

Dirección y fuerza del viento,
el agua y las olas

Tactical Sailing®

Un juego contra el viento

Nota: Este texto en español se creó con un programa de traducción automática (Google). Disculpen cualquier error o ambigüedad en el lenguaje náutico y la gramática.
Estamos trabajando en una traducción profesional. (Última actualización: 7 de enero de 2026)



Resumen – Viento, agua y olas

La vela, especialmente la de regata, es un deporte fascinante que requiere no solo entrenamiento mental y físico, sino también un sólido conocimiento de la física. El elemento central en la vela es siempre el viento, su dirección e intensidad: la energía cinética que impulsa una embarcación.

Con viento de 360° y una velocidad máxima de fuerza 8, una embarcación navegando a favor del viento puede alcanzar hasta el 80% de su velocidad máxima en la dirección de 180° . Por el contrario, navegando a barlovento a 45° o 315° , una embarcación solo puede alcanzar el 59% de su velocidad máxima; véanse los esquemas geométricos y el diagrama polar en el apéndice.

El agua (la corriente) mueve la embarcación en una dirección específica a una velocidad específica. La corriente (energía cinética) impulsa la embarcación 180° al navegar a favor del viento, aumentando su velocidad. Sin embargo, contra el viento, la corriente frena la embarcación en una dirección de $315^\circ/45^\circ$. Por ejemplo, con una corriente de 90° , la embarcación es empujada a sotavento, creando una deriva a sotavento (véanse los diagramas geométricos). Las olas se crean por la fricción entre el viento y la superficie del agua; transportan energía. El agua en una ola no se mueve; las olas transfieren su energía cinética a la superficie. La altura de la ola depende de la velocidad del viento (véanse los diagramas geométricos). «Un patrón de viento se define por los parámetros de velocidad y dirección del viento a lo largo de un período espacial y temporal», como se describe en «La geometría de la navegación a vela» de Tilo Schnekenburger. Hemos desarrollado ejercicios específicos para este propósito, que demuestran la importancia de observar atentamente el viento. Para que este tema sea lo más fácil de entender posible, incluso para los navegantes más jóvenes, hemos elegido la embarcación Optimist (2,30 m) como base de cálculo y unidad de medida para la representación matemática y gráfica de diversas situaciones y opciones de toma de decisiones con vientos cambiantes. En los ejercicios, tomamos decisiones tácticas sensatas sobre la dirección del recorrido de forma relativamente sencilla (es decir, utilizando las esloras de las embarcaciones Optimist), ilustrando así el papel crucial que desempeñan los cambios de viento en el recorrido de la regata. Las simulaciones del programa Tactical Sailing permiten al timonel representar de forma realista las mismas situaciones en el agua en la pantalla del ordenador. La siguiente sección se centra específicamente en la navegación con diferentes intensidades y direcciones del viento, concretamente, "ceñida" y "a favor del viento".



Vea los siguientes bocetos y vídeos.



Introducción - Viento, agua y olas

Como resultado de nuestro análisis del viento, el agua y las olas, surgen las siguientes conclusiones clave:

- El viento, el agua y las olas deben considerarse energía en física y, por lo tanto, analizarse en función de sus efectos.
- La energía cinética del viento, el agua y las olas, en términos de dirección y magnitud, puede observarse a medida que se mueven, ya sea a sí mismos o a objetos. Esta energía cinética se representa en diagramas geométricos.

En nuestro programa de Navegación Táctica, utilizamos simulaciones y diagramas geométricos para demostrar el papel crucial que desempeñan el viento, el agua y las olas en la navegación.

En varios ejercicios de nuestro programa de Navegación Táctica, se simulan vientos con campos de viento de diferentes direcciones y de intensidad variable. Por ejemplo, se pueden representar perfectamente condiciones de ceñida con cambios de dirección y ráfagas, así como vientos turbo, con oscilaciones aleatorias de 30°. Las simulaciones también abarcan condiciones de sotavento; se muestran diversas opciones y situaciones para la toma de decisiones, como al encontrarse con una remolcada, un empuje o una baliza de sotavento con una zona. En una simulación, dos barcos se gobiernan trasluchando, se muestra la dirección y la intensidad del viento y se comparan las distancias recorridas. En nuestros ejercicios, incluso podemos simular y analizar vientos de hasta fuerza 8 Beaufort. Las simulaciones nos permiten representar campos de viento y ráfagas, e ilustrar de forma realista situaciones de salida y llegada. Navegación Táctica también ofrece consejos tácticos sobre cómo gestionar el agua, el viento y las olas, por ejemplo, eligiendo entre la izquierda o la derecha, o si remolcar o empujar, para encontrar la ruta óptima hacia el destino.

Agua (la corriente): navegar 180° a favor del viento acelera la embarcación, lo que permite al timonel rodear la boyta a sotavento con mayor rapidez. Navegar 315°/45° en contra del viento reduce la velocidad de la embarcación, lo que resulta en una deriva a sotavento, como se muestra en los diagramas geométricos.

Olas: El agua de una ola no se mueve; en cambio, las olas transfieren su energía cinética a la superficie del agua.

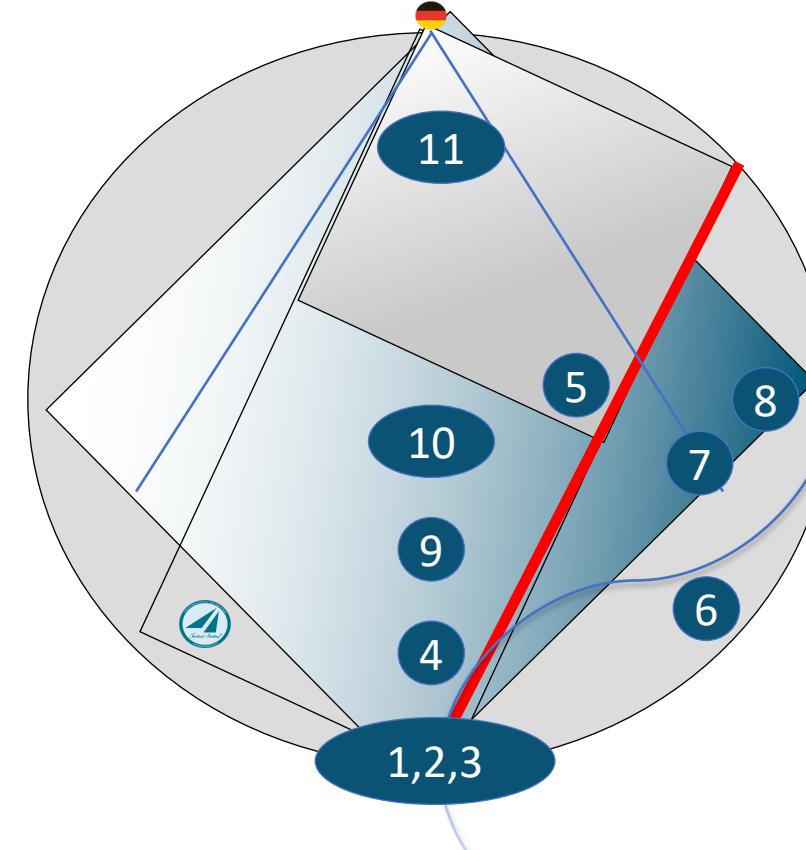


Estrategia y táctica: viento, agua y olas

Simulación: utilizando el programa Tactical Sailing:



Bocetos geométricos: Dirección del viento 360° (figura geométrica): un cuadrado. Dirección del viento 330° (figura geométrica): un rectángulo (línea roja). Tácticas: Lado izquierdo/derecho, tirador/empujador.

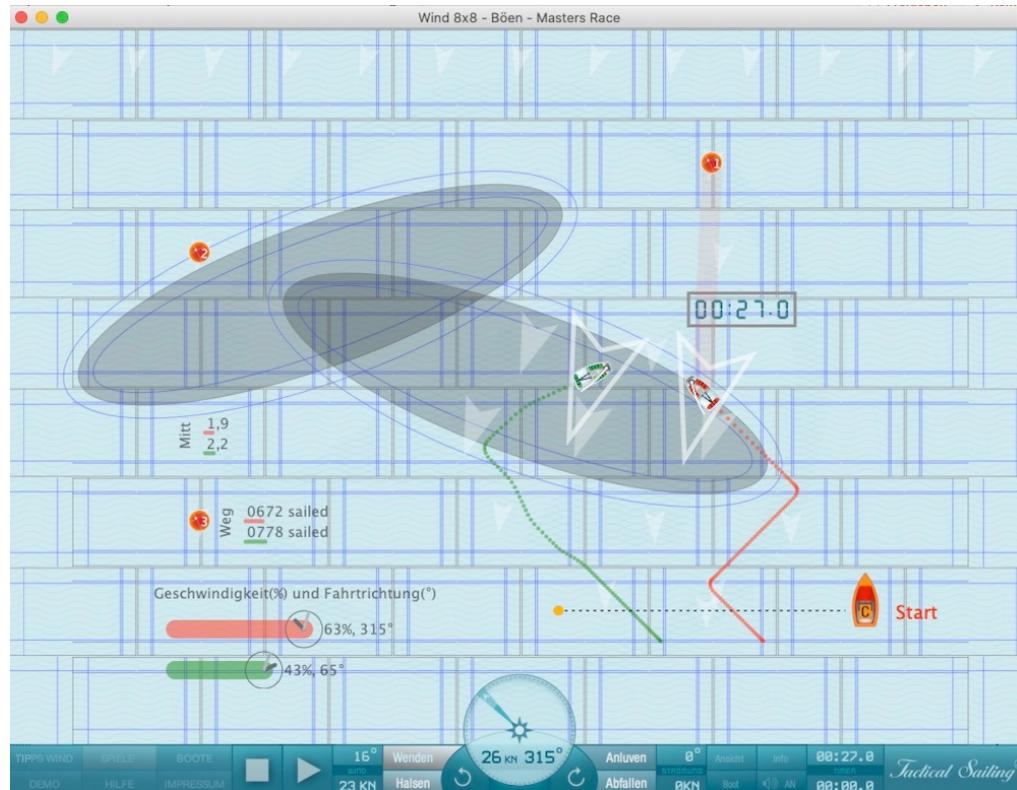


Puntos de decisión táctica 1 al 11.

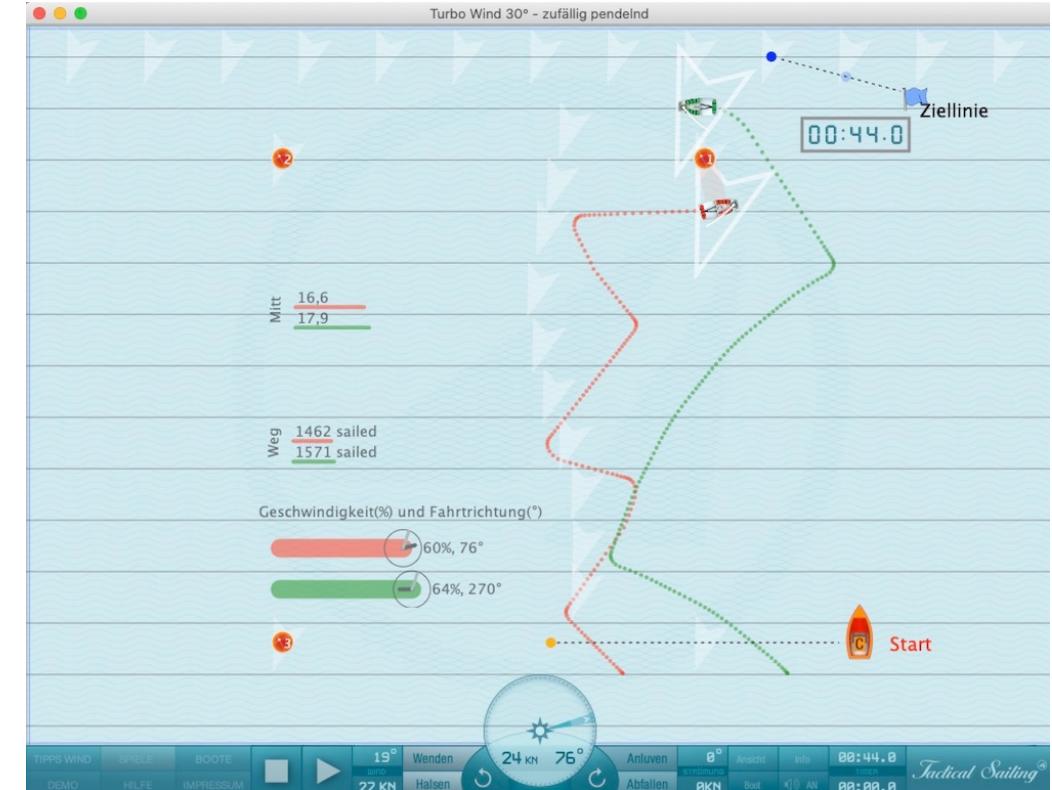
Navegación táctica: simulaciones contra el viento



Ejercicio: Navegación contra el viento – cambios de dirección – ráfagas (elipse)
Comparar dirección (virada), fuerza y distancia
Resultado: Ruta óptima al destino.
Distancia navegada: $778 - 672 = 106$ (46 esloras de un Optimist)



Ejercicio: Viento Turbo - oscilación aleatoria de 30°.
Navegando contra el viento: comparar dirección, fuerza y distancia.
Resultado: Ruta óptima al destino.
Distancia navegada: $1571 - 1462 = 109$ (47 esloras de un Optimist).



Navegación táctica: simulaciones a favor del viento



Ejercicio: "Viento a favor" – Tirar/Empujar

Gobierna 2 barcos trasluchando (botones: "Rojo" y "Verde")

Resultado: Ruta óptima hacia la boyas de sotavento

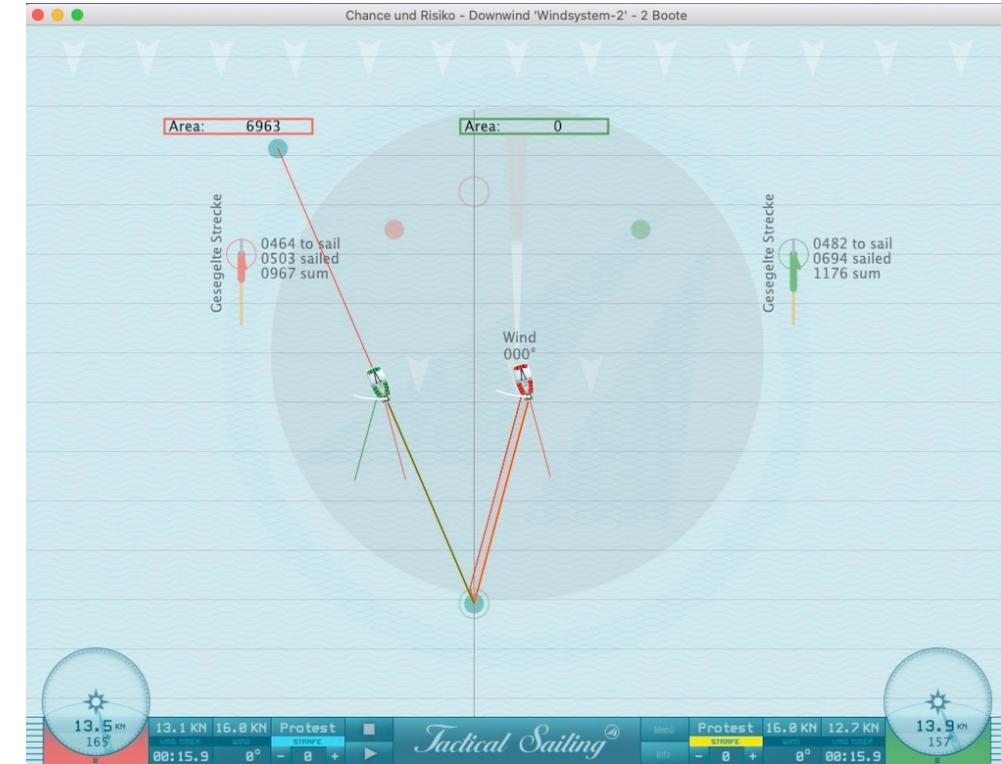
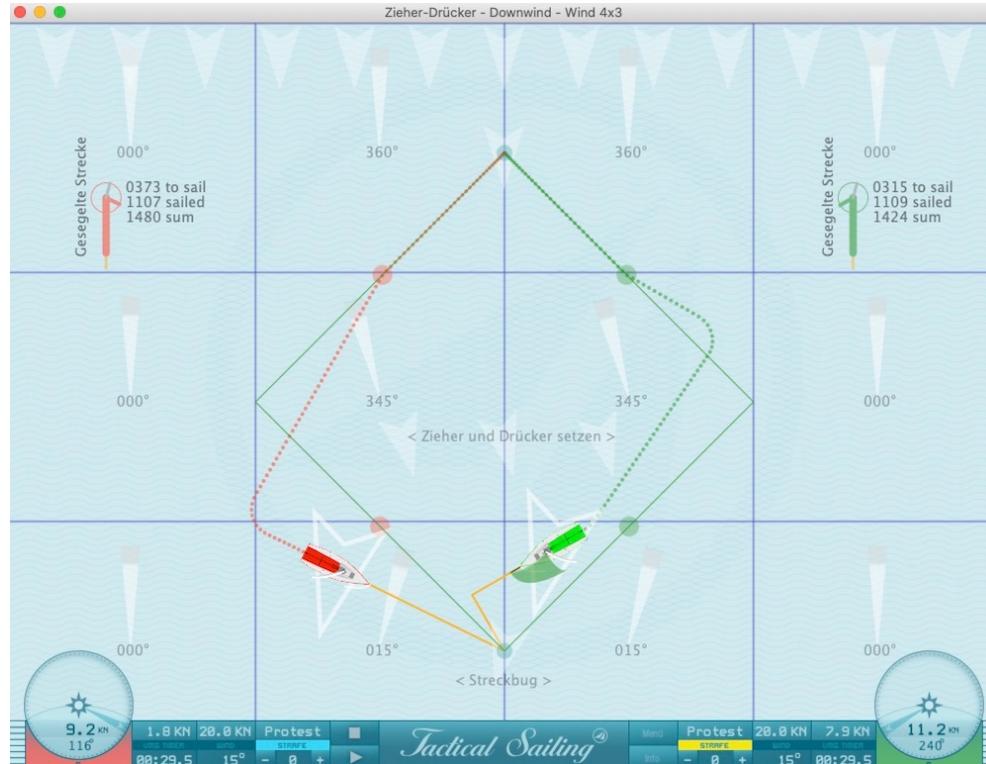
Distancia navegada: $1480 - 1107 = 56$ (24 esloras de un Optimist)

Ejercicio: Zona de boyas de césped "A favor del viento"

Gobierne 2 embarcaciones trasluchando (teclas: "Rojo" y "Verde")

Resultado: Ruta óptima hacia la boyas de sotavento

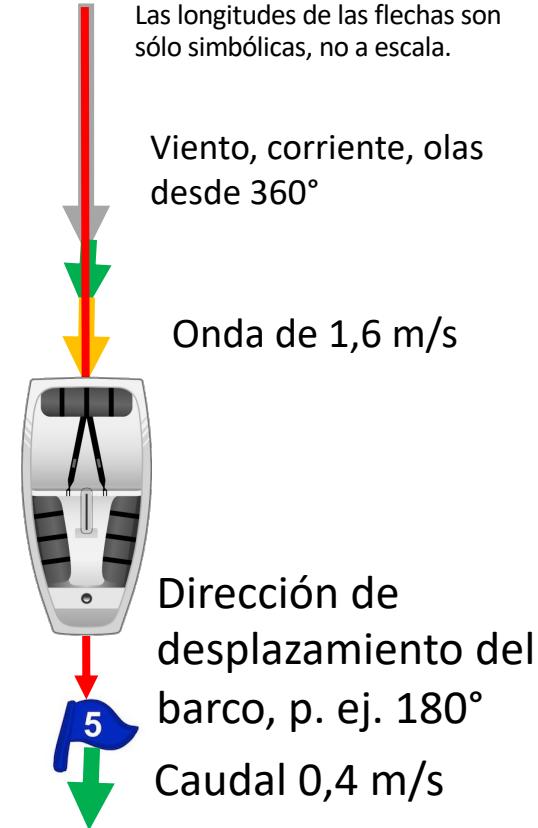
Distancia navegada: $694 - 503 = 191$ (83 esloras de un Optimist)





Boceto geométrico: Dirección de viaje "a favor del viento" desde 360°

Los tres elementos (viento, corriente y ola) actúan como una fuerza de aceleración en un velero cuando provienen de la misma dirección (roja), por ejemplo, 360°. En nuestro ejemplo, la dirección de navegación del barco "a favor del viento" en la dirección de 180° es la línea roja. La fuerza inicial es el viento (gris), su energía cinética es mayor que la de una corriente (verde) y se superpone a las olas (naranja).





Bocetos geométricos: dirección de viaje "a favor del viento" más corrientes

Si los tres elementos (viento, corriente, olas) no provienen de la misma dirección, la dirección de navegación variará.

La dirección de navegación de los barcos 1 y 2 es inicialmente a favor del viento, con viento de 360°.

Una corriente puede influir en la dirección de navegación como una deriva, fluyendo a través en una dirección de 225° o 270°.

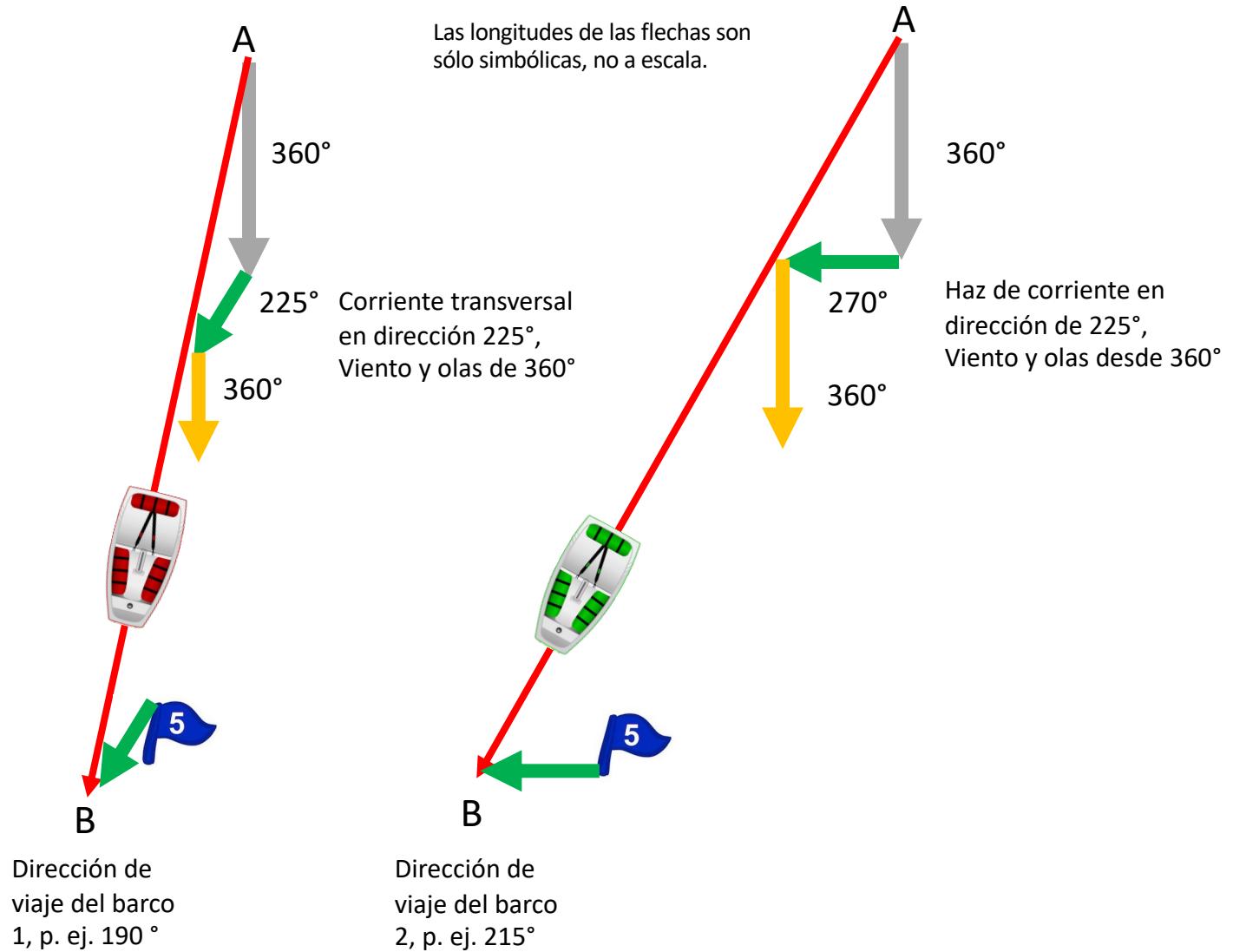
La dirección de las olas proviene de 360° y está determinada por la dirección del viento.

La suma de las tres direcciones determina la dirección de navegación de los barcos 1 y 2 de A a B (rojo):

Barco 1: 190°

Barco 2: 215°

La deriva causada por la corriente resulta en diferentes direcciones de navegación para los barcos 1 y 2 al acercarse a la boyta 5. Esta situación requiere que el timonel considere tácticamente cómo acercarse a la boyta 5 a favor del viento para rodearla teniendo en cuenta la corriente.



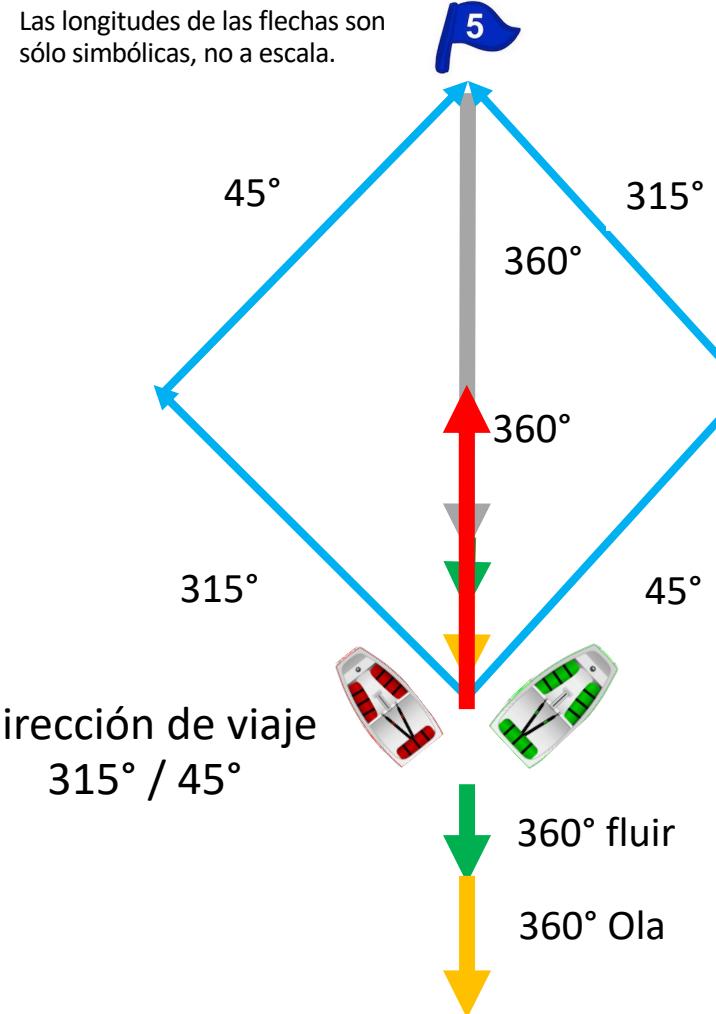


Boceto geométrico: Dirección de viaje "contra el viento" desde 360°

El viento actúa como fuerza impulsora en un velero en la dirección de $+315^\circ / 45^\circ$ para acercarse a una boyas (5), por ejemplo, cuando proviene de la dirección de 360° (gris). Sin embargo, en un rumbo "ceñido", la corriente y las olas, también provenientes de 360° , actúan como "empujadores" en el barco en nuestro ejemplo, impulsándolo más rápido hacia sotavento.

Si bien las direcciones de navegación de los barcos son esencialmente "ceñidas" desde la dirección de 360° (línea roja), las líneas azules (laylines) indican las direcciones de navegación en la dirección de $315^\circ / 45^\circ$.

Las "fuerzas de aceleración" son la dirección y la velocidad del viento; actúan sobre las velas como una "corriente" a lo largo de la superficie curva de la vela y "tiran" del barco hacia barlovento. Las otras dos fuerzas, la corriente y las olas, "empujan" y "empujan" el barco hacia sotavento en la dirección de 180° .



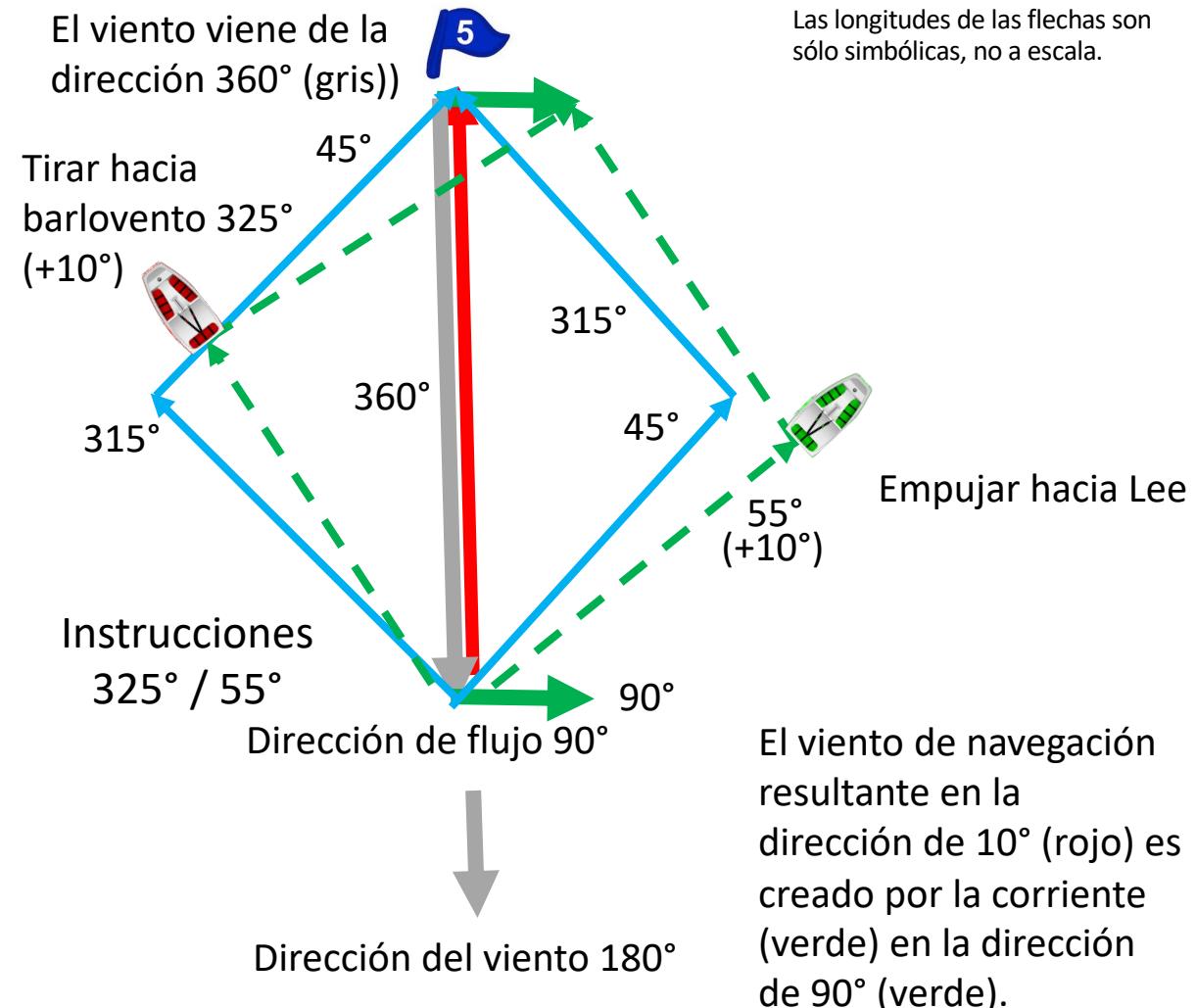
Esquema geométrico: Dirección de desplazamiento “contra el viento” desde 360° con dirección de flujo a 90°.



La corriente (verde intenso) en nuestro ejemplo fluye en una dirección de 90° y empuja al barco verde a favor del viento (55°). El barco rojo, por otro lado, es arrastrado contra el viento (325°), de lo cual podría incluso obtener ventaja debido a la corriente.

La dirección de navegación es esencialmente "contra el viento" en una dirección de 360° (línea roja), con las líneas azules (315°/45°) mostrando las direcciones de navegación sin corriente, y las líneas discontinuas verdes (+10°) mostrando las direcciones de navegación con corriente.

El viento (gris) sopla en una dirección de 180°, la corriente (verde) en una dirección de 90°.



Para expertos: Esquema geométrico de los sentidos de marcha 45° y 90°



El promedio de las direcciones de propulsión ($45^\circ + 90^\circ = 135^\circ : 2 = 67,5^\circ$) da como resultado una dirección de propulsión media de **67,5°**. Nota: La dirección actual de **90°** NO altera la dirección del viento (**360°**, gris). Sin embargo, sí afecta la dirección de navegación del barco, cambiando la dirección de propulsión de **45°** a **67,5°**.

Direcciones (°):

Dirección del viento: 360°

Dirección de la corriente: 90°

Direcciones de navegación: 45° / **67,5°**

Velocidades (cm/s):

Viento: 12 cm/s,

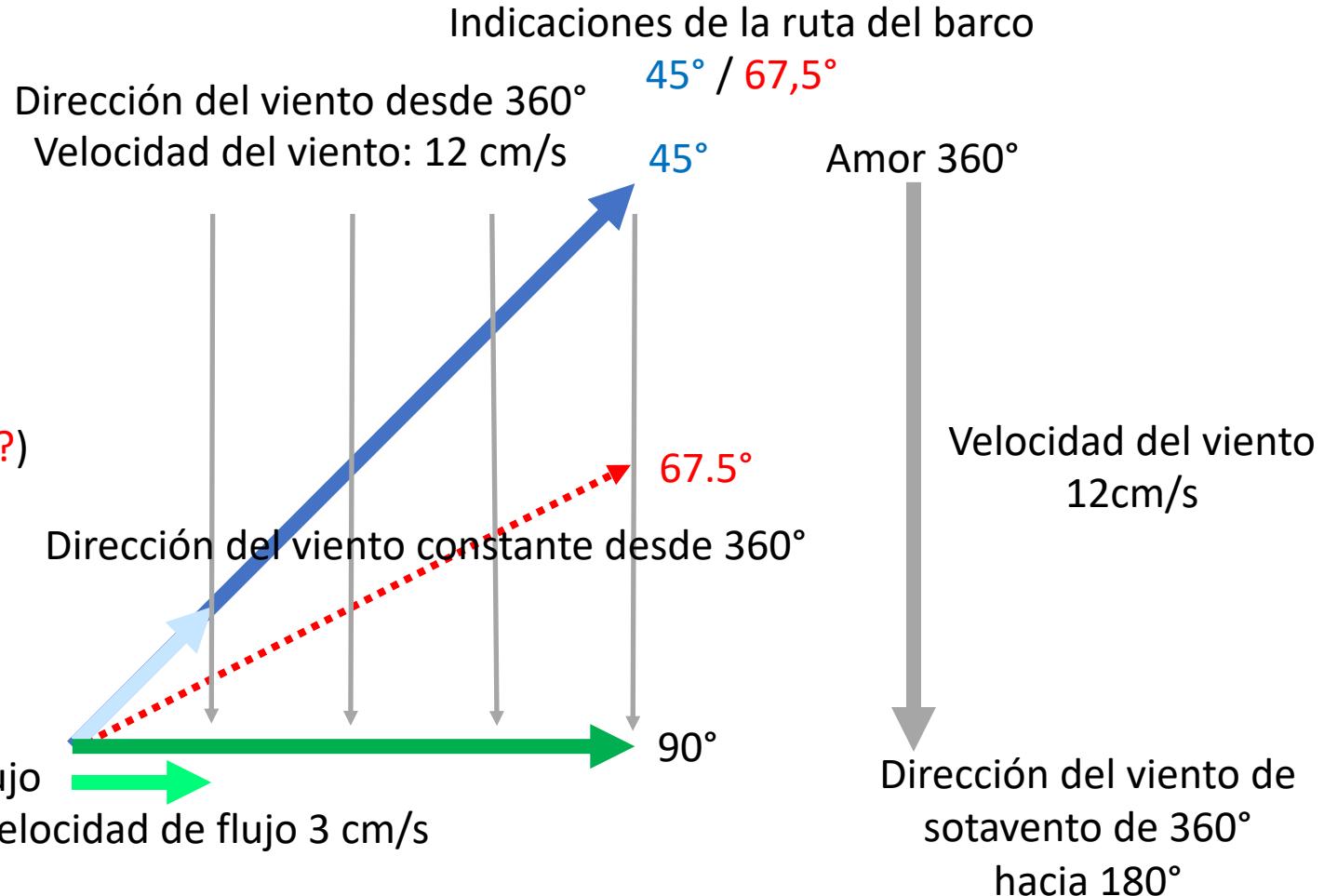
Corriente: 3 cm/s,

Velocidad del barco: 7,08 cm/s (a 67,5°?)

Diagonal de velocidad del barco

$12 \text{ cm/s} \cdot 59\% = 7,08 \text{ cm/s} (?)$

Dirección del flujo
de 270° a 90°, velocidad de flujo 3 cm/s





Instalaciones

Crea tu propio ejercicio con el programa de Navegación Táctica

Lista de enlaces a videoclips (YouTube)

Descarga el programa TS con Trainer Toolbox

Funcionamiento del programa de Navegación Táctica (TS)

Literatura sobre la "Geometría de la Navegación de Regata"

Fuentes

Crea tu propio ejercicio: Inicio del programa y selección del menú (alemán)



Download des Programms www.TacticalSailing.com/de

Übung: Gegen den Wind – Winddrehungen – Böen (Ellipse)

Start: Tactical Sailing / Spiel gegen den Wind; Start: Tactical Sailing / Spiel gegen den Wind; Menü: Boote/Wähle Dein Boot/Optimist-Farbe; Menü: Spiele/Spiel gegen den Wind/Wind – 8x8 – Böen – Masters Race; Kommando: Play/Pause/Stop - Wenden

Übung: Turbo Wind - zufällig um 30° pendelnd

Start: Tactical Sailing / Spiel gegen den Wind; Menü: Boote/Wähle Dein Boot/Optimist-Farbe; Menü: Spiele/Turbulente Winde – 30° 40° 50°/Turbo Wind 30° - zufällig pendelnd, Kommando: Play/Pause/Stop - Wenden

Übung: Downwind „vor dem Wind“ – Zieher Drücker

Start: Tactical Sailing / Trainer Toolbox; Menü: Boote/Wähle Dein Boot/ J70 – Farben; Menü: Regattasegler/Zieher und Drücker/Zieher-Drücker – Downwind - Wind 4x3; Spielfelder: Ändere die Windrichtungen in den Wind-Regionen und erzeuge Zieher und Drücker; Kommando: Play/Pause/Stop – Steuere 2 Boote: Tasten „G und R“

Übung: Downwind „vor dem Wind“ „Leeboje“ – Zone

Start: Tactical Sailing / Trainer Toolbox; Menü: Boote/Wähle Dein Boot/ 2 Optis – Farben; Menü: Experte/Chance und Risiko - Downwind - 2 Boote; Spielfeld: Ändere die Windrichtung und – stärke; Kommando: Play/Pause/Stop – Steuere 2 Boote: Tasten „G und R“

Siehe ggf. die ausführliche Hilfe im Programm und in der TS-Dokumentation „Trainer Toolbox“

[Trainer Toolbox](#)

[Wind-Wasser-Wellen](#)



Programmstart Tactical Sailing

Lista de videoclips gratuitos en YouTube,
documentación sobre navegación táctica (TS) y
literatura sobre la geometría de la navegación de regata.



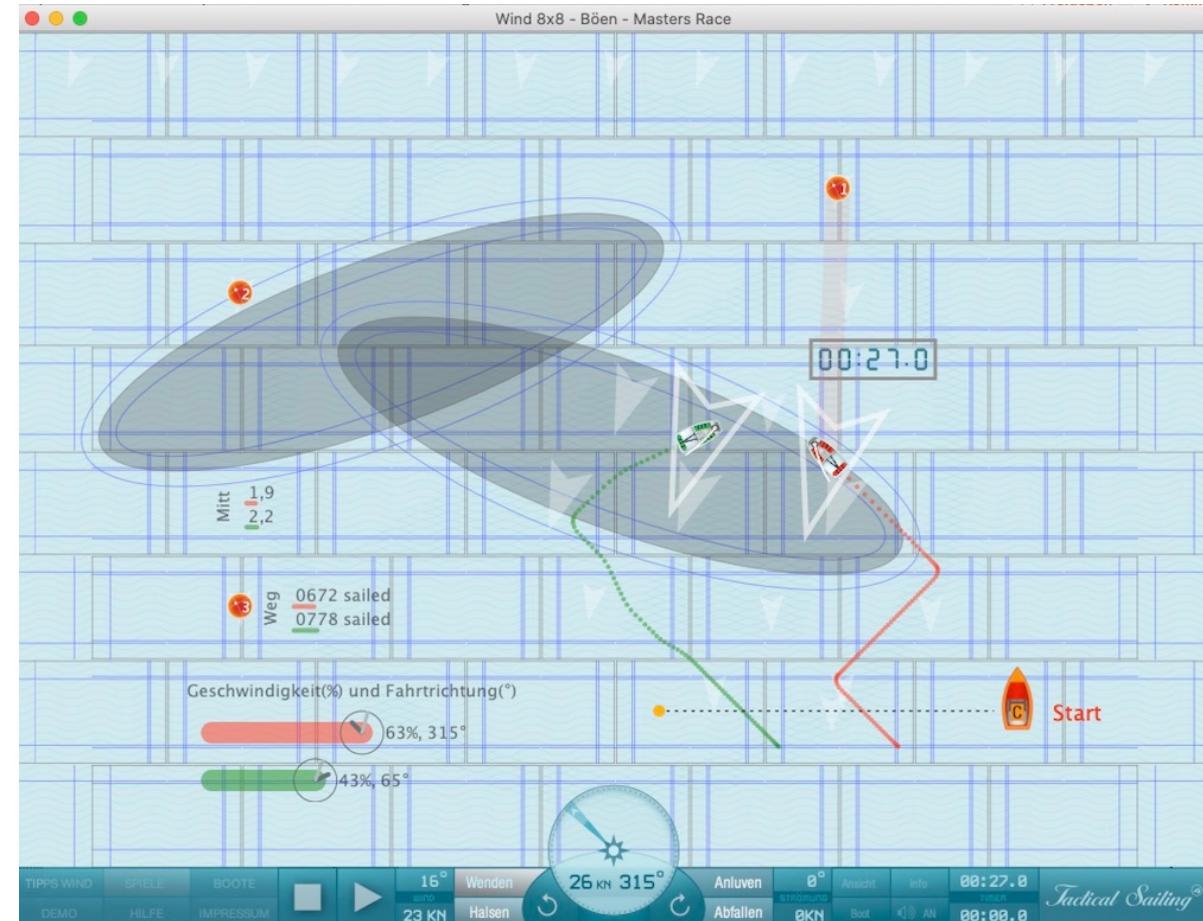
Liste bei YouTube mit Video Clips: [Play List Klick hier](#).

Download des **Tactical Sailing** Programms incl. Trainer Box
auf der TS-Webseite: [klick hier](#).

Programmbedienung, klick hier [Tactical Sailing](#)

Literatur: Autor Tilo Schnekenburger,
„Die Geometrie des Regattasegeln“,
Geometrische Tools für Strategie und Taktik beim
Regattasegeln. ISBN: 97 83 75 83 70 700.
Siehe die Webseite:

www.schnekenburger.click



Übung: Gegen den Wind – Winddrehungen – Böen (Ellipse)

Fuentes



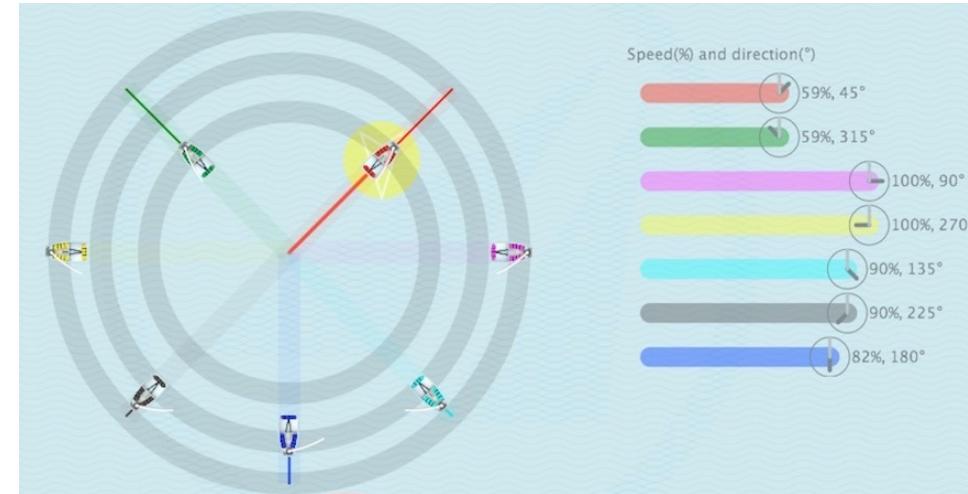
Polardiagramm der Geschwindigkeiten des Optis im 360° Kreis:

Gegen den Wind 315/45°	59 %
Raumschots 270/90°	100 %
Halber Wind 225/135°	90 %
Vor dem Wind 180°	80 %

Berechnungen bei ChatGPT Fahr* recherchiert:

Physikalische Fakten zu Wind, Wasser, Strömung und Wellen, Boot z.B.:

- Wind 11 m/s (40 km/h, 6 Bft)
- Wasser 2 m/s (7,2 km/h, 2 Bft)
- Strömung 0,4 m/s (1,5 km/h, Wirbel)
- Welle 1,6 m/s (6 km/h, kleine Welle)
- Bootslänge eines Opti 2,30 m



Fotos Tactical Sailing von Jollen Meisterschaften

SailGP – Regatta und Team Fotos von Felix van den Hövel

Literatur: „Die Geometrie des Regattasegeln“

Autor Tilo Schnekenburger.

Geometrische Tools für Strategie und Taktik beim Regattasegeln. ISBN: 97 83 75 83 70 700.

3. Auflage 2024. Siehe die Webseite:

www.schnekenburger.click

Kontakt: schnekenburger@segelverband-bw.de

Programm: „Tactical Sailing - Toolbox (TS)“

Eine Simulation von Wind, Windgeschwindigkeit -dreher und Böen zeigen die Szenen im Tactical Sailing Programm (TS). Das TS-Programm mit einer „Trainer Toolbox“ ausgestattet bietet flexible Möglichkeiten zum Erlernen und Trainieren, um den Wind optimal zu nutzen.

Die Parameter Windgeschwindigkeit -dreher, Wendepunkte, Bootswahl und Geschwindigkeiten, sowie das Anzeigen der Berechnungen der Fahrwege können individuell gewählt werden.

Wähle zur **Bestellung** des Programms für **Windows- und Mac PCs** folgende Webseite, [klick hier](#).

Eine ausführliche Beschreibung der „Trainer Toolbox“ steht in der Dokumentation, [klick hier](#).

Siehe Video-Clips auf YouTube: [Playlist klick hier](#).

Kontakt: office@TacticalSailing.de