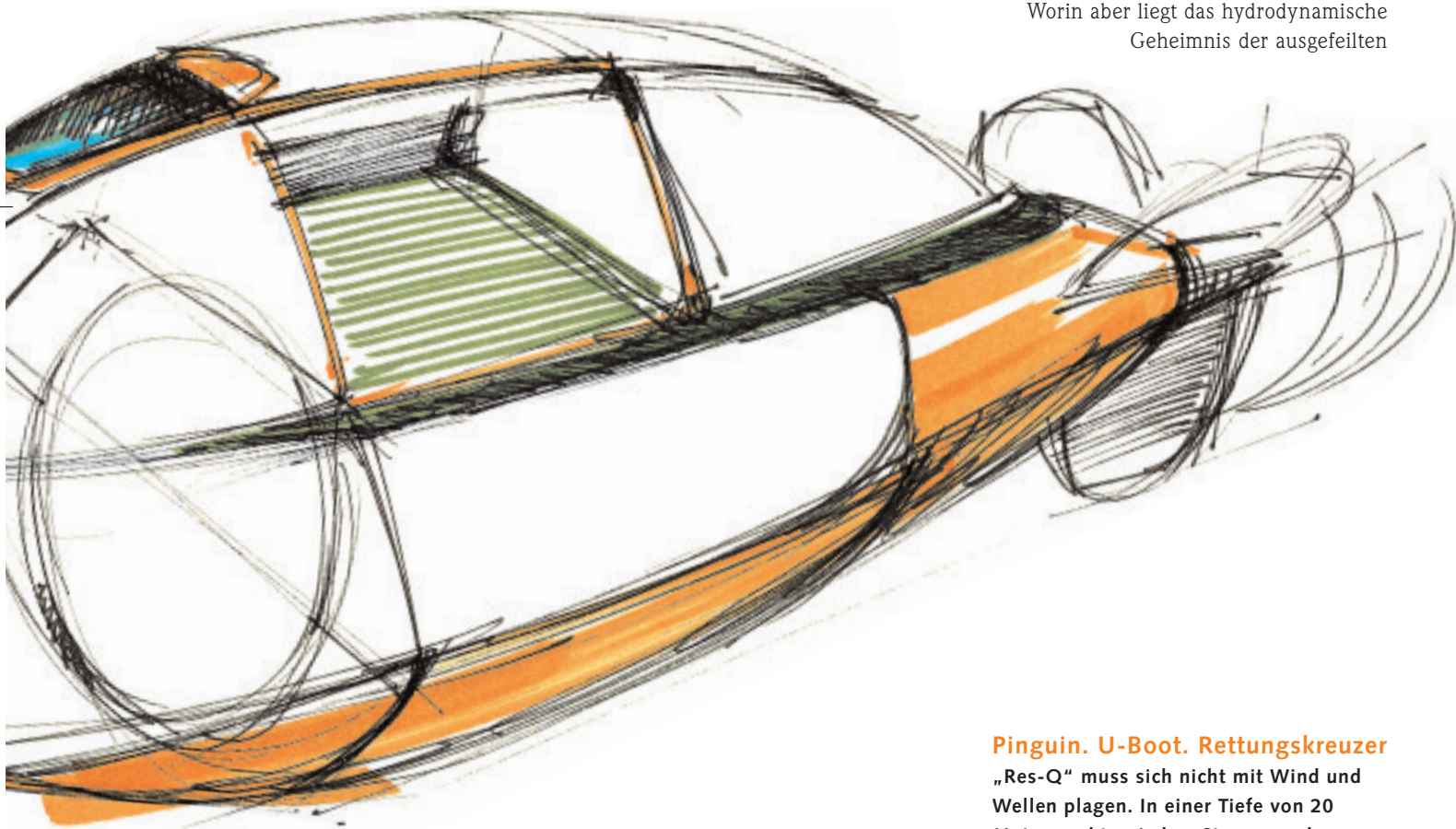
Wasser, einen Körper hindurchzulassen. Wer nicht krault, bleibt stecken. Und Ballistiker testen Schusswaffen, indem sie in ein Wasserbecken feuern; H₂O stoppt jede Kugel.

Nur der Pinguin ist kaum zu bremsen. Er muss eine fantastische Stromlinienform besitzen. Rudolf Bannasch testet sie zunächst im Windkanal. Sauber strömen die Rauchfahnen über seine Pinguinmodelle

aus Kunststoff, erst am Fußende reißt die Strömung ab. Nächste Station: der Schlepptank der Versuchsanstalt für Wasserbau und Schiffbau in Berlin. Bannasch lässt Pinguinmodelle durch das Becken ziehen und Widerstandswerte messen. Zwei Mal eichen die Messtechniker ihr Gerät nach, einmal wechseln sie sogar ihre Waage aus, weil sie den Werten nicht trauen: Der Widerstandswert liegt bei

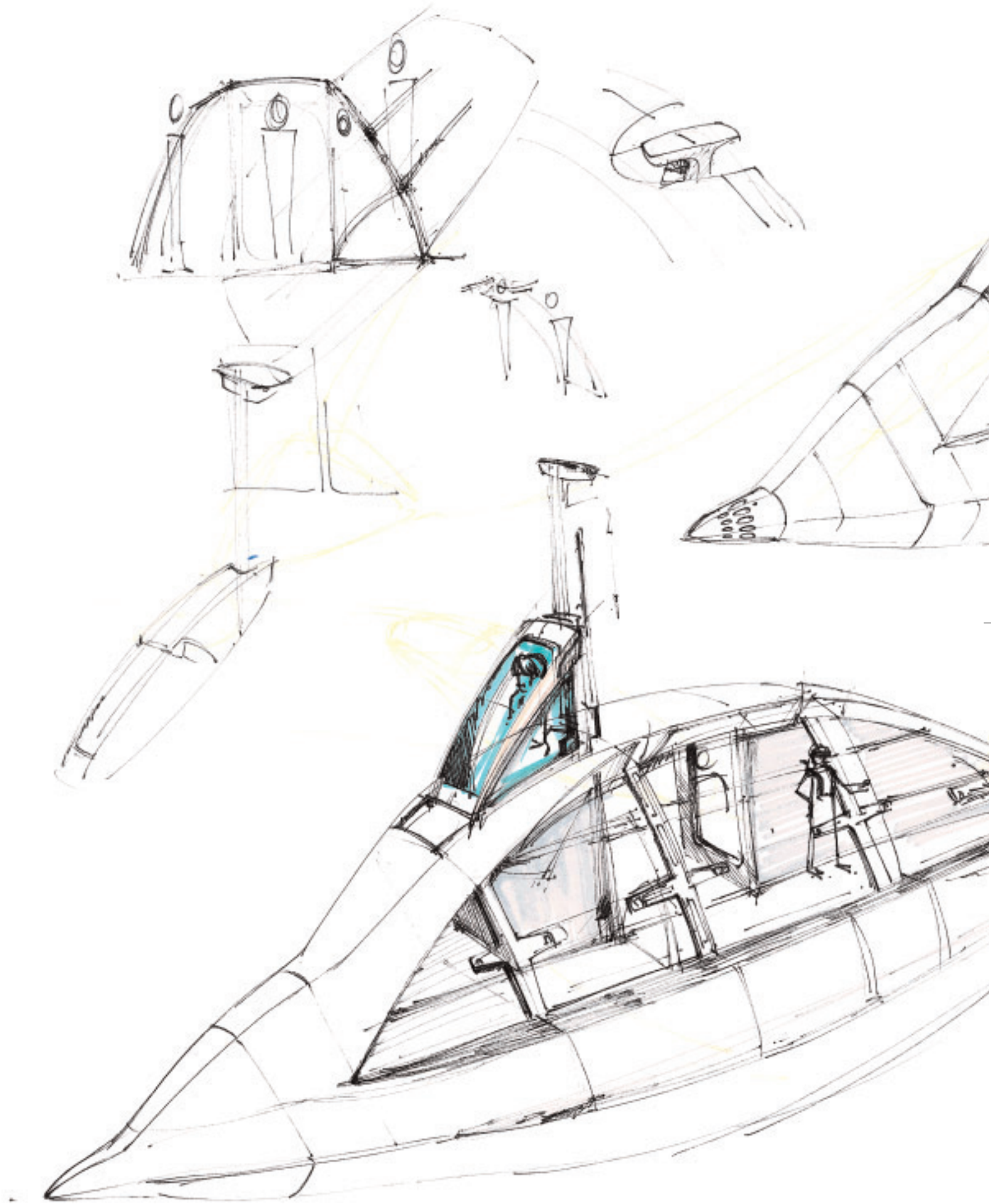
0,03. Der Vergleich mit einem Sportwagen ist zwar nicht ganz korrekt, weil der möglichst nicht frei in der Strömung fliegen sollte, aber er gibt eine ungefähre Vorstellung von der aerodynamischen Überlegenheit des Pinguins: Der Porsche 911 hat einen c_w -Wert von 0,3. Bannasch selbst benutzt gern ein anderes Bild: Ein kleiner Pinguin leistet im Windkanal denselben Widerstand wie ein senkrecht längs in der Strömung stehendes Zweimarkstück.

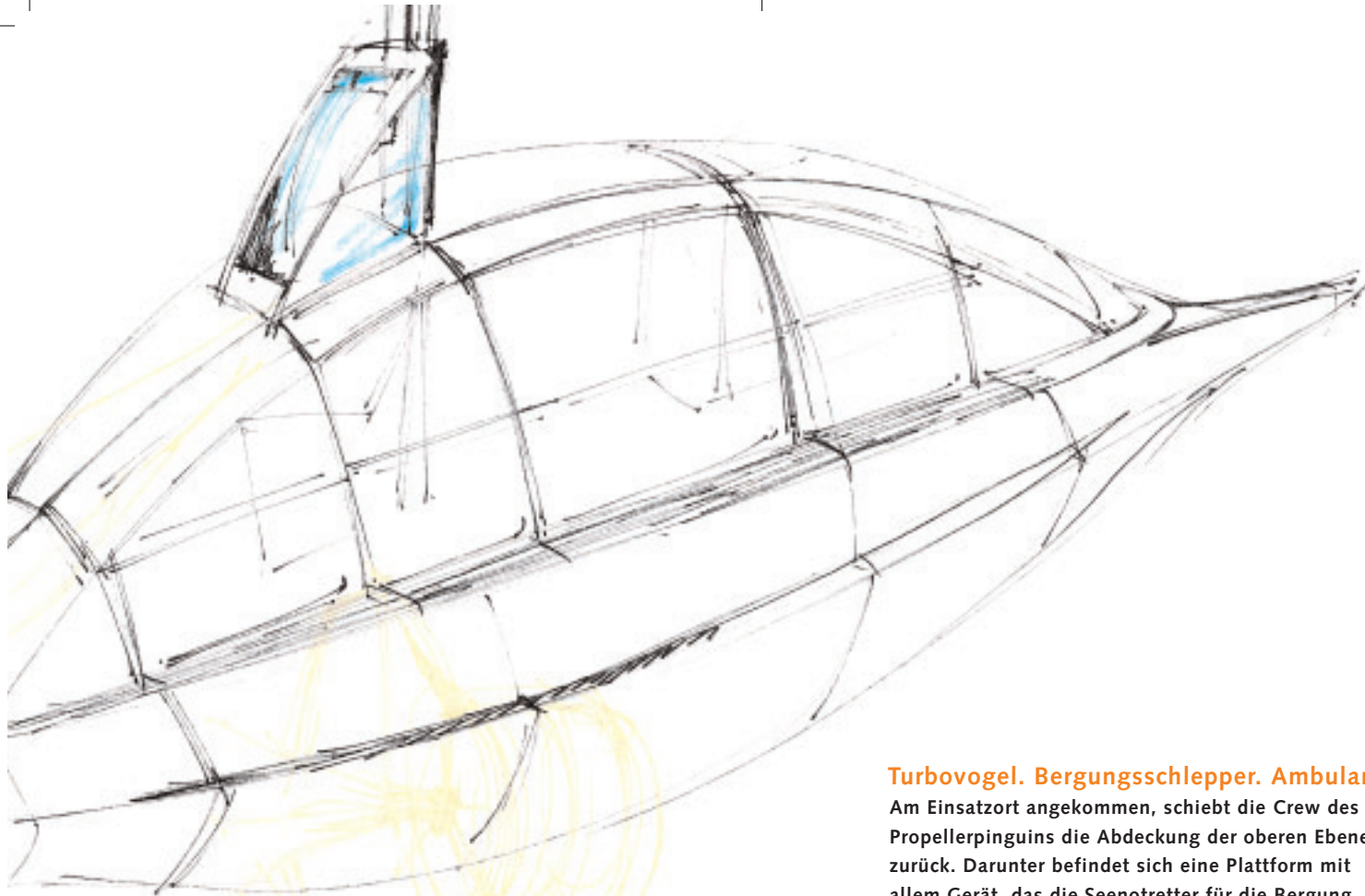
Worin aber liegt das hydrodynamische Geheimnis der ausgefeilten



Pinguin. U-Boot. Rettungskreuzer

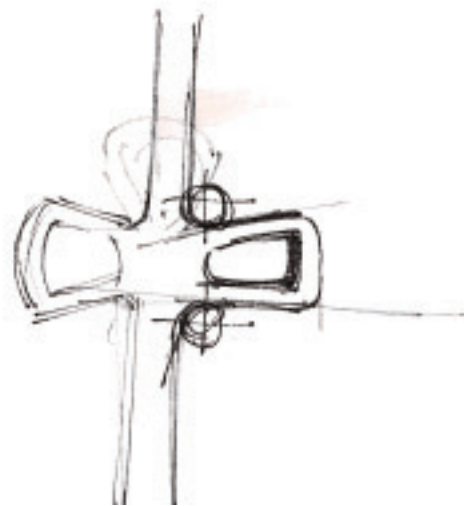
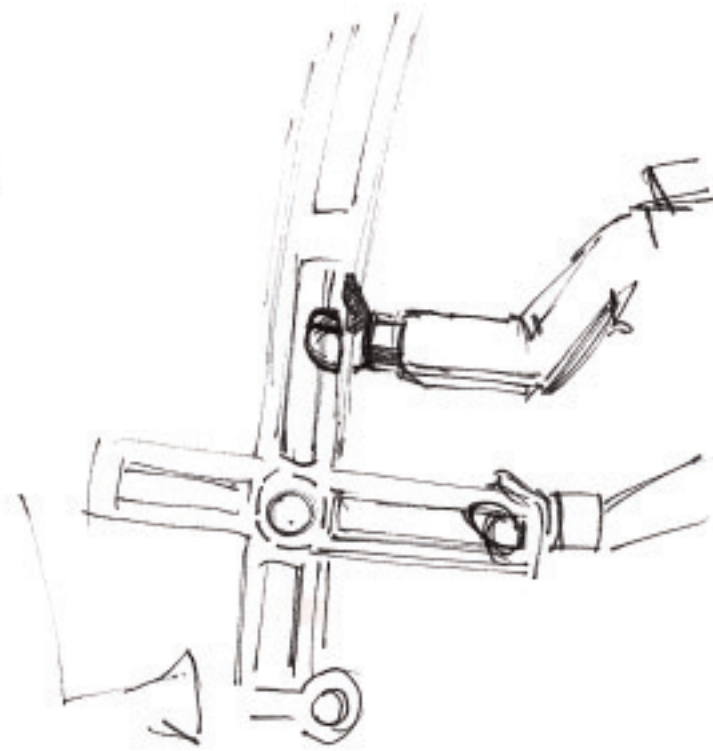
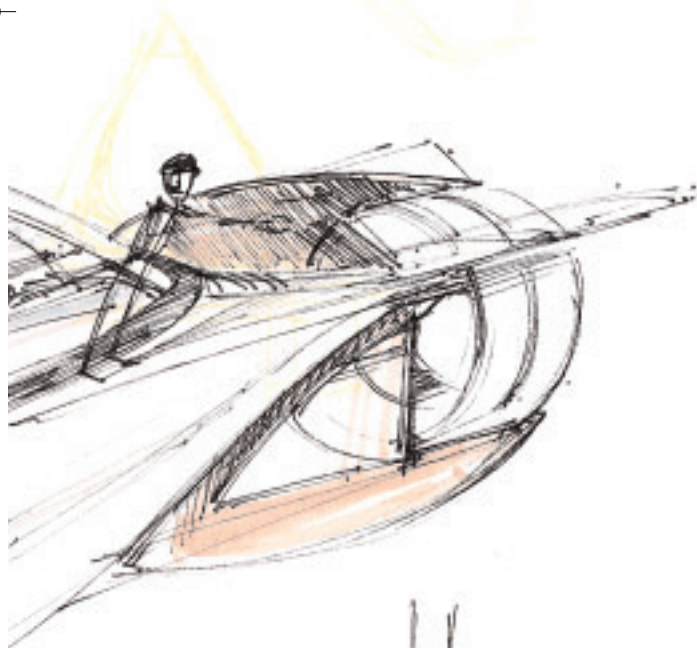
„Res-Q“ muss sich nicht mit Wind und Wellen plagen. In einer Tiefe von 20 Metern geht er jedem Sturm aus dem Weg. Dank seines bionisch optimierten Pinguinrumpfs erreicht er unter Wasser eine Geschwindigkeit von 90 km/h

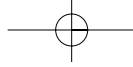




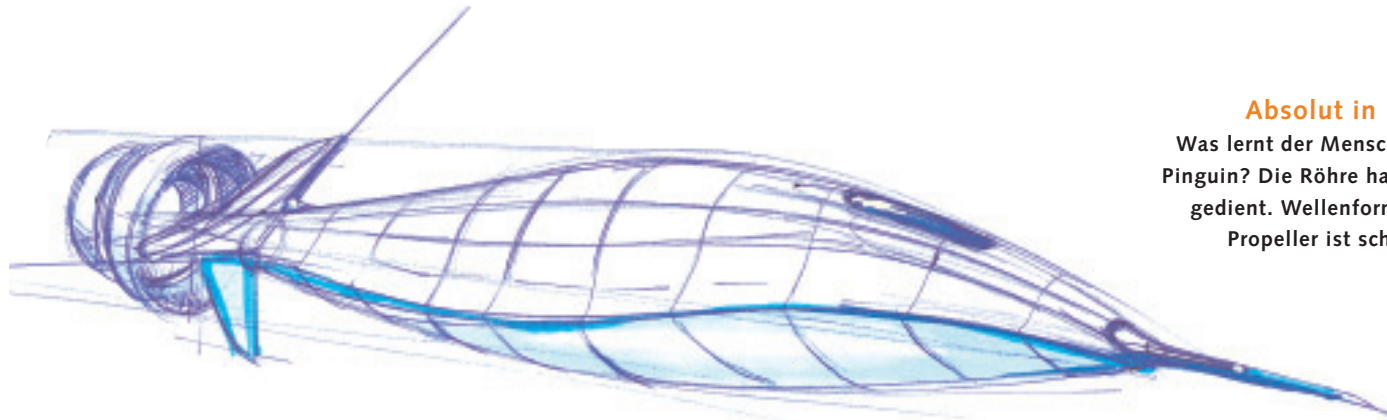
Turbovogel. Bergungsschlepper. Ambulanz

Am Einsatzort angekommen, schiebt die Crew des Propellerpinguins die Abdeckung der oberen Ebene zurück. Darunter befindet sich eine Plattform mit allem Gerät, das die Seenotretter für die Bergung von Schiffbrüchigen benötigen





Schwerpunkt • PINGUIN

**Absolut in Form**

Was lernt der Mensch vom Pinguin? Die Röhre hat ausgedient. Wellenform plus Propeller ist schneller

Form? Die Bioniker basteln ein hohles Pinguinmodell und statten es mit Sensoren aus, um im Windkanal ein Bild von der Druckverteilung auf dem Körper zu bekommen. Das Ergebnis: Über der wellenförmigen Pinguinkontur – vom spitzen Schnabel über den dicken Kopf und den schmalen Hals zum voluminösen Rumpf – wird die Verdrängungsströmung nicht in einem Rutsch beschleunigt, sondern in Etappen.

Rudolf Bannasch folgert: Der Wechsel von Druck und Entspannung reduziert den Gesamtwiderstand. Seine Beobachtung deckt sich mit Versuchen der Nasa. Forscher des Langley Research Center suchten nach der optimalen Spitze für Träger Raketen – und fanden eine „dreistufige“ Nase am effektivsten.

Lässt sich diese Erkenntnis schon technisch anwenden? Bannasch lässt an der Drehbank einen idealisierten Pinguin herstellen, bei dem weder Flügel noch Füße die Symmetrie stören. Heraus kommt eine Spindel, die auf der Vorderseite wellenförmig dicker wird und nach hinten spitz ausläuft. Dieser Rotationskörper – auf Hochglanz poliert – schneidet bei der Widerstandsmessung noch besser ab: mit einem c_w -Wert von 0,02. Seltsamerweise werden die Werte bei höherem Tempo deutlich schlechter.

Bannasch steckt seinem Kunstvogel einen Drahtring auf die Nase, um den Gefiederansatz hinter dem Schnabel zu simulieren, und siehe da: Sofort folgen die Messwerte wieder dem „echten“ Pinguin. Die Form allein genügt also nicht, um das Tempo der Vögel zu erklären. Die Strömung direkt am Körper fließt gar nicht glatt über den Pinguin. Hinter dem Schnabel stolpert sie über den Gefiederansatz. Eine dünne

turbulente Schicht bahnt dem Pinguin beim Gleitflug den Weg. Zusätzlich hilft ihm übrigens die Struktur des Gefieders, dessen Oberfläche durch Federverästelungen ein feines Rippenprofil erhält. Hai-Tech auch beim Pinguin!

Was also lernt der Ingenieur? Mit geraden Transportröhren, wie sie im Flugzeug oder U-Boot-Bau üblich sind, verschenkt der Konstrukteur Geschwindigkeit – oder die Chance, den Verbrauch zu reduzieren. Um diese Erkenntnis der Industrie schmackhaft zu machen, hat sich Bannasch inzwischen mit seiner Firma EvoLo-

**MIT EINEM c_w -WERT VON 0,03
IST DER PINGUIN ZEHN MAL
SCHNITTIGER ALS EIN PORSCHÉ**

gics als Bionik-Consultant selbstständig gemacht. Allerdings fehlt ihm zur Marktreife des Pinguindesigns noch die Formel, mit der er ihren Bauplan auf andere Dimensionen übertragen könnte. Wer die Konturen von Adélie-, Esels- und Kaiserpinguin übereinander projiziert, erkennt sofort, dass der Kaiser nicht die maßstabsgerechte Vergrößerung der Kleineren ist. Der Adélie hat einen breiten Kopf, der Esel kräftige Schultern, und Seine Majestät einen stattlichen Bauch. Jede Körpergröße erfordert ihre eigene optimale Kontur.

Trotzdem hat die Botschaft vom „maximalen Volumen bei minimalem Verbrauch“ erste Anhänger gefunden. Das Institut für Luft- und Raumfahrttechnik der Technischen Universität Berlin hat nach dem Formideal der Bioniker ein zehn Meter langes Experimentalluftschiff gebaut. Der „Luftfisch N^o. 1“ trägt drei Kilogramm

Nutzlast und absolviert Mess- und Kameraflüge. Ein großer Bruder – mit 500 Kilogramm Nutzlast – ist in Planung.

Zwei Designer aus Schwäbisch Gmünd entwarfen nach den Empfehlungen von Rudolf Bannasch einen tauchenden Rettungskreuzer. Ihre Idee: Warum sollen die Retter Mensch und Material im Kampf mit Wind und Wellen gefährden, wenn sie einfach darunter hindurch schwimmen können? Ihr „Res-Q“ schafft dank seines bionisch optimierten U-Boot-Rumpfs unter Wasser ohne Probleme 90 km/h. Science-Fiction? Nicht mehr lange.

Zusammen mit Wissenschaftlern vom Institut für Aerodynamik und Gasdynamik hat Bannasch einen Computer beschleunigte Evolution spielen lassen. Die Aufgabe des Rechners: einen eiförmigen Körper so zu modifizieren, dass er bei gleichem Volumen in der Strömung den minimalen Widerstand bieten würde. Nach einer Woche Rechenzeit gelangte der Computer zu einer Form, die eine verblüffende Ähnlichkeit mit den Konturen eines Pinguins zeigte. Die Software hat sich zwar nicht zur gewellten Nase durchringen können, aber immerhin. Die Widerstandskurve des virtuellen Tauchers sieht genauso aus wie bei den echten Pinguinen – nur liegen die Werte 20 Prozent höher.

Die Natur hält ihren Vorsprung. Noch. ☺

Olaf Kanter, Jahrgang 1962, ist mare-Redakteur für Wirtschaft und Wissenschaft.

Die Zeichnungen des „Res-Q“ stammen aus der Diplomarbeit von Rainer Subic und Admir Jukanovic, die dafür an der Hochschule für Gestaltung in Schwäbisch Gmünd vergangenes Jahr die Bestnote erhielten.

