

Kapitel 1: Thermik

Erste Schritte, Entstehung

Unter Thermik versteht man ganz allgemein aufsteigende warme Luft, wobei diese wärmer als die Umgebungsluft ist. Das Prinzip ist einfach: Eine Stelle am Boden erwärmt sich stärker als die Umgebung, wobei die Sonne nicht die Luft erwärmt, sondern den Boden. Dieser wiederum erwärmt



Bild 1.1 Kumulus- oder Wolken thermik.

die darüber liegende Luft. Warme Luft dehnt sich aus und wird dadurch leichter. Durch Anziehungskräfte untereinander und mit dem Boden steigt diese warme Luft aber nicht sofort auf, es muss sich erst ein größerer Temperaturunterschied einstellen. Ab zirka 2 °C Unterschied kann sich diese Warmluft vom Boden lösen. Je größer die Temperaturunterschiede werden, umso stärker fängt die Warmluft an aufzusteigen. Das ist auch der Grund, weshalb Leethermik oft sehr stark ist. Im Lee bilden sich oft heißere Warmluftpolster, weil die Luft dort oftmals länger in Ruhe liegen kann, als wenn der Wind die warme Luft immer gleich wegtransportiert.

Die Thermik ist geboren. Das weitere Aufsteigen hängt jetzt von der Umgebungsluft ab. Je schneller sie mit der Höhe kälter wird,

umso stärker wird die aufsteigende warme Luft beschleunigt. Wie hoch sie steigt, hängt ebenfalls von der Umgebungsluft ab. Ist diese stabil, wird die Thermik schnell gebremst und dann gestoppt. Ist die Luft aber labil geschichtet - die Temperatur nimmt mit der Höhe schnell ab - kann die Thermik sehr hoch steigen. Ob sich Kumuluswolken bilden, welche die Thermik markieren, hängt zusätzlich von der Luftfeuchte ab.

Ist die Luft feucht und es liegt keine Inversion vor, werden sich Kumuluswolken bilden. Diese markieren die Thermik!

Ist die Luft sehr trocken und reicht die Thermik nicht sehr hoch, werden sich keine Wolken bilden. Wenn es Thermik gibt, aber keine Wolken, heißt das Blauthermik.

Tipp:

Zu diesem Thema, sowie zu vielen weiteren Themen hat der Wettcampcrack Uli Prinz auf seiner Homepage tolle Infos und Links zu animierten Grafiken.

<http://ulrichprinz.de/air/dkl/index.html>

Feuchtigkeit in der Thermik

Feuchte Luft ist leichter als trockene Luft!!! Trockene Luft hat ein Molekulargewicht von ca.29. Wasser, H₂O, nur von 18. Je mehr Feuchtigkeit in der Luft ist, desto leichter wird diese. Feuchte Thermikluft kann daher leichter aufsteigen als trockene Luft. Der Nachteil der feuchten Luft ist dann aber die viel niedrigere Wolkenbasis. Siehe auch Seite 41. In einer bemerkenswerten Arbeit hat der Fluglehrer Henry Blum über diese Feuchtigkeit der Thermik geschrieben. Der Anfangsauftrieb entsteht in erster Linie durch den Temperaturunterschied. Beim Aufsteigen kühlt sich ja die Temperatur der Thermik ab, da kältere Luft immer weniger Feuchtigkeit aufnehmen kann, steigt also die relative Feuchte in der Thermik immer mehr an. Je höher die Thermik steigt, umso mehr ist für den weiteren Auftrieb die Feuchtigkeit verantwortlich. Deshalb auch die interessante Überschrift seiner Arbeit: "Feuchtigkeit - Die Seele der Thermik" Link:

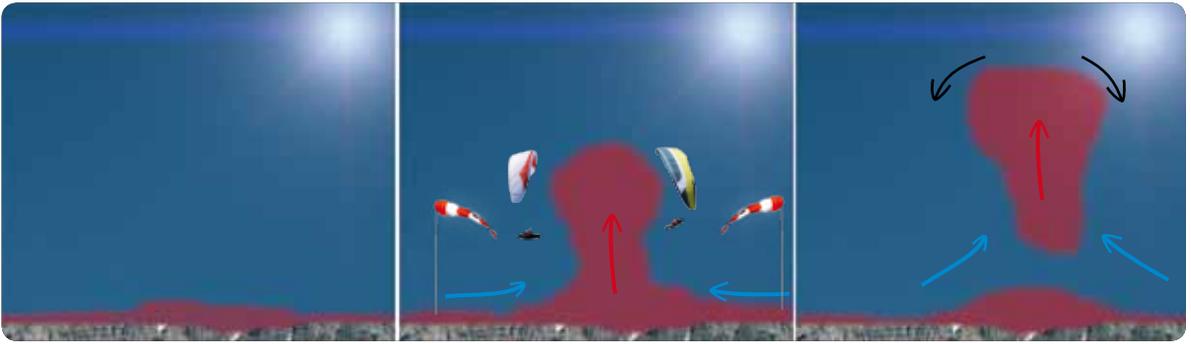


Bild 1.3 Entstehung von Thermik: Der Boden erwärmt sich an einer Stelle besser als in der Umgebung. Das Warmluftpaket wird immer dicker. Irgendwann kann die Bindung mit dem Untergrund nicht mehr halten, die warme Luft steigt emporkommt. Beide Piloten im mittleren Bild fliegen mit angesaugtem Rückenwind.

www.lsb-donaueschingen.de im Suchfenster "Seele der Thermik" eingeben. Außerdem hat Henry Blum ein interessantes Buch geschrieben: Meteorologie für Segelflieger.

Thermikblasen, pulsierende Thermik, Thermikschläuche

Als **Thermikblasen** werden einzeln aufsteigende Warmluftpakete bezeichnet. Wenn die erwärmte Luft aufgestiegen ist, muss sich der Boden erst wieder erwärmen, bevor die nächste Blase hochsteigen kann. So eine Thermikquelle wird als **pulsierende Thermik** bezeichnet. Vergleiche Bild 1.15 und 1.16 Seite 31.

Die erwärmte, am Boden liegende Luft, kann auch am Flimmern erkannt werden. Die meisten kennen diesen Effekt von wabernder Luft über heißen Straßen.

Thermikschläuche: Die Sonne scheint stark und ungehindert. Thermik steigt auf. So schnell, wie die warme Luft vom Boden

aufsteigt, so schnell wird die bodennahe Luft wieder erwärmt. Die Thermik steigt ohne Unterbrechung auf. Ein Thermikschlauch ist entstanden. Im Bergland gibt es häufiger Thermikschläuche als im Flachland. Hier kommen die anabatischen Hangwinde dazu (siehe nächstes Thema). Die warme Luft hebt sich am Berg nicht vom Boden ab, sondern läuft mit der Hangneigung bergauf. An einer sogenannten Abrissstelle - oftmals die Bergspitze - trennt sich die Warmluft



Bild 1.4 Ein Hausbart (Thermikschlauch) in den Bergen. Diese Kumuluswolke steht über viele Stunden immer an der gleichen Stelle. Sie ist mal größer und mal kleiner. Verschwindet sie aber kurzfristig, dann pulsiert die Thermik.

vom Boden. Dass ein ganzer der Sonne zugeneigter Hang sich über viele 100 Meter erwärmt und so leicht ein kontinuierlicher Nachschub warmer Luft entstehen kann, ist leicht zu verstehen. Stellen, an denen das passiert, sind bei den Piloten gut bekannt und werden „Hausbärte“ genannt. Fliegt man hin, geht es hoch. Allerdings gilt das nur für gewisse Tageszeiten, so lange die Sonne in einem passenden Winkel auf den Berg scheint.

Thermisch bedingte Hangwinde

Thermik entsteht nicht durch direktes Erwärmen der Luft, sondern durch Aufheizung des Bodens. Dieser wiederum erwärmt durch Kontakt die darüber liegende Luft, ähnlich einer Herdplatte. Das bedeutet, dass am Hang diese Luft, die ja leichter ist als kalte, bei wenigen °C Temperaturvorsprung anfängt, den Hang hoch zu fließen. Im Bild ist dieser **anabatische Hangaufwind** dargestellt. Ist der Startplatz zur von der Sonne beschienenen Seite ausgerichtet, kommt überraschend häufig der Wind von vorne, auch wenn der überregionale Wind anders weht. Dem ana-



Bild 1.5 Anabatischer Hangaufwind entsteht, wenn der Hang von der Sonne beschienen wird. Dieser thermische Aufwind löst sich am Grat und wird zur Thermik. Im Umfeld gibt es eine Ausgleichsströmung, am Hangfuß eine Strömung zum Berg. Bei sehr hohen, der Sonne zugewandten Flanken kann dieser Aufwind leicht 30 km/h und mehr erreichen. An solchen Bergen muss man früh starten bevor es zu stark wird.

batischen Hangaufwind sei Dank. Man muss sich aber bewußt sein, dass das Erkennen von Leesituationen am Startplatz nicht immer so eindeutig ist, wie es zu wünschen wäre.

Die Erde sendet langwellige Strahlung in den Weltraum. Dadurch kühlt sich nachts der Erdboden ab. Bei bedecktem Himmel wird diese Strahlung von den Wolken reflektiert, deshalb ist es dann nicht so kalt wie bei klarem Himmel.

Ist der Hang nicht mehr von der Sonne angestrahlt, kühlt er im Schatten ab. Die darüber liegende Luft wird durch Kontakt mit dem kalten Hang gekühlt und fließt als

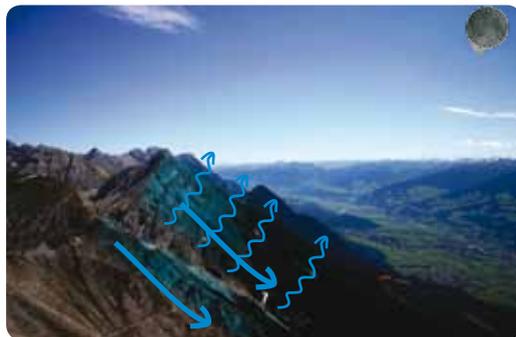


Bild 1.6 Katabatischer Hangaufwind setzt ein, wenn der Hang im Schatten liegt.

katabatischer Hangaufwind den Berg herunter. Das passiert auf den Osthängen bereits, während die Westhänge noch in der Sonne liegen. Für viele Startplätze, die östlich ausgerichtet sind, bedeutet das spätnachmittags Rückenwind, selbst bei schwachem überregionalen Wind von vorne.

Tipp:

Interessante Dinge passieren im Frühjahr an vielen Startplätzen. Das Tal ist schneefrei, der Startplatz noch weiß. Über diesem Schnee läuft kalte Luft katabatisch den Berg herunter. Es herrscht Rückenwind am Startplatz, obwohl der überregionale Wind eigentlich von vorne kommt.

Die Thermik reißt im Winter an der Schneegrenze ab, nicht wie meistens am höchsten Punkt des Berges. Die aufsteigende Thermik saugt die Luft vom Startplatz an (vergleiche mit den Windpfeilen auf Bild 1.3),



Bild 1.7 Am Nordweststart in Piedrahita (E) warten die Piloten oft bis 13.00 Uhr bis der anabatische Hangaufwind endlich einsetzt. Erst dann kann man mit Thermik rechnen. Findet man am Hang keine Thermik, wird in diesem Gelände in der Regel direkt ins Flache raus geflogen. Foto: Nina Brümmer

Bild 1.8 Wenn der adiabatische Hangaufwind einsetzt, kann man hervorragend starten. Hike&Fly Großes Degenhorn, Osttirol. Foto: Fabio Keck, Nova.



und deshalb herrscht Rückenwind. Chancen zum Starten ergeben sich trotzdem

- wenn die Thermik vorne mal eine Pause macht.
- wenn sich der überregionale Wind mal kurzfristig durchsetzt.
- wenn eine mögliche Nullwindphase auftaucht. Hierfür sollte der Pilot startbereit im Gurtzeug stehen und warten.

Der Startplatz sollte zuerst flach sein und dann langsam steiler werden. Ein Start bei Nullwind erfordert viel Platz.



Foto: AirDesign

Bild 1.9 Viel Vorlage für einen schnellen Startlauf bei wenig Wind. Kein Start bei deutlichem Rückenwind. Wenn der Startplatz bei wenig Wind flach ist, muss man sehr schnell laufen und bremst nur gering an, um abzuheben. Wer hier stark bremst, riskiert durch das Pendeln ein nochmaliges Aufsetzen. Foto: AirDesign Gliders, Stubaicup.

Bild 1.10 Wenn man abends startet, sollte hinter einem der Berg noch nicht im Schatten liegen. Bei wenig Wind setzt dann nämlich der katabatische Bergwind als Rückenwind ein. Er kann je nach Größe des dahinter liegenden Berges 10-20 km/h erreichen. Das gleiche passiert über Schneefeldern, auch hier fließt die kalte Luft über dem Schnee, gerne als Rückenwind zum Startplatz. Bei deutlichem Wind von vorne macht das allerdings nichts aus, dieser blockiert ihn dann. Im Bild das schöne Abendfluggebiet Piedrahita, Spanien. Foto: Nina Brümmer



Stärke und Abstand des Hangaufwindes

Entfernung in Metern	5	10	15	20	25	30	35	45	90	100
Windgeschwindigkeit	9	11	13	13	15	15	13	13	9	9
Vertikale Komponente	5,8	7,6	9,0	9,7	10	9,7	9,4	9,0	6,5	5,8

Bei einem Forschungsprojekt im Inntal sind obige Werte für die Aufwindstärke ermittelt worden. Die Geschwindigkeiten sind in km/h angegeben.

Nicht direkt am Hang ist der Aufwind am stärksten, sondern erst in einem Abstand von 20-30 Meter (gelb geschummert). Die Bodenreibung ist dafür verantwortlich. Das bedeutet: 30 Meter vom Hang entfernt, steigt der Pilot mit etwa 1,5 m/s.

10 km/h vertikale Komponente sind zirka 2,8 m/sec. Das Steigen ergibt sich abzüglich des Eigensinkens.

Weiter entfernt vom Hang nimmt der Hangaufwind wieder ab. Ab einem Abstand von mehr als 100 Meter zum Hang wird die Windgeschwindigkeit vom Höhenwind oder Talwind vorgegeben.

Je höher der Berg, umso stärker werden die Hangwinde und mit ihnen die starken thermischen Ablösungen. An 1500 m hohen Bergflanken können so leicht Ablösungen mit 30 km/h auftreten. Man kann fliegen, kommt aber kaum noch in die Luft!

Tipp:

Früh starten, bevor der Aufwind zu stark wird.

Tipp:

Knappes Hangschuppen ist meistens nicht nötig. Außerdem werden die Nerven nicht so belastet, wenn etwas mehr Sicherheitsabstand gehalten wird.

Stärke und Abstand des Hangabwindes

Kommen die Hänge nachmittags und abends in Schatten, dreht sich das System um und ein katabatischer Hangabwind stellt sich ein. Er ist nicht ganz so stark wie der anabatische Aufwind, hat aber ähnliche Abstände vom Maximum, ist dabei aber nicht ganz so mächtig in der Ausdehnung. Das bedeutet: Von Schattenhängen mindestens 100 Meter Abstand halten, um nicht in diesen Abwind zu kommen! Siehe Bild 1.6.



Bild 1.11 Rechts im Bild ist Hangaufwind wahrscheinlich, links ziemlich sicher Hangabwind. Die katabatisch herunter fließende Kaltluft ist bis ca. 100 Meter vor dem Hang zu bemerken. Im Bild das Fiescher Tal.

Bei den besprochenen Hangwinden handelt es sich nicht um überregional vorhandenen Wind, sondern um thermisch bedingte Luftströmungen. Im Kapitel 8 „Soaren“ wird auf die damit verbundenen Möglichkeiteneingegangen. Der thermisch bedingte Hangaufwind hat einen deutlich geringeren Abstand zum Hang als der starke dynamisch anstehende Wind.



Bild 1.12 Solch große Abstände beim Soaren sind nur im dynamischen Hangaufwind möglich. Im anabatischen Aufwind (Bild 1.5, Seite 26) ist der Abstand viel geringer. Fluggebiet Meduno (I).

Beste Hangneigung zur Thermikerzeugung

Ein Hang, der im rechten Winkel zur Sonne steht, erwärmt sich besser als bei schräger Sonneneinstrahlung. Daraus folgt:

- Morgens liefern südöstliche, steilere Bergflanken die beste Thermik.
- Mittags sollten die Berge südlich ausgerichtet und flacher (!) sein.
- Nachmittags werden südwestlich ausgerichtete Berge angefliegen, welche wieder steilere Flanken haben sollten.
- Abends ist die Thermiksuche an sehr steilen, westlichen Hängen am erfolgreichsten.



Bild 1.14 Der bekannte Flimser Stein in der Schweiz. Ein perfekt zur Abendsonne ausgerichteter steiler Berg. Aus Wildschutzgründen darf dieser Berg nicht tief angefliegen werden.

Bild 1.13 Der angenehme steile Startplatz vom Jenner bei Berchtesgaden ist Nord ausgerichtet. Hier findet man erst später Thermik. Die warme Luft wird durch den Talwind im Bogen dort hingeführt und steigt dann als Thermik auf.

Foto: Nina Brümmer



Wolkenbasis

Bildet sich durch die Thermik eine Kumuluswolke, bezeichnet man den unteren Teil der Wolke als Basis. Diese Basis bildet sich bei der Entstehung der Wolke erst nach einiger Zeit. Morgens ist es oft so, dass sich die entstehenden Kumuli schon wieder auflösen, bevor sie überhaupt eine ordentliche Basis bilden.



Bild 1.15 Kumulus mit schöner Basis im linken Bereich über dem bayerischen Flachland bei Murnau (D). Sie besteht aus vier Pulsationen (vergleiche Bild 1.16 rechts), die rechte ist aktiv. Die Basis ist hier sogar etwas eingedellt. Das deutet auf die momentane thermische Aktivität hin.

Feste Thermikquelle und wandernde Thermik

Wenn die Thermik immer an der gleichen Stelle abreißt, spricht man von „fester Thermikquelle“, das kommt in den Bergen sehr häufig vor, Bild 1.16.

Im Flachland, besonders auf ebenen Böden, kann es passieren, dass sich die Thermik über dem Boden fortbewegt. Die Thermik reißt an einer Stelle ab und wird durch den Wind versetzt. Diese geschobene

„wandernde Thermik“ ernährt sich von der vor ihr liegenden Warmluft.

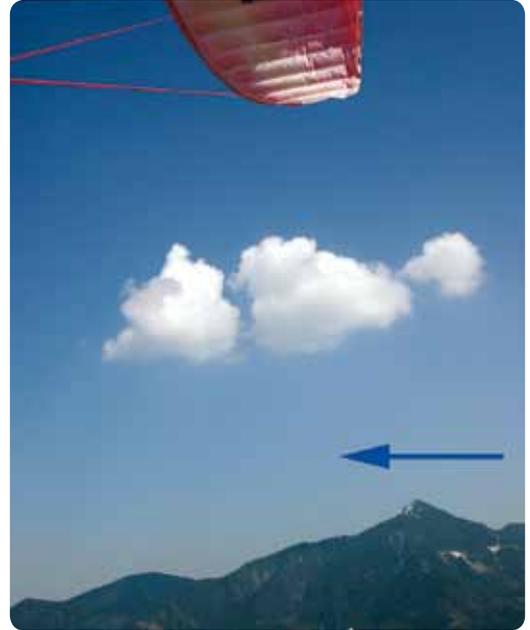


Bild 1.16 Pulsierende Thermik: Der Wind kommt von rechts, dort entstehen die Kumuli, links lösen sie sich auf. Bei einer Querung zu dieser Thermik wird die kleine Wolke rechts angeflogen.



Bild 1.17 Pulsierende Thermik

Tipp:

Wird eine pulsierende Thermik vom Wind verschoben, ist die nächste Blase im Luv der alten Blase zu finden. In Bild 1.16 lösen sich die linken Wolken auf, die rechte entsteht gerade. Der Thermikflieger findet das beste Steigen unter der kleinen Wolke rechts.