



Physik des Segelns

Experience – Workshop

E-WS-Sail

proudly presented by



Inhalt



- Das Segelboot
- Segel und Schoten
- Antrieb
- Strömung am Segel

Was ist ein Segelboot?

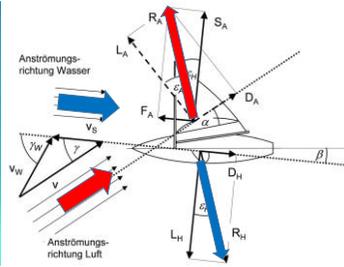


Ein System, bestehend aus

- zwei (oder mehr) miteinander verbundenen Tragflächen, die von
- zwei Medien
 - mit unterschiedlichen Eigenschaften
 - aus verschiedenen Richtungen und
 - mit verschiedenen Geschwindigkeiten

angeströmt werden.

Strömungsverhältnisse



Medien



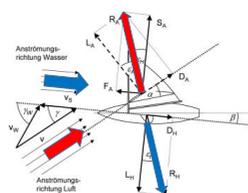
- Luft
 - Gas
 - 1,22 kg/m³
Auf Meeresspiegel bei 15°C
- Wasser
 - Flüssigkeit
 - 999,98 kg/m³
bei 3,98°C



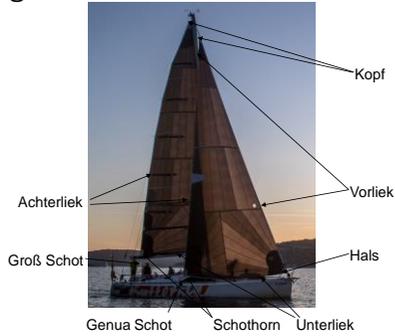
Auftriebsflächen



- Luft
 - Segel
 - Wasser
 - Kiel
 - Ruder
- angeströmt werden.



Segel & Schoten



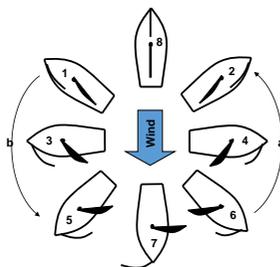
Kiel & Ruder



Antrieb eines Segelschiffes



- durch
 - Winddruck
 - Umströmung
- Gegenkraft:
 - Wasserwiderstand (D_w)
 - Luftwiderstand (D_A)
- Abhängig von
 - Bauart
 - Lateralplan
 - Rigg
 - Kurs



Winddruck



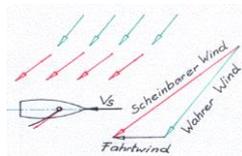
- Auf Vorwindkurs
- „Widerstandsmodus“
- Rahsegel
 - Optimal
- Hochsegel
 - Nicht gut geeignet
 - Gefahr durch den Baum
- Vorwindsegel
 - Kompromiss
 - Symmetrisch – Spinnaker
 - Asymmetrisch - Gennaker



Die drei Winde



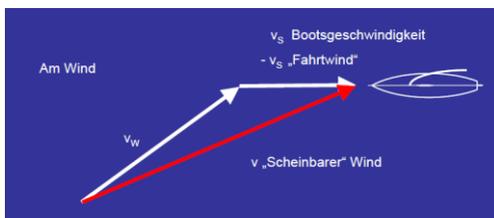
- Wahrer Wind
 - V_w
 - „meteorologischer“ Wind
- Scheinbarer Wind
 - V
 - an Bord wahrgenommen
- Fahrtwind
 - V_s
 - Bootsgeschwindigkeit entsprechend, der Fahrtrichtung entgegengesetzt



Das Winddreieck



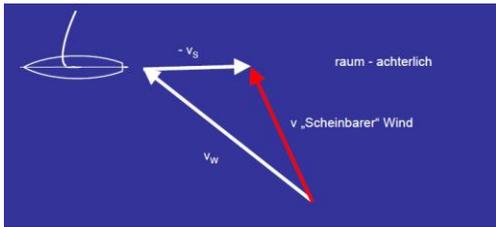
- Am Wind



Das Winddreieck



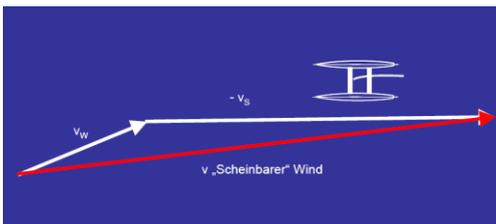
- Raumer Wind



Schneller als der Wind



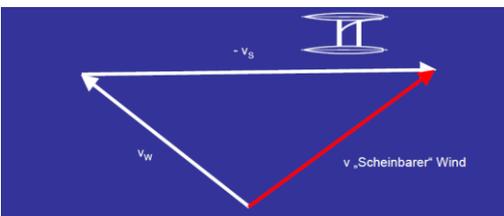
- Am Wind



Schneller als der Wind



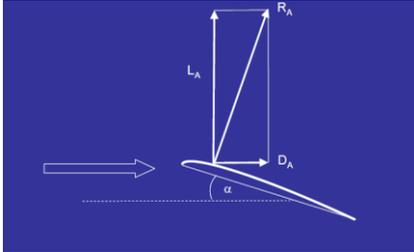
- Raumer Wind



Woher kommt der Vortrieb?



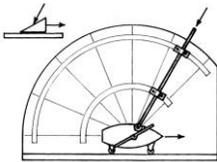
- Aerodynamischer Auftrieb L_A



Woher kommt der Vortrieb?



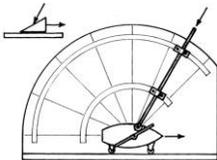
- Falsche Erklärung 1 (17. Jh., Christopher Wren)



Woher kommt der Vortrieb?



- Falsche Erklärung 1 (17. Jh.)



Begründung:

- Die Luftmoleküle führen Stoßprozesse nicht nur mit dem Segel aus, sondern auch untereinander und geben so Druck- und Scherungskräfte weiter → Fluidmechanik
- Sehr wichtig ist auch, was sich in Lee tut!

Woher kommt der Vortrieb?



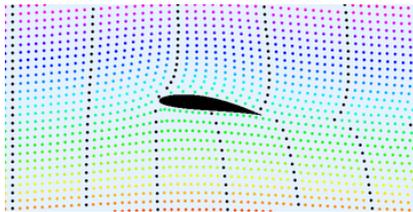
- Falsche Erklärung 2 (20. Jh.)
 - Klassisches Flügelprofil ist oben stärker gekrümmt als unten, daher muss die Luft oben schneller strömen, damit die beiden Luftströme am Ende gleichzeitig ankommen



Woher kommt der Vortrieb?



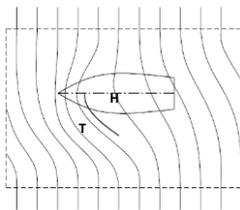
- Falsche Erklärung 2 (20. Jh.)
 - Tatsächliche Umströmung einer Tragfläche



Woher kommt der Vortrieb?



- Bernoulli - Aerodynamik



Woher kommt der Vortrieb?



- Anfahrwirbel und Zirkulation nach Bernoulli



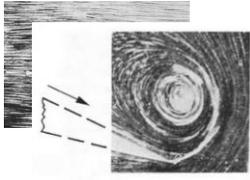
Beginn der Bewegung

Hinterer Staupunkt

Woher kommt der Vortrieb?



- Anfahrwirbel und Zirkulation nach Bernoulli

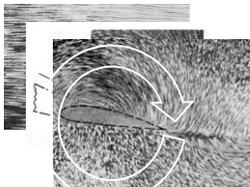


Anfahrwirbel entsteht

Woher kommt der Vortrieb?



- Anfahrwirbel und Zirkulation nach Bernoulli



Anfahrwirbel gelöst
Zirkulation steht

Anfahrwirbel



Segelbasis

Experience – Workshop

E-WS-Sail

proudly presented by



Inhalt

- Segel
- Trimm
- Stabilität
- Segelmanöver



Segel

- Art
 - Hochsegel – am Mast
 - Großsegel
 - Besan
 - Stagsegel – am Stag
 - Vorsegel
 - Fock
 - Genua
 - Beisegel
 - Spinnaker
 - Historisch:
 - Rah-
 - Gaffel-
 - Lateiner-
 - Lugger- ...



Segel Aufbau



- Ecken
 - Kopf
 - Hals
 - Schothorn
- Lieken (Seiten)
 - Vorliek
 - Achterliek
 - Unterliek
- Ausführung
 - Roll-
 - Mast
 - Baum
 - Vorliek/-Stag
 - Bindereff



Segel Funktion



- Auftrieb (Lift)
- Widerstand (Drag)
- sind Funktion von
 - Fläche
 - Profil
 - Form und
 - Tiefe
 - Anstellwinkel



Segel Vortrieb



- Auftrieb
 - Widerstand
- ergeben mit dem Rumpf (Lateralplanes)
- Vortrieb
 - Quer- (Kräng-)kraft



Trim



Trim - Segel



- Einstellung der Segel zum Wind
 - Laufender, wiederkehrender Prozess
- Durch:

	Groß-	Vorsegel
• Schoten	X	X
• Holepunktverstellung		X
• Traveller (Groß)	X	
• Baumniederholer (Vang)	X	
• Unterliekstrecke	X	
• Fall	X	X
• Vorliekstrecke (Cunningham)	X	X
• Achterstag	X	X
• Liektaue	X	X
• Riggspeisung	X	X
- Ruder

	X	X
--	---	---

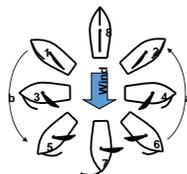
Trim - Segel



- Anstellwinkel
 - Winkel zwischen scheinbarem Wind und Segel
- Durch:

	Groß-	Vorsegel
• Schot	X	X
• Traveller	X	
• Holepunktverstellung		X
• Ein-/Ausholer (Barberholer, Inhaul)	X	
- Ruder

	X	X
--	---	---

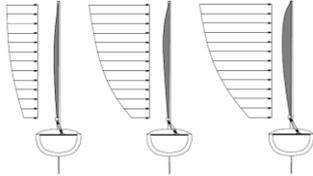


Trimm - Segel



• Twist

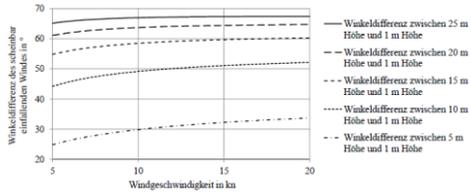
- Verwindung des Segels nach oben
- Abstand von Schothorn und Segelkopf
- Durch
 - Schot
 - Traveller/Holepunktverstellung
 - Baumniederholer



Trimm - Segel



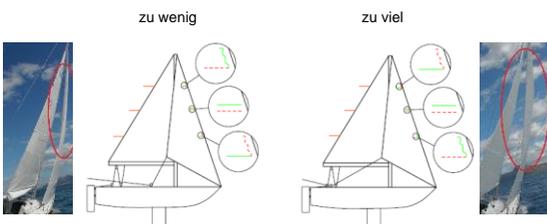
- Warum Twist?
- Windscherung durch Bodenreibung



Trimm - Segel



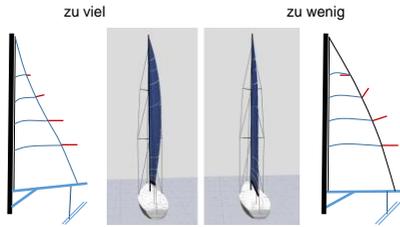
• Twist im Vorsegel



Trimm - Segel



• Twist im Großsegel



Trimm - Segel



• Profiltiefe

• Je stärker der Wind und höher der Kurs um so flacher die Segel

• Durch:

- Achterstag
- Unterliekstrecker
- Fall
- Vorliekstrecker
- Baumniederholer
- Schoten

	Groß-	Vorsegel
	X	X
	X	
	X	X
	X	X
	X	
	X	

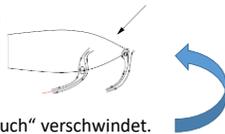
Trimm - Segel



• Basis

• Von vorne nach achtern

1. Fieren bis „Gegenbauch“



2. Anholen bis „Gegenbauch“ verschwindet.

• Segel zu dicht?!



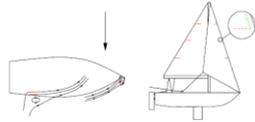
• Von unten nach oben

Trimm - Segel

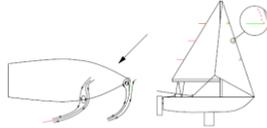


- Trimmfäden

- Segel zu dicht



- Segel zu offen



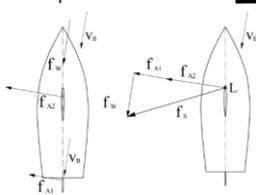
Trimm - Lateralplan



- Projizierte Fläche des Unterwasserschiffes von vorne bzw. seitlich



- Auftrieb u. Widerstand
- Trimm durch Änderung
 - der Form
 - der Lage



Trimm – Rigg



- Mast
 - Fall
 - Biegung
- Spannung
 - Wanten
 - Stagen

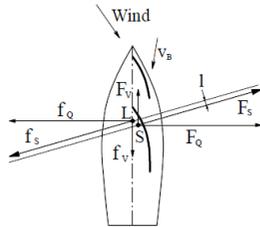


Trim



• Gierigkeit

- Die Summe der Kräfte über Wasser im Segeldruckpunkt (S) und unter Wasser im Lateraldruckpunkt (L) sind nicht auf der gleichen Wirkungslinie und erzeugen ein (Dreh-) Moment
- Luv- oder Leegierigkeit

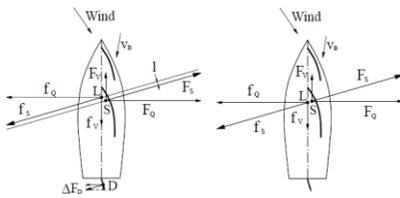


Trim - Gierigkeit



• Abhilfe:

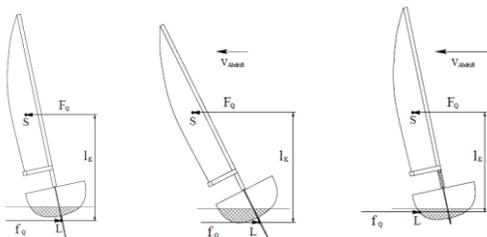
- Ruder legen



Trim - Gierigkeit



• Luvgerigkeit bei Krängung



Trimm - Gierigkeit



Abhilfe

Luvgerigkeit

- Segeldruckpunkt nach vor
 - Großsegel verkleinern
 - Großsegel fieren
 - Vorsegel vergrößern
- Lateraldruckpunkt nach achtern
 - Ruder legen - abfallen
 - Crew nach achtern
 - Schwert aufholen
- Krängung reduzieren

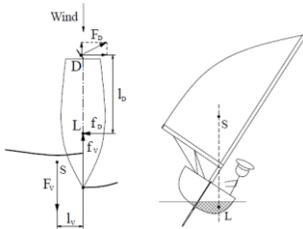
Leegierigkeit

- Segeldruckpunkt nach achtern
 - Vorsegel verkleinern
 - Vorsegel fieren
 - Großsegel vergrößern
- Lateraldruckpunkt nach vor
 - Ruder legen - anluven
 - Crew nach vor
 - Schwert fieren
- Krängung erhöhen

Trimm - Gierigkeit



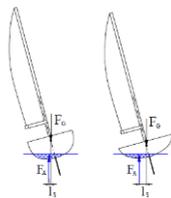
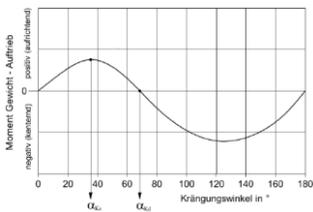
- Vorwind



Stabilität



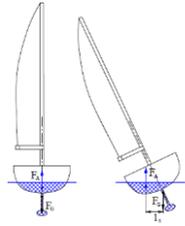
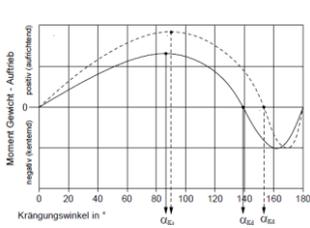
- Formstabilität



Stabilität



- Gewichtsstabilität



Manöver

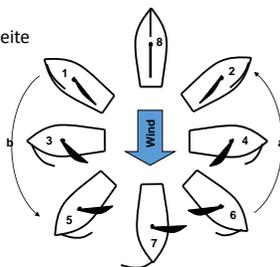


- Kurse
- Wende
- Halse
- & Sicherheit
- Ausrüstung Segelmanöver

Manöver - Begriffe



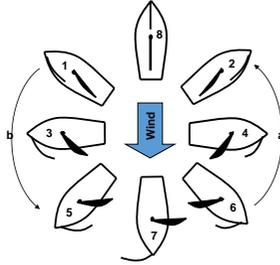
- Luv
 - dem Wind zugewandte Seite
- Lee
 - dem Wind abgewandt
 - Seite des Großbaums
- Steuerbord
 - Rechts
- Backbord
 - Links



Manöver - Kurse



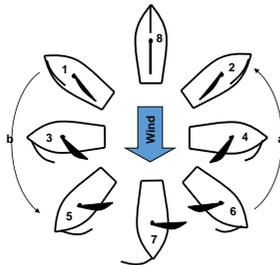
- zum Wind
 - Im Wind (8)
 - Am Wind (1, 2)
 - Halbwind (3, 4)
 - Raumschots (5, 6)
 - Vorwind (7)
- Kurswechsel
 - Anluven (a)
 - Abfallen (b)



Manöver



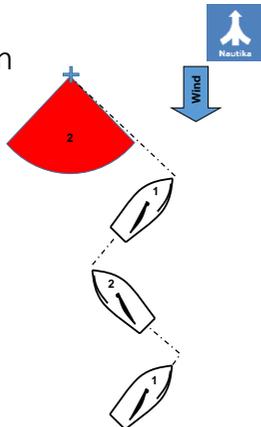
- Wende
 - Bug durch den Wind
 - 1 -> 2, 2 -> 1
- Halse
 - Heck durch den Wind
 - 5 -> 6, 6 -> 5



Manöver - Kreuzen

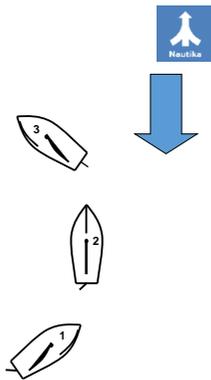


- Am Wind
 - Kreuzen
 - Schläge / Büge
 - Wind von links (1)
 - Stb-Bug
 - Wind von rechts (2)
 - Bb-Bug
 - Streckbug (1 -> 2)
 - Holebug (2 -> 1)
- Vor dem Wind
 - Halsen
 - Sonst wie oben



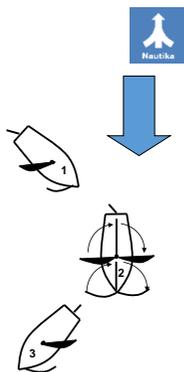
Manöver - Wende

- „Klar zur Wende“
 - Stationen besetzen
 - Schoten klarieren
 - Rückmeldg: „Klar bei ...“
- „Rhe“ (1)
 - Ruder legen
- „Vorn über“ (2)
 - Vorschot(en) los (sonst: Vorsegel „back halten“)
 - Bug geht durch den Wind (über Stag) (2)
 - Vorsegel und Groß übernehmen (3)
 - Schoten dicht
 - Trimm!



Manöver - Halse

- „Klar zur Halse“
 - Stationen besetzen
 - Schoten klarieren
 - Rückmeldg: „Klar bei ...“
- „Hol dicht die Großschot“
 - Großschot dichtholen
 - Abfallen auf tiefe Raume (1)
 - Fock fällt
- „Rund achtern“
 - Heck geht durch den Wind
 - Großbaum kommt über (2)
- „Fier auf Großschot“
 - Vorsegel shiffen (überholen) (2)
 - Ggf. Stützruder
 - Schoten fieren
 - Trimm! (3)



Ausrüstung Segelmanöver



• Winsch



• -kurbel



Sicherheit bei Manövern



- Jeder kennt das Manöver und seine Position
 - Sicherheitseinweisung
 - Manövereinweisung
 - Wer nichts zu tun hat, macht sich klein
- Nichts erzwingen
 - Mehrere Tonnen Boot sind immer stärker als Du
 - Einbringen von (noch) mehr Kraft führt meist zu Bruch und fast nie zur Lösung
 - Vorsicht vor
 - laufendem Gut
 - Schlagenden Spieren und Segeln

Q & A



- Danke
- Fragen
- Feedback

www.nautika.at
