

Nordrhein/Ruhrgebiet- News

DF0EN - DL0DRG - DL0VR

darin die

„INFORMATIONEN ZUM UKW- WETTER“

im gemeinsamen Rundspruch der Distrikte Nordrhein und Ruhrgebiet

mit dem **Deutschlandrundspruch** und den

Terminankündigungen für verschiedene Aktivitäten

DL5EJ, Klaus Hoffmann

Sonntag, **11. September** 2016

Das Wetter macht' s!

Tropo - UKW - Überreichweiten und ihre meteorologischen Ursachen

Heute geht es nach längerer Themenpause um die wetterbedingten UKW- Ausbreitungsbedingungen. Der Schwerpunkt liegt dabei in der Thermodynamik unserer Troposphäre.

Die Entstehung der so genannten „UKW-Bedingungen“ hat im meteorologischen Bereich (Tropo) ihre Ursache in den **Temperaturänderungen der Luft unter dem Einfluss ihrer Vertikalbewegungen**. Wenn auch die im unteren Bereich der Troposphäre durch die Sonne zugeführten Wärmemengen zeit- und gebietsmäßig großen Schwankungen unterliegen, so sind der Temperaturabnahme der Luft in Abhängigkeit von der Höhe doch ziemlich enge Grenzen gesetzt. Die in jenen Grenzen auftretenden Unterschiede haben jedoch eine große Auswirkung auf das Wetter und auch auf die Ausbreitung der ultrakurzen Wellen. So weit so gut.

Im Durchschnitt beträgt die Temperaturabnahme mit zunehmender Höhe etwa $0,65^{\circ}\text{C}$ je 100 Meter. Manchmal kann in der realen Troposphäre unter ganz besonderen Umständen ein Wert von 1°C kurzfristig überschritten werden. (Wetterlage!)

EINE LUFTMENGE, DIE ANGEHOBEN WIRD, kommt in unserer Atmosphäre unter geringeren Druck und dehnt sich dabei aus. Für diese Ausdehnung wird Energie benötigt, die der Luft in Form von Wärme entzogen wird. Folge: Das Luftquantum kühlt sich ab. Voraussetzung für meine Betrachtungen ist jedoch, dass Wärme von „außen“ weder zu- noch abgeführt wird, das heißt, der Prozess muss „**adiabatisch**“ verlaufen. Das müssen Sie sich merken. Das ist jetzt sehr wichtig. Bei einem „*adiabatischen*“ Vorgang wird der Luft nur ihre eigene „innere“ Energie entnommen und umgewandelt. Ist das klar? Es handelt sich also um ein physikalisch abgeschlossenes System, in dem Energieumwandlungen sich vollziehen. Sie kennen das unter der folkloristischen Bezeichnung: „Erneuerbare Energien“. Die sind übrigens auch für die meisten Unwetter verantwortlich. Okay.

Die normale adiabatische Temperaturänderung eines Luftteilchens bei seinem Aufsteigen beträgt 1°C pro 100 m in allen troposphärischen Höhenlagen. Umgekehrt wird absinkende Luft um den gleichen Betrag erwärmt. Die Luft gerät dann unter höheren Druck, sie wird also komprimiert. Sie erwärmt sich. Aber nochmals: die Energie wird nicht von außen irgendwie zugeführt. Sie steckt im Luftpaket drin. Man bezeichnet jene eintretenden Temperaturänderungen von 1° je 100 m als „**trocken- adiabatisch**“.

Die adiabatische Temperaturänderung von 1° je 100m bei Vertikalbewegungen gilt aber nur so lange, wie keine *Kondensation* stattfindet. Also keine Wolken! Bei Kondensationsvorgängen (Wolken) wird nämlich Wärmeenergie abgegeben, die der Abkühlung von 1° je 100 m

entgegen wirkt. Die Temperaturänderung erfolgt dann „*feucht-adiabatisch*“. Die feuchtadiabatische Temperaturänderung ist geringer als die trockenadiabatische. Die trockenadiabatische Abkühlung wird also verringert, und zwar umso mehr, je größer die Wasserdampfmen- gen sind, die für die Kondensation zur Verfügung stehen.

Die Menge des in der Luft vorhandenen Wasserdampfes hängt nun aber von der „*Sättigungs- feuchte*“ ab – und diese wiederum von der Temperatur. Sie merken: Ich sagte jetzt ein paar Sätze, die grundlegend für die UKW- Ausbreitung in unserer Troposphäre sind. Die muss man einatmen und dann den Atem anhalten. Es geht aber noch weiter keine Angst. (Ich bin ja bei Ihnen).

Die *Sättigungsfeuchte* sinkt mit abnehmender Temperatur. Deshalb wird die feuchtadiabati- sche Temperaturänderung mit abnehmender Temperatur immer größer. (So nebenbei: Außer- dem hängt die Sättigungsfeuchte auch noch vom Luftdruck ab. Bei abnehmendem Luftdruck hat sie ebenfalls abnehmende Werte. Das müssen Sie jetzt nicht unbedingt wissen. Aber es gibt unter Ihnen ja Profis.)

Will man etwas über die Vertikalbewegungen eines Luftteilchens aussagen, muss man stets die *trocken- und feuchtadiabatischen* Temperaturänderungen beachten. Jene sind es nämlich, die das Verhalten eines Luftteilchens, eines Luftquantums und oft auch einer größeren Luft- schicht bestimmen. Dabei ist eine „*Inversion*“, die unsere UKW-Ausbreitung verbessert, nur ein „Sonderfall“, sozusagen eine regionale „extreme“, nicht „normale“ Stabilität in unserer Lufthülle. Wir reden also jetzt darüber, was in der Luft der Normalfall ist, und was der Son- derfall. Die UKW- Ausbreitung wird von Beidem beeinflusst. Sind Sie noch da?

Gleichgewichtszustände der Atmosphäre

Wenn Sie wirklich daran interessiert sind, etwas über die wetterbedingte UKW- Ausbreitung zu erfahren und dies zumindest teilweise zu verstehen, kann ich Ihnen diese grundlegenden Erläuterungen hier nicht ersparen. Also weiter. Schalten Sie nicht ab. Außerdem können Sie ja diesen Beitrag auf meiner Homepage nachlesen und nachhören. Stichwort ist jetzt: Verti- kalbewegungen der Luft über uns. Die sind von der Temperatur her unterschiedlich und be- einflussen die UKW-Ausbreitung. Wieso?

Weist unsere Troposphäre z.B. einen Zustand auf, bei dem der Temperaturgradient (regelmä- ßige Temperaturabnahme mit der Höhe) geringer als 1° je 100 m ist, so kommt ein Lufttei- chen, das sich entlang seiner Trockenadiabate aufwärts bewegt (also 1° Temperaturabnahme mit der Höhe) in seiner Umgebung immer kälter an als die Luft ist, die es umgibt. Es ist somit schwerer als seine Umgebung und muss deshalb wieder in seine Ausgangslage zurück sinken. Sein Zustand ist *stabil*, in unserem Falle „*trockenstabil*“ in Bezug auf Vertikalbewegungen. Bei einem Temperaturgradienten von 1° C je 100 m hätte das Teilchen immer dieselbe Tem- peratur wie seine Umgebung. Es treten keine Dichteunterschiede auf. Das Teilchen kann so- mit in jeder Höhe sich aufhalten. Sein Zustand ist „*trockenindifferent*“.

Alle eben erwähnten Zustände haben auf die UKW-Ausbreitung keine nennenswerten Ein- flüsse. Aber jetzt kommt' s.

Betrachten wir mal die Vertikalbewegung feuchter Luft. Wir erinnern uns daran, dass die feuchtadiabatische Temperaturänderung wesentlich geringer ist (auf Grund der freiwerdenden Kondensationswärme). Das wissen Sie doch längst. Ist der vertikale Temperaturgradient z.B. kleiner als $0,5^\circ$ je 100 m, so kommt ein Luftpaket mit einer feuchtadiabatischen Temperatur-

änderung von $0,5^\circ \text{C}$ je 100 m immer kälter an als die Umgebungstemperatur ist. Es sinkt also wieder ab. Sein Zustand ist „*feuchtstabil*“. Ist der Temperaturgradient größer als $0,5^\circ\text{C}/100 \text{ m}$ kommt die Luft wärmer an als die Umgebung und kann weiter aufsteigen. Man nennt den Zustand deshalb „*feuchtlabil*“.

Beträgt der Temperaturgradient $0,5^\circ/100 \text{ m}$, entspricht er also der Feuchtadiabate, so hat das Luftquantum immer die gleiche Temperatur wie seine Umgebung. Sein Zustand ist „*feuchtdifferent*“. Der Temperaturgradient ist also äußerst grundlegend. Und der hängt von der jeweiligen Wetterlage ab.

Auch diese angeführten Zustände haben keine besonderen Auswirkungen auf die UKW-Ausbreitung.

Sie denken sicher jetzt: Warum erzählt er uns das, wenn bei diesen Wettererscheinungen keine Überreichweiten entstehen? Ja, weil man sonst die atmosphärischen Bedingungen bei UKW- Überreichweiten nicht kapiert. Vereinfacht gesagt: es geht darum, die Unterschiede in der adiabatischen Temperaturänderung von Vertikalbewegungen zu verstehen. Diese sind für unterschiedliche Schichtungen und damit *Dichteänderungen* in der Luft verantwortlich. Und diese bestimmen mit *Refraktion, Beugung* und *Reflexion* unsere UKW- Überreichweiten.

Isothermie und Inversion

Den Zustand, bei dem eine Luftschicht eine gleich bleibende Temperatur aufweist, nennt man „*Isothermie*“. Er kann nach dem oben gesagten „*trocken-* oder *feuchtdifferent*“ sein. (Empfiehl sich, nochmals nachzulesen.) Auf jeden Fall ist es ein sehr stabiler Zustand, der einen vertikalen Luftaustausch verhindert. Wenn es über dieser Schicht, deren Dicke ja zwangsläufig begrenzt ist, kälter wird, bleiben die UKW-Bedingungen „*normal*“. Für die UKW-Ausbreitung bedeutsam wird erst ein Zustand, bei dem die Temperatur in der Luftschicht nach oben zunimmt („*Inversion*“). Isothermen und vor allem Inversionen wirken noch stärker hemmend auf Vertikalbewegungen ein als es bei gewöhnlichen stabilen Zuständen der Fall ist.

INVERSIONEN können sich aus verschiedenen Ursachen ausbilden. In den bodennahen Luftschichten treten sie als so genannte „*Bodeninversionen*“ auf. In klaren Nächten kühlt sich der Boden infolge von Wärmeausstrahlung stark ab und somit auch die darüber liegende Luftschicht. Den UKW- Wetter - Freunden erzähle ich nichts Neues. Die Luftschicht unten wird kälter als die darüber liegende Luft, so dass die Temperatur vom Boden aus nach oben zunimmt. Die **Ultrakurzwellen** treten daher aus einem dichteren Medium in ein dünneres ein und werden vom Einfallslot weg in Richtung Erdoberfläche gebrochen. Es kommt zu *Überreichweiten*, deren Größe in erster Linie vom Temperaturunterschied im Bereich der Inversion abhängt, aber auch von der Höhe der Inversion, die meist nur wenige Dekameter aufweist. Für die UKW-Ausbreitung bedeutsamer sind jedoch Inversionen in der freien Atmosphäre. Diese haben hauptsächlich zwei Ursachen:

Erstens: Wärmere Luft schiebt sich über wesentlich kältere („*Warmluftadvektion*“). Man spricht in diesem Falle von „*Aufgleitinversion*“.

Häufig sind zweitens die so genannten „*Absink- oder Schrumpfungsinversionen*“. Bei absinkenden Luftbewegungen, die ja stets trocken- adiabatisch sind, also eine Temperaturerhöhung von $1^\circ \text{C} / 100 \text{ m}$ bewirken, fließt die Luft bei erhöhtem Luftdruck am Boden auseinander, wobei oftmals der Fall eintritt, dass sich die Absinkbewegungen nicht bis zum Boden durchsetzen. So bleiben die Temperaturverhältnisse in der unteren Schicht gleich, während sich die

darüber befindlichen Luftmassen trocken- adiabatisch erwärmen. Nehmen wir einmal an, der vertikale Temperaturgradient betrüge $0,6^\circ / 100 \text{ m}$. Da sich die absinkende Luft jedoch trocken- adiabatisch um $1^\circ / 100 \text{ m}$ erwärmt, hat sie bald eine wesentlich höhere Temperatur als die in Nähe des Bodens lagernde Luft, so dass sich im Grenzbereich eine *Absinkinversion* ausbilden kann. Jene „*Schrumpfungsinversion*“ (Schrumpfung deshalb, weil die Luft in größeren Höhen unter geringerem Druck stand und „gestreckter“ war) liegt höher als eine *Bodeninversion*. Für verbesserte UKW-Bedingungen mit guten Überreichweiten hat sich eine Höhenlage der Absinkinversionen zwischen 500 und 2000 Metern erwiesen.

Das war heute keine leichte Kost. Ich gebe es zu. Danke für´s Zuhören! (Und Lesen)

Weitere Ausführungen von mir zum Thema „UKW-Ausbreitung“ siehe CQ-DL Heft 10/2000 „Das Wetter macht`s“. Auf meiner Homepage <http://www.hoffydirect.de/ukw-funkwetter> finden Sie alle Links zu meinen aktuellen und früheren Beiträgen. Vielen Dank, klicken Sie mich an! Bleiben Sie mir treu!

Schönen Sonntag und eine gute Woche!

Vy 73 de
DL5EJ, Klaus Hoffmann