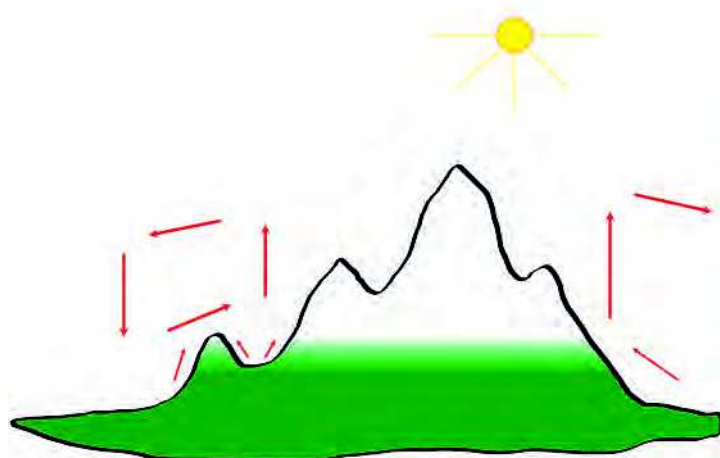


# Wenn die Alpen pumpen

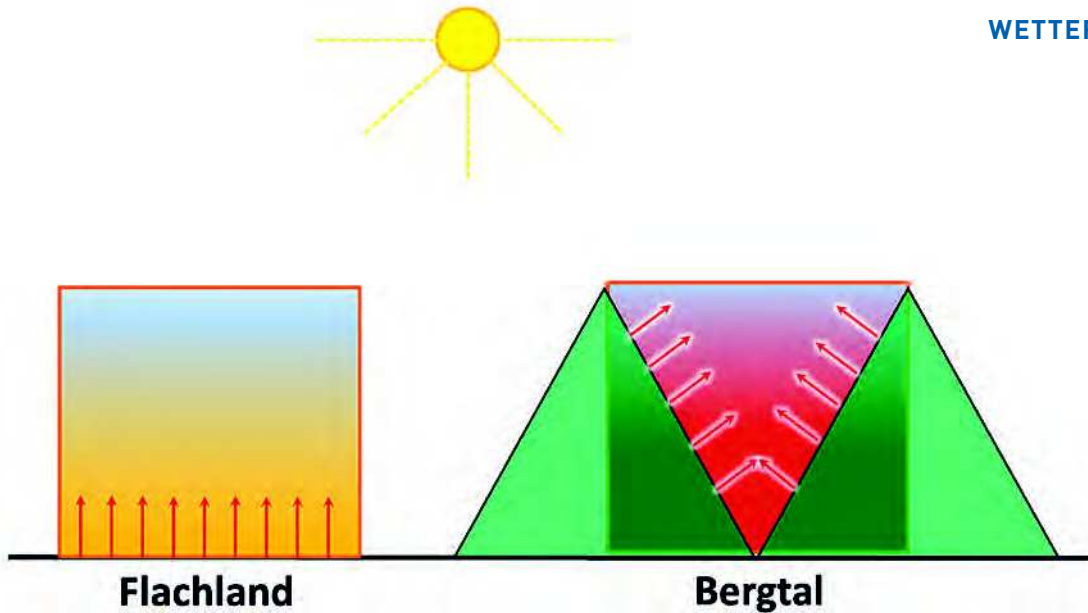
Thermik in den Bergen setzt großräumige Luftströmungen in Gang. Die Ausprägung der Talwinde wird dabei von vielen Faktoren mitbestimmt. Ein Überblick.

*Text und Bildmaterial Lucian Haas*

Ein nahezu wolkenloser Hochsommertag in den Alpen. Die starke Sonneneinstrahlung sorgt für kräftige Talwinde. In den Konvergenzbereichen am Alpenhauptkamm wie hier bei den Hohen Tauern am Gasteiner Tal ist die Basis sehr hoch.



Frühjahr: Solange die höheren Berge der Alpen noch mit Schnee bedeckt sind, bleibt der Kreislauf der alpinen Pumpe auf die niedrigeren Randbereiche beschränkt.

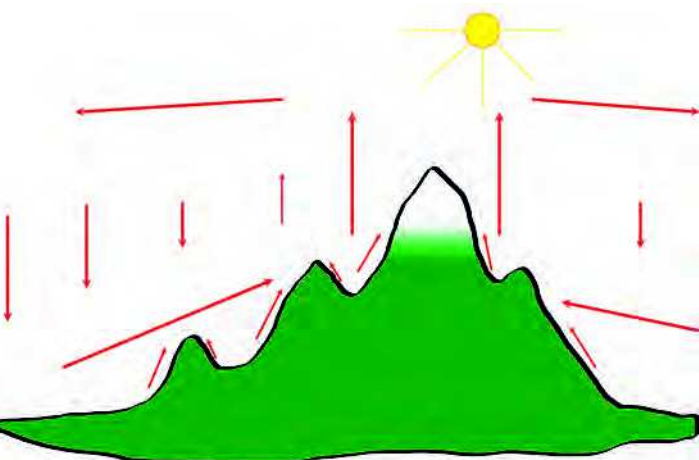


**Volumeneffekt:** Im Vergleich zum Flachland gibt es in den Bergtälern weniger Luft, die erwärmt werden kann. Entsprechend früher und stärker entwickelt sich die Thermik.

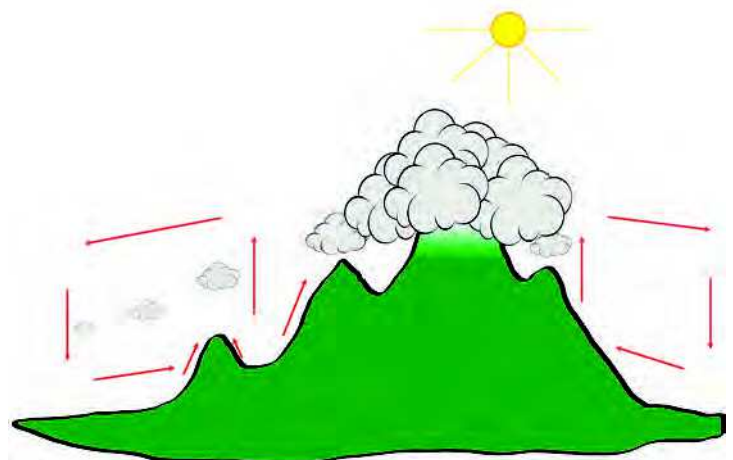
**E**inatmen. Ausatmen. Das macht auch die Natur im Ablauf eines Tages. In den großen Gebirgen wie den Alpen strömt tagsüber die Luft die Täler hinauf, während sie nachts in umgekehrter Richtung hinaus fließt. Talwind und Bergwind heißen die zugehörigen Phänomene. Sie werden hauptsächlich von der Sonne angetrieben – über das Aufheizen (tagsüber) und Abkühlen (nachts) des Geländes. Beides geschieht in den Bergen in der Regel schneller und stärker als im Flachland. So entstehen großräumige Temperaturunterschiede, die zwangsläufig zu Ausgleichsströmungen führen. Dass die Luft sich im Gebirge besser aufheizt, hat mehrere, gleichzeitig wirkende Gründe. Da ist zum einen das verringerte

Luftvolumen: Da hohe Berge weit in den Luftraum hineinragen und dort mit ihrem Fels den Raum einnehmen, befindet sich in den verbleibenden Talquerschnitten deutlich weniger Luftmasse. So wie weniger Wasser in einem Topf bei gleicher Flamme schneller kocht, erwärmt sich auch die kleinere Luftmenge im Gebirge bei gleicher Sonneneinstrahlung schneller (siehe Grafik oben). Hinzu kommt die in der Höhe dünnere Luft. In den Bergen hat die Luft eine geringere Dichte als in vorgelagerten, tieferen Regionen. Das heißt: In jedem Kubikmeter Luft gibt es weniger Moleküle, die von der Wärmestrahlung in Schwingung versetzt werden müssen, damit die Temperatur steigt. Luft in 3.000 Meter Höhe erwärmt

sich bei gleicher Sonneneinstrahlung um etwa 20 Prozent schneller als auf Meereshöhe. Der dritte große Temperaturtreiber im Gebirge ist die Hangneigung. Luft wird stets vom Erdboden als Heizfläche erwärmt. Der Erdboden wiederum heizt sich auf, indem er eingestrahelte Sonnenenergie schluckt. Der größte Energieumsatz findet dort statt, wo die Sonnenstrahlen senkrecht auf den Boden treffen. Steht die Sonne schräg, wie in unseren Breiten üblich, werden die dazu passend geneigten Hänge die stärkste Heizwirkung entwickeln. Das kann auch schon früh am Tag ein steiler Osthang sein. Normalerweise löst sich erwärmte Luft vom Boden ab und steigt auf, wenn sie gegenüber den darüber liegenden Luftmas-



**Hochsommer:** Bei ungehinderter Sonneneinstrahlung entwickeln sich am Alpenhauptkamm die kräftigsten Hitzetiefs. Sie sorgen für starke Talwinde. Die Thermikentwicklung im Alpenvorland wird durch Absinkprozesse unterdrückt.



**Bewölkung:** Wenn dichte Wolken am Alpenhauptkamm die Sonneneinstrahlung abschirmen, kommen die Talwinde nur schwächer in Gang. Die Thermikentwicklung am Alpenrand ist weniger gebremst.

► sen einen Temperaturvorsprung von rund zwei Grad Celsius besitzt. Allerdings haben Luftpakete auch die Tendenz, sich an Oberflächen anzuschmiegen. An Gebirgshängen führt das dazu, dass die Luft nicht gleich senkrecht aufsteigt, sondern erst einmal die Hänge hinauf kriecht. Durch den längeren Kontakt mit der Bodenheizung wird den Luftmassen nochmals mehr Wärmeenergie zugeführt. Entsprechend stark sind deshalb die Thermiken, die oben an den Berggraten ablösen.

### Ein Hitzetief entsteht

Wenn nun in den Bergen im Tagesverlauf die Luft früher, schneller und stärker erwärmt wird als im flacheren Umland, passiert folgendes: Die warme Luft steigt an und über den Berghängen auf. Dadurch sinkt dort am Boden der Luftdruck ein wenig, ein sogenanntes Hitzetief entsteht. Daraus ergibt sich im Verhältnis zum umliegenden Vorland ein Druckunterschied von wenigen Hectopascal. So wie allgemein im Wettergeschehen die Luft vom Hoch zum Tief strömt, saugt nun das Hitzetief der Berge die Luft vom Flachland an. Die Luft fließt am ehesten dort, wo ihr am wenigsten Hindernisse im Wege stehen: durch die Täler, die wie Strömungskanäle wirken. Voilà, der Talwind ist geboren.

Im Grunde ist jede Thermik im Verhältnis zu ihrem Umfeld ein kleines Hitzetief. Summiert man nun die Effekte der vielen Thermiken, die an den Berghängen entstehen, ergeben sich größere Strukturen. Jeder Berg, jede Bergkette und letztendlich ganze Gebirgsmassive bilden so ein eigenes Hitzetief, in das die Luft bodennah hinein strömt. In der Höhe gibt es als Ausgleich eine Gegenbewegung. Dort strömt Luft aus den Bergen ins Flachland hinaus, wo die

Luftmassen dann absinken. Dadurch steigt dort am Boden der Luftdruck, was den Kreislauf des zum Hitzetief einfließenden Talwindes und des ausfließenden Höhenwindes verstärkt.

Die Entwicklung der Thermiken, des Hitzetiefs und der Talwinde hat einen typischen Tagesgang. Morgens, wenn nur die Osthänge der Berge schon gut in der Sonne stehen, steigen dort bald erste Warmluftblasen auf. Doch die dabei bewegten Luftmassen erreichen noch nicht das Volumen, um die Luftströmungen ganzer Täler zu beeinflussen. Zum späteren Vormittag hin werden aber zunehmend die Südost- und Südhänge gut beschienen. Vor allem an

den geschlossenen Bergflanken entlang der großen West-Ost ausgerichteten Quertäler der Alpen schieben sich nun größere Warmluftmengen die Hänge hinauf.

Je höher die Hänge reichen und je besser sie beschienen sind, desto mehr Luftvolumen wird von ihnen erhitzt und bewegt. Deshalb kommt der thermisch bedingte Wind als erstes in engen Hochtälern in Gang. Die deutlich größeren Luftmassen in den Haupttälern brauchen etwas länger, bis sie in Schwung kommen. Bis zum frühen Nachmittag zeigt das alpine Pumpen bis ins Alpenvorland seine Wirkung. (Beispiel: der klassische Bayerische Wind aus nördlichen Richtungen in die Alpen). Jedes Tief hat einen Kern, in dem der Luftdruck am niedrigsten ist. Das gilt auch für ein Hitzetief. Die Alpen sind allerdings zu groß und vielfältig, als dass sich dort insgesamt ein eindeutiger Tiefdruckkern lokalisieren ließe. Vielmehr entstehen jeweils über den lokalen Gebirgsmassiven einzelne Hitzetiefs. Die Stärksten davon sind an sehr sonnigen Tagen im Hochsommer typischerweise am Alpenhauptkamm zu finden. Bekannte Schwerpunkte sind die Region der Hohen Tauern, die hohen Gipfel rund um das Vinschgau und Engadin sowie

## Unterschätzte Talwindfallen

Im Fliegeralltag gibt es zwei Einflüsse der Talwindströmung, die vielen Piloten immer wieder zum Verhängnis werden. Man sollte sie bei der Flug- und Startzeitplanung berücksichtigen:

**Die Überströmung der Vorgebirge:** Entwickeln sich die Hitzetiefs in den Zentralalpen kräftig, reicht das Volumen der Täler zur Lieferung des Luftnachschiebs allein nicht mehr aus. Die Hitzetiefs saugen dann auch auf dem direkten Weg über vorgelegte niedrigere Bergketten Luft an. Auf den Südflanken bilden sich nun ausgeprägte Lee-Gebiete. Durch solche Einflüsse können manche Südstartplätze und deren zugehörigen Hänge, wie z.B. der Wildkogel im Pinzgau, häufig nur bis zum Mittag genutzt werden.

**Thermische Mittagspause:** Bevor der Talwind eingesetzt hat, bilden sich vormittags an Ost- und Südosthängen schon teils kräftige Thermiken. Wer dann startet, hat gute Chancen sich in die Höhe zu schrauben und bereits auf Strecke zu gehen. Gegen Mittag sind diese Thermiken aber häufig mit einem Mal wie abgeschnitten. Das ist das Zeichen: Der Talwind ist da. Er bringt neue, erst noch kühlere Luftmassen ins Tal, welche die Thermikentwicklung vorübergehend bremsen. Es kann bis zu einer Stunde dauern, bis der thermische Hangaufwind wieder seine volle Stärke erreicht. Wer in dieser Phase startet, läuft Gefahr abzusaufen. Es lohnt sich also, entweder bewusst früher zu starten, oder die thermische Mittagspause am Startplatz auszusitzen.

Anzeige

## Harzer Gleitschirmschule & Shop



Schulung seit 1987

Berg - Winde - Tandem - Reiseop



Fliegen ist geil!



Windeprofi seit 1990

www.paracenter.com

+49 (0) 5321 43737







**Aufziehübungen im Talwind am Landeplatz von Lermoos** Im weiten Talkessel vor der Zugspitze treffen sich in der Regel zwei Talwindströmungen. Die eine fließt aus Nord vor der Zugspitze entlang, die andere kommt aus West (im Rücken des Piloten). In Bodennähe ist es dort turbulent, weiter oben werden Konvergenzeffekte spürbar.

die Berge zwischen Wallis und Tessin.

In diesen und weiteren Regionen tritt eine Besonderheit auf: Dort fließen die angesaugten Luftmassen sowohl von der Nord- wie von der Südpenseite zusammen. Es bildet sich eine Konvergenz, durch die die Luft zwangsweise weiter gehoben wird. Das führt zu einer Labilisierung. Die thermischen Aufwinde werden kräftiger, das Hitzetief verstärkt sich. Besonders deutlich wird das vor allem an stabilen, wolkenlosen Hochdrucktagen im Sommer. Während in den meisten Teilen der Alpen die Thermik dann nur sehr zäh daher kommt, entwickeln sich in den Hauptzentren des Hitzetiefs am Alpenhauptkamm sehr hoch reichende, großflächige Auftriebszonen. Es sind die Tage, an denen dort Rekordhöhen erfliegen werden können.

Das Zentrum eines Hitzetiefs in den Bergen liegt übrigens selten genau über den Kämmen und Gipfeln. Die Südseite von Höhenzügen wird deutlich besser beschienen, heizt sich also stärker auf. Der Kern des Hitzetiefs ist deshalb zur wärmeren Seite eines Gebirgsmassivs verschoben. Das kann lokal interessante Effekte hervorrufen: Der Talwind macht dann nicht an Grat- und Passhöhen halt, beziehungsweise entschwindet dort nicht komplett als Bestandteil der Thermikschläuche gen Himmel, sondern fließt auf der anderen Seite hin zur stärkeren Thermik noch ein Stück bergab. Bekannte Beispiele sind der Malojawind über den Malojapass ins Oberengadin oder der Grimselwind über den Grimselpass ins Goms in der Schweiz.

### Einfluss der Wetterlage

Die bisher beschriebene Entwicklung von Hitzetiefs und Talwinden ist stark idealisiert. In der Praxis mischen noch viele weitere Faktoren mit, die sich von Tag zu Tag oder im Jahresverlauf verändern können. Hitzetiefs können nur dort entstehen, wo es auch Thermik gibt. Liegt in den höheren Bergen Schnee, der die eingestrahlte Sonnenenergie reflektiert, bilden sich Hitzetiefs nur an den schneefreien, niedrigeren Höhenzügen. Die Luftzirkulation der Alpen bleibt dann auf die Voralpen beschränkt, Talwinde sind kaum ausgeprägt (siehe Grafiken Seite 73). Auch Wolken, die die Sonne abschirmen, bremsen die thermische Entwicklung. Ist der Alpenhauptkamm in dichte Wolken gehüllt, während die Voralpenbereiche sonnig beschienen sind, ist die Talwindentwicklung verzögert, weniger stark oder sogar ganz ausgesetzt. Die allgemeine Wetterlage und ihre großräumige Druckverteilung haben einen wichtigen Einfluss. Herrschen Luftdruck-

differenzen zwischen Nord- und Südseite der Alpen, überlagern sich diese mit den durch die Hitzetiefs erzeugten Druckverhältnissen. Ist beispielsweise der Luftdruck im Süden höher als im Norden, schlägt die Luftdruckabsenkung durch ein Hitzetief auf der Südseite des Alpenhauptkamms nicht so stark ins Kontor. Die stärksten Hitzetiefs können ihren Kern dann sogar deutlich nördlich des Alpenhauptkamms haben. An solchen Tagen werden die Talwinde aus Norden schwächer wehen. Im umgekehrten Fall, wenn zu einem tieferen Luftdruck im Süden noch zusätzlich die Absenkung durch das Hitzetief hinzukommt, kann sich der Talwind im Tagesverlauf sehr kräftig entwickeln.

Wer bei der Vorbereitung eines Flugtages solche Wetterfaktoren im Blick behält (Schneesituation, Bewölkung, Druckgradienten), kann leicht abschätzen, ob mit stärkeren oder schwächeren Talwindeinflüssen zu rechnen ist. ▽

Anzeige

## Motorschirmfliegen im Harz

Fliegen ist geil!

[www.paracenter.com](http://www.paracenter.com)  
 +49 (0) 5321 43737

Harzer Gleitschirmschule & Shop Knut Jäger \* Bähringer Straße 31 \* 38640 Goslar