

Windphänomene & -effekte

Zusammenfassung: Udo Beier, DKV-Referent für Küstenkanuwandern (03/06/12)

Bezug: www.kanu.de/nuke/downloads/Windeffekte.pdf

1. Thermikeffekte
2. Kapeffekte
3. Düsen-, Tunnel- Trichter-, Wind-gegen-Strom-Effekte
4. Fallwindeffekte
5. Abdeckungseffekte
6. Windstau
7. Reibungseffekte
8. Konvergenz- & Divergenz-Effekte
9. Leit- & Ablenkungseffekte
10. Böen

In der YACHT, Nr. 7 v. 2004, stellte **U.Janßen** in dem Beitrag:

„Wissen, woher der Wind weht“

10 Windeffekte vor. In der YACHT, Nr. 7 v. 2012, befasst sich nun **A.Fritsch** in dem Beitrag:

„Warum es plötzlich weht“

mit insgesamt 6 Windphänomenen. In den Seewetterberichten werden i.d.R. diese meist lokalen Wunderscheinungen nicht erwähnt. Sie weisen i.d.R. nur auf überregionale Wunderscheinungen hin, die dadurch entstehen, dass vom Hoch zum Tief (oder ist's umgekehrt?) ein Druckausgleich stattfindet (sog. „Gradientwind“). Lokale Winde können jedoch diesen Wind beeinflussen, sei es, dass sie ihn verstärken, abschwächen oder ablenken. Wer die Seekarte bzw. topographische Karte richtig lesen kann, wird sehr schnell erkennen können, mit welchen Windeffekten gegebenenfalls zu rechnen sind und seine Route, Tagesetappe, Pausen- bzw. Übernachtungsplätze so legen, dass der Wind und der von ihm unweigerlich hervorgerufene Seegang seine Tour nicht gefährdet. Das gilt insbesondere für das Mittelmeerrevier, welche stark von Steilküsten, hohen Bergen und extremen Temperaturunterschieden geprägt wird.

1. Thermikeffekte

Seewind: Er weht tagsüber in Richtung Küste, da das Land sich stärker erwärmt als das Wasser. Über Land steigt die warme Luft aufsteigt. Damit dort am Erdboden kein Vakuum entsteht, strömt vom Meer her kältere Luft nach. Der Seewind beginnt mittags und erreicht ca. 2 Std. nach Sonnenhöchststand sein Maximum. Es handelt sich um eine lokale Wunderscheinung, die sich besonders dann bemerkbar macht, wenn ansonsten Windstille vorherrschen würde. Von See aus ist dieser Windeffekt allein schon daran zu erkennen, dass sich über Land thermische Wolken (Kumulus) bilden.

Die Stärke des Seewinds ist davon abhängig, wie hoch die Temperaturdifferenz zwischen Land und Wasser ist: Bei 16°C Unterschied weht er mit 2 Bft., bei 28°C mit 5-6 Bft. Er kann dabei 5 – 70 km aufs Meer hinaus reichen. Deshalb ist dieser Windeffekt in der Mittelmeerregion viel deutlicher zu bemerken, als bei uns entlang der Nord- und Ostseeküste. Übrigens, an der Ostsee weht der Seewind bis zu 4 Bft. und kann bis zu 5 – 10 km weit auf die

offene See hinaus reichen, im westlichen Mittelmeer bis zu 5 Bft. und in der Ägäis bis zu 6 Bft. D.h. wenn wir im Mittelmeer im Sommer auf Tour gehen, brauchen wir uns nicht zu wundern, wenn die Mittagspause an Land bei Flaute beginnt und eine Stunde später bei „frischem“ Wind (= 5 Bft.) endet. Da der Seewind immer auflandig bläst und da die beliebtesten Paddelpassagen nicht entlang von Sandstränden, sondern Felsküsten führen, geraten die meisten Kanuten dann schnell an ihre persönliche Grenzen. Die 5er Windwelle würden sie ja gerade noch so beherrschen, aber die damit einhergehenden Reflexionswellen lassen dann zusammen mit Grundsee ein Wellentohwabohu entstehen, der von Kreuzseen, Brechern und Klapotis bestimmt wird. Wer dem entgehen will, sollte zum Sonnenaufgang starten und mittags schon anlanden und seine Tagestour beenden.

Landwind: Er weht nachts in Richtung Meer, da über Land die Luft allmählich stärker abkühlt als über dem Meer, sodass dort die wärmere Luft aufsteigen kann. Damit draußen vor der Küste auf dem Meer kein Vakuum entsteht, strömt vom Land her kältere Luft nach. Dabei lösen sich über Land allmählich die Wolken auf. Es handelt sich ebenfalls um eine lokale Winderscheinung, die sich gerade bei Flautenbedingungen voll entfalten kann.

Da die Temperaturdifferenz des Nachts zwischen Land und Wasser niedriger ist, wird der Landwind im Allgemeinen nur mit 1-3 Bft. wehen.

Thermikeffekt (Verstärkung): Hier weht der überregionale Wind („**Gradient**“-Wind) mit dem Seewind und verstärkt dadurch dessen Wirkung (z.B. Westwind an der Westküste von Jütland)

Thermikeffekt (Abschwächung): Hier weht der überregionale Wind gegen dem Seewind und wird dadurch abgeschwächt (z.B. Westwind an der Ostküste von Jütland).

Thermikeffekt (Ablenkung): Hier trifft der überregionale Wind seitlich auf den Seewind, was dazu führt, dass beide Winde, nämlich der thermische Seewind und der überregionale „**Gradient**“-Wind (der vom Hoch zum Tief weht) etwas abgelenkt und verstärkt wird (z.B. kann ein Ostwind an der Seeseite der ostfriesischen Inseln durch den eigentlich aus Norden kommenden Seewind so abgelenkt werden, dass beide zusammen aus nordöstlicher Richtung wehen).

2. Kapeffekte

Der Kapeffekt ist fast überall dort zu beobachten, wo eine „Landnase“ (Kap, Huk) von der Seite her vom Wind angeblasen wird. Vor dem Scheitelpunkt des Kaps weht es am heftigsten, u.U. bis zu 50% stärker. Je nachdem, wie weit ein Kap aus einer Küstenlinie herausragt, desto größer wird dieser Effekt und umso eher tritt nach dem Kap eine Verwirbelung des Windes, gegebenenfalls mit einer völligen Winddrehung auf (z.B. ein Westwind mit 3 Bft., der auf die Nordspitze von Bornholm weht, wird dort entlang der Felsküste mit 4-5 Bft. vorbeiblasen). Die Größe des Bereichs der vielfach im Lee anzutreffende Windverwirbelung ist abhängig von der Höhe des Kaps und kann 30x so lang sein, wie das Kap hoch ist.

Mit Kapeffekten ist stets bei Touren entlang von Felsküsten zu rechnen, denn jeder kleinere Felsvorsprung stellt ein kleines Kap dar. Wenn wir schon vorher mit dem Seegang zu kämpfen haben, werden wir bei der Passage entlang eines Kaps besonders gefordert. Nimmt dann auch noch der **Seewind** zu, dann müssen wir die Seekajaks schon beherrschen. Und wenn außerdem zusätzlich ein Strom entlang der Felsküste führt, muss uns bewusst sein, dass das vor uns liegende Kap nicht nur zur Erhöhung der Windstärke verbunden mit einer Windverwirbelung führt, sondern auch zu einer Erhöhung der Stromgeschwindigkeit verbunden mit einer Stromkabelung! Liegen vor einem Kap noch Untiefen, kommen noch Grundseen dazu.

3. Düsen- & Tunneleffekte & Co.

Der Wind wird, wenn er durch zwei eng beieinander liegende Landmassen weht (z.B. Meerenge, Gat; Tal, Schlucht), gestaucht und muss mit erhöhter Geschwindigkeit den Engpass überwinden. Die Zunahme spüren wir im engsten Bereich und danach. Der Wind kann dabei ohne Weiteres um bis zu 3 Bft. zunehmen (z.B. wenn ein westlicher Wind zwischen Korsika und Sardinien durch die Straße von Bonifacio bläst). Je höher links und rechts der Düse die Landschaft aufsteigt, desto stärker wird der Düseneffekt sein.

Ähnliche Effekte (sog. „Tunneleffekte“) treten auch auf, wenn der Wind durch ein Tal bläst. Übrigens, der von den Alpen her ins Tal blasende „Mistral“ und der von den kroatischen Bergen auf die Adria fallende „Bora“ wird durch solche Tunneleffekte zusätzlich verstärkt.

Übrigens, solche Düsen gibt es auch überall dort, wo der Wind zwischen zwei enger zusammen stehenden Inseln bläst, also genau in jenen Revieren, die wir wegen der vielen Inseln bevorzugen (z.B. Kroatien, Griechenland, Türkei, aber auch Kanarische Inseln; skandinavische Schärenküste; west-schottische Küste). Wenn wir aufmerksam sind, können wir jedoch schon von weitem den Düseneffekt erkennen. Dort ist der Seegang nämlich kabbliger und von Schaumkronen geprägt.

Kritisch sind solche Düseneffekte für Küstenkanuwanderer, da sie bei **ablandigem Wind** auftreten, d.h. wir paddeln im Windschutz einer Steilküste entlang und können ganz plötzlich, dort wo die Steilküste z.B. von einem Taleinschnitt unterbrochen wird, vom Düseneffekt, richtiger: Tunneleffekt, überrascht werden.

Wir können jedoch den Düseneffekt auch bei **auflandigem Wind** erleben, Z.B. paddeln wir entlang einer Inselkette. Der auflandige Wind macht uns sehr zu schaffen, weil wir gegen die seitlich einlaufende Windsee und die vom Felsufer reflektierenden Wellen ankämpfen müssen. Da zeigt sich auf der Karte ein Einschnitt, der uns ermöglicht, von der dem Wind ausgesetzten Seite der Insel zu wechseln zur windgeschützten Seite. Diese Passage hindurch zur anderen Inselseite wirkt jedoch für den Wind wie eine Düse. Kurzzeitig wird sich dort folglich der Wind um mindestens 1-2 Bft. erhöhen und Wellen erzeugen, die jetzt nicht nur höher sind, weil der Wind wegen des Düseneffekts stärker geworden ist, sondern die auch deshalb noch höher in diese Passage einlaufen, weil es auch für den Seegang eine Art „Düseneffekt“ gibt, der die See ansteigen und aufsteilen lässt (sog. „**Trichtereffekt**“). Je nach Breite der Passagen werden wir daher auf einer mehr oder weniger langen Strecke mit höherem Seegang zu kämpfen haben, der sich noch weiter erhöhen und steiler auflaufen könnte, wenn durch diese Passage ein Strom hinaus liefe („**Strom-gegen-Wind-Effekt**“). Aber irgendwann hat diese „Effekthascherei“ garantiert ein Ende und dann erwarten uns Gewässerbedingungen, die wir vom „Ententeich“ her kennen, außer es treten auf der Leeseite der Insel „**Fallwindeffekte**“ auf (mehr darüber später!).

4. Fallwindeffekte

Wenn ein „Kaltluftpaket“ aus über 1.000 m von den Bergen hinunter in die Täler „fällt“, können „Fallwinde“ entstehen, die über eine ganze Region wehen können. Die in der Adria zu beobachtende „Bora“ ist ein solcher Fallwind. Sie entsteht, wenn kalte Luft aus Nordosten durch die Triest-Ebene oder über die Berge der adriatischen Ostküste aus Ostnordost auf die Adria strömt. Innerhalb einer Stunde kann der Wind von 3 auf 8 Bft. zunehmen (im Golf von Triest wurden max. knapp 200 km/h gemessen). Das Tückische daran ist, dass die Bora bei Sonnenschein, guter Sicht und konstantem Luftdruck auftreten kann. I.d.R. besteht in Kroatien Bora-Gefahr, wenn der Wind auf Ost dreht und oben auf den über 1000 m hohen Bergkämmen eine beeindruckende „kettenartig“ aufgereichte, „cumulusartig“ strukturierte Wolkendecke liegt. Ähnlich verhält es sich mit dem im westlichen Mittelmeer zu beobachtenden „Mistral“.

5. Abdeckungseffekte

„Abdeckungseffekt“ sind lokale Windphänomene, die Begleiteffekt regionaler und überregionaler Winderscheinungen (z.B. Gradient-Wind, Fallwind, Seewind) sind. Ist die Ecke, um die der Wind weht, zu scharf, die Kurve zu eng oder die Abbruchkante einer Küste zu steil, dann reißt der Wind ab und eine „Wirbelschleppe“ bildet sich hinter dem Hindernis aus. Der Wind weht dort wohl turbulenter, aber weniger stark.

Die lokal auftretenden „Fallböen“ werden im Gegensatz zu dem oben beschriebenen regional zu beobachtenden Fallwind ebenfalls den „Abdeckungseffekten“ zugerechnet. Solche Fallböen können bei ablandigem Wind an hohen Steilküsten als vertikale „Windverwirbelung“ beobachtet werden. Teilweise können sie, wenn sie auf die Wasseroberfläche treffen, das Wasser hoch spritzen lassen und dann als Gischt horizontal dicht über die Wasseroberfläche blasen.

Allgemein gilt bei Steilküsten, dass im Abstand der 5-fachen Höhe der Küste noch maximal 40% des ursprünglichen Windes herrscht („Flautenzone“), in einer Entfernung des 10-fachen der Höhe maximal 65% („Flautenlöcher“) und erst nach einer Distanz der 30-fachen Höhe sind wir aus dem „Windschatten“ wieder völlig draußen (z.B. reicht bei den Kanarischen Inseln die Abdeckung von den Leeküsten im Südwesten und Westen über 20 – 30 km seewärts).

Das Gefährliche an solch einem lokalen Windphänomen ist seine „Böigkeit“. Wer im Moment der Böe sein Paddel nicht flach hält, braucht sich dann nicht zu wundern, wenn die Böe unter sein Paddelblatt greift und ihn umschmeißt. Diese Gefahr besteht insbesondere dann, wenn das Paddel gedreht gepaddelt und hoch geführt wird bzw. der Kanute den Paddelgriff nicht lockert. Wer sein Paddel notfalls nur noch mit der „Lee“-Hand hält, um dem Paddel die Möglichkeit zu bieten, nachzugeben und auszupendeln, vermindert sein Kenterrisiko und eine Paddelsicherungsleine verhindert den Verlust des Paddels spätestens nach einer Kenterrung!

Eine weitere Gefahr stellt die Windstille in der „Flautenzone“ dar. Der ablandig wehende Wind macht sich ja nahe der Küste kaum bemerkbar und verleitet den Kanuten dazu, sorglos entlang der Küste zu paddeln. Wenn er dabei nicht aufpasst, stets dicht entlang des Spülensaums zu paddeln, treibt er langsam immer weiter aufs offene Meer hinaus, bis es ihm immer schwerer fällt, gegen den Winddruck zurück zum sicheren Ufer anzupaddeln. Sollte ihn dann eine Fallböe kentern lassen, ist dann der Seenotfall vorprogrammiert; denn bis ihm der Wiedereinstieg gelingt, treibt ihn der Wind soweit hinaus in den immer höher werdenden Seegang, dass er schon über genügend Kondition und Seegangstüchtigkeit verfügen muss, um gegen den zunehmend stärker blasenden Wind zurück ans rettende Ufer paddeln zu können.

Solche „Abdeckungseffekte“ können „heimtückisch“ sein, sei es, dass wir unmerklich hinaus treiben, oder dass wir dazu verleitet werden, in solch einem Bereich zu biwakieren. Dreht dann der Wind am nächsten Tag und weht nicht mehr ab-, sondern auflandig (z.B. bei zunehmenden „Seewind“), werden wir beim Start mit Brandungsbedingungen konfrontiert, die u.U. nicht jeder beherrscht. Ist am nächsten Tag „nur“ mit einem „Seewind“ zu rechnen, tun wir gut daran, gleich mit Sonnenaufgang zu starten und schon früh mittags den nächsten Biwakplatz anzulaufen; denn je später wir starten bzw. je später wir anlanden, desto mehr wirkt sich der Seewind auf den Seegang und folglich auf die Gewässerbedingungen aus.

6. Windstau

Trifft der Wind senkrecht auf eine hohe Steilküste, hat sie Schwierigkeiten abzufließen und wird reflektiert. Dadurch wird der herankommende Wind aufgestaut und die Windstärke abgeschwächt. Jedoch sind Turbulenzen mit laufender Winddrehung die Folge. Die Windstau-

zone kann je nach Höhe der Steilküste mehrere Kilometer hinaus auf die offene See reichen (z.B. bei den Kanarischen Inseln bis über 10 km).

Die Problematik solcher Windverhältnisse wird noch dadurch verstärkt, dass die dort einlaufende Windsee bzw. Dünung von der Steilküste reflektiert wird und eine kabbelige „Kreuzsee“ entstehen lässt.

7. Reibungseffekte

Es sind hier zwei verschiedene Effekte zu unterscheiden:

Zum einen erfährt der Wind durch die Reibung an der Erdoberfläche einen abgeschwächten Effekt. Je dichter der Wind über der Erdoberfläche weht und je rauer die Erdoberfläche ist, desto größer ist die abbremsende Wirkung. Deshalb wird es dicht über dem Erdboden immer weniger stark wehen, als weit draußen über der Meeresoberfläche. Wenn wir also bei ablandigem Wind mit den Kajaks aufs Meer hinaus paddelt, sollte es uns folglich bewusst sein, dass der Wind schon wenige hundert Meter draußen auf dem Wasser viel stärker bläst. Jedoch kann der Seegang dafür sorgen, dass der Wind dicht über der Wasseroberfläche weniger stark weht. Leider nutzt uns dieser Effekt dann nicht mehr viel; denn je größer die abbremsende Wirkung des Seegangs auf den Wind ist, desto unangenehmer wird der durch den Wind erzeugte Seegang.

Zum anderen erfährt der Wind durch die Reibung einen ablenkenden Effekt. Aufländiger Wind wird über - nicht so hohe - Landmassen nicht nur durch Reibung abgeschwächt, sondern auch wegen der Corioliskraft auf der Nordhalbkugel nach links abgelenkt. Weht er ablandig, beschleunigt er wieder über dem weniger Reibung verursachenden Wasser und wird dadurch nach rechts abgelenkt. Diese Rechtsdrehung ist umso stärker, je rauer die Landoberfläche ist und je weiter der Wind sich vom Land entfernt. Sie kann bis zu 20° betragen.

8. Küstenkonvergenz- und -divergenz-Effekte

Weht der Wind parallel entlang einer Küste (z.B. einer Insel), kann in Ufernähe der vorherrschende Wind sich in Stärke und Richtung verändern. Einer der beiden folgenden Effekte können beobachtet werden:

Kommt der Wind z.B. von West und bläst am Nordufer (d.h. links) der Landmassen entlang, wird der Wind, der über das nahe Land weht, abgebremst und dreht wegen der Corioliskraft nach links. Dadurch kommt es zur Annäherung (sog. „Konvergenz“) des über dem Land wehenden Windes mit jenem Wind, der parallel dazu über der See weht. In einem schmalen Bereich von 3 – 5 km vom Ufer entfernt wird dadurch der über See wehende Wind Richtung offene See abgelenkt und verstärkt (max. um 25 %).

Bläst derselbe Wind entlang des Südufers (d.h. rechts) der Landmasse dreht er an Land ebenfalls nach links und wendet sich folglich von der Küste ab Richtung Land (sog. „Divergenz“), was eine abschwächende Wirkung für den Wind hat, der entlang der Küste auf See weht.

Bei kritischen Windverhältnisse empfiehlt es sich daher, eher das in Windrichtung liegende rechte Ufer einer Insel zu befahren.

9. Leit-/Ablenkungseffekte

Trifft der Wind aufländig auf eine erhöhte Landmasse, kann nicht nur ein Windstau, sondern auch eine Windablenkung entstehen (an Steilküsten bis zu 90°), die mit einer Windbeschleunigung verbunden ist (bis zu 30 km/h). Die Auswirkungen eines solchen Leiteffekts können

bis zu 10 – 20 km/h seewärts beobachtet werden (z.B. ist die Südwestküste Sardinien als solch eine Windverstärkungszone bekannt).

Bläst es parallel zur Küste, ist die Ablenkung nicht ganz so stark.

Dem Leiteffekt ist es auch zuzuschreiben, dass der Wind überwiegend dem Lauf der Küste (z.B. Fjord, Meeresstraße) folgt. Je höher das Land ist, desto größer sind diese Effekte.

Und letztlich gehören dazu auch:

10. Böen

Böen liegen dann vor, wenn der Wind sich plötzlich & kurzfristig in Stärke bzw. Richtung verändert. Die Gründe hierfür können auf andere Windeffekte zurückzuführen sein, z.B. Kap-, Düsen-, Tunnel- und Fallwindeffekte.

Eine Variante des Böen verursachenden Fallwindes, die nicht auf landschaftliche Besonderheiten zurückzuführen ist, ist jene, bei der i.d.R. stärker wehende Höhenwinde auf den Boden auftrifft, nachdem zuvor bodennahe Luft aufgestiegen ist.

Aber auch durchziehende Gewitter können zu Beginn ihres Ausbruchs Böen hervorrufen. Meist erkennen wir das vorher schon an der besonderen Wolkenformationen (sog. „Böenkragen“).

Quelle: YACHT, Nr. 7/04, S.34-48; und Nr. 7/12, S.28-34 – www.yacht.de