

FORMELSAMMLUNG

WINDSPIELE

Schneller segeln als der Wind? Kein Problem, sagt der Physiker, und erklärt uns, wie das geht.

DAS SAGT DIE WISSENSCHAFT ...

Oft liest man, Segelboote können schneller sein als der Wind. Ja, das stimmt, doch gilt das nur für Boote mit geringem Wasserwiderstand: Ein Extreme-40-Katamaran kann bei einem Wind von 28 Knoten (52 km/h) bis zu 40 Knoten (74 km/h) erreichen.

Intuitiv würde man sagen, dass der Katamaran mit Rückenwind („vor dem Wind“) am schnellsten ist. Das Boot wird dann von der Luft geschoben und kann somit maximal so schnell sein wie diese. Um das „Schneller-als-der-Wind-Segeln“ zu verstehen, braucht es drei Überlegungen und einige Vektoren. Bleiben wir bei den obigen Tempoangaben und nehmen wir an, dass der Katamaran unter 90° zum Wind segelt, also mit „halbem Wind“.

Schritt 1 (Abb. 1): Ermittlung des „scheinbaren Windes“. Den Wind, den man auf einem vor Anker liegenden Boot wahrnehmen würde, nennt man „wahren Wind“ (in unserem Fall beträgt diese Geschwindigkeit $v_{ww} = 28$ kn). Weil sich der Katamaran bei der Fahrt durch die Luft bewegt, entsteht zusätzlich Fahrtwind ($v_{fw} = 40$ kn). Beide Windgeschwindigkeiten addieren sich zum „scheinbaren Wind“, den man mit dem Satz des Pythagoras berechnen kann: $v_{schw} = \sqrt{v_{ww}^2 + v_{fw}^2} \approx 49$ kn. Dieser Gesamtwind ist für den Segler spürbar und bestimmt Kurs und Segelstellung.

Schritt 2 (Abb. 2): Ermittlung der Gesamtkraft am Segel. Der Antrieb kommt nun anders zu Stande als beim Segeln vor dem Wind. Weil sich das Segel wölbt, wirkt es wie eine senkrecht stehende Tragfläche. Es entstehen Luftwiderstandskraft (F_w) und Auftriebskraft (F_A). Letztere weist unter 90° zum scheinbaren Wind parallel zur Wasseroberfläche.

Schritt 3 (Abb. 3): Ermittlung der Vortriebskraft. Die Gesamtkraft, die durch den Wind am Segel entsteht, wirkt über den Mast auf den Katamaran. Sie kann in zwei Komponenten zerlegt werden: in eine Querkraft, die durch Schwert und Ruder abgefangen wird und für die Vorwärtsbewegung keine Rolle spielt (sie führt allerdings zur spektakulären Schlagseite, der Krängung), und in eine Komponente in Fahrtrichtung, den Vortrieb. Diese relativ gesehen kleinere Komponente ist es, die das Boot gegen die Intuition auf mehr als Windgeschwindigkeit beschleunigen kann. Diese Vortriebskraft ist nämlich größer, als wenn der Katamaran vor dem Wind segelt – geringen Wasserwiderstand vorausgesetzt.

... UND WAS SAGT DER SEGLER?

„Den größten Speed erreichen Extreme 40-Katamarane mit halbem Wind, und der sollte gleichmäßig sein“, sagt Doppel-Olympiasieger Roman Hagara, „bei minimalem Wasserwiderstand. Das bedeutet ruhiges Wasser und ein möglichst geringer Reibungskoeffizient der beiden Bootsrümpfe. Wie man letzteres erreicht? Mit Nano-Beschichtungen. Mittlerweile tüftelt man auch an speziell gebogenen Schwertern. Diese sorgen für immensen Auftrieb. Bald könnten Boote über die Oberfläche schweben, nur über Schwert und Ruder mit dem Wasser verbunden.“

www.extremesailingseries.com

* Mag. Dr. Martin Apolin, 47, Physiker und Sportwissenschaftler, arbeitet als AHS-Lehrer und Lektor an der Fakultät für Physik in Wien und ist mehrfacher Buchautor.

Abb.1 ERMITTLUNG DES SCHEINBAREN WINDES

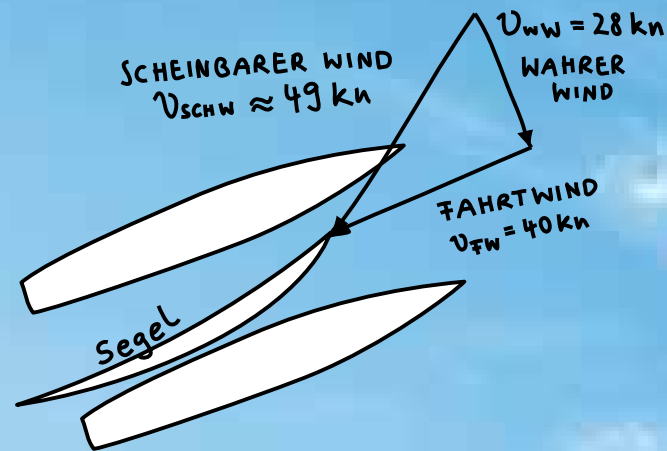


Abb.3 ERMITTLUNG DER VORTIEBSKRAFT

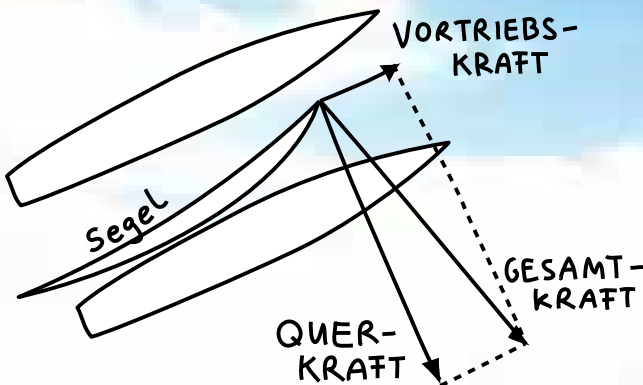
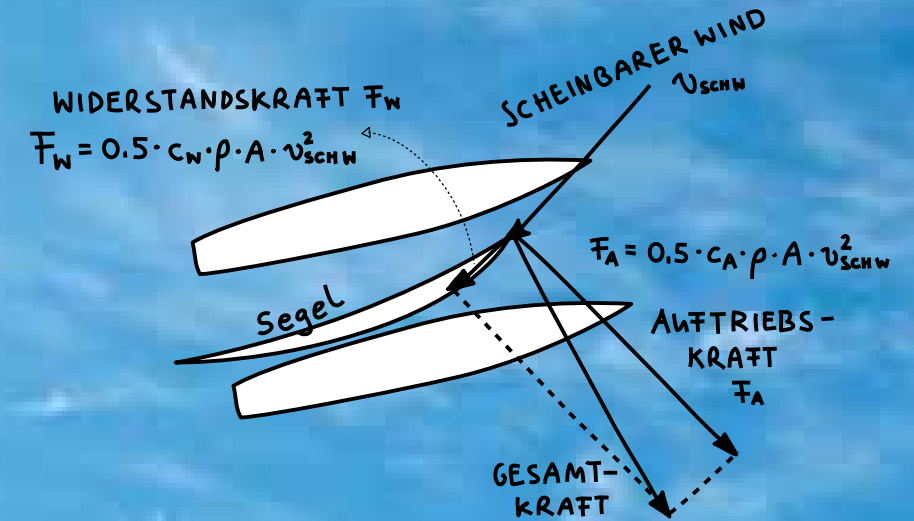


Abb.2 GESAMTKRAFT AM SEGEL



TEXT: MARTIN APOLIN, BILD: ROB TRINGALI/RED BULL CONTENT POOL, ILLUSTRATION: MANDY FISCHER



2. Juli 2011, Hafen von Boston:
Roman Hagara, Hans-Peter
Steinacher und ihr Team
segeln beim vierten von
neun Extreme Sailing Series-
Saisonbewerben hart am Wind.