

Wie stellt man sich die Wetterkunde richtig vor, wie unterrichtet man sie korrekt? Gewisse Meteorologen, darunter auch Profis, bleiben einer Auffassung treu, die bereits 30 Jahre alt ist. Und exakt diese Meteorologen bemühen sich darum, die Grenzen und Mängel der numerischen Modelle aufzuzeigen, um ihre eigenen Grenzen zu verbergen. In der Tat sind diese Modelle bei weitem nicht perfekt; vor allem deshalb, weil es davon nur wenige gibt, und die meteorologische Datenbasis manchmal etwas ungenau ist. Trotzdem muss man sich einer Sache bewusst sein: Es gibt heute nichts Besseres!



Etis abis glitig r re lue pudencia
unus lapidet e uelluget ar noullis pudret



In den folgenden sieben Punkten werde ich aufzeigen, was altes in gewissen Meteo-Dokumenten für Hängegleiter- und Segelflugpiloten veraltet oder abwegig ist.



abloudā facē urā ab as: e glidreho noullā coz

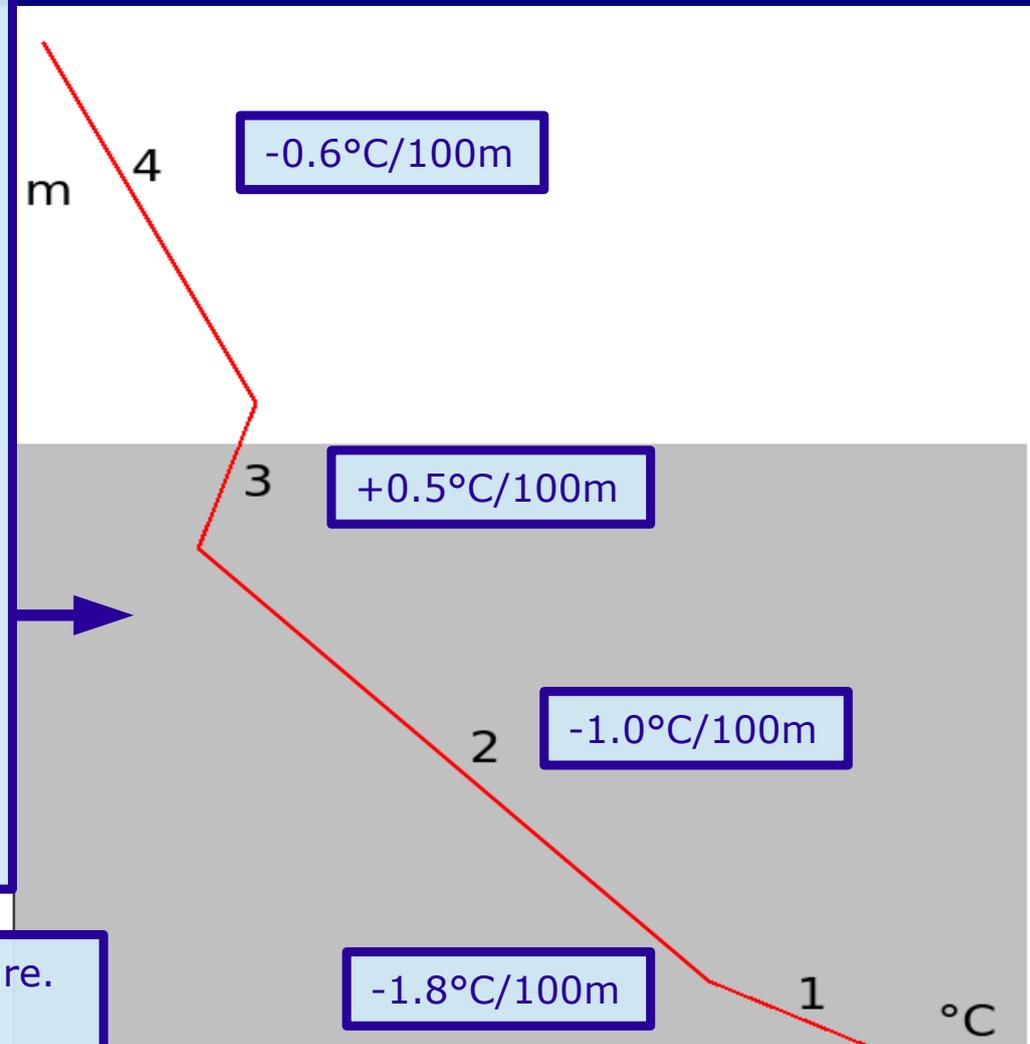


Sieben Hauptsünden konservativer Auffassung der Wetterkunde

1. Nichtberücksichtigung der konvektiven Grenzschicht:

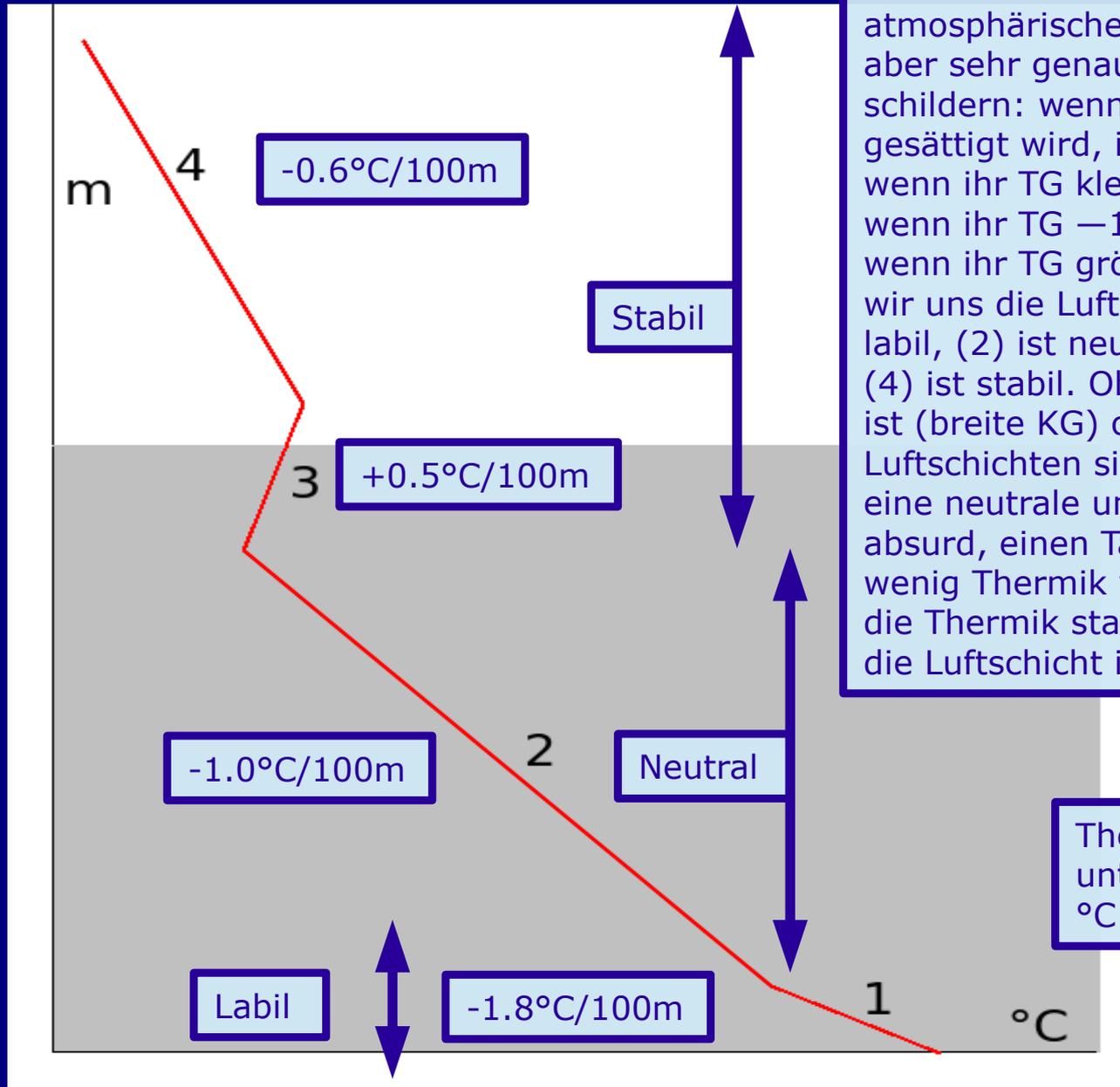
Viele neue und zuverlässige Untersuchungen beweisen die Existenz und die Wichtigkeit dieser Grenzschicht, die den Globus am unteren Ende der Tropo-sphäre umgibt. Im Tagesverlauf, vor allem bei schönem Wetter, spricht man einfach von konvektiver Grenzschicht (KG), weil sich eben dort die trockensten, also die nicht gewitterhaften Konvektionen (oder Thermik) entwickeln. Wird diese Schicht nicht berücksichtigt, verfälscht dies sogleich die Darstellung einer möglichst realitätsnahen Meteorologie. Erinnern wir uns - so einfach wie möglich erklärt - an die Temperatur-kurve in der unteren Troposphäre, um die KG zu definieren.

In Bodennähe (1) erkennt man einen kurzen Abschnitt, in dem der Temperaturgradient (TG) wesentlich kleiner ist als $-1^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$. Direkt darüber (2) steigt der TG auf etwa $-1^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$. Dann folgt eine Schicht (3), wo der TG grösser als -1°C ist und auch positiv sein kann (Inversion). Die Schichten 1 und 2 bilden die KG (graues Rechteck), welche nach oben durch die Schicht 3 begrenzt ist. Oberhalb der KG, in Schicht 4, beträgt der TG bis zur Tropopause zwischen -0.8 und $-0.4^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$. Diese Konfiguration ist an sonnigen Tagen so gut wie unveränderlich. Nur die Höhe der KG variiert je nach Tageszeit, Tag, Ort und Jahreszeit. Zwei weitere Merkmale der KG sind einerseits die hohe Konzentration an Aerosolen (Staubpartikel), die ihr diesen dunstigen Aspekt geben, andererseits die grosse Luftdurchmischung und Turbulenzen, welche durch die ständigen, vertikalen atmosphärischen Bewegungen entstehen.



Thermische Struktur in der unteren Troposphäre.
m = Höhe, °C = Temperatur.

2. Falscher Gebrauch der Begriffe Stabilität und Labilität:



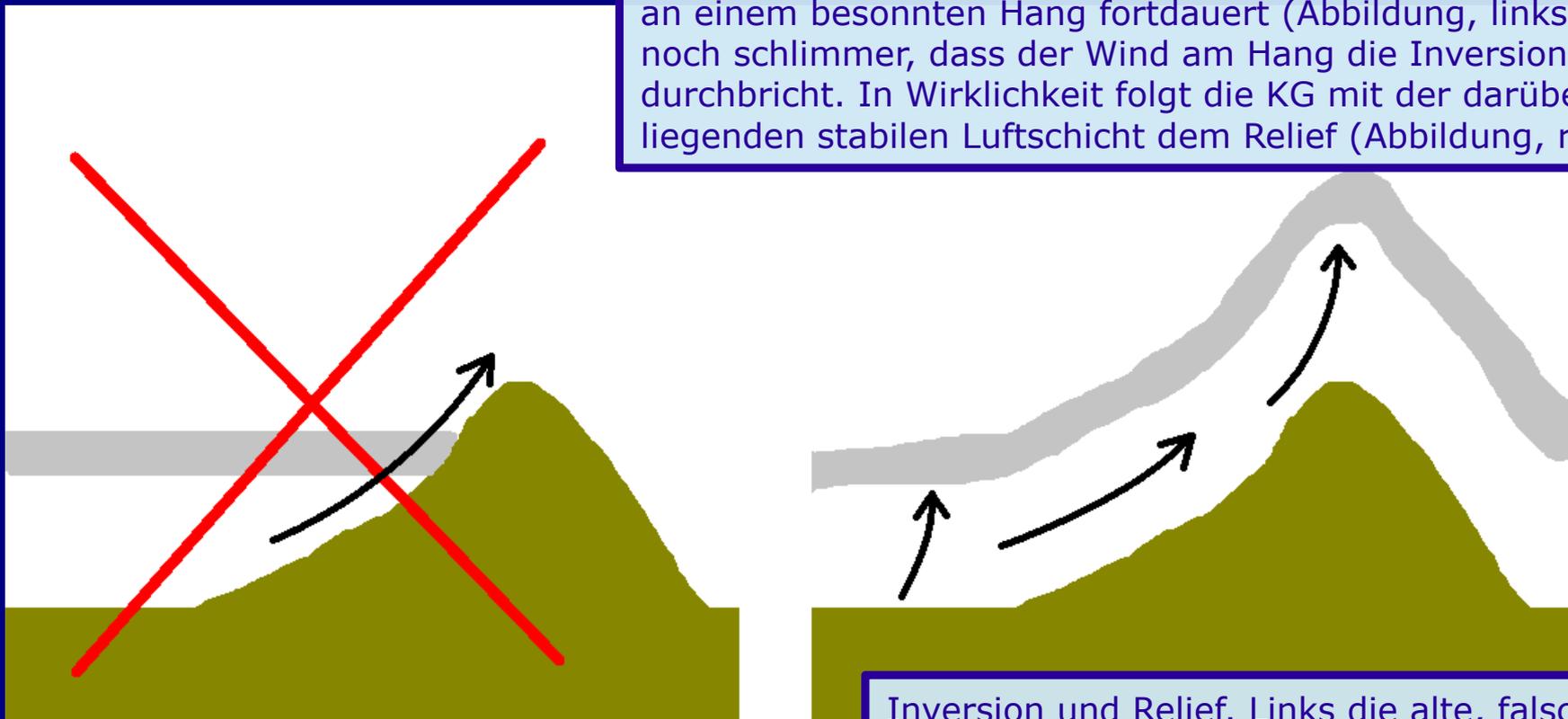
Piloten verwenden die beiden Ausdrücke «stabil» und «labil» oft vage und falsch. Im Bereich der atmosphärischen Thermodynamik wird Stabilität aber sehr genau definiert. Um es einfach zu schildern: wenn die Luft nicht mit Feuchtigkeit gesättigt wird, ist eine Portion Luft dann labil, wenn ihr TG kleiner ist als $-1^{\circ}\text{C}/100\text{m}$, neutral wenn ihr TG $-1^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ beträgt, und stabil, wenn ihr TG grösser ist als $-1^{\circ}\text{C}/100\text{m}$. Schauen wir uns die Luftschichten in Abbildung an: (1) ist labil, (2) ist neutral, (3) ist besonders stabil und (4) ist stabil. Ob die Thermik nun stark und hoch ist (breite KG) oder gering (dünne KG), diese Luftschichten sind immer vorhanden: eine labile, eine neutrale und zwei stabile. Es ist deshalb absurd, einen Tag als stabil zu definieren, weil nur wenig Thermik vorhanden ist; oder als labil, weil die Thermik stark ist. Nicht der Tag, sondern eben die Luftschicht ist stabil oder labil.

Thermische Struktur in der unteren Troposphäre. m = Höhe, °C = Temperatur.

3. Doktrinäre Vorstellung der Inversion:

Piloten sind oft stolz darauf zu verkünden, dass sie eine Inversion am Himmel erkannt haben, was darauf hindeutet, dass sie etwas davon verstehen. Tatsächlich liegt eine sehr stabile Luftschicht über der KG, doch es handelt sich nicht immer um eine Inversion. Eine bloße Beobachtung reicht unmöglich, um behaupten zu können, ob es tatsächlich eine Inversion gibt oder nicht.

Aus der Perspektive der atmosphärischen Thermodynamik besonders absurd ist aber die Überzeugung, dass eine Inversion an einem besonnten Hang fort dauert (Abbildung, links); oder noch schlimmer, dass der Wind am Hang die Inversion durchbricht. In Wirklichkeit folgt die KG mit der darüber liegenden stabilen Luftschicht dem Relief (Abbildung, rechts).

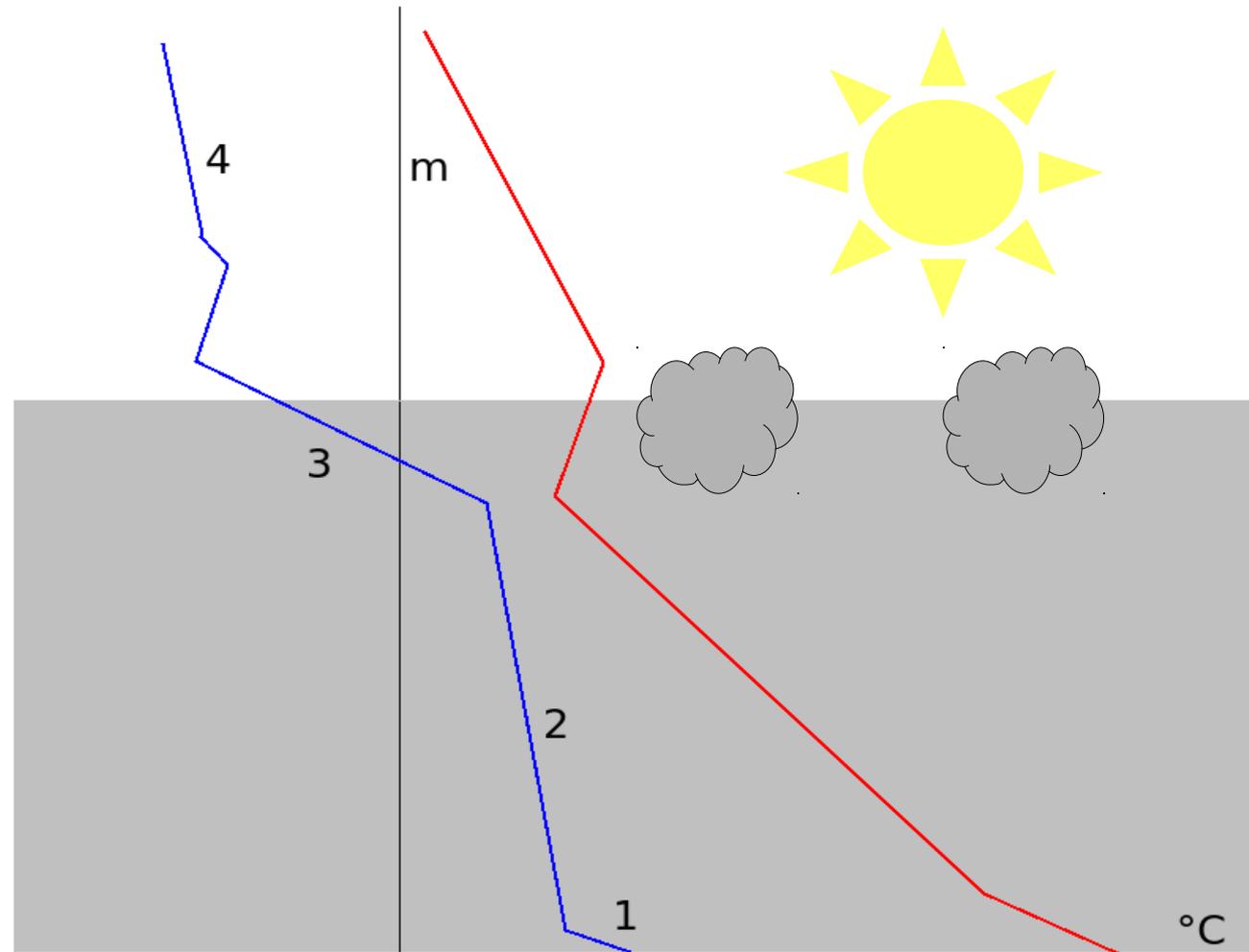


Inversion und Relief. Links die alte, falsche Darstellung. Rechts die realistische.

4. Die Feuchtigkeitskurve wird nicht berücksichtigt:

Gewisse Autoren sprechen von einer Temperaturkurve, ohne dabei die Feuchtigkeitskurve der Atmosphäre zu erwähnen, obwohl man davon die Bewölkung ableiten kann.

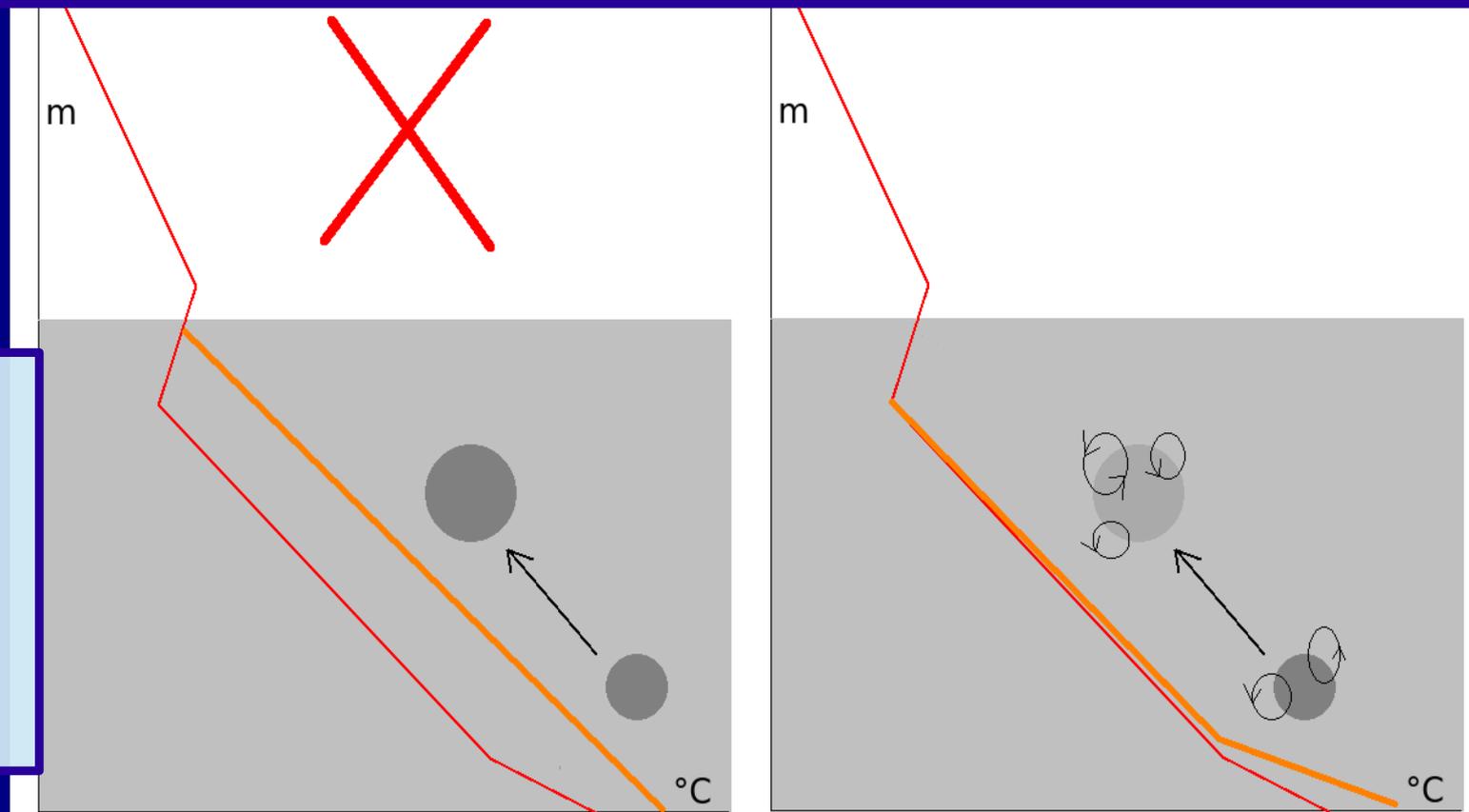
Abbildung zeigt die für einen guten Flugtag typischen Temperatur- und Feuchtigkeitskurven (Taupunkt). Nahe am Boden beobachtet man, wie die Feuchtigkeit leicht sinkt (1), dann folgt eine leichte, regelmässige Abnahme zwischen -0.3 und $-0.2^\circ\text{C}/100\text{ m}$ quasi in der ganzen KG (2). Im oberen Bereich der KG, wo sie durch die stabile Luftschicht abgedeckt ist, erkennt man einen ziemlich abrupten Sturz des Taupunkts (3). Oberhalb der KG (4) ist die Feuchtigkeitskurve variabel und chaotisch und hängt von der Luftmasse ab.



Typischer Aspekt von Zustandskurven der Atmosphäre (Temperatur und Feuchtigkeit) an einem sonnigen Tag.

5. Die Thermik sei wie ein Heissluftballon, und es gäbe keine Luftvermischung zwischen der Thermik und der umgebenden Luft:

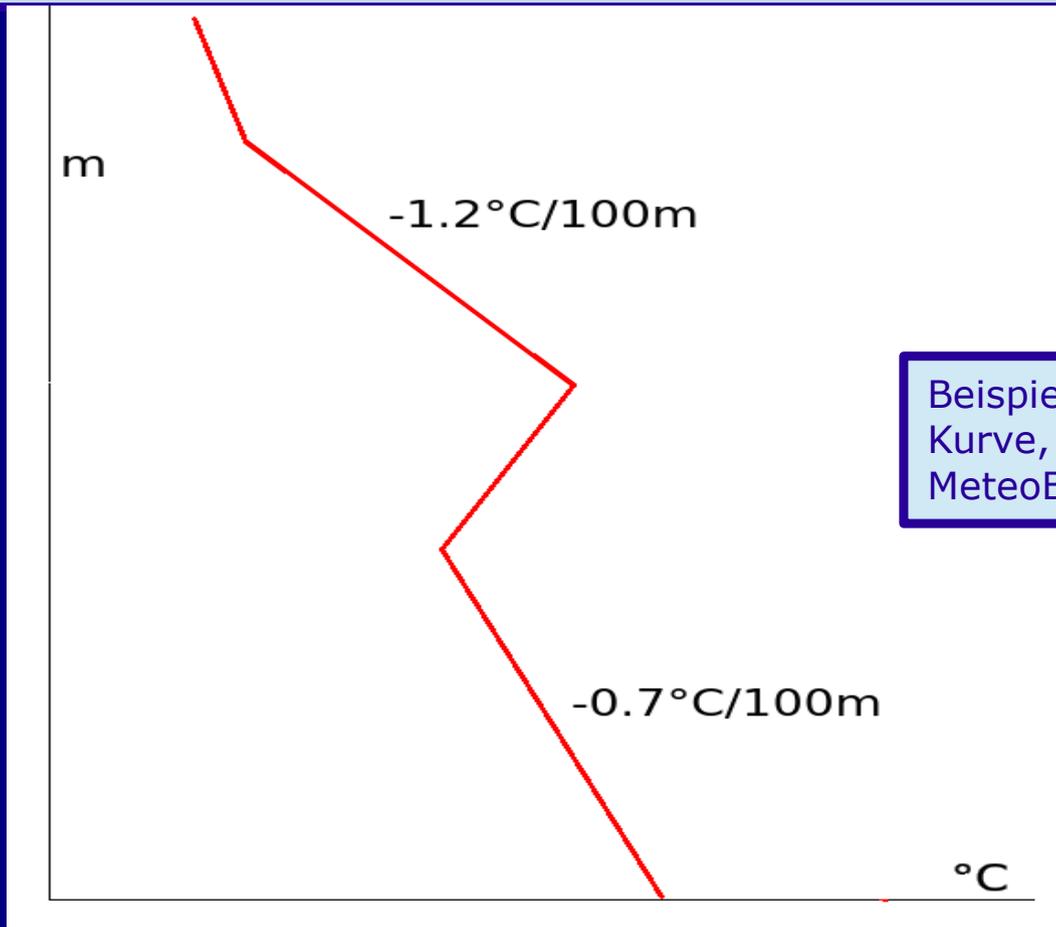
Allgemein stellen sich viele Autoren die Thermik wie einen Heissluft-ballon vor, der während dem Aufstieg einen adiabatischen (also ohne Wärmeaustausch mit seiner Umgebung) Prozess durchmacht. Dement-sprechend stellen sie sich vor, es gäbe einen Temperaturunterschied von mehr als 1 bis 3°C zwischen der Luft in der Thermik und ausserhalb, der sich während des gesamten Aufstiegs des Luftpakets nicht verändert. Das stimmt nicht. In der Tat sind die Turbulenzen um die Thermik herum derart stark, dass sich die Luft in und ausserhalb der Thermik rasch durchmischt. Einige seriöse Autoren, wie z.B. der deutsche Physiker und Segelfluggpilot Lindemann, haben mittels exakter Messungen aufgezeigt, dass die Temperaturunterschiede der Luft in Bodennähe ein bis zwei Grad betragen können; weiter oben in der KG sind es aber nur noch wenige Zehntel Grad.



Links die klassische, falsche Darstellung von Thermik, rechts eine realistische Darstellung. Temperatur-Zustandskurve ausserhalb der Thermik (rot), Temperatur in der Thermik (orange).

6. Die Vorstellung wundersamer Temperaturzustandskurven:

Um das Emagramm zu erklären, erfinden manche Autoren eine wundersame und irrealer Temperaturkurve – wie auf Abbildung. Ich würde jeden herausfordern, mir mal ein Beispiel einer solchen Kurve zu zeigen, die an einem sonnigen Tag von einer Radiosonde gemessen wurde. Auf dieser Graphik ist die erste Aberration (Abweichung) ein TG von $-0,7^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$ in der unteren Atmosphäre, wo man in Wirklichkeit einen für die KG typischen TG findet, also $-1^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$. Dafür beträgt der TG in der oberen Troposphäre, oberhalb der KG, nie $-1,2^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$, sondern eher zwischen $-0,9$ und $-0,4^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$. Weitere Aberrationen sind Kurven, die auf Meeresebene beginnen, obwohl es sich bei den Darstellungen um Gebirgsregionen mit einer Durchschnittshöhe von mehr als 1000 m handelt.

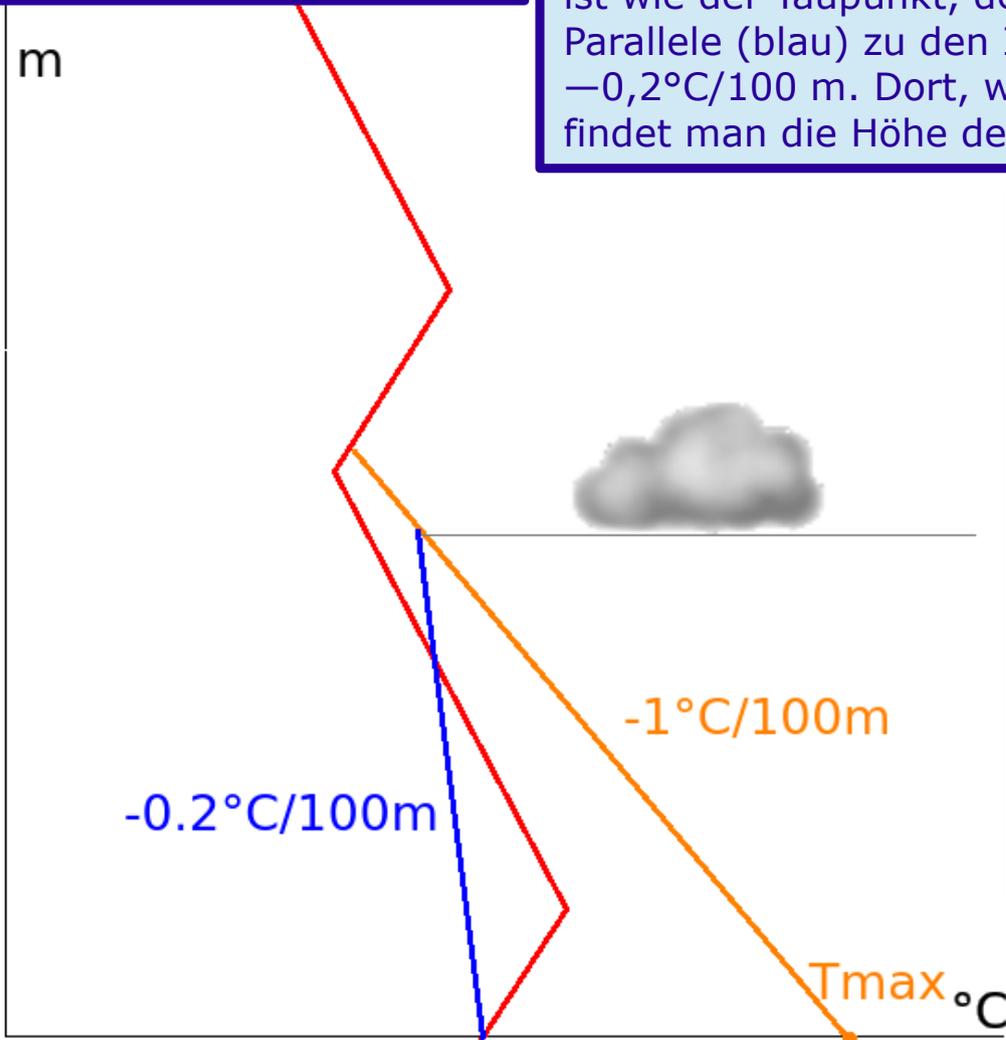


Beispiel einer wundersamen Kurve, wie sie in manchen MeteoBüchern steht.

7. Erstellung naiver Prognosen anhand nächtlicher Radiosonden:

Abbildung zeigt die einfache, klassische und geometrische Methode, um die Höhe der Wolkenbasis anhand einer Radiosonde zu prognostizieren.

Klassische geometrische Manipulation eines Emagramms. Die rote Kurve ist die Temperatur-Zustandskurve; in der Regel diejenige einer Radiosonde um Mitternacht. Ab der T_{max} (die von den Meteorologischen Diensten vorhergesagte Höchsttemperatur) wird eine Parallele (orange) zu den trockenadiabatischen Isolinien gezogen, etwa $-1^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$, bis sie die rote Kurve kreuzt. Man geht davon aus, dass die Temperatur, die nachts am Boden herrscht, gleich ist wie der Taupunkt, den man tagsüber findet. Ab diesem Wert wird eine Parallele (blau) zu den Isolinien des Mischungsverhältnisses gezogen, etwa $-0,2^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$. Dort, wo sich die blaue und die orange Linien kreuzen, findet man die Höhe des Kondensationspunktes und somit die Wolkenbasis.



Das Problem ist aber, dass die Prognosen auf Messungen beruhen, die Stunden vor dem Flug und oft Dutzende von Kilometern entfernt vom eigentlichen Fluggebiet entstanden sind, wo zudem die Topographie ganz anders ist als am Ort der Sondierung. Da muss man schon besonders böswillig oder dämlich sein um zu behaupten, dass diese grobe Methode den Milliarden von sehr komplexen, mathematischen Operationen der Eulerschen Modelle wie WRF, GFS oder COSMO überlegen sei, berücksichtigen doch diese Modelle die Topographie und die Wetterentwicklung. Auf meiner Webseite www.soaringmeteo.ch befinden sich noch zahlreiche weitere Dokumente, welche die hier beschriebenen Thesen vertiefen.

Ende