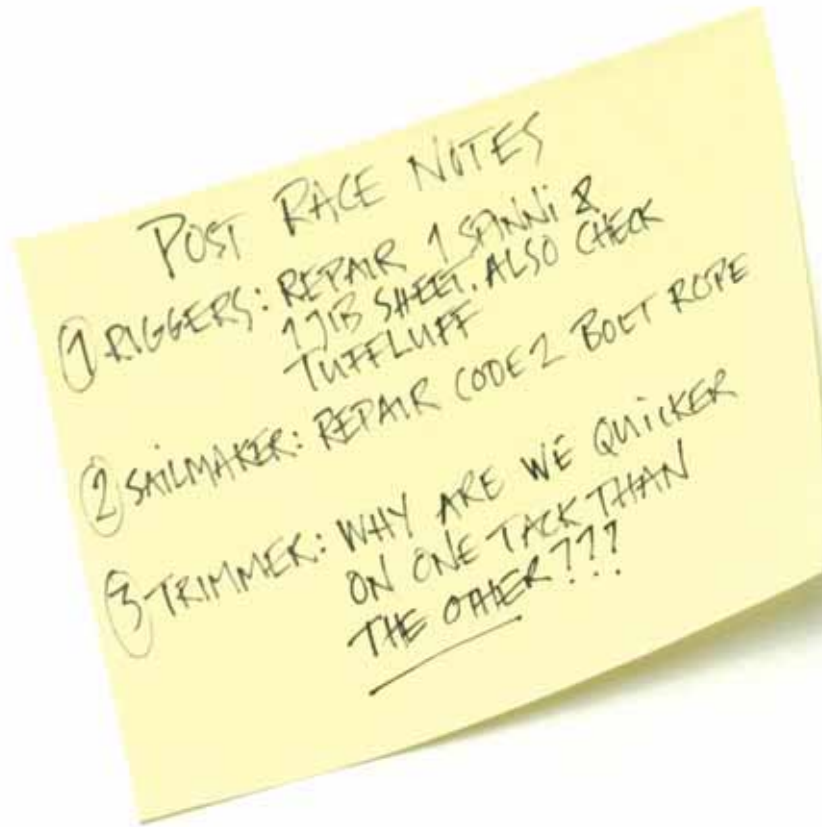


Welcome to the world  
of

**NOR**



# Der kleine Unterschied

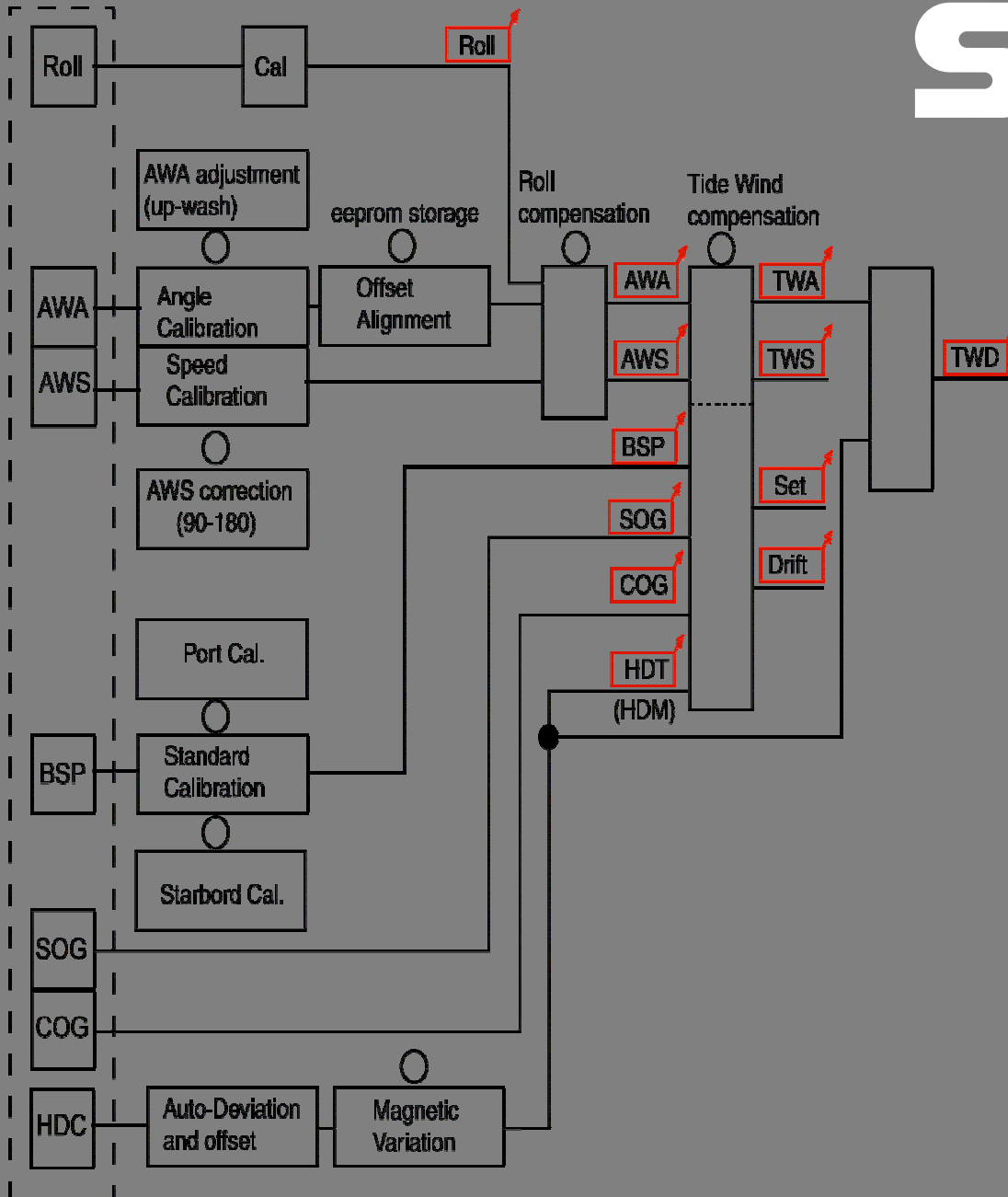


Die meisten Segler kennen den Geschwindigkeitsunterschied von einem Kreuzschlag zum anderen.



- Bei einer Umfrage wurden 50 europäische Topsegler befragt, ob Ihr Boot auf einem Bug schneller segelt als auf dem anderen.
- 48 haben dies bestätigt.
- Aber nur 1 wußte warum...

Transducers



- **BSP – Boat SPeed**  
= Bootsgeschwindigkeit durchs Wasser

Fehlerquelle:

Falsche Geber-Position

Schräg eingebauter Geber

Asymmetrisch eingebauter Geber

Anlaufwiderstand des Padderrades

Kalibrierung

- SOG – **S**peed **O**ver **G**round  
= Bootsgeschwindigkeit über Grund

Fehlerquelle:

ungenauere GPS-Daten

falscher (zu hoher) Dämpfungsfaktor

- TBS – **T**arget **B**oat **S**peed  
= theoretisch erreichbare Bootsgeschwindigkeit  
Wird von Regatta-Software im PC berechnet.

Fehlerquelle:

falsche Winddaten

Zeitverzögerung bei der

Datenübermittlung

falsche Ausgangsdaten (Vermessung)

- **HDC – Heading Compass**  
= Kompass-Kurs

Fehlerquelle:

Falsche Geber-Position

„schräg“ angebauter Kompass-Geber

magnetische Störungen

Kalibrierung

- HDM – **H**eading **m**agnetic  
= missweisender Kompass-Kurs

Fehlerquelle:

Falsche Geber-Position

„schräg“ angebauter Kompass-Geber

magnetische Störungen

Kalibrierung

- HDT – **H**eading **t**ru**e**  
= rechtweisender Kompass-Kurs

Fehlerquelle:

Falsche Geber-Position

„schräg“ angebauter Kompass-Geber

magnetische Störungen

Kalibrierung

falsche Missweisung

- **COG – Course Over Ground**  
= Kurs über Grund

Fehlerquelle:

ungenauere GPS-Daten

zu hoher Dämpfungsfaktor

# Begriffe



- AWA – **A**pparent **W**ind **A**ngle  
= scheinbarer Windeinfallswinkel  
= „gefühlter“ Windeinfallswinkel

Fehlerquelle:

„Verdreht“ angebauter Windmess-Geber

+ ??????????????



- **AWS – Apparent Wind Speed**  
= scheinbarer Windgeschwindigkeit  
= „gefühlte“ Windgeschwindigkeit

Fehlerquelle:

„Verdreht“ angebaute Windmess-Geber  
Anlaufwiderstand

+ ????????????

**TWA – True Wind Angle**

= wahrer Windeinfallswinkel

= scheinbarer Windeinfallswinkel +  
Bootsgeschwindigkeit

Fehlerquelle:

„Verdreht“ angebauter Windmess-Geber  
falsche Bootsgeschwindigkeit

Abdrift und Strömung

- **TWS – True Wind Speed**  
= wahre Windgeschwindigkeit  
= scheinbare Windgeschwindigkeit +  
Bootsgeschwindigkeit

Fehlerquelle:

„Verdreht“ angebauter Windmess-Geber

Anlaufwiderstand

Abdrift und Strömung

**TWD – True Wind Direction**

= wahre Windrichtung

= scheinbarer Windeinfallswinkel +

Bootsgeschwindigkeit + rechtweisender  
Kurs

Fehlerquelle:

alle Geber-Einflüsse

**GWD – Ground Wind Direction**

= geographische Windrichtung

= scheinbarer Windeinfallswinkel +

Bootsgeschwindigkeit + rechtweisender

Kurs + Abdrift + Strömung

Fehlerquelle:

alle Geber-Einflüsse

# Begriffe



VMG – **V**elocity **M**ade **G**ood  
= optimaler Kurs nach Luv (oder Lee)

Wieso Kurs ?

VMG ist doch eine Geschwindigkeit !

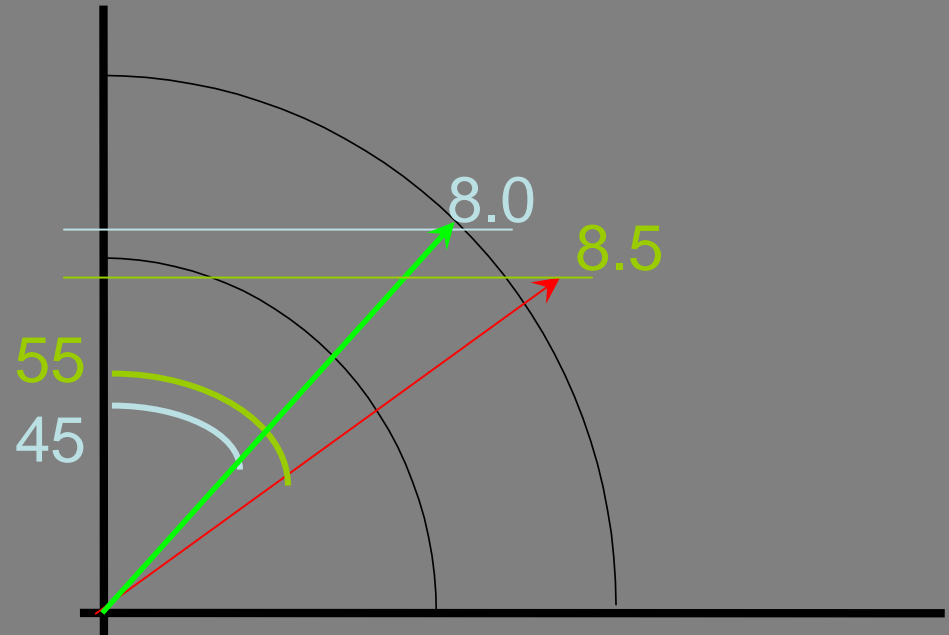


# Begriffe

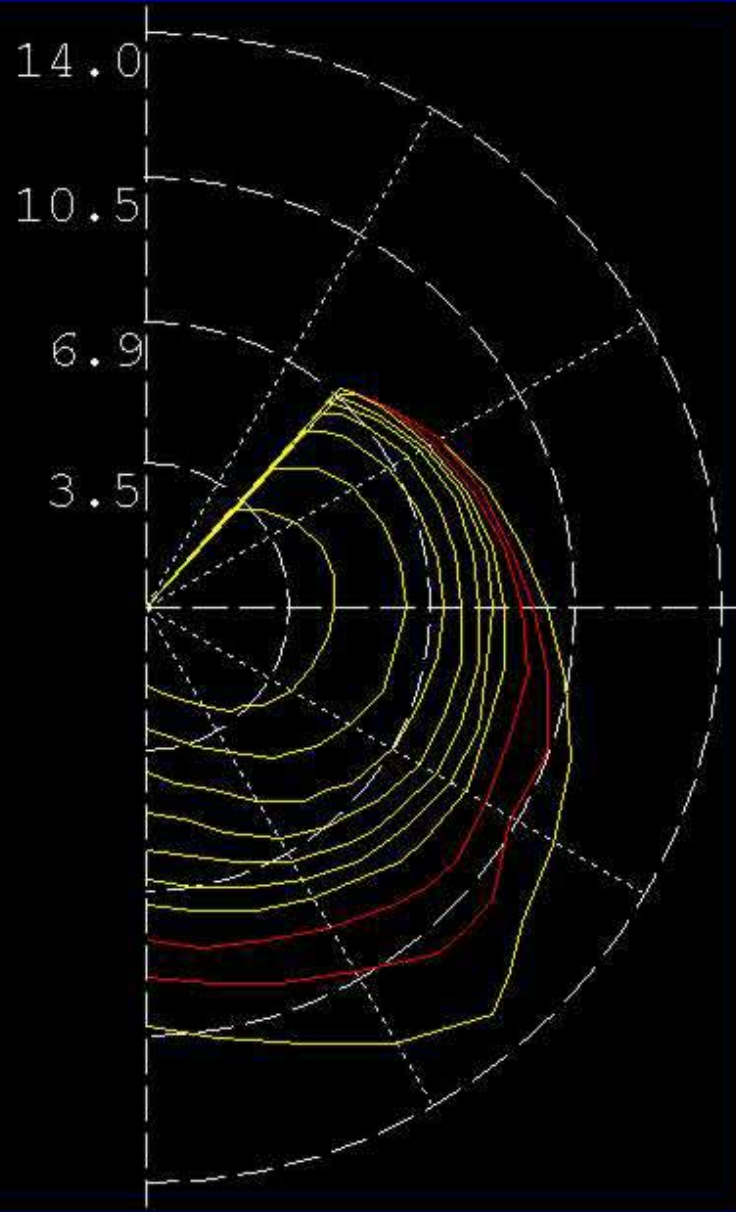
$$\text{VMG} = 8.5 \times \cos(55) = 4.87$$

$$\text{VMG} = 8.0 \times \cos(45) = 5.65$$

0.78 Knoten schneller  
nach Luv



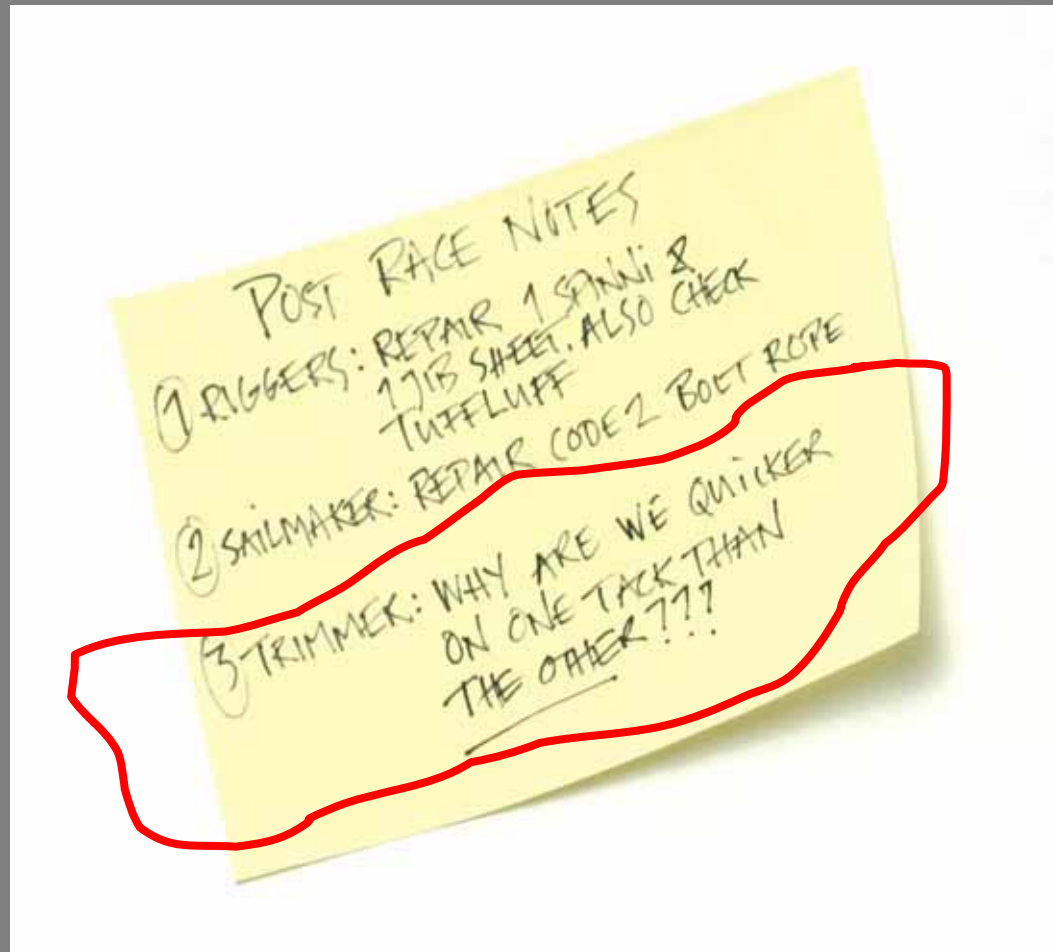
BSP Boat Speed



# SILVA

Get out there™





# Warum?



Haben Sie jemals darüber nachgedacht, warum Boote auf einem Bug effizienter segeln als auf dem anderen Bug ?



# Typische Begründungen :



Der Kiel ist schief

Falscher Riggtrimm

Das Ruder ist krumm

Das Log zeigt falsch an

Seegang

Der Rudergänger steuert schlecht



Nie erwähnt :



# Wind-Shear

(Scherwind)



# Die Drehung der Erde **SILVA**

Get out there™

Die Erde dreht sich gegen den Uhrzeigersinn mit einer Geschwindigkeit von 465 m/s am Äquator.

Die Rotation beeinflusst die Luftbewegung als Teil des Druckausgleiches, bei dem die Erdbeschleunigung und Gegenkräfte Einflüsse auf bewegliche Objekte haben.



Dieser durch die Rotation hervorgerufene Einfluss wird nach dem französischen Physiker Coriolis-Effekt genannt.

Der Coriolis-Effekt ist an den Polen am größten, am Äquator dagegen Null

# Der Wetter-Krieg



Es herrscht ein regelrechter “Wetter-Krieg” zwischen zwei Kräften.

Die eine Kraft versucht, einen Ausgleich des durch unterschiedliche Temperaturen hervorgerufenen Luftdrucks herzustellen.



# Der Wetter-Krieg

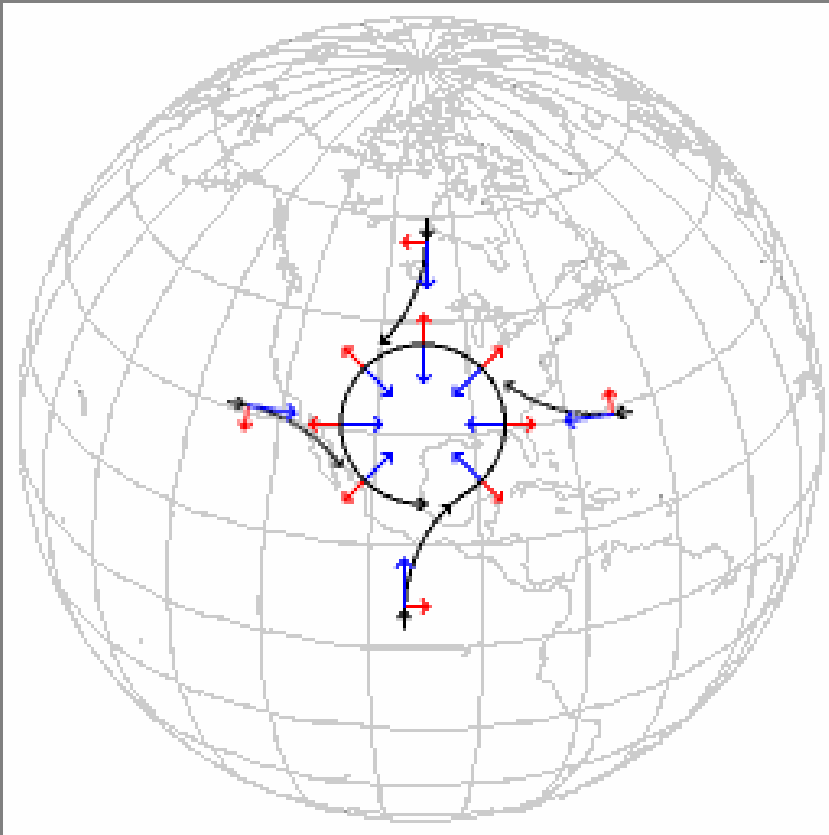


Die andere Kraft versucht, die Luft dorthin zurück zu befördern, von wo sie in kreisförmigen Bahnen herkommt (Coriolis-Effekt).

Dieser “Kampf” zwischen den “Kräften” hat viele Naturereignisse zur Folge – daraus entsteht unser Wetter und unser Klima.



# Der Wetter-Krieg



Corioliseffekt bei einem Tiefdruckgebiet.

Rot:  
horizontale Komponente  
der Corioliskraft

Blau:  
Druckgradientenkraft

# Coriolis - Kraft



Was ist die Coriolis-Kraft ?

Die Erde rotiert gegen den Uhrzeigersinn

Bewegliche Objekte werden auf der nördlichen Halbkugel nach rechts abgelenkt

Auch Wind ist ein bewegliches Objekt



# Coriolis - Effekt



Durch die Erdrotation dreht der Wind gegen den Uhrzeigersinn auf der Nordhalbkugel –  
und mit dem Uhrzeigersinn auf der Südhalbkugel.



# Coriolis - Effekt



Eigentlich würde der Wind gerade in das Zentrum des niedrigen Luftdrucks strömen, um einen Druckausgleich herzustellen.

Aber wenn sich die “Luft-Objekte” bewegen, werden Sie (auf der Nordhalbkugel) durch den Coriolis-Effekt nach rechts abgelenkt.



# Coriolis - Effekt



Die “Luft-Objekte” (der Wind) bewegen sich kreisförmig um die Mitte des niedrigen Luftdrucks und langsam zu seinem Zentrum.

Diese Ablenkung ist unabhängig von der ursprünglichen geographischen Richtung, da die Beschleunigung rechtwinklig zur Bewegungsrichtung erfolgt.



Die Windgeschwindigkeit nimmt durch den Reibungswiderstand der Erdoberfläche (der Wasseroberfläche) mit abnehmender Höhe ab.

Wir wissen, dass sich bei veränderter Windgeschwindigkeit auch die Windrichtung durch den Kräfteausgleich zwischen der Coriolis-Kraft und dem Druckausgleich verändert.

Der “langsamere” Wind dreht mehr in Richtung des niedrigen Luftdrucks.

Dieser Reibungswiderstand ist abhängig von der Höhe, der Temperatur, der Luftfeuchtigkeit und... und.... und....

# Windeinfallswinkel



Diese von der Höhe abhängige  
Veränderung von Windrichtung und  
Windgeschwindigkeit nennt man

## Wind-Shear

(Scherwind)



# Windeinfallswinkel



Die Windgeschwindigkeit nimmt ab, je näher man der Erdoberfläche kommt.

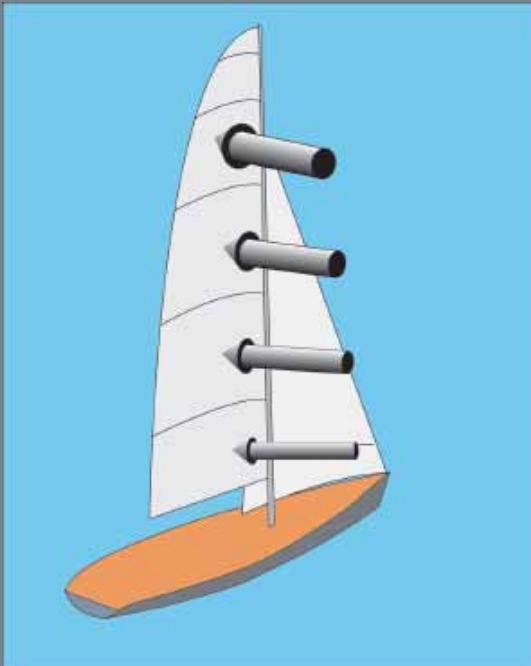
Geringere Windgeschwindigkeit =  
geringe Coriolis-Kraft

Der Wind dreht weniger nach rechts, weil er weniger abgelenkt wird.



# Wind-Shear

Der Wind dreht vom Masttop nach unten gegen den Uhrzeigersinn, also nach links. (schert aus)



Wind von Steuerbord



Wind von Backbord

# Probleme durch Wind-Shear



Wind-Shear bereitet und grosse Probleme.

Wir verlieren die Referenz bei der Messung des Windeinfallswinkels.

Wir messen den Windeinfallswinkel am Masttop und kennen dennoch nicht den Windeinfallswinkel an Deck.



# Probleme durch Wind-Shear



Aber wir haben einen Windeinfallswinkel und eine Windgeschwindigkeit, deren Werte sich “auf dem Weg vom Top zum Deck” verändern.

Wir können diese “Schere” nicht sehen, aber wir bemerken “strange things”.



# Probleme durch Wind-Shear



Kenntnis ist besser als Rätseleuten.

Die “einzige” Windmessung am Masttop spielt eine wichtige Rolle in der Beurteilung der Effektivität der Segelstellung.



# Probleme durch Wind-Shear



Insbesondere, wenn ein Polardiagramm als “Entscheidungshilfe” benutzt wird, muss man berücksichtigen, dass der “Input” für das Polardiagramm mit “falschen” Werten arbeitet.



# Probleme durch Wind-Shear



Es werden der Windeinfallswinkel und die Windgeschwindigkeit am Masttop und nicht dort, wo diese den größten Einfluss auf das Segel (und den Segeltrimm) haben, gemessen.

Dieser “falsche Input” in das Polardiagramm führen also zu einer falschen Berechnung der Target Boat Speed, da mit falschem Windeinfallswinkel und falscher Windgeschwindigkeit gerechnet wird



# Und nun ?



Da der Bezugspunkt, von dem aus wir unsere Leistung messen “falsch” ist oder

weil wir glauben, dass unsere Instrumente falsch anzeigen



# Kommentare an Bord



Wir müssen besser trimmen

Wir steuern zu tief

Wir haben zu wenig Speed

Die Instrumente zeigen falsch an: Wir haben auf Steuerbord und Backbord unterschiedliche Windwinkel



# Tack angle



Durch den Wind Shear besteht ein Unterschied in der Effektivität der Segel, da der aktuelle Segeldruckpunkt auf Steuerbord und Backbord unterschiedlich ist.

Auf Backbordbug kommt der Wind am Masttop achterlicher und das Boot krängt stärker. Der Rudergänger wird etwas höher steuern, dies führt aber zu größerer Abdrift und die Geschwindigkeit sinkt.



# Tack angle



Das Wind-Instrument zeigt die Verhältnisse am Masttop und NICHT am Segeldruckpunkt an.

Dies verführt dazu, höher zu segeln –  
Die Instrumente “sagen” dies ja.



TBS

**SILVA**  
Get out there™

Die Daten, die dem Computer zur Berechnung von TBS zur Verfügung gestellt werden, sind um den Wert des Wind-Shear falsch.

Der Computer berechnet also TBS bezogen auf den Masttop und nicht auf den Segeldruckpunkt.



TBS

**SILVA**  
Get out there™

Bei der berechneten und angezeigten TBS handelt es sich also nicht um die “wirkliche” TBS.

Das Vertrauen in das Polardiagramm und TBS ohne Berücksichtigung von Wind-Shear führt also zum “Verlust” von möglicher Geschwindigkeit.



# Up-Wash + Krängung



Der Wind “weiß” das er auf ein Hindernis treffen wird, da sich der Luftdruck ändert.

Dadurch “biegt” er nach oben ab, bevor er die Segel erreicht.

Dies nennt man “Up-wash” und beeinflusst Windeinfallswinkel und Windgeschwindigkeit.

Dieser Einfluß ist schwierig zu messen und viele Instrumentensysteme ignorieren dieses Phänomen oder benutzen “feste” Korrekturfaktoren für den wahren Wind.



# Up-Wash + Krängung



Die NX2 Race Software mit dem NX2 System ist in der Lage, diesen Einfluß zu ermitteln

Der angezeigte scheinbare Wind wird bereits um Up-Wash, Krängung und Masttwist korrigiert.

Es ist wichtig, den scheinbaren Wind bereits zu korrigieren um den wahren Wind korrekt zu berechnen



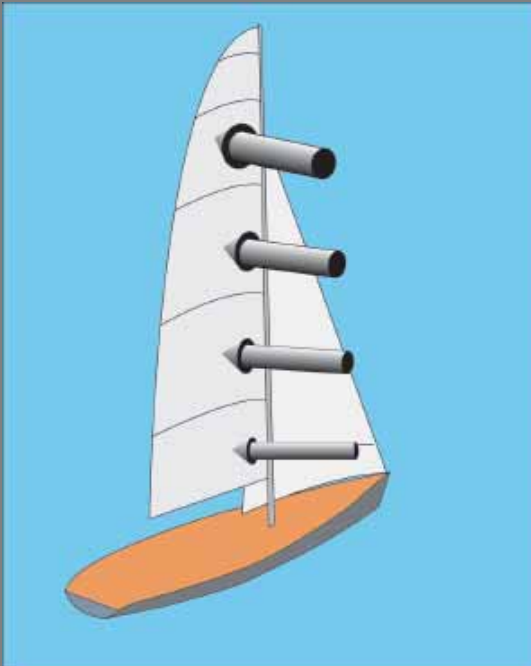
# Einfluss auf Wind-Shear

Faktoren :

- Masthöhe
- Windgeschwindigkeit
- Lufttemperatur
- Allgemeine Wetterbedingungen

# Wind-Shear

Der Wind dreht vom Masttop nach unten gegen den Uhrzeigersinn, also nach links. (schert aus)

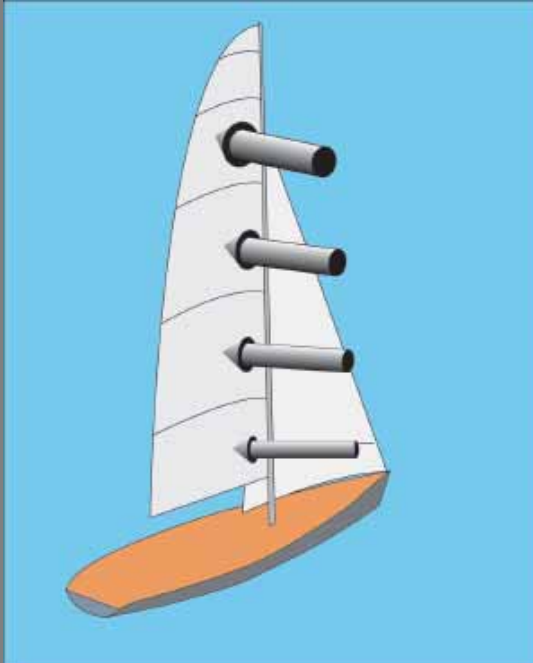


Wind von Steuerbord



Wind von Backbord

# Wind-Shear



Durch etwas Twist am Top wandert der Segeldruckpunkt nach unten.

Das Boot segelt bei gleicher Höhe am Wind aufrechter.

# Wind-Shear



Bei Wind von Backbord ist der “Sheared Wind” “negativ“ und die Segel müssen flacher getrimmt sein.

Die Instrumente zeigen “hohes” und schnelles Segeln an.



# Wind-Shear



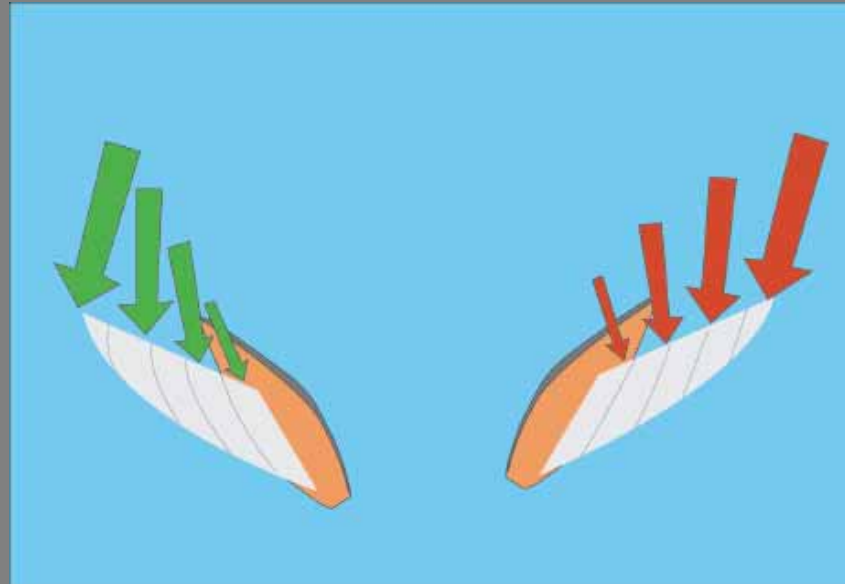
Aber auch die ist eine Illusion.

Am Masttop ist weniger Winddruck und der Segeldruckpunkt wandert nach unten.

Bei gleicher Krängung kommt der Wind achterlicher ein und man segelt nicht so hoch, wie die Instrumente sagen.

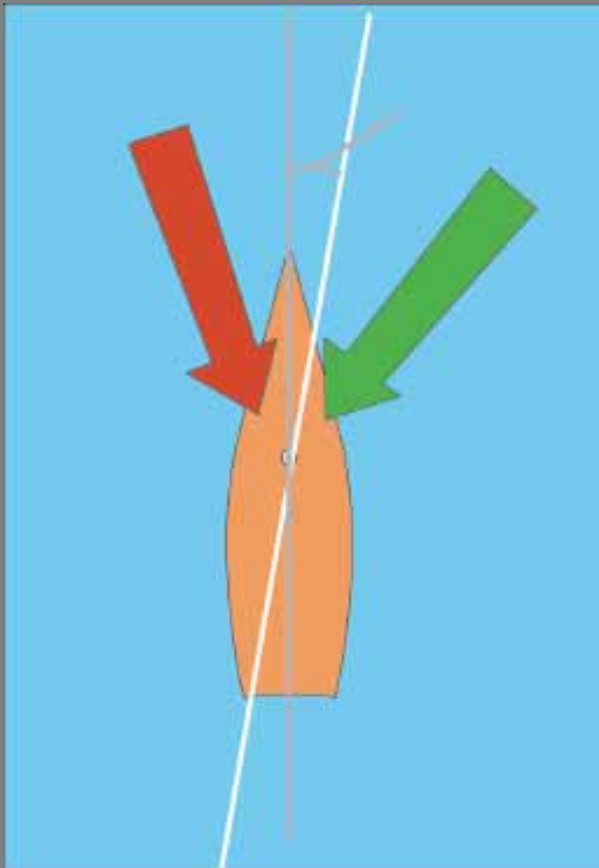


# An der Kreuz



Die Yacht mit Wind von Steuerbord segelt höher am wahren Wind, der durch den Wind-Shear Effekt dreht.

# Wahrer Wind



Die Größe des Wind-Shear erscheint als Abweichung zwischen dem Windmessgeber und dem wahren Windeinfallswinkel.

Der wahre Windeinfallswinkel ist auf Steuerbord- und Backbordbug unterschiedlich!

**Wind-Shear erreicht Werte bis 20° !!!!**

Auf freier See, wo die Windrichtung nicht abgelenkt wird, folgen die Wellen der Windrichtung an der Wasseroberfläche.

Da die Windgeschwindigkeit durch die Reibung herabgesetzt wird, werden die Wellen in Richtung auf den niedrigen Druck abgelenkt.

# Seegang



Das heißt, dass das Boot die Wellen auf Steuerbord etwas härter als auf Backbord trifft (auf der Nordhalbkugel).

Ein weiter Grund für mehr Twist beim Segeln mit Wind von Steuerbord!



# Resultat



Die Kenntnis von Wind-Shear und entsprechend unterschiedlichem Segeltrimm bei Wind von Steuerbord oder Backbord führt zu höherer Effizienz.

Letzendlich führt Wind-Shear zu unterschiedlichen Lay-Lines für Steuerbord und Backbord.



## Ein Beispiel

Ein 35' Boot segelt an der Kreuz mit 7 Knoten und kann nunmehr  $1,5^\circ$  Grad höher am Wind segeln (bei gleicher Geschwindigkeit und gleicher Abdrift).

Der **Vorteil** beträgt 2,7 % oder **97 Sekunden** in der Stunde.

Dies bedeutet einen **Vorsprung** von **350 Metern** !



Auch wenn wir hier NICHT im Fernsehen  
sind:

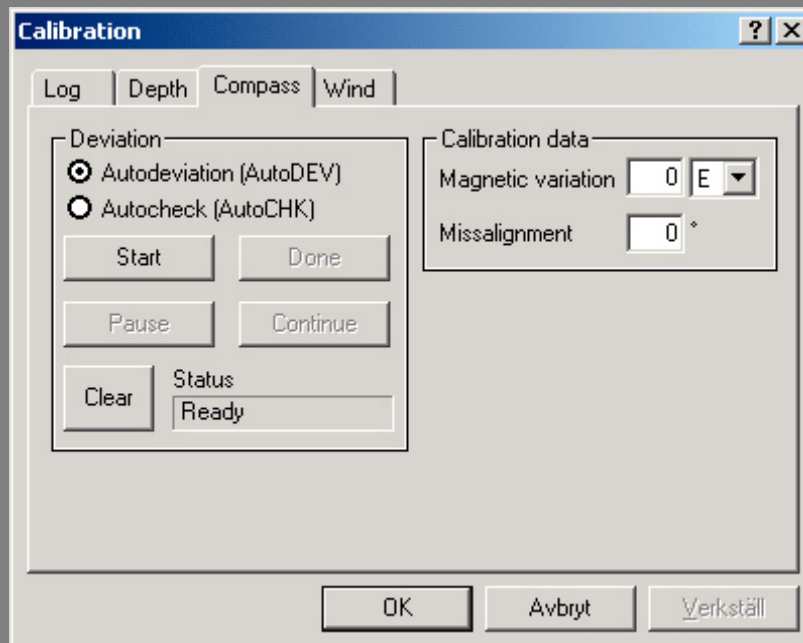
**Es folgt die Werbung**



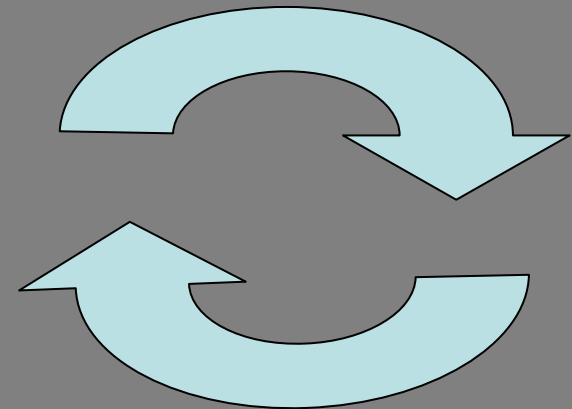
# NX2 Race Software berechnet Wind-Shear

- Die NX2 Race Software verfügt über automatische Kalibrierungs-Routinen für das NX2 System
- Voraussetzung sind natürlich akkurat kalibrierte Geber.

Genaue Kursinformationen sind für alle Messungen des Windeinfallwinkels unabdingbar



Kreisfahrt zur Kompensierung



# Log-Geber unter Motor

# SILVA

Get out there™



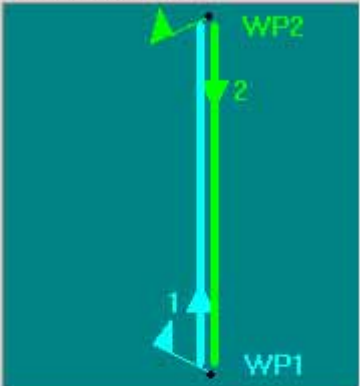
**Progress**

This auto-calibration procedure will help you eliminate some of the errors introduced by misalignments and other installation issues.

There are several stages in this procedure. During each stage try to sail the boat as close as possible to what the steering pilot indicates. Press "Next" when you are ready to go to the next stage.

You can cancel the procedure at any time, but all the computed data will be lost.

Calibration stages



	Leg 1	Leg 2
BSP	<input type="text"/>	<input type="text"/>
HDC	<input type="text"/>	<input type="text"/>
SOG	<input type="text"/>	<input type="text"/>
COG	<input type="text"/>	<input type="text"/>

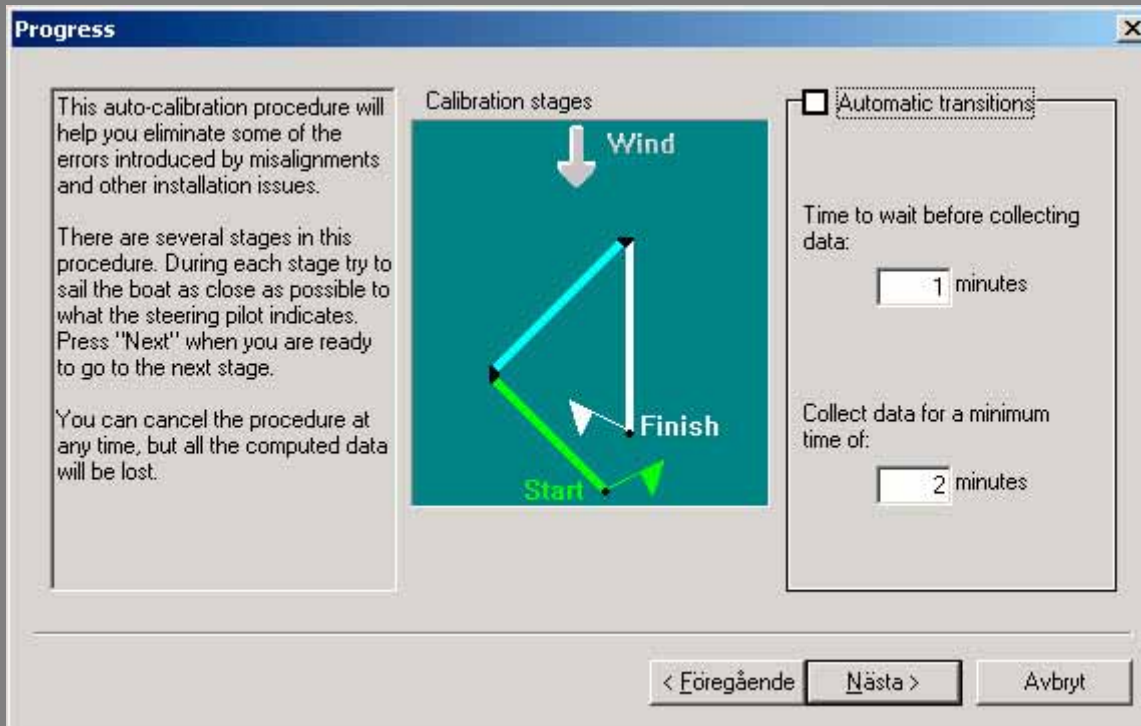
< Föregående **Nästa** > Avbryt

Geradeaus  
fahren

→  
auf  
Gegenkur  
s gehen



# Log-Geber unter Segel



Kreuzschlag ca. 2-3  
Minuten

– wenden –

Kreuzschlag ca. 2-3  
Minuten

– abfallen –

vorm Wind ca. 2-3  
Minuten

Während dieser Prozedur wird die Abweichung auf Backbord- bzw. Steuerbordbug gegenüber Wind von achtern ermittelt.

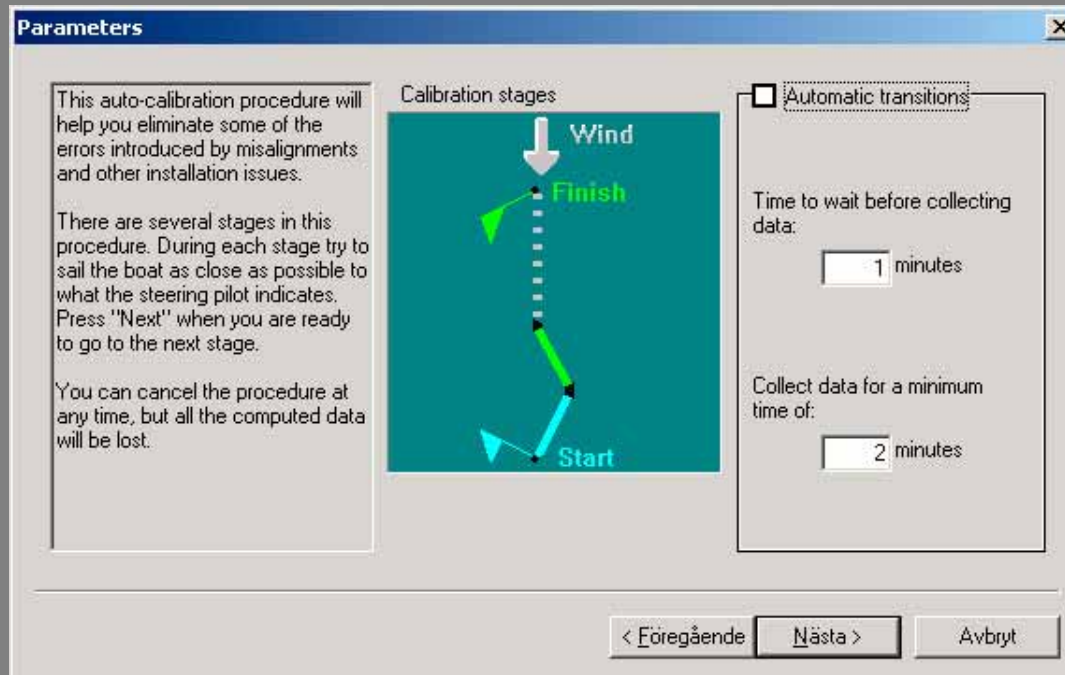
## T.R.U.E™

(Temporary Reference Update Estimation)

- Die automatische T.R.U.E™ - Routine der NX2 Race Software ermöglicht die Berücksichtigung des Wind-Shear an der Kreuz für die aktuellen Wetter- und Seegangsbedingungen.

# Die T.R.U.E™ Routine

**SILVA**  
Get out there™



**Einzigartig  
einfach**

Während der Kreuzschläge werden die Windverhältnisse angezeigt und aufgezeichnet. Nach der Wende errechnet das Programm den Wind-Shear und berücksichtigt ihn bei der Anzeige der Windeinfallswinkel.



# T.R.U.E™

## berücksichtigt:

**SILVA**  
Get out there™

- Scheinbaren Windeinfallswinkel
- Scheinbare Windgeschwindigkeit
- Bootsgeschwindigkeit durchs Wasser
- Geschwindigkeit über Grund
- Kompasskurs
- Kurs über Grund
- Strömung und Abdrift



# T.R.U.E™ kompensiert



- **Wind-Shear**
- **Mast twist**
- **Up-wash**

Diese einzigartige Funktion ermöglicht die permanente Korrektur des Windeinfallwinkels auch während einer Regatta!

