

# Eine Nase für den Wind

Mit analytischem Blick lässt der Wetterfrosch im Fernsehen Tiefs über die Mattscheibe ziehen. Mit seinen Wettermodellen weissagt er uns, wann eine Front den See erreicht oder wir uns über Schönwettertage eines Hochs freuen können. Doch was bedeuten seine Vorhersagen für den Bodensee? Der hat nämlich sehr spezielle Windverhältnisse, die ihnen der Autor Prof. Dr. Reiner Schwarz in drei Teilen erläutern wird. Wann sie mit Schönwetterwind (Teil I) rechnen können, warum und wann Morgenwind, Mittagsflaute und Abendwind (Teil II) am See herrschen oder wie die seeübergreifenden Winde am Bodensee eine Modifikation erfahren (Teil III).

## Lokale Winde im Überlinger See

Segeltag bei Schönwetterwind im Überlinger See.

Über den Autor: **Prof. Dr. Reiner Schwarz** hatte an der Universität Hamburg den Lehrstuhl für Physische Geographie inne und lebt seit sieben Jahren im Ruhestand – im Winter in Tübingen und im Sommer in Überlingen. Im Herbst hat er seinen 59. Segelsommer in Unteruhldingen beendet. Seit 1953 hat er ca. 40 000 Kilometer im Segelboot, grundsätzlich ohne Motor, auf dem Bodensee zurückgelegt. Schwarz segelt seit 1985 einhand das Oldtimer-Starboot 3829 (Baujahr 1957).

Segler auf dem Bodensee wissen, häufig begegnen ihnen auf dem Bodensee Windverhältnisse, die von den regional im Wetterbericht beschriebenen stark abweichen – und bezeichnenderweise nach immer wiederkehrendem Muster. Alterfahrene Segler können fast immer Wind finden, mit dem sie ohne Motorhilfe zum Hafen zurückkommen und innerhalb der gewählten Segelzeit eine möglichst weite Strecke zurücklegen. Versuchen Sie das Geheimnis zu ergründen, warum dieser sportliche Ehrgeiz so oft erfolgreich ist.

Meteorologen konnten es bisher nicht enträtseln, weil

ihnen die Erfahrungen der Segler auf dem See fehlen. Die Forscher nutzen Messstationen an Land, wo teilweise nicht nur am Boden, sondern auch mit Radiosondenaufstiegen wichtige Messwerte ermittelt werden. Solche Stationen gibt es auf dem See nicht<sup>1</sup>. An ihre Stelle treten einfache Beobachtungen vom Boot aus. Für Am-Wind-Kurse lassen sich Peilmarken an Land in Bootslängsrichtung auf der Topographischen Karte identifizieren, dort die Windrichtungen mittels Schablone bestimmen und die Kurse unter Berücksichtigung der Abdrift koppeln.

Dabei rechnet der Autor

mit der optimalen Höhe seines Starboots von 50 Grad gegen den interessierenden wahren Wind und fünf Grad Abdrift.

Solche Beobachtungen finden an zeitlich wechselnden Stellen statt und können keine synoptischen Daten liefern. Oft sind sie auch in der engeren oder weiteren Umgebung des Beobachtungsstandorts möglich.

So können Wellenfelder auf dem See die Windrichtung anzeigen<sup>2</sup>. Die Segelstellung anderer Boote und Beflaggung am Ufer geben – allerdings sehr ungenauen – Aufschluss über den Wind an deren Standort.

Manche Wolkenformatio-

nen wie streifenförmige Haufenwolken oder ein Wolkenkranz um den See sind im Hinblick auf vertikale Luftbewegungen in der untersten Atmosphäre deutbar. Der Schein der Glut und der Duft des Fleisches der Grillparty am Ufer, gibt genauen Aufschluss über die Richtung des Abendwinds.

Gefühlte Temperaturen, besonders Temperaturänderungen sind windaufwärts fortsetzbar. Gelegentlich kann man sogar die vertikale Schichtung der oberflächennahen Luft erkennen, wenn der Wind im Segel sich deutlich von der Anzeige des Verklickers im Masttopp unterscheidet.

## Wie entsteht horizontaler Wind?

Auslöser von horizontalen Luftbewegungen sind horizontale Differenzen des Luftdrucks. Dieser entspricht dem Gewicht der Luftsäule über einer Grundfläche und nimmt entsprechend von unten nach oben ab. Die gesamten Druckverhältnisse in der Lufthülle der Erde lassen sich mit Hilfe von gedachten Isobarenflächen beschreiben. Das sind mehr oder weniger zur Erdoberfläche parallele Flächen gleichen Luftdrucks. Über einer solchen Isobarenfläche herrscht geringerer, darunter höherer Luftdruck. Ist die Isobarenfläche streng horizontal, gibt es ihr entlang keine Luftbewegung, denn es gibt kein Druckgefälle. Wind entsteht erst, wenn die Isobarenfläche nicht horizontal verläuft. Dann gibt es eine horizontale Windbewegung vom höheren Druck unter der

Isobarenfläche zum tieferen Druck darüber.

Wie kommen die Abweichungen der Isobarenflächen von der Horizontalen zustande, damit horizontaler Wind entstehen kann? Wenn sich die Luft unter einer Isobarenfläche erwärmt, wie das in Erdbodennähe bei Sonneneinstrahlung geschieht, dehnt sich die Luftsäule darunter aus. Deren Gesamtgewicht ändert sich dadurch nicht. Die Isobarenfläche wird lediglich angehoben. Umgekehrt sinkt sie bei Abkühlung der Luft ab. So führen Temperaturunterschiede der Luft zu horizontalen Windbewegungen.

Die Temperaturverhältnisse werden vom Wärmehaushalt der Erdoberfläche und der untersten Atmosphäre bestimmt. Die Wärmeaufnahme stammt von der kurz-

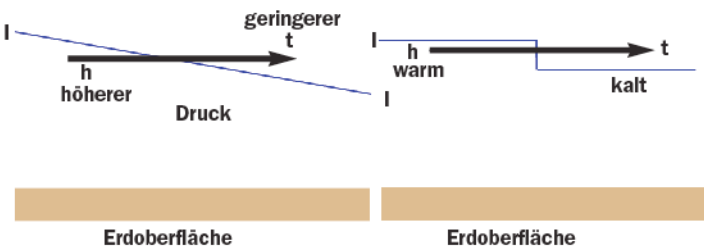
weligen Zustrahlung durch die Sonne und ist daher vom Wechsel der Jahreszeiten, von Nacht und Tag und am Tag vom Sonnenstand abhängig. Je höher die Sonne über dem Horizont steht, desto intensiver die Strahlung und umso höher die Wärmezufuhr durch Absorption der solaren Strahlung. Dagegen ist die Wärmeabgabe umso größer, je höher die Temperatur ist. Aktiv wird also der Tagesgang der Temperatur von der Sonneneinstrahlung angetrieben.

Doch hinkt – wie beim Kochtopf – die Temperatur der Wärmezufuhr hinterher. Das Maximum der bodennahen Lufttemperatur wird gegen 14.30 Uhr erreicht. Die Trägheit der Erwärmung gegenüber der Wärmezufuhr drückt die spezifische Wärme aus. Sie beträgt für Erdboden und Luft ganz grob nur ein Viertel der von Wasser. Bei gleicher Wärmezufuhr steigt die Temperatur des gleichen Volumens von Luft und Erdboden viermal so rasch als die von Wasser. Das bedeutet zunächst, dass sich die Temperatur der Seeoberfläche zwischen Tag und Nacht nur wenig ändert, während Luft und Erdboden um die Seetemperatur relativ stark schwanken.

Die Temperaturschwankung ist nicht nur von den Unterschieden in der spezifischen Wärme der Unterlage bestimmt, sondern ganz

entscheidend von deren Wärmekapazität, d. h. von dem Volumen, das von der Strahlungszu- oder -abfuhr erwärmt oder abgekühlt werden muss. Hier erweist sich durchsichtiges und wellenbewegtes Wasser als besonders träge gegen Temperaturänderungen. Wichtig sind die lokalen Unterschiede an Land in dieser Hinsicht. Pflanzenblätter sind dünn und reagieren deshalb sofort und heftig auf Strahlungsunterschiede, während Stein, Beton und Asphalt die durch Strahlung zu- oder abgeführte Wärme durch deren Leitung an große Volumina weitergeben und somit sehr träge reagieren. Deshalb erzeugen bei überwiegender Ausstrahlung am Abend nur vegetationsbedeckte Hänge einen Wind am Ufer, während Siedlungen für den Abendwind weitgehend verloren sind.

Windgeschwindigkeiten bei Strahlungswetter sind durch die Temperaturträgheit der Oberflächenbeschaffenheit mit bedingt. Schwächere Luftströmungen entstehen bei Wassersättigung der Böden, der Vegetation und auch durch nasse Siedlungs- und Verkehrsflächen. Dagegen ist nach längeren Trockenperioden an Wassermangel leidende Vegetation höheren Geschwindigkeiten der Lokalwinde förderlich.



Horizontale Luftbewegung bei Gefälle der Isobarenflächen I

1 Die zwischen Teufelstisch und Goldbach betriebene stationäre Messboje des Instituts für Limnologie der Universität Konstanz ist primär auf Erkenntnisse zu Vorgängen im Wasser, nicht zu solchen in der Atmosphäre gerichtet. Messungen mit Drachenaufstiegen in Friedrichshafen haben anfangs des letzten Jahrhunderts (Drachenstation Friedrichshafen 1908 – 1915) Messdaten zum Vertikalprofil der unteren Luftschichten geliefert, doch fehlt eine Verknüpfungsmöglichkeit mit simultanen Beobachtungen auf dem See.

2 Doch zeigen glatte Flächen zwischen Kräuselungen oft nur scheinbar weniger Wind an, wenn sie auf Dämpfung der Wellen durch öartige Stoffwechselprodukte von Algen zurückgehen. Ein Indikator ist Schaumbildung im Kielwasser.

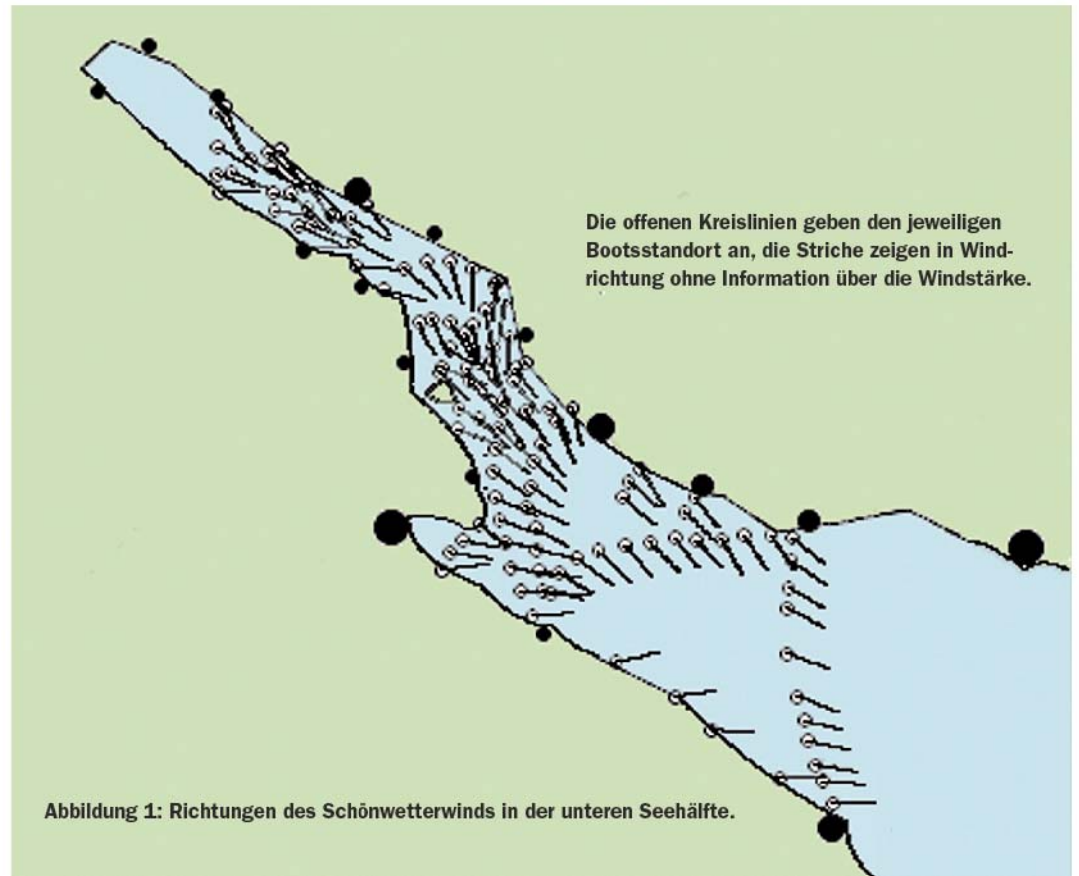
## Teil I: Schönwetterwind

Bei strahlend blauem Himmel einer reinen Hochdruckwetterlage sind für die Windverhältnisse nach zeitlichem Auftreten<sup>3</sup>, Richtung und Stärke allein seespezifische Besonderheiten verantwortlich. Um in diesem Fall die lokale Entstehung der Winde zu verstehen, müssen wir auf die eigens im Kasten dargestellte Erklärung (siehe vorn) verweisen, wie ganz generell unsere das Segelboot antreibenden horizontalen Luftbewegungen zustande kommen.

Dem Sonnenstand in südöstlichen Richtungen folgend, setzt gegen elf Uhr der für den Segler bedeutendste dieser Winde ein, der vom Obersee her den Überlinger See abwärts strömt<sup>4</sup>. Er sei hier einfach „Schönwetterwind“ genannt. Er weht sehr gleichmäßig ohne Böen<sup>5</sup> und kann bis drei Beaufort erreichen.

In der Mitte des Überlinger Sees weht der Wind aus SO abwärts in Seelängsrichtung. Kreuzt man gegen ihn auf, beginnt er sich bereits am Übergang zum Obersee deutlich abzuschwächen. Bei voller Entwicklung kann er sich im Obersee bis zur Linie Güttingen – Immenstaad erstrecken, aber in der Regel nicht weit darüber hinaus.

Charakteristisch ist seine Richtung jeweils in Ufernähe. Dort weht er schräg landeinwärts, so dass die rechtwinklig zur Windrichtung verlaufenden Normalen seeabwärts durchgebogen sind. Diese Eigenart zeigt sich beispielsweise beim Aufkreuzen von Unteruhldingen in Richtung Obersee. Gleich nach der Hafenausfahrt Unteruhldingen segelt man am Wind in Richtung Mainau-Nordufer. Dann, wenige 100 Meter vom Ufer weg kann man in Richtung der Bootslängsachse bereits Schloss Mainau halten, dann



den Wasserturm Konstanz mit der Birnau achteraus.

Läuft man auf der linken Seite dicht am Nordufer entlang, kann man, falls man Höhe presst, dem Ufer folgen bis zum Gehauweg unterhalb des Meersburger Fährhafens.

Auf der anderen Seeseite erzeugt der Steilhang bei der Ruppen-Brauerei in Allmannsdorf einen relativ heftigen Wind, der, käme er streng in Längsrichtung des Sees, im Windschatten des Staader Fährhafens liegen müsste. Drüben am Ufer zwischen Unteruhldingen und Meersburg segelt man fast gleiche Richtung, aber auf dem anderen Bug. Die Windrichtungen unterscheiden sich also um fast den ganzen Wendewinkel.

Ähnliches gilt auch am schweizer oder deutschen Ufer und im ganzen Überlin-

ger See. Von Dingelsdorf kann man hoch am Wind fast uferparallel segeln und muss erst am vorspringenden Fließhorn wenden. Dann kann man zunächst Altbirnau halten, bald aber Kloster Birnau, Schloss Maurach, die Seehalde und endlich sogar Seefeld. Nach der Wende dort segelt man zunächst in Richtung Litzelstetten, kann aber schließlich die untere Güll bis gegen das Nordufer der Mainau queren.

Das auch an anderen Binnenseen auftretende Phänomen hat Manfred Curry in seinem Buch<sup>6</sup> über das Regattasegeln in der Ursache betreffend als „Saugwind“ beschrieben und für die regattataktische Routenwahl genutzt.

Möchte man möglichst effektiv im Überlinger See gegen den Obersee aufkreuzen, empfiehlt es sich, sofern

möglich, in kurzen Schlägen in der Nähe eines Ufers zu bleiben und nicht quer über den See zu kreuzen. Allerdings gilt für die Wahl des geeigneten Ufers die Erfahrung, dass grüne Ufer bebauten Ufern vorzuziehen sind. Das sind aufgrund von Präferenzen der Besiedlung eher die weniger dicht bebauten Uferhänge in N- und E-Ausrichtung, also häufiger das Südufer.

Aufgrund der zu beobachtenden Biegung der Windrichtungen gegen die Ufer und die ufernahen Hänge aufwärts, kann es sich bei der Ursache des Schönwetterwinds nur um Hangaufwinde an den Seerändern handeln. Der Schönwetterwind ist somit ein Talwind, verursacht durch den Unterdruck, der durch den Entzug der Luft an der Seeoberfläche entsteht. Insofern ist der

3 Alle Zeitangaben in Sommerzeit, welche gegenüber der Sonnenzeit etwa eine halbe Stunde vorgeht. Sonnenhöchststand ca. 12.30 Uhr.

4 Auffallend ist die Beobachtung, dass dieser Wind in Unteruhldingen bereits wenige hundert Meter landeinwärts deutlich früher einsetzt. Die N- und S-exponierten Hänge der Talung der Seefelder Aach in der Linie Unteruhldingen – Oberuhldingen – Mühlhofen werden schon bei Sonnenstand im Osten erwärmt. Entsprechend wehen bereits gegen 10 Uhr die Fahnen am Touristenbüro in Unteruhldingen talaufwärts aus SW, wenn im Hafen noch leichter NNW-Wind weht.

5 Ausnahmen gibt es nur bei starkem Föhn oberhalb.

6 Curry, M.: Regatta-Segeln. Die Aerodynamik der Segel. 5. erw. Auflage., Schweizer Druck- und Verlagshaus Zürich, 1949, S. 161

von Manfred Curry gebrauchte Ausdruck „Saugwind“ zutreffend.

Dieser Wind entspricht in seinem Habitus dem bekannten Ora am Gardasee, der sich dort deutlicher als Talwind zu erkennen gibt, weil er sich aufwärts in den Alpentälern fortsetzt. Wie dort im breiten südlichen Seeteil erklärt sich am Bodensee das Schwächerwerden gegen den Obersee durch die dort größere Wasserfläche, die den von den Rändern her erzeugten Unterdruck weiter verteilt und daher abschwächt.

Die Hangaufwinde entsprechen nicht der gängigen Vorstellung des immer wieder aufgetischten See-Landwind-Schemas, das ausge-

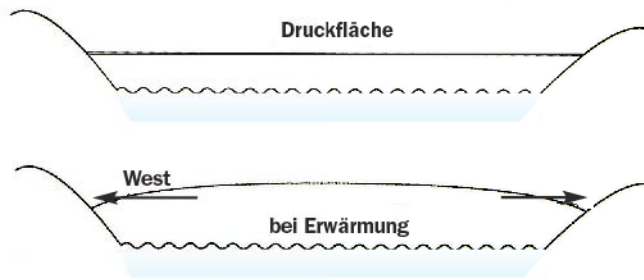


Abbildung 2: Hangwinde durch Lufterwärmung und Hebung der Druckfläche in Hangnähe.

hend von vertikal aufsteigender Warmluft über dem erwärmten Hang und absteigender schwerer, kühler Luft über dem See einen Kreislauf quer zum Ufer mit horizontalen Komponenten entwickelt. Es lässt sich nie und nirgendwo am See ein

Schönwetterwind als See- wind quer zum Ufer beobachten. Er weht vielmehr weitgehend in Seelängsrichtung und besitzt nur in Ufernähe eine landeinwärts gerichtete Komponente. Auch hier ist zur korrekten Erklärung des horizontalen Win-

des die Betrachtung horizontaler Luftdruckunterschiede notwendig.

Der gegen den Hang weisende Windvektor  $w$  wird zerlegt in eine Komponente  $v$  senkrecht auf den Hang, die der Hang vollständig unwirksam macht, und eine Komponente  $h$  in Richtung hangaufwärts:

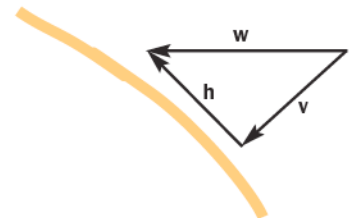


Abbildung 3: Hangaufwind durch Zerlegung des horizontalen Windvektors.

## Beiliegen und Ausweichpflicht

**Lesermelung zum Artikel „Trelben lassen ist nicht stillliegen“ In Heft 12/2012.**

Zu diesem Artikel kann ich auch ein Erlebnis beisteuern: Da ich oft allein oder nur mit meiner Frau mit unserer Avance 36 unterwegs bin, bin ich oft zu bequem, um nicht zu sagen zu faul, die Segel unseres Bootes zu bergen, wenn ich auf dem See einen kurzen Halt machen möchte.

Da eine Avance mit Backstagen ausgerüstet ist, kann man das Großsegel nur vorheißeln, wenn das Boot exakt im Wind liegt. Dies geht in den meisten Fällen nur unter Maschine. Ich praktiziere deshalb oft die Methode des Beiliegens. Ob dies noch heute in den Segelschulen gelehrt wird, entzieht sich meiner Kenntnis.

Ich vermute eher nicht, da ich diese Art zu „parken“ am See so gut wie nie beobachtet habe. Daraus resultiert wahrscheinlich auch die Reaktion eines Seglers, der, als ich wieder einmal mit dieser Methode mitten auf dem See Halt machte, aus vollem Hals brüllte und Raum forderte. Aus seiner Sicht sogar zu Recht, denn

er hatte einwandfrei Wegerecht.

Wenn ich Ihren Artikel genau verstanden habe, bin ich auch beim Beiliegen „in Fahrt“, da ich ja keine Landverbindung habe. Nur kann ich nicht so ohne Weiteres ausweichen, da ich ja quasi ohne Fahrt stillliege. So weit ich informiert bin, praktizieren viele Einhandsegler auf den Weltmeeren diese Methode, um einen Sturm abzuwehren.

Ich wäre Ihnen sehr dankbar, wenn Sie in einer Anmerkung zu meinem Leserbrief darlegen könnten, ob diese Methode am See überhaupt zulässig ist, und wenn ja, wie ich mich bei einer Begegnung mit einem anderen Wasserfahrzeug verhalten soll. In diesem Zusammenhang teile ich Ihnen mit, dass ich dies natürlich niemals in Hafeneinfahrten oder auf den bekannten Schifffahrtslinien praktiziere.

Werner Ehninger per E-Mail

### Anmerkung der Redaktion:

Sehr geehrter Herr Ehninger, sie dürfen am Bodensee selbstverständlich Beiliegen, müssen aber genauso selbstverständlich Booten mit Wegerecht ausweichen. Ob begedreht oder nicht, ob mit oder ohne Segel, ob mit laufender oder

abgestellter Maschine... ohne Landverbindung befinden sie sich „in Fahrt“. Das ist auf den Weltmeeren übrigens nicht anders.

Wie Sie richtig bemerkt haben, hat dieses Manöver keinerlei Relevanz in Bezug auf die Wegerechtsituation.



# Bodensee Digital

**10% Treue-Rabatt für**



**-Abonnenten**



**Voraussetzungen:**  
- PC / Pentium 1 oder besser  
- Windows XP, Vista oder 7  
- 512 MB RAM

**Eine Komplettlösung für den Laptop, die das Hafenhandbuch „Leg an“, die Bodensee-Navigationskarte sowie eine kostenlose Navigationssoftware enthält.**

124,- € / 161,50 CHF

Preise zzgl. Porto- und Versandkosten.

**Zu beziehen bei:**

- **IBN-Verlag, Abt. Bootssport,**
- **Postfach 10 02 64, D-72334 Balingen,**
- **Telefon: +49 (0) 74 33 / 2 66-1 00,**
- Telefax: +49 (0) 74 33 / 2 66-2 42**
- E-Mail: [bootssport@ibn-online.de](mailto:bootssport@ibn-online.de)**
- Internet: [www.ibn-online.de](http://www.ibn-online.de)**

