

Weterradar-Bilder

Wetterradar

Der Ausdruck RADAR kommt aus dem Englischen und ist eine Abkürzung von "RADio Detection And Ranging". Darunter versteht man die Ortung eines Objektes durch Aussendung und Empfang von elektromagnetischen Wellenimpulsen, wobei sich die Position des angepeilten Objektes aus der Entfernung, dem Seiten- und dem Höhenwinkel ergibt. Beim Wetterradar werden die hochfrequenten Wellenimpulse über die Antenne gebündelt in das Niederschlagsgebiet gesendet und dort reflektiert, gestreut und absorbiert. Der Primärstrahl mit einer Leistung von 250 bis 500 kW kann auch ein ausgedehntes Starkniederschlagsgebiet durchdringen, der Sekundärstrahl unterliegt auf dem Weg zur Radarstation zurück abermals diesen physikalischen Prozessen, sodass nur ein äußerst geringer Teil vom Primärstrahl auf die Antenne trifft. Die hereinkommende Energie wird auf einen Standardwert gedämpft, und der Grad der Dämpfung ist ein Maß für die Echointensität. Da ein Regenschauer im Nahbereich der Radarstation wesentlich mehr Energie liefert als ein 100 km entferntes Gewitter, müssen die Intensitäten zusätzlich entfernungsnormiert werden, um sie miteinander vergleichen zu können. Die im österreichischen Flugwetterdienst verwendeten Radaranlagen arbeiten im C-Band (5.3 cm Wellenlänge bzw. 5600 MHz Frequenz) und erfassen einen Großteil der für die Luftfahrt gefährlichen Niederschlagsarten. Zu diesen gehören: **Hagelschlag, Gewitterregen, gefrierender Niederschlag** und **starker Schneefall**.

Zwecks besserer Darstellung erfolgt eine Umrechnung und Zusammenfassung der Dämpfungsraten (Dezibel) in acht Niederschlagsintensitäten (mm/h): **schwarz bis 0.2, blau bis 0.6, hellblau bis 1.7, grün bis 5.0, gelb bis 15.0, braun bis 50.0, magenta bis 90.0** und **rot über 90.0** mm/h. Erst damit ist eine sinnvolle Interpretation der Radardaten möglich. Allerdings ist immer zu berücksichtigen, dass einerseits weit entfernte Echos nicht in der tatsächlichen Intensität (durch Entfernungsdämpfung) wiedergegeben werden und dass andererseits bei verbreitet auftretenden Niederschlägen deren entferntere Grenzen nicht den wirklichen entsprechen (Ausbreitungsdämpfung). In beiden Fällen kann es leicht zu Fehlinterpretationen kommen. Diese lassen sich erst durch zusätzliche Verwendung von Satellitendaten oder Beobachtungsmeldungen vermeiden.

Das vom österreichischen Flugwetterdienst im Internet angebotene Wetterradarbild wird österreichweit von vier Wetterradaranlagen erfasst. Diese sind am Patscherkofel, am Zirbitzkogel, in Feldkirchen bei Mattighofen und in Rauchenwarth in der Nähe von Schwechat aufgestellt. Durch diese Auswahl der Standorte (2 im Bergland und 2 im Flachland) können alle über Österreich führenden Luftstraßen sowie die An- und Abflugsektoren der sechs Flughäfen permanent überwacht werden. Eine komplette österreichweite flächenhafte Niederschlagserfassung ist aber aufgrund orografischer Abschattung speziell in den gebirgigen Regionen unter Kammniveau nicht möglich. Auch werden nicht alle tiefliegenden Niederschlagszonen unterhalb des Radarhorizontes erfasst. Während an den Standorten Feldkirchen und Rauchenwarth bereits Dopplerwetterradaranlagen der neuesten Generation mit dualer Polarisierung im Einsatz sind, werden diese am Zirbitzkogel 2012 und am Patscherkofel 2013 erneuert. Dopplerradarge-

räte liefern neben der flächenhaften Erfassung von Niederschlag zusätzliche Informationen über Turbulenz, Windscherung, Abwindfelder und Sturmböen, wenn sie mit Niederschlag gekoppelt sind. Die duale Polarisation (horizontal und vertikal ausgesendete und empfangene elektromagnetische Wellen) erlaubt darüber hinaus noch die Differenzierung von Hydrometeoren in den Kategorien Schnee, Graupel, Regen und Hagel. Dual polarisierte Wetterradare können Low Level Windscherungen und stärkere Aufwindbereiche erfassen und erkennen das sogenannte Bright Band (Überschätzung der Regenrate durch angetaute und damit mit Flüssigkeit umgebende Schnee- und Eiskörner). Eine bessere Niederschlags erfassung durch eine Dämpfungskorrektur und eine bessere Qualitätskontrolle sind mit dualpol-Wetterradardaten zu erwarten.

Im vom österreichischen Flugwetterdienst im Internet angebotenen Wetterradarbild Österreich werden die Radardaten im Grundriss (große Fläche), im Aufriss (schmale Leiste oben) und im Seitenriss (schmale Leiste rechts) mittels WIIS (Weather Image Information System der TU GRAZ) dargestellt. (Dualpolarisierte) Dopplerwetterradarparameter fließen indirekt in die Niederschlagsdarstellung ein bzw. werden nicht explizit grafisch dargestellt. Im **Grundriss** wird als Underlay die Topographie eingeblendet, dazu zeigen hellgrau ausgeleuchtete Kreise die Erfassungsbereiche jedes verwendeten Einzelradars. Bei einem Ausfall eines Radars wird der entsprechende Kreis ausgeblendet, zudem erscheint auch im Bild unten rechts der entsprechende Hinweis im Klartext. Die Maximalintensität jeder Zeile wird im **Seitenriss** (rechte Leiste), die Maximalintensität jeder Spalte im **Aufriss** (obere Leiste) abgebildet, sodass leider keine eindeutige Zuordnung zwischen den Rissen möglich ist. Durch Auszählen der vertikalen Kilometerstufen im Auf- oder Seitenriss erhält man die sogenannten Radartops, die bei konvektiven Radarechos ein Maß für die Art und Intensität der Niederschläge sind. In den meisten Fällen sind die Radartops nicht mit den Wolkentops ident. Ein Pixel im Grund-, Seiten- oder Aufriss entspricht einer Auflösung von 1x1 km. Für eine höhere geografische Auflösung stehen die Wetterradarbilder Österreich Osten, Westen, Süden und Norden zur Verfügung, jedoch ohne Seiten- und Aufriss. Die österreichischen Wetterradarbilder werden alle 5 min aktualisiert. Das Wetterradarbild Zentraleuropa erfasst den Großteil der umliegenden Nachbarstaaten ohne Seiten- und Aufriss in einer zeitlichen Auflösung von 15 min. Die Darstellung der Blitzdaten von ALDIS (Austrian Lightning Detection & Information System) erfolgt nahezu in Echtzeit mit einer räumlichen Auflösung von einigen hundert Metern. Die Wetterradarbilder und Blitzdaten stehen sowohl als Standbild als auch als Loop zur Verfügung. Datum und Uhrzeit (UTC) sind auf das Bild gedruckt.

Im Flugwetterdienst sind die Radardaten mit ihrer hohen zeitlichen und räumlichen Auflösung neben den Satellitendaten das wichtigste Hilfsmittel für Diagnose, Kurzfristprognose und Beratung.

Im Prinzip unterscheidet man im Radarbild zwischen bandförmigen Echos mit flächenhafter Ausdehnung und Schauerniederschlägen mit zellulärer Struktur.

Bandförmige Niederschläge weisen im Grundriss eine symmetrische Gestalt auf; die Maximalintensitäten liegen im Winterhalbjahr bei Stufe 2 (blau) oder 3 (hellblau), im Sommerhalbjahr bei Stufe 3 (hellblau) oder 4 (grün). Benachbarte Bildpunkte unterscheiden sich maximal um eine Intensitätsstufe. Im Auf/Seitenriss weisen sie keine allzu großen Höhen auf (maximal 3 km bei Schneefall und 5 km bei Regen).

Schauerniederschläge hingegen bestehen aus scharf begrenzten Zellen und sind stark strukturiert. Sie erreichen die Maximalintensität 8 (rot), wenn sie Hagelgewitter darstellen. Charakteristisch ist ihre Säulengestalt im Auf/Seitenriss, wobei die Obergrenzen bis 13,5 km (FL 450) hoch sein können. Bei Flächenniederschlägen liegen die Radartops unterhalb der Wolkenobergrenze. Bei Schauerniederschlägen weisen die Radartops nahezu dieselbe Höhe wie die Wolkenobergrenze auf. Nur im Nahbereich der Radarstation werden Gewitter- und Hagelechos überzeichnet; das heißt, die Radartops werden höher angezeigt als es der Wirklichkeit entspricht.

Eine **Warmfront** erscheint im Radarbild als meist gekrümmtes Band mit einer recht großen Horizontalausdehnung, die aber nicht dem gesamten Niederschlagsgebiet entspricht. Durch die Ausbreitungsdämpfung kann der reflektierte Radarstrahl das gesamte Niederschlagsgebiet nicht durchlaufen. Der angezeigte Rand gibt nur an, dass ab hier noch Reflexionen vom Empfänger erhalten werden. Die Warmfront weist nur geringe Intensitäten auf, wobei das Maximum im Nahbereich der Radarstation auftritt. Im Auf-/Seitenriss ist der Warmfrontniederschlag nach oben scharf begrenzt und erreicht durchschnittlich etwa 5 bis 7 km Höhe (FL 170-230). Bis in diese Höhe existieren unterkühlte Wassertröpfchen, sodass die Säulenhöhe im Wetterradar ein guter Indikator für Vereisung ist.

Die **Kaltfront** erscheint als gekrümmtes oder auch geradliniges, langgestrecktes Niederschlagsband. Eingelagerte Schauerzellen verleihen ihr ein gesprenkeltes Aussehen, wobei im Sommer die Intensitäten 1-7 erreicht werden. Im Auf-/Seitenriss ist ihre Säulenstruktur ein Charakteristikum. Manchmal reichen einzelne Gewitterzellen weit über die Hauptwolkenobergrenze der übrigen Echos hinaus. Aber auch bei der Kaltfront können Entfernungs- und Ausbreitungsdämpfung zu Fehlinterpretationen führen. Entweder werden weit entfernte Echos mit einer zu geringeren Intensität angezeigt oder die Echoränder entsprechen bei ausgedehnter Schauer-/Gewittertätigkeit nicht dem gesamten Niederschlagsgebiet.

Die **Okklusion** erscheint im Radarbild als gekrümmtes Band mit einem Flächenniederschlagsgebiet an der Vorderseite und einem Schauerniederschlagsgebiet an der Rückseite dieser Front. Demgemäß trifft auf dieses aus Warm- und Kaltfront zusammengesetztes Frontensystem alles zu, was unter Warmfront und Kaltfront angeführt wurde. Die bis zur Tropopause reichenden eingelagerten Gewitterzellen, die auch für die Linienluftfahrt oberhalb von FL 300 eine Gefahr darstellen, werden in den Seitenrissen gut angezeigt.

Es gibt nicht nur frontale Niederschlagsbänder im Radarbild, sondern auch solche, die sich abseits von Luftmassengrenzen befinden. Dazu gehören Niederschlagsbänder von kleinerer Ausdehnung im **Warmsektor**, in denen im Sommerhalbjahr am Nachmittag und Abend extrem hochreichende Gewitterzellen auftreten, die auch von Jets nicht überflogen werden können (die Tops dieser Superzellen liegen zwischen FL 350 und FL 450). Die meisten Hagelunwetterlagen im Alpenraum sind mit diesen Warmsektorbändern gekoppelt. Die entsprechenden Radarbilder zeigen immer ein geschlossenes, mit Echos der Stufe 8 durchsetztes Niederschlagsgebiet, das im Auf/Seitenriss Maximalradartops von 13,5 km (FL 450) aufweist. Ein Durchfliegen oder Überfliegen unter Instrumentenflugbedingungen ist auch mit Bordradaranlagen nicht möglich, da die Cumulonimben sehr dicht auftreten. Ein Unterfliegen im Sichtflugbetrieb ist wegen der Hagelniederschläge unmöglich. Bleibt nur die Möglichkeit des großräumigen Umfliegens des Warmsektorbandes. Fallweise müssen auch Luftstraßen gesperrt werden. In der An- und Abflugphase ist mit extremen Scher- und Fallwinden sowie mit signifikanten Böenlinien zu rechnen.

An der **Rückseite von Kaltfronten**, in der Kaltluft, treten kleinräumige aus Schauer- oder Gewitterzellen zusammengesetzte Niederschlagsstrukturen auf, die oft spiralförmig gekrümmt sind. Die TCU/CB-Zellen reichen bis maximal 5 km (FL 160) im Winter und 8km (FL 260) im Sommer. Die Echointensitäten liegen zwischen den Stufen 5 und 6 im Sommerhalbjahr sowie 3 und 4 im Winterhalbjahr. Da diese Niederschlagssysteme rasch ziehen, treten mitunter signifikante Böenlinien mit bis zu 60-80kt Spitzen auf. Außerdem verursachen sie im Winterhalbjahr Schneegewitter mit Sichtweiten unter 100 m und Vertikalsichten unter 100ft. Da Schnee geringere Werte der Reflektivität gegenüber Regen oder Hagel im Wetterradar aufweist, wird dieser im Radar nur mit sehr geringer Intensität oder im Extremfall gar nicht dargestellt.

Unterschiedliches Rückstreuverhalten von Schnee und Regen können auch zum Effekt des sogenannten "Bright Band" führen. Fällt Schnee im Bereich der 0°-Grenze in positiv temperierte Bereiche der Atmosphäre, so beginnt er zu schmelzen und ändert damit seinen Aggregatzustand. Schneeflocken bzw. Eiskörner tauen an, können damit wie mit flüssigem Wasser überzogen sein und liefern einen größeren Rückstreuquerschnitt als Regentropfen. Die Reflektivität ist für den Radarstrahl erhöht und damit im Wetterradarbild intensitätsmäßig überzeichnet. Dieses Bright Band erscheint im Wetterradarbild als heller Streifen im Bereich größerer Intensitäten (hellere Farben).

Zu erwähnen ist auch, dass nicht alle im Wetterradarbild dargestellten Signale tatsächlich Niederschlag, der bis zum Boden ausfällt, bedeuten. So sind die mit der Höhenströmung abdriftende Cirrenschirme von Gewitterwolken im Wetterradar zu erkennen, verursachen aber keinen Niederschlag. Auch gibt es die Möglichkeit, dass im Wetterradarbild erkennbarer Niederschlag in der unterhalb der Niederschlagswolke trockenen Atmosphäre verdunstet und nicht bis zum Erdboden gelangt.