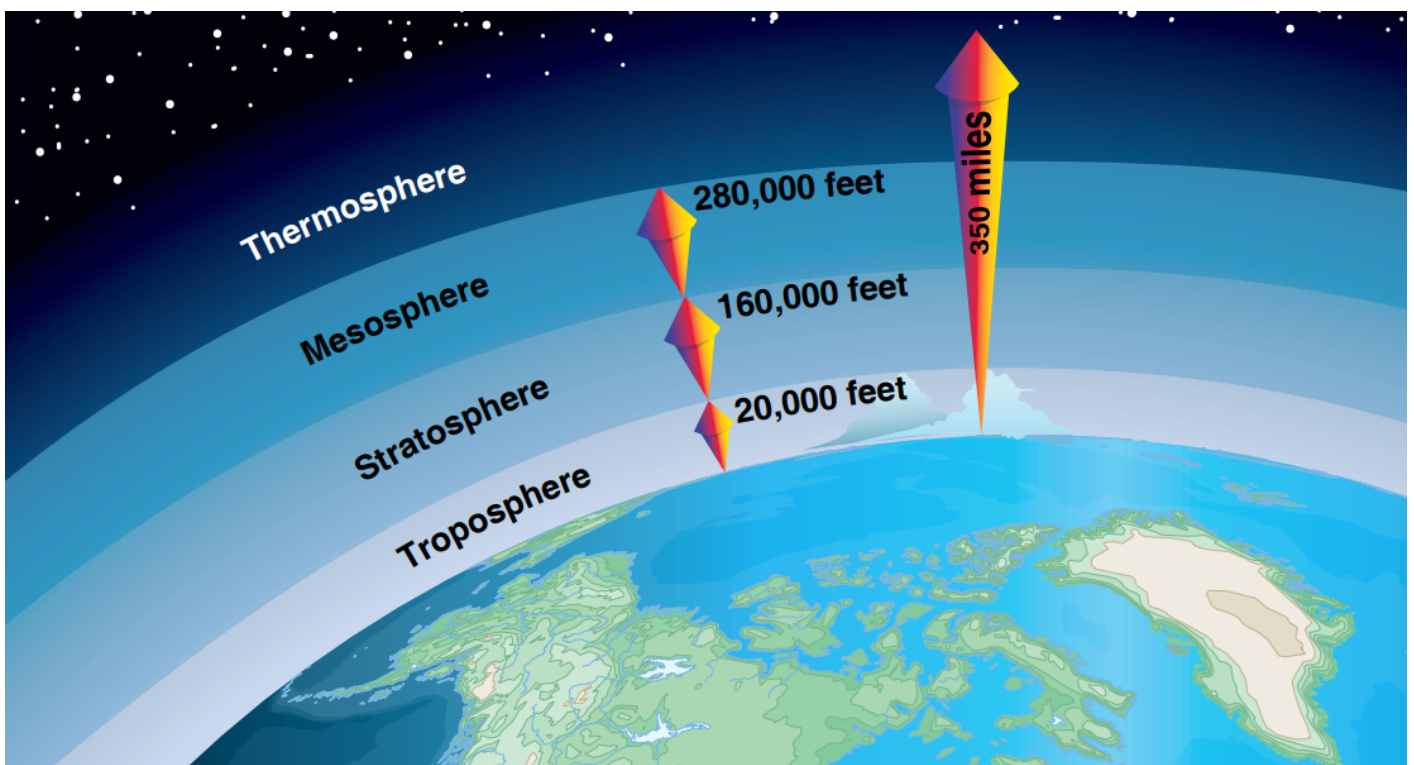


# [MET01] Grundlagen der Meteorologie

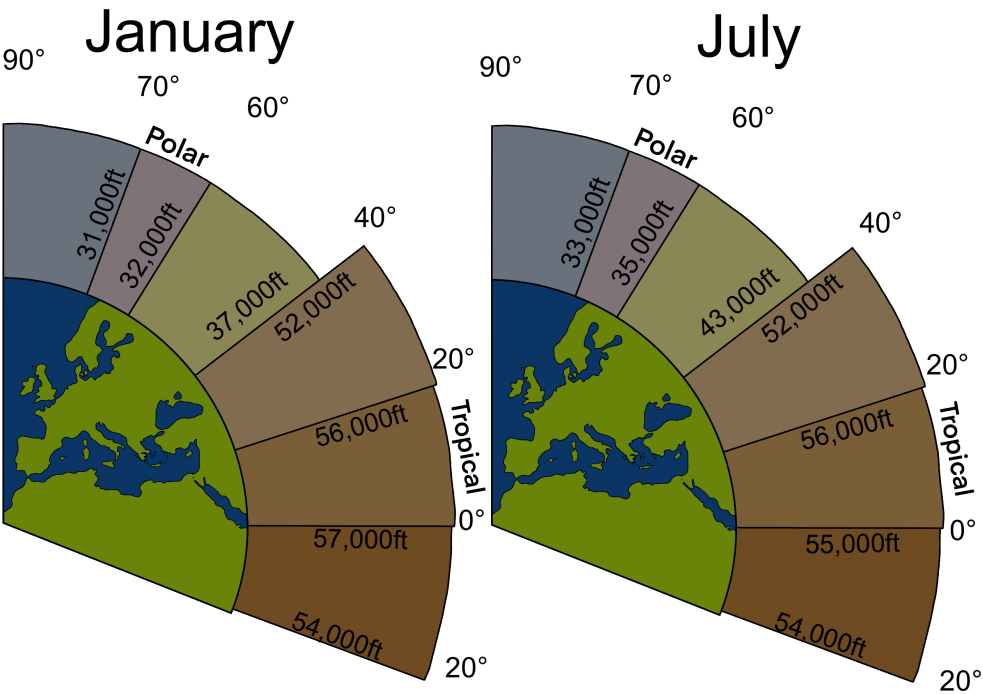
Zur Vervollständigung der Seite steht die [Präsentation](#) zur Verfügung

Das Modul Grundlagen der Meteorologie aus der Kategorie: Meteorologie stellt das Basiswissen der Wetterkunde vor. Ohne die Atmosphäre wäre aus aerodynamischer Sicht kein Flug möglich, jedoch birgt genau diese auch unzählige Gefahren sowohl für die allgemeine als auch für die kommerzielle Luftfahrt. Deshalb ist die Kenntnis über die Vorgänge der Atmosphäre von essenzieller Bedeutung für eine sichere Flugdurchführung.

## Der Aufbau der Atmosphäre



Die Atmosphäre ist in mehrere Schichten eingeteilt. Als Grundlage für diese Kategorisierung dient die absolute Temperatur. Von Bedeutung für die zivile Luftfahrt sind im wesentlichen die Troposphäre, die sich vom Boden bis zu einer Höhe von ungefähr 11 Kilometern erstreckt, sowie die Tropopause als Grenzschrift zwischen der Troposphäre und der Stratosphäre. Bis zur Tropopause spielen sich die für uns alltäglichen Wettererscheinungen -Wolken und Niederschläge- ab, darüber hinaus nur in sehr seltenen Ausnahmefällen.

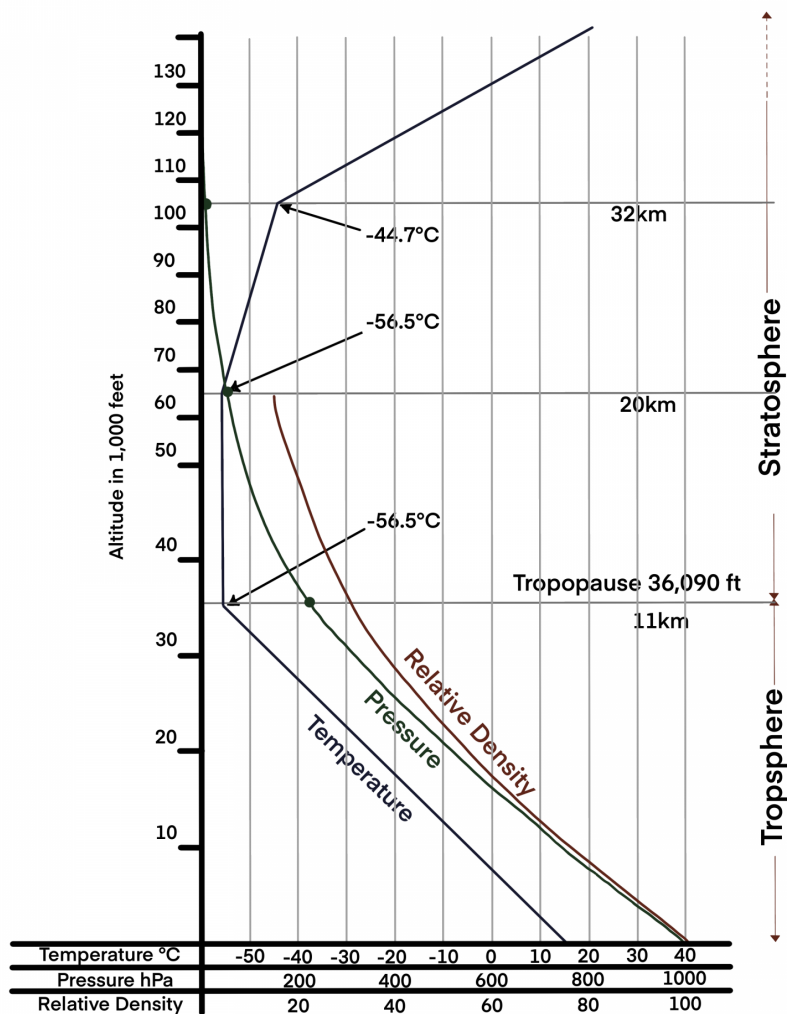


Aus chemischer Sicht besteht die Luft in der Atmosphäre aus folgenden Elementen:

| Gas           | Anteil (%) |
|---------------|------------|
| Stickstoff    | 78,08      |
| Sauerstoff    | 20,05      |
| Argon         | 0.93       |
| sonstige Gase | 0,22       |

Diese Zusammensetzung kann bis zu einer Höhe von 80km als nahezu konstant angenommen werden.

# ISA-Atmosphäre



Die ISA (International Standard Atmosphere) beschreibt ein idealisiertes Modell der Atmosphäre unter Annahme von Standardbedingungen. Die grundlegenden Parameter dieser Normatmosphäre auf Meereshöhe sind eine Temperatur von **15 Grad Celsius**, ein Luftdruck von **1013,25 hPa** und eine Luftdichte von **1,225 Kilogramm pro Kubikmeter**. Der Luftdruck und die Dichte nehmen im Modell nach oben hin exponentiell ab, für die Temperaturabnahme wird eine Abnahme von 2 Kelvin pro 1000 Fuß Höhendifferenz bis eine Temperatur von -56,5 Grad Celsius erreicht wird. Diese Temperatur entspricht in diesem Modell der Temperatur der Tropopause (isotherme Schicht). Folgende Tabelle zeigt gerundete Werte der ISA-Temperatur im Bezug auf markante Höhen in der zivilen Luftfahrt:

| Höhe in ft | Druck in hPa | Temperatur in °C |
|------------|--------------|------------------|
| 0          | 1013         | 15,0             |
| 5.000      | 850          | 5,0              |

|        |     |       |
|--------|-----|-------|
| 10.000 | 700 | -5,0  |
| 18.000 | 500 | -21,0 |
| 24.000 | 400 | -33,0 |
| 30.000 | 300 | -45,0 |
| 34.000 | 250 | -54,0 |
| 39.000 | 200 | -56,5 |

# Temperatur

Die Einheit Grad Celsius hat sich weltweit in der Luftfahrt bewährt, sodass selbst in den USA die Einheit Fahrenheit keine Anwendung findet.

In der Troposphäre bis zu einer Höhe von 11 Kilometern nimmt die Temperatur mit steigender Höhe im idealisierten Fall konstant ab, in der darüber liegenden Stratosphäre steigt die Temperatur bis zu einer Höhe von ungefähr 50 Kilometern gar wieder an. Die Tropopause -als Grenze zwischen den beiden genannten Schichten- ist als ein Abschnitt mit gleichbleibender Temperatur (isotherm) definiert. Die Ursache für dieses Temperaturprofil liegt zum einen an der Absorption der Sonnenenergie am Boden und zum anderen an der chemischen Zusammensetzung der Atmosphäre: Ein Großteil der von der Sonne ausgestoßenen elektromagnetischen Strahlung erreicht den Boden unseres Planeten und erwärmt diesen. Der Boden wiederum emittiert folglich selbst Strahlung und erwärmt dadurch die darüber liegenden Luftschichten von unten nach oben. Analog zu einem Ofen ist die Temperatur in Bodennähe am größten und nimmt nach oben hin ab. Der erneute Anstieg der Temperatur in der Stratosphäre ist durch die Ozonschicht zu begründen. Die Ozonmoleküle nehmen ebenfalls wie der Boden die Energie der Sonne auf und geben Wärme an die Umgebung ab.

# Luftdruck

Im Gegensatz zur Temperatur gibt es zur Angabe des Luftdrucks zwei Einheiten, die zur Anwendung kommen. Während die US-Amerikaner an ihren inHg, also Inches Quecksilbersäule, festhalten gibt man im überwiegenden Rest der Welt den Luftdruck in Hektopaskal (hPa) an. In den diversen Luftschichten nimmt der Luftdruck mit der Höhe exponentiell ab. Der Grund für den exponentiellen Verlauf des Luftdrucks ist die Tatsache, dass Luft ein kompressibles Fluid ist. Das bedeutet, dass sich ein fiktives Paket Luft bei äußerer Krafteinwirkung komprimieren, also zusammendrücken lässt. Daraus resultiert, dass die unteren Luftmassen von den darüberliegenden Luftmassen komprimiert werden und die Abnahme des Luftdrucks in den niedrigen Schichten größer ist als in den oberen. Als grober Richtwert kann auf Höhe des Meeresspiegels eine

Druckminderung von 1hPa pro 30 Fuß angenommen werden, in 6km Höhe bedarf eine Druckminderung um 1 hPa bereits einen Aufstieg von 50 Fuß.

# Dichte

Die Dichte ist als Masse pro Volumeneinheit definiert und kann wie folgt angegeben werden:

- Gramm pro Kubikzentimeter
- Prozentuell zur Standarddichte auf Meereshöhe - relative Dichte
- Die Höhe welche die aktuelle Dichte in der Standardatmosphäre entspricht - density altitude

Falls der Luftdruck steigt, wird die Luft komprimiert, wobei die Dichte steigt. Daher ist die Dichte direkt proportional zum Luftdruck.

Falls die Luft erhitzt wird, expandiert diese und die Masse im Verhältnis zum Volumen sinkt. Also sinkt die Dichte mit steigender Temperatur, das bedeutet dass die Dichte invers proportional zur Temperatur ist.

Die molekulare Masse von Wasser ist niedriger als die von Stickstoff und Sauerstoff, mit steigender Luftfeuchtigkeit sinkt daher die Dichte.

Die Dichte ist für die Fliegerei sehr wichtig, da sie unter anderem den Auftrieb und die Motorenleistung stark beeinflusst.

# Luftfeuchtigkeit

Diese wird meistens als relative Luftfeuchtigkeit in Prozent angegeben. Dies ist das Verhältnis zwischen der Menge an Wasser in der Luft im Vergleich dazu wie viel Wasser die Luft gerade enthalten kann. Um so kälter die Luft ist, um so weniger Wasser kann sie enthalten bevor es zur Sättigung kommt. Bei 100% Luftfeuchtigkeit bildet sich Nebel/Wolken.

Der Taupunkt ist die Temperatur bei welcher die Luftfeuchtigkeit 100% erreichen wird falls sie abkühlt. Je näher die Temperatur und der Taupunkt aneinander liegen, um so höher ist das Risiko für Nebelbildung.

# Altimetrie

Das Teilgebiet Altimetrie (dt. Höhenmessung) befasst sich mit der in der Luftfahrt üblichen barometrischen Höhenmessung. Das generelle Funktionsprinzip des Höhenmessers wird im Modul: Instrumentenkunde (TEC05) erläutert.

# Das Prinzip der barometrischen Höhenmessung

Grundsätzlich beruht die Höhenmessung auf folgendem Prinzip. Der Höhenmesser misst einen Druck und kann diesen der dazugehörigen Höhe in der ISA-Atmosphäre zuordnen. Die angezeigte Höhe entspricht dann der Differenz dieser ermittelten Höhe und der Höhe der Referenzdruckfläche. Die Referenzdruckfläche muss im Höhenmesser durch das Einstellen des subscale-settings ausgewählt werden. Folgendes Zahlenbeispiel soll diese Vorgehensweise besser verdeutlichen: Höhenmesser misst 500 hPa, dies entspricht nach der ISA-Tabelle 18000 Fuß

Subscale-setting 1013 hPa: 1013 hPa entspricht nach ISA-Tabelle 0 Fuß  
Anzeige:  $18000 - 0 = 18000 \text{ ft}$

Subscale-setting 1003 hPa: 1003 hPa entspricht in der ISA-Atmosphäre 300 Fuß (Berechnung über Faustformel 30ft/hPa)  
Anzeige:  $18000 - 300 = 17700 \text{ ft}$

Subscale-setting 1033 hPa: 1033 hPa entspricht in der ISA-Atmosphäre -600 Fuß (Berechnung über Faustformel 30ft/hPa)  
Anzeige:  $18000 - (-600) = 18600 \text{ ft}$

# Referenzflächen- und drücke

Folgende Referenzdrücke werden verwendet:

| Bezeichnung         | Anzeige      | Verwendung                       | Erklärung   |
|---------------------|--------------|----------------------------------|---|
| Standard (1013 hPa) | Flight level | Oberhalb der Transition Altitude | Höhenmesser zeigt Höhe über der 1013 hPa Druckfläche  |
| QNH                 | Altitude     | Unterhalb des Transition Levels  | Höhenmesser zeigt Höhe über MSL am entsprechenden Ort |

|     |        |                      |  |
|-----|--------|----------------------|--|
| QFE | Height | vorwiegend Segelflug | Höhenmesser zeigt Höhe über entsprechenden Flugplatz |
|-----|--------|----------------------|--|

**Flight Level** beziehen sich immer auf die Höhe der 1013 hPa Druckfläche. Wo sich diese befindet ist abhängig vom vorherrschenden Wetter. Ist ein Hochdrucksystem präsent, so liegt diese Fläche höher und umgekehrt. Befindet sich also ein Flugzeug auf Flugfläche 100 über dem Ozean, so ist die Höhe über Grund abhängig vom Luftdruck am Boden. An einem Tag mit Standardbedingungen (1013,25 hPa auf MSL - ISA) ist das Flugzeug tatsächlich 10000 Fuß über dem Meer. Ist der Druck am Boden höher, so fliegt das Flugzeug auf FL100 höher als 10000 Fuß über dem Grund, bei einer Tiefdrucklage tiefer als 10000 Fuß über Grund.

Ist die Rede von **Altitudes**, dann spricht man von einer Höhenmesseranzeige mit dem gemeldeten QNH im subscale-setting. Der QNH wird über den aktuell am Flugplatz gemessenen Luftdrucks von Meteorologen ermittelt und im METAR bekanntgegeben. Mit dem Eindrehen des QNH am Höhenmesser soll am Boden die Höhe des Platzes über Grund (Elevation) angezeigt werden, sodass folglich für die aktuellen Bedingungen am Flugplatz die Höhe über MSL angezeigt wird. Ist man an einem unkontrollierten Platz und hat keine Informationen zum aktuellen QNH kann dieser auch simpel im Flugzeug ermittelt werden: Der Pilot verändert das subscale-setting solange, bis die (bekannte) Elevation am Höhenmesser angezeigt wird. Der dann im subscale-setting gezeigte Wert entspricht dem QNH.

Eine **Height** entspricht der Höhe über Grund. Das dafür nötige subscale-setting QFE entspricht dem Druck am Flugplatz und kann auch analog der selbstständigen Bestimmung des QNH ermittelt werden, indem das setting so lange verändert wird, bis der Höhenmeter 0 Fuß anzeigt.

## Einfluss von Temperatur und Bodenluftdruck und Beispiele

An kalten Tagen (Temperatur kälter als  $T_{ISA}$ ) ist die Luftdichte größer. Daraus resultiert, dass auch die Flugflächen/Flight Levels dichter beisammen liegen. Bei Temperaturen entsprechend der ISA-Atmosphäre liegen beispielsweise zwischen FL200 und FL210 1000 Fuß, an kalten abstimmt ist durch die größere Dichte dieser Abstand geringer. Wärme Temperaturen bewirken gegenteilige Effekte.

An Tagen mit hohen Luftdrücken am Boden liegen die Flugflächen/Flight Levels höher, da die 1013 hPa Druckfläche bereits eine gewisse Höhe über Grund hat. Ist der Luftdruck niedrig, so liegt die (nun fiktive) 1013 hPa Fläche unter dem Meeresspiegel. Auch die Flugflächen / Flight - Levels liegen tiefer.

Findet man Hohe Drücke und hohe Temperaturen (in Relation zu ISA) vor, so fliegt man über Grund höher als der Höhenmesser anzeigt. Findet man niedrige Drücke und niedrige Temperaturen vor, so fliegt man über Grund niedriger als der Höhenmesser anzeigt. Liegt eine Kombination vor, so entscheidet der überwiegende Effekt über den Einfluss auf die Anzeige am Höhenmesser.

Führt man beispielsweise einen Flug aus dem sonnigen und warmen Ibiza (30 Grad, QNH 1030) ins kalte Bremen (10 Grad, QNH 998) auf Flugfläche / Flight Level 330 durch so befindet man sich im Reiseflug trotz konstant angezeigter Höhe am Höhenmesser in einem leichten, kontinuierlichen Sinkflug in Relation zum Boden, und das nicht nur um ein paar wenige Fuß. FL330 über Ibiza befindet sich 35520 Fuß über MSL, über Bremen 31900 Fuß über Grund. Das Luftfahrzeug sinkt also "real" über 3000 Fuß bei konstanter Anzeige am PFD. Merkspruch: "From high to low the problems grow"

Auch bei Aspekten der Hindernissfreiheit müssen die vorgestellten Effekte beachtet werden. Jeder Airway besitzt eine MOCA (Minimum Obstacle Clearance Altitude), also eine Mindesthöhe um Hindernisse mit dem gesetzlich vorgeschriebenen Abstand zu passieren. Da es sich hierbei um eine *Altitude* und nicht um ein Flight Level handelt, hat ein hoher/tiefer Druck keinen Effekt. Der Druckabweichung von der ISA-Atmosphäre wird durch das Eindrehen des QNH am Höhenmesser Rechnung getragen. Die Effekte eines extrem kalten Tages kommen jedoch trotzdem zum Tragen. Ein altbekannter Merkspruch besagt: "An kalten Tagen sind die Berge höher". Fliegt man an einem kalten Tag an einem bekannten Berg in der Altitude der Gipfelhöhe vorbei, so passiert man diesen unterhalb des Gipfels. Es besteht also die Gefahr, an kalten Tagen trotz Einhaltung der publizierten Mindesthöhen die vorgeschriebenen Mindesthöhen nicht einhält.

## Sichtweite und RVR

Die Sichtweite ist die weiteste Entfernung in welcher das menschliche Auge ein dunkles Objekt sehen kann. Diese wird immer in METAR, TAF und ATIS angegeben. Bei einer Sichtweite von über 10km wird sie als "9999" angegeben, bis zu 6000m wird sie als "Kilometer" ausgesprochen und unter 6000m in "Meter".

Die RVR (Runway Visual Range) wird normalerweise bei einer Sichtweite von 1500m oder weniger angegeben, dabei stehen in der Regel drei Messgeräte entlang der Landebahn (touchdown, mid-point, stop-end).

## Nebel (Fog)

Nebel (FG) wird in der METAR bei einer Sichtweite unter 1000m angegeben. Die relative Luftfeuchtigkeit liegt dabei nah an 100%.

Man spricht normalerweise von fünf Nebelarten:

**Strahlungsnebel** - die Erde kühlt die Luft auf eine Temperatur welche unter dem Taupunkt liegt. Voraussetzungen zur Bildung von Strahlungsnebel:



- Klarer Himmel
- Hohe relative Luftfeuchtigkeit
- Leichter Wind (2-8kt)

**Advektionsnebel** - warme feuchte Luft trifft auf eine kalte Oberfläche (Wasser oder Land), dieser ist sehr häufig an Küsten (vor allem in der UK) zu finden.

Voraussetzungen zur Bildung von Advektionsnebel:

- Wind bis zu 15kt

**Orografischer Nebel** - ST/SC Wolken, welche ihre Wolkenobergrenze unter den Bergspitzen hat, für einen Betrachter im Tal sind es Wolken, falls man aber am Berg ist, schaut es aus als hätte man Nebel. Orografischer Nebel wird durch turbulente Luft im Tal, oder durch Wind, welcher kalte, feuchte Luft über die Bergspitzen ins Tal weht gebildet.



**Verdunstungsnebel** - Luft von einer kalten Landmasse (kälter als -30 C) trifft auf wärmeres Meer (ca +1 C), dabei verdunsten kleinere Mengen an Wasser und bilden einen sehr dichten Nebel, welcher sich über 500ft vertikal strecken kann. Verdunstungsnebel bildet sich am häufigsten über dem Arktischen Meer in der Nähe von Grönland und Island.

**Eisnebel** - dieser besteht aus Eiskristallen und hat eine Temperatur von unter -40 C, das Prinzip ist ähnlich zum icing im Vergaser (Carburettor icing).

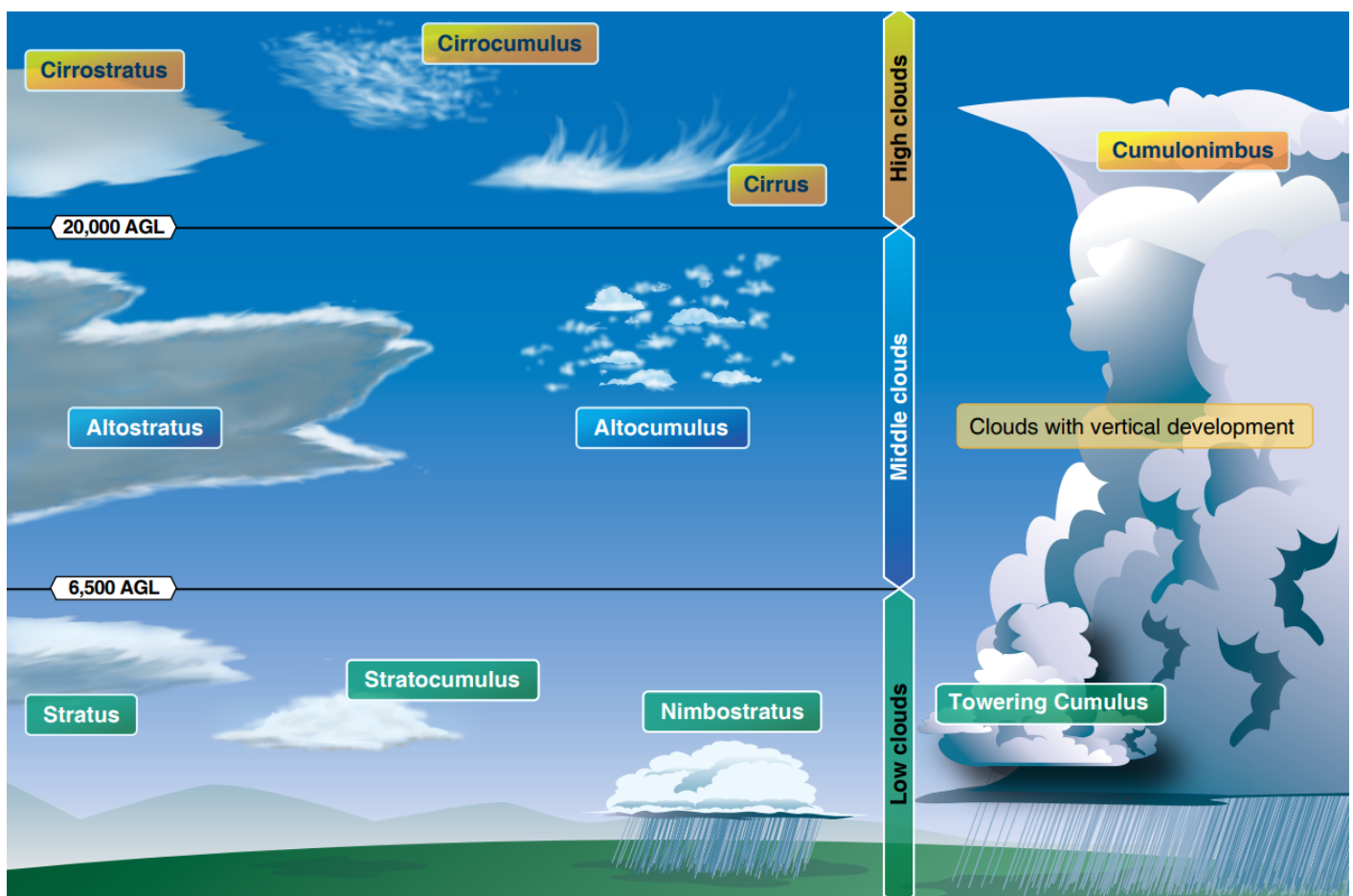
# Feuchter Dunst (Mist)

Feuchter Dunst (BR) wird in der METAR bei einer Sichtweite zwischen 1000m und 5000m angegeben. Die Relative Luftfeuchtigkeit liegt dabei über 95%.

# Trockener Dunst (Haze)

Trockener Dunst (HZ) wird in der METAR bei einer Sichtweite unter 5000m angegeben, bei unter 1000m wird dies auch in der SWC angezeigt. Trockener Dunst sind feine Sand-, Staub- oder Rauchpartikel welche die Sichtweite reduzieren.

# Wolken



# Stabile Luftschicht

## **Low-level:**

*Stratus (ST)*

Höhe: GND - 6500ft

Beschreibung: Kleine Wassertropfen, niedrige Wolkendecke, gelegentlich Moderate - Severe Icing

Turbulenz: Keine

Sichtweite: Mittel - Schlecht

Niederschlag: Leichter Niederschlag, Sprühregen, Schneegriesel





*Stratocumulus (SC)*

Höhe: GND - 6500ft

Beschreibung: Wassertropfen, Light - Moderate Icing

Turbulenz: Light - Moderate

Sichtweite: Mittel - Schlecht

Niederschlag: Leichter Niederschlag, Regen oder Schnee



*Nimbostratus (NS)*

Höhe: GND - 6500ft kann gelegentlich 10000 - 15000ft erreichen

Beschreibung: Wassertropfen, Eiskristalle in der oberen Schicht (wenn mit Warmfront verbunden),

Moderate - Severe Icing

Turbulenz: Moderate - Severe

Sichtweite: Schlecht

Niederschlag: Anhaltender Niederschlag, Regen oder Schnee

**Medium-level:**

*Altostratus (AS)*

Höhe: 6500 - 23000ft

Beschreibung: Eiskristalle und Wassertropfen, Light - Moderate Icing

Turbulenz: Light - Moderate

Sichtweite: Mäßig

Niederschlag: Virga



*Altostratus (AC)*

Höhe: 6500 - 23000ft

Beschreibung: Eiskristalle und Wassertropfen, Light - Moderate Icing

Turbulenz: Light - Moderate

Sichtweite: Mäßig

Niederschlag: Virga

**High-level:**

*Cirrus (CI)*

Höhe: 16500 - 45000ft

Beschreibung: Eiskristalle

Turbulenz: Keine

Sichtweite: Gut

Niederschlag: Keiner

*Cirrostratus (CS)*

Höhe: 16500 - 45000ft

Beschreibung: Eiskristalle

Turbulenz: Keine  
Sichtweite: Gut  
Niederschlag: Keiner

*Cirrocumulus (CC)*  
Höhe: 16500 - 45000ft  
Beschreibung: Eiskristalle  
Turbulenz: Keine  
Sichtweite: Mittelmäßig  
Niederschlag: Keiner

## Labile Luftschicht

*Cumulus (CU)*  
Höhe: GND - 25000ft  
Beschreibung: Konvektiv, Wassertropfen und Eiskristalle, Moderate - Severe Icing  
Turbulenz: Moderate - Severe  
Sichtweite: Schlecht  
Niederschlag: Regen- oder Schneeschauer



*Cumulonimbus (CB)*  
Höhe: GND - 45000ft  
Beschreibung: Stark Konvektiv, Wassertropfen und Eiskristalle, Moderate - Severe Icing

Turbulenz: Severe

Sichtweite: Schlecht

Niederschlag: Kräftige Schauer, Regen oder Schnee, Hagel



*Alto cumulus Castellanus*

Höhe: 6500 - 23000ft

Beschreibung: Konvektiv, Wassertropfen und Eiskristalle, indikator für Labile Luftschicht oberhalb der Wolke, kann sich in CB weiter entwickeln

Turbulenz: Moderate

Sichtweite: Schlecht

Niederschlag: Virga, Schauer

*Alto cumulus Lenticularis*

Höhe: 6500 - 23000ft

Beschreibung: Wassertropfen und Eiskristalle, häufig durch Leewellen gebildet

Turbulenz: Moderate - Severe

Sichtweite: Mäßig

Niederschlag: Keiner

# Niederschlag

**Sprühregen / Drizzle (DZ)**

Durchmesser: 0,2 - 0,5mm

Sichtweite: 500 - 3000m

**Regen (RA)**

Durchmesser: 0,5 - 5,5mm

Sichtweite: 3000 - 5500m (1000m im starken Regen)

**Schnee (SN)**

Durchmesser: >4mm

Sichtweite: Moderate 1000m; Heavy 50 - 200m; Fegend <2m (über dem Boden)

**Schneegriesel (SG)**

Durchmesser: <1mm

Sichtweite: Moderate 1000m; Heavy 50 - 200m; Fegend <2m (über dem Boden)

**Eiskörner (PL)**

Durchmesser: <5mm

Durchsichtig

**Hagel (GR)**

Durchmesser: 5 - >50mm

Gewicht: bis zu 1kg

**Reifgraupel, Frostgraupel (GS)**

Klein, rund, Durchmesser: nur wenige Millimeter

# Intensität

**Slight (-):**

Regen: <0,5 mm/h

Schnee: <0,5 cm/h

Schauer: <2 mm/h

**Moderate:**

Regen: 0,5 - 4 mm/h

Schnee: 0,5 - 4 cm/h



Schauer: 2 - 10 mm/h

**Heavy (+):**

Regen: >4 mm/h

Schnee: >4 cm/h

Schauer: 10 - 50 mm/h

# Wetterinformationen

Das Wetter beeinflusst den Zustand des Flugzeugs nahezu jederzeit. Egal ob abgestellt am Boden, beim Rollen oder in der Luft: vielfältige Wettererscheinungen können Gefahren darstellen, aber auch von gut geschulten Piloten gewinnbringend genutzt werden. Gemäß dem Leitspruch "preparation is key" werden von den Meteorologen vielfältige Informationsquellen zur Verfügung gestellt. Unabdingbar ist dabei natürlich auch das menschliche Auge, um die aktuell vorherrschenden Bedingungen auch subjektiv einschätzen zu können. Die wichtigsten bereitgestellten Dienste zur Erlangung von Wetterinformationen werden im folgenden vorgestellt.

## METAR und TREND

Der METErological Aerodrome Routine Report (METAR) ist eine in der Regel alle 30 Minuten publizierte Meldung des aktuellen Wetters an einem Flughafen. In den meisten Fällen erscheint er 20 und 50 Minuten nach der vollen Stunde. Sollte sich die Wetterlage zwischen den Reports signifikant ändern, so wird ein sogenannter Special Report (SPECI) herausgegeben.

[Hier ein Dokument vom DWD zum Dekodieren von METARs und TAFs](#)

## TAF

Die TAF (Terminal Aerodrome Forecast), ist eine Wettersvorhersage für den angegebenen Flughafen. TAFs decken normalerweise einen Zeitraum von 9 bis 30 Stunden ab. 9 Stunden TAFs werden alle 3 Stunden und 12 bis 24 Stunden TAFs alle 6 Stunden aktualisiert. In der TAF wird kein QNH und normalerweise auch keine Temperatur vorhergesagt.

# GRF

Das Global Reporting Format ist eine neue Art zum publizieren der Kondition der Start-/Landebahn und soll (wie der Name schon sagt) Global einheitlich verwendet werden. Somit wird die SNOWTAM ersetzt. Das GRF besteht aus einem Runway Condition Code (RWYCC), art der Kontamination, Abdeckung in Prozent, (falls zutreffend) tiefe der Kontamination und (falls zutreffend) breite der geräumten Bahn. Dies ist auch in diesem Format in der ATIS enthalten. Die Runway wird in drittel geteilt, und es wird jedes drittel gemessen und einzeln publiziert.

Beispiel des GRF:

*WMKK 06271500 14L 5/5/2 50/50/50 NR/NR/04 WET/WET/STANDING WATER*

Um dies zu dekodieren: Kuala Lumpur, am 27.06. um 15:00Z, RWY25, RWYCC: 5/5/2, Abdeckung in Prozent: 50%/50%/50%, tiefe der Kontamination: Not reported/Not reported/4mm, typ der Kontamination: Nass/Nass/Stehendes Wasser

Zu beachten ist, dass die meisten Simulatoren keine Runway Conditions simulieren. Ebenfalls wird der GRF meistens nur über die ATIS oder den Lotsen an die Flieger übermittelt, weshalb man auf VATSIM diese Informationen nicht bekommt.

# SIGMET

SIGMETs sind Warnungen vor signifikanten Wettergefahren innerhalb einer FIR, sie werden nicht für Flughäfen publiziert.

Eine SIGMET wird für folgende Wettervorkommen publiziert:

- Gewitter
- Heavy hail (Hagel)
- Tropische Wirbelstürme
- Freezing Rain
- Severe turbulence (falls nicht im Zusammenhang mit konvektiven Wolken)
- Severe icing (falls nicht im Zusammenhang mit konvektiven Wolken)
- Severe mountain waves (Leewellen)
- Heavy sand/dust storms
- Vulkanasche

SIGMETs werden immer als Text mit einigen Abkürzungen geschrieben. Beispiel einer SIGMET:

EDWW SIGMET I03 VALID 102000/102300 EDZF- EDWW BREMEN FIR SEV ICE FCST AT 2000Z WI  
N5203 E01446 - N5140 E01449 - N5140 E01250 - N5230 E01130 - N5400 E01120 - N5440 E01320 -

N5420 E01420 - N5203 E01446 SFC/3000FT STNR WKN=

Dies ist eine SIGMET der FIR EDWW, mit der Identifikation I03, gültig vom 10. des Monats um 20:00Z bis zum 10. des Monats um 23:00Z. Severe icing ist innerhalb des angegebenen Gebietes (GPS Koordinaten) zwischen Boden und 3000ft vorhergesagt, das Gebiet ist stationär und wird schwächer.

Tabelle mit Abkürzungen:

| Abkürzung | Bedeutung        | Information  |
|-----------|------------------|--|
| BTN       | Between          |  |
| CNL       | Cancelled        |  |
| EMBD      | Embedded         | CB/TS in einer Stratuswolke  |
| FRQ       | Frequent         | Wenig oder keine Separation zwischen mehreren Gewittern            |
| INTSF     | Intensifying     |  |
| ISOL      | Isolated         | Individuelle CBs/TS  |
| MOV       | Moving           |  |
| MTW       | Mountain waves   | Leewellen  |
| NC        | No change        |  |
| OBS       | Obscured         | CB/TS durch trockenen Dunst, Rauch oder Dunkelheit nicht erkennbar |
| OCNL      | Occasional       | Gut separierte CBs/TS  |
| OTLK      | Outlook          |  |
| SQL       | Squall line      | Reihe an TS mit wenig oder keiner Separation                       |
| STNR      | Stationary       |  |
| TC        | Tropical cyclone | Tropischer Wirbelsturm   |
| VA        | Volcanic ash     | Vulkanasche  |
| WKN       | Weakening        |  |

[Hier ein Link zur grafischen Darstellung der aktuellen SIGMETs](#)

SWC

Die Significant Weather Chart (SWC oder SIGWX) wird alle 6 Stunden publiziert, immer um 0, 6, 12 und 18 Uhr UTC. Diese ist eine Vorhersage für folgendes Wetter, kann aber je nach Land auch weitere Symbole enthalten:

- Wolken - inklusive Information über Wolkentyp, Wolkenunter- und Obergrenze, Turbulenz und icing
- CAT (Clear air turbulence) - Turbulenz welche nicht in Zusammenhang mit Wolken auftritt
- Jet stream - Höhe, Richtung und Windgeschwindigkeit
- Höhe der Tropopause
- Tropische Wirbelstürme, Sandstürme
- Vulkane

[Link zum DWD](#)

## WC

Die Wind Chart wird genauso wie die SWC alle 6 Stunden veröffentlicht und ist eine Vorhersage des Windes auf unterschiedlichen Höhen. Einige Wind charts enthalten die Höhenangaben nur in hPa, dafür eine Tabelle welche erklärt, welche Höhe in Fuß welchem hPa-Level entspricht (diese Angaben sind immer nach der ISA definiert):

| Höhe in Fuß | Luftdruck (hPa) |
|-------------|-----------------|
| 5.000       | 850             |
| 10.000      | 700             |
| 18.000      | 500             |
| 30.000      | 300             |
| 38.000      | 200             |

Achtung! Diese Zahlen sind Auf- bzw. Abgerundet um das Konzept der Angaben von hPa auf Karten zu verdeutlichen.

## PIREP

Ein Pilot-Report (vollständig: Pilot weather report), ist eine vom Piloten beobachtete, unerwartete Wettererscheinung, welche über die Flugsicherung an den zuständigen Wetterdienst geleitet wird. Meisten wird der PIREP über Funk and die Flugsicherung übermittelt, kann allerdings auch

schriftlich verfasst sein.

PIREPs sollen in einem standardisierten Format übermittelt werden, damit keine Umrechnungen nötig sind.

Folgende Bestandteile müssen im PIREP enthalten sein:

- UA - Routine
- UUA - Dringend
- /OV - Ort (in Relation zu einem Navigationspunkt, Flughafen oder als Koordinaten)
- /TM - Zeit (UTC)
- /FL - Höhe über dem Meeresspiegel in Flight level oder Altitude (essenziell für Icing und Turbulenz)
- /TP - Flugzeugtyp (essenziell für Icing und Turbulenz)

Mindestens einer der folgenden Bestandteile muss enthalten sein, die restlichen sind optional:

- /SK - Bewölkung
- /TA - Temperatur (essenziell für Icing)
- /WV - Windvektor (mit referenz zu True North laut ICAO, und Magnetic North in den USA)
- /TB - Turbulenz und intensität, ob es in oder in der nähe von Wolken aufgetreten ist, dauer der Turbulenz
- /IC - Icing, intensität
- /RM - Remarks (sonstige informationen)
- /WX - Sichtweite und sonstige Wettererscheinungen

Ein Dringender PIREP wird vom Piloten verfasst, falls eine der folgenden Wettererscheinungen observiert wird:

- Tornado, Trichterwolke oder Wasserhose
- Severe Turbulence
- Severe Icing
- Hagel
- Windshear in Bodennähe (An- oder Abflug)

## AIREP

Ein AIREP (Aircraft Report) ist eine Meldung vom aktuellen Wetter, welche vom Flugzeug automatisch erfasst und an eine Bodenstation übermittelt wird.

# Fluggefahren

Das Wetter birgt einige Gefahren, die wichtigsten sind hier aufgelistet.

Gewitter

Scherwind (Windshear)

Microburst

Macroburst

Icing

---

Revision #39

Created 20 December 2022 13:57:01 by 1342244

Updated 10 January 2024 12:50:47 by 1534231