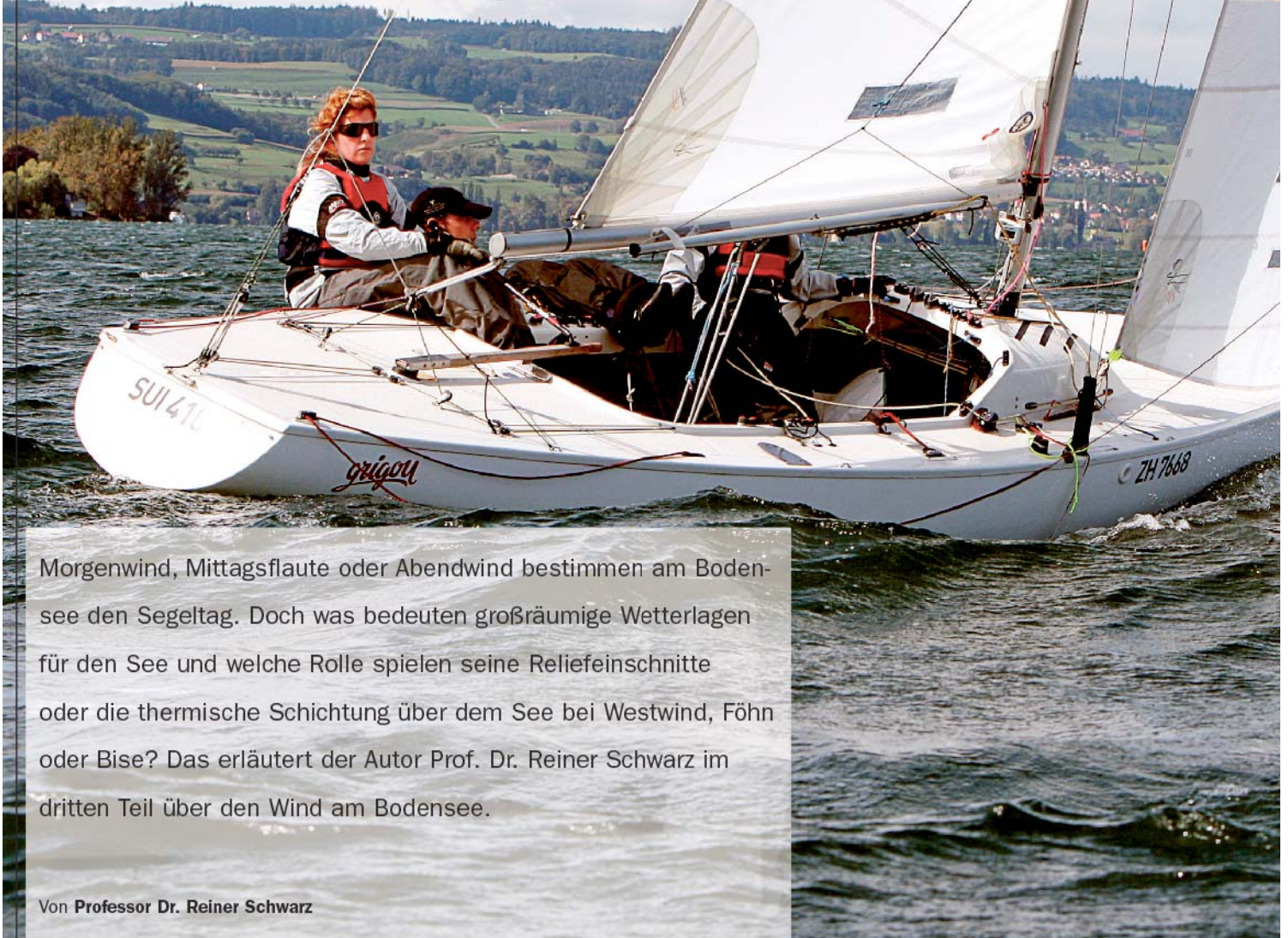


Eine Nase für den W

Teil 3: Modifikationen seeübergreifender Winde



Morgenwind, Mittagsflaute oder Abendwind bestimmen am Bodensee den Segeltag. Doch was bedeuten großräumige Wetterlagen für den See und welche Rolle spielen seine Reliefeinschnitte oder die thermische Schichtung über dem See bei Westwind, Föhn oder Bise? Das erläutert der Autor Prof. Dr. Reiner Schwarz im dritten Teil über den Wind am Bodensee.

Von Professor Dr. Reiner Schwarz

Westwind und Bise

Westwind ist mit Tiefdrucksystemen verknüpft und wird von Wetterberichten und Warnleuchtfeuern erfasst. Außerhalb von kurzdauernden Böenwalzen bei Kaltlufteinbrüchen werden die höchsten dauerhaften Windgeschwindigkeiten vom „Hellen West“ bei klarem Himmel erreicht.

Die Bise ist ein trockener Nordostwind, der bei klarem Himmel kalte Kontinentalluft aus dem Nordosten Europas bringt. In Bezug auf Stärke und lokale Besonderheiten gleicht die Bise dem „Hellen West“. Diese Winde sind am festen Standort in Richtung

und Stärke gleichmäßig, wechseln jedoch von Ort zu Ort sehr heftig, was bei Durchquerung der unterschiedlich stehenden Windverhältnisse den Eindruck starker Böigkeit macht.

Für Regattasegler stellen diese Winde besondere Herausforderungen dar. Es sind nicht nur die Dreher um teilweise 100 Grad, die dem Steuermann höchstes Geschick abverlangen, sondern auch die gleichzeitig zwischen Starkwind und Flaute wechselnden Windstärken, auf welche die Mannschaft mit raschen Trimmänderungen – stellenweise im Minutentakt – reagieren muss, um

besonders in den Flauteulchern nicht mehr Zeit als nötig zu verlieren.

Wie kommen diese Störungen der in der Höhe gleichmäßigen Winde an der Seeoberfläche zustande? Dass ihre Launen ortsfest sind, gibt den entscheidenden Hinweis. Sie treten immer hinter größeren und kleineren Lücken und Einschnitten im Relief der luvseitigen Umrahmung auf und bilden dort stehende Windgassen. Bei Westwind sind deren größte in **Abbildung 8** dargestellt.

Von S nach N sind dies Luxburger Bucht, Konstanzer Trichter, obere Güll sowie die Durchlässe um Din-

gelsdorf und Wallhausen. Herrscht Bise, sind die Flughafenschneise Friedrichshafen, die Niederung Fischbach-Immenstaad und das Mauracher Loch besonders hervorzuheben. Daneben gibt es aber viele Abschnitte, in denen sich kleinere solche Windgassen aneinanderreihen.

Die Struktur der Windgassen erklärt sich daher, dass sich hinter luvseitigen Lücken Paare von Spiralwirbeln mit horizontaler Achse bilden. In den Lücken wird die Luftströmung beschleunigt. Diese Beschleunigung ruft einen als Bernoulli-Effekt bekannten Unterdruck quer zur Strömungsrichtung



nd

Starker Westwind bei aufklarem Wetter.
Foto: Michael Häßler

hervor, der die Strömung überlagert und somit die Spiralbewegung der Luftteichen auslöst (vgl. Abbildungen 9 und 10).

Im Bereich der Strömungskonvergenz in der Mitte eines Wirbelpaars herrschen die höchsten Windgeschwindigkeiten, während an dessen Rand bei Divergenz der Richtungen die Flautenpassagen auftreten. Ist die Luft feucht genug, entsteht über der zentralen Konvergenz ein Wolkenstreifen, wo die hochgetriebene Luft das Kondensationsniveau erreicht.

Solche, sich in Windrichtung erstreckenden Streifen von Haufenwolken über dem

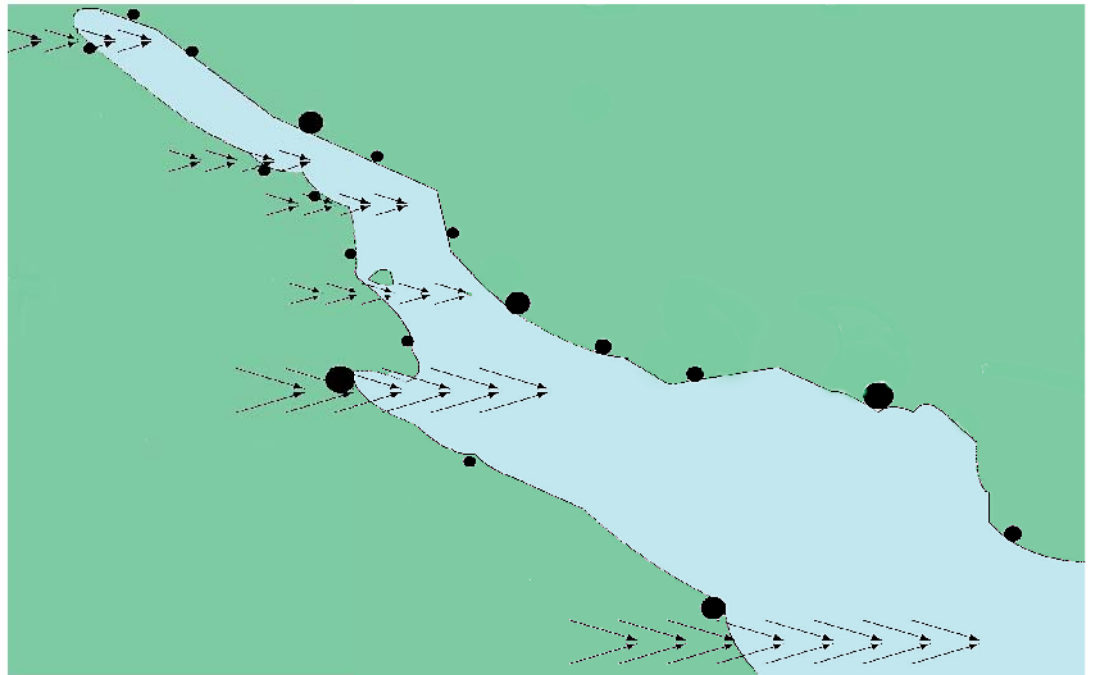


Abbildung 8: Größte reliefbedingte Windgassen bei Westwind. Umströmung von Erhebungen durch Lücken in der westlichen Umrahmung des Sees.

See zeigen die großen Windgassen im Überblick an. Auf sie geht auch die zunächst widersprüchlich erscheinende Beobachtung höherer Windgeschwindigkeiten unter Haufenwolken zurück. Dabei sind die Wolken nicht ursächlich für die Windstärke, sondern sie zeigen nur an, wo die größte Windgeschwindigkeit im Zentrum des Wirbelpaars auftritt.

An- oder Abkoppelung

Gelegentlich kann man beobachten, wie Wolken aus westlicher Richtung über den See hinwegziehen und gleichzeitig an der Seeoberfläche ein völlig vom Westwind unabhängiges autochthones Schönwetterwindregime herrscht. Zu anderen

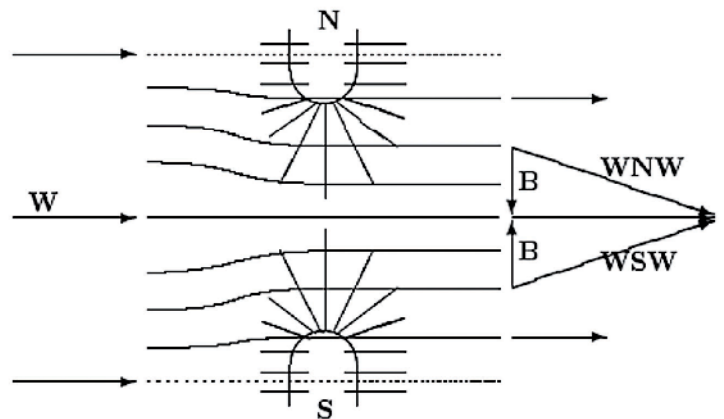
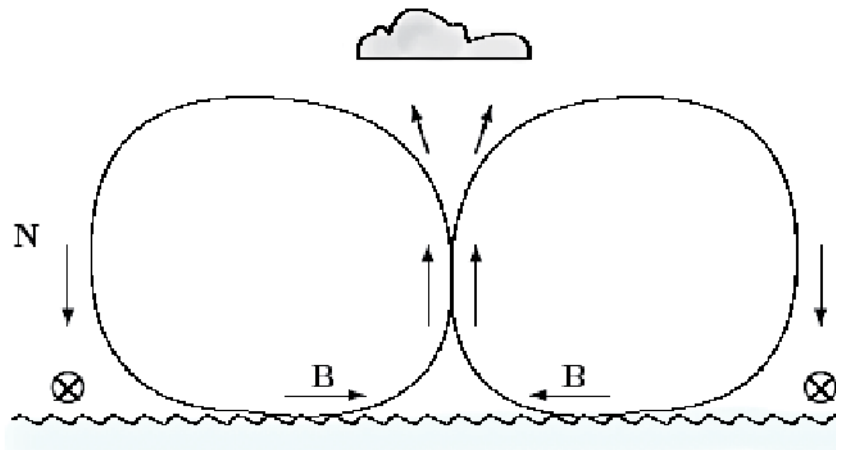


Abbildung 9: Einfluss einer Lücke in der Umrahmung des Seebeckens auf Richtung und Geschwindigkeit des Westwinds. Verdichtung der Stromlinien zeigt eine Beschleunigung an. Sie bewirkt einen quer gerichteten Bernoulli-Effekt B, der einen Spiralwirbel mit horizontaler Längsachse auslöst.

Abbildung 10: Reliefinduzierte Spiralwirbel mit horizontaler Achse aus windabwärts gerichteter Sicht. Anzeigender Wolkenstreifen, wenn über der Konvergenz aufsteigende Luft das Kondensationsniveau erreicht.



Zeiten kann es aber auch vorkommen, dass schon ein ganz leichter Westwind sich bis zur Seeoberfläche durchsetzt.

Um diese widersprüchlichen Verhältnisse zu verstehen, ist ein Blick auf die thermische Schichtung der Atmosphäre erforderlich.

In der Regel wird die untere Atmosphäre vom Erdboden her erwärmt, der die zugestahlte Sonnenenergie absorbiert. Die Senke der ausgestrahlten Wärme ist der Welt- raum. Daher die in der Regel vom Erdboden nach oben abnehmende Temperatur der Luft. Davon gibt es in gewissen Höhenbereichen Ausnahmen, als Inversion (= Temperaturumkehr) bezeichnet. Hier ist besonders das Temperaturprofil in der meist weniger als 100 Meter mächtigen, der Seeoberfläche aufliegenden untersten Luftschicht bedeutsam.

Die zugehörige Theorie stammt von dem russischen Meteorologen Alexander Michailowitsch Obukhov aus den 1940er Jahren und

macht von solchen Temperaturdaten und anderen gemessenen oder abgeleiteten Parametern Gebrauch, die dem Segler in der Regel nicht zur Verfügung stehen.

Im Ergebnis wird die Windgeschwindigkeit in der Höhe umso weniger an die Erdoberfläche nach unten übertragen, je stärker invers das Temperaturprofil ist. Bei kühler Oberfläche und zunehmender Lufttemperatur nach oben ist die Ankoppelung gering. Dies bedeutet abnehmende Windgeschwindigkeiten bei einer die Einstrahlung behindernden Wolken- oder Nebeldecke, bei kühlendem Regen oder bei Nacht. Beim nächtlichen Kaltluftzufluss bei Strahlungswetter bedeutet es sogar völliges Abkoppeln der kleinräumlichen Zirkulation von der Seeoberfläche.

Umgekehrt koppeln Westwind und Bise stark an, wenn die Lufttemperatur von der Seeoberfläche nach oben hin abnimmt, also bei Einstrahlung am Tag bei strahlend blauem Himmel.

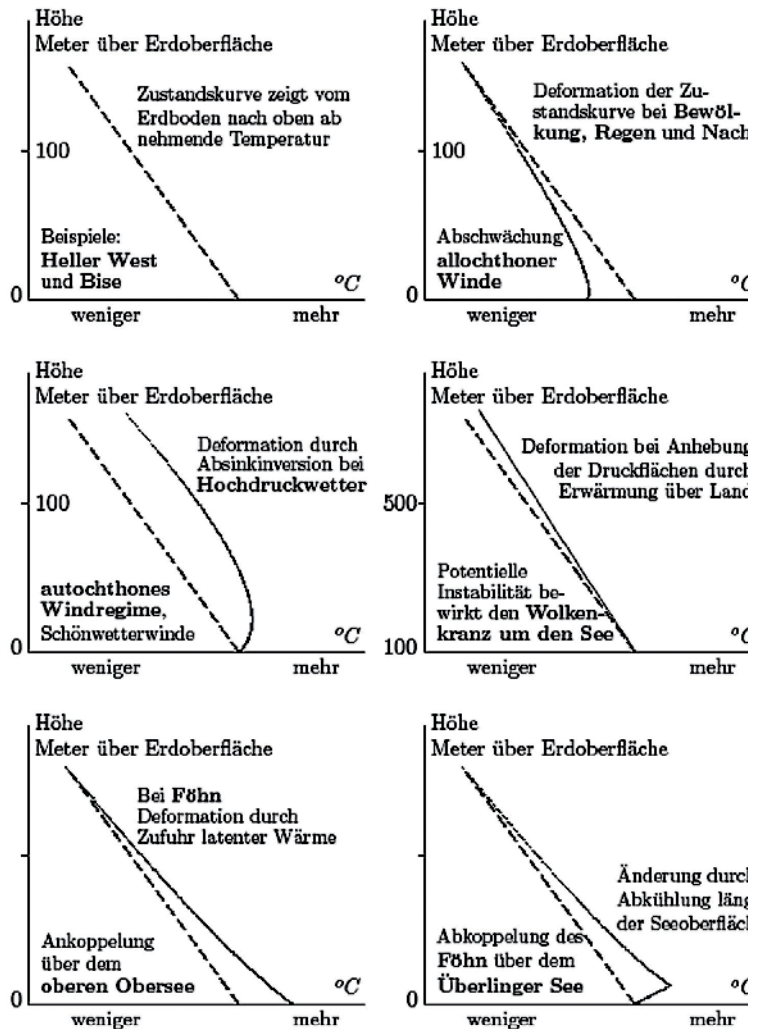


Abbildung 11: Deformationen der Zustandskurve und ihre Bedeutung.

WINTERLAGER UND OSMOSESANIERUNG beim Yachtprofi

Hallenwinterlager, mit Krananlage, Bocksystem, Transport LKW, inkl. Aus- und Einwasserung. Wir führen alle Reparatur- und Überholungsarbeiten durch und sind spezialisiert auf das Verlegen von Teakdecks.

Osmosevorbeugung und Osmosesanierung mit 6 Jahren Garantie, auf Wunsch bis zu 10 Jahren.

Rufen Sie uns an oder fordern Sie unseren Prospekt an. Auch im Internet finden Sie ausführliche Informationen. Wir beraten Sie gerne und machen Ihnen ein Angebot.

Ott Yacht GmbH
 Toreenstr. 10
 D-88709 Meersburg
 Tel. +49 (0) 7532/7145
 Fax +49 (0) 7532/1836
 info@ott-yacht.de
 www.ott-yacht.de



Das Temperaturprofil ist nicht nur von der oberflächennahen Luftschicht bestimmt. Von ebenso großer Bedeutung ist die Temperatur der in der jeweiligen Wetterlage herangeführten Luft. Kühler Wind koppelt eher an als warmer, was bei Bise und Föhn unterschiedliches Verhalten im Überlinger See auslöst. Die meisten, zunächst widersprüchlich erscheinenden Beobachtungen, etwa Windwechsel auf engstem Raum, gehen auf das An- oder Abkoppeln übereinander geschichteter Winde unterschiedlicher Richtung zurück.

Ein solch systematischer Fall sei hier kurz dargestellt: Nicht immer kann sich der Westwind bei Unteruhldingen sofort auf ganzer Seebreite durchsetzen. Gelegentlich gibt es um die Mittagszeit in der Nähe des Nordostufers eine die Mauracher Bucht abtrennende Linie Unteruhldingen – Nussdorf, an welcher der Westwind offensichtlich abhebt.

In der Mauracher Bucht segelt man dann mit dem aus NNW wehenden, ganz schwachen Morgenwind. Es kann vorkommen, dass die Trennungslinie genau durch die Hafeneinfahrt Unteruhldingen verläuft. Im Hafen herrscht dann schwacher NNW-Wind, während das Dampferhäuschen bereits im lebhafteren Westwind steht. Die Situation pflegt nur etwa eine Stunde anzuhalten, ehe sich am frühen Nachmittag auch in der Mauracher Bucht der Westwind bis zur Seeoberfläche durchgesetzt hat. Das tritt erst dann ein, wenn sich die in der Talung der Seefelder Aach lagernde Kaltluft so weit erwärmt hat, dass auch dort der Westwind ankoppeln kann.

Alpenföhn

Allgemein ist der Föhn ein warmer, trockener Fallwind auf der Leeseite von Hochgebirgen, dem durch den Niederschlag auf der Luvseite die Feuchte entzogen und dafür die entsprechende

latente Wärme zugeführt wird. Im Falle der Alpen wird bei Südwind in der Großwetterlage das nördliche Alpenvorland vom Alpenföhn betroffen. Die Einengung der Strömung durch den Alpenhauptkamm bewirkt dort eine Beschleunigung des oberflächennahen Windes und führt zu entsprechenden Querkomponenten, die Leewellen auf der Alpennordseite auslösen. Sie erzeugen über den Wellenkämmen typische Wolkenformationen, die man als Föhnlinse (Alto-cumulus lenticularis) oder auch als Föhnsche bezeichnet.

Die Leewellen bringen kurzperiodische Schwankungen des Luftdrucks hervor, die wetterfähigen Menschen südlich der Donau Beschwerden bereiten. Ein auffälliges Merkmal des Alpenföhns ist die durch seine, den Dunst auflösende Trockenheit hervorgerufene klare Fernsicht.

Der Alpenföhn betrifft in der Regel nicht den unteren Teil des Bodensees. Wenn der Südwind quer zur

Streichrichtung der Alpen aufgrund der Wetterlage größere Geschwindigkeiten erreicht, können diese mit ähnlichem Mechanismus wie bei Westwind und Bise durch Lücken im Alpenhauptkamm zum Föhnsturm verstärkt werden. Es treten dabei, wie auch dort Spiralwirbel auf, die mit dem typischen begleitenden streifenförmigen Haufenwolken in Windrichtung über der Konvergenz ein von fern sichtbares Merkmal des Föhns sind.

Im Obersee können aus der Föhngasse des Alpenrheins bis zu 150 km/h erreicht werden. Bei wolkenarmem Himmel der Alpennordseite koppelt der übergeordnete Wind im Hochgebirge immer an. Dies liegt daran, dass der Strahlungsgenuss der Erdoberfläche dort mindestens so groß ist wie im Tiefland und daher die advektiv herangeführte Luft der Meereshöhe entsprechend sehr viel kühler ist, auch wenn sie, wie der Föhn, durch Zufuhr latenter Wärme auf der Alpensüdseite relativ warm ist.

Erst wenn der Föhnsturm als SE-Wind vom Alpenrheintal her über die kühle Seeoberfläche fegt, koppelt er ab und ist dann je weiter seeabwärts desto häufiger nicht mehr im Segel spürbar. Nur die vom oberen See heranrollenden Wellenberge künden im Überlinger See vom Föhnsturm auf dem Obersee. Wenn der Föhnsturm im Überlinger See bereits abgehoben ankommt, überlagert er den Schönwetterwind manchmal nur in Masthöhe. Durch seine reliefabhängige Prägung kann dieser in Wellen oszillierende unruhige Wind umso öfter in seinen Auslenkungen nach unten die Wasseroberfläche erreichen, in je geringerer Höhe er abgehoben ist.

Solche Auslenkungen des Föhnsturms zur Seeoberfläche sind der einzige mir bekannte natürliche Grund für Böen im Schönwetterwind. Sie erscheinen fleckenweise ab etwa Litzelstetten seeaufwärts und werden in Richtung Obersee immer häufiger.

Sie wirken sich in charakteristischer Weise aus: Dem

im gleichmäßigen Schönwetterwind aufkreuzenden Segler begegnet plötzlich und völlig unerwartet eine heftige Bö, die sein Boot trifft. Schlagartig umgibt ihn dann eine badwarme Luft, die sich auf kurzer Strecke mit mehreren Windstärken höherer Strömungsgeschwindigkeit bewegt. Im Überlinger See lohnt es sich nicht, die Jacke auszuziehen, denn eine Minute später herrscht wieder der normale Schönwetterwind.

Fazit:

Der Überlinger See hat seine speziellen Windverhältnisse. Will man deren Hintergründe verstehen, muss man fünf Prinzipien kennen:

1. Hangaufwinde (Schönwetterwind in Teil I)
2. Kleiräumliche Zirkulation (Morgenwind und Mittagsflaute, Teil II)
3. Kaltluftabfluss an den Uferhängen (Abendwind, Teil II)
4. Einfluss des Reliefs in Luv (Modifikation übergeordneter Winde, Teil III)
5. An- und Abkoppelung durch bodennahe Temperaturschichtung, Teil III

Die Adresse am Bodensee

SCHATTMAIER Seit 1962
BODENSEE

YACHTHOTEL
RESTAURANT
YACHTCHARTER
SEGELSCHULE
EVENTS
TAGUNGEN

Der Bodensee zählt zu den beliebtesten Urlaubsrevieren Deutschlands.
Kommen Sie am besten gleich zu uns...
Wir sind für Sie da!