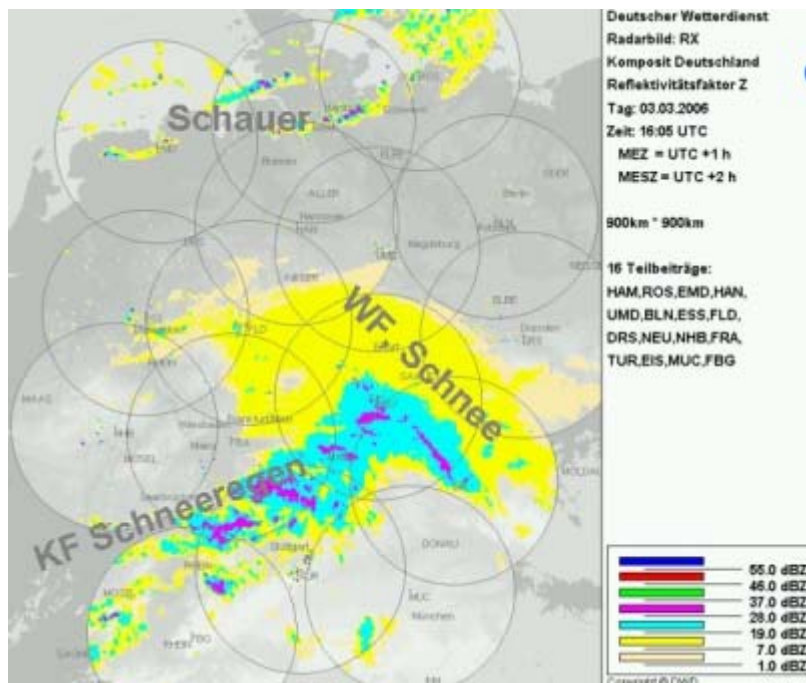


RADAR-Meteorologie

Das Wetterradar vermittelt laufend meteorologische Größen in einem Umkreis 256 km. Ein Sendepuls in Wolken mit Niederschlag verursacht über einen Rayleigh-Streuprozess an Wassertröpfchen ein "Echosignal". Die Radarwellenlänge (C-Band, 5,3 cm, siehe „Radar-Messprinzip“) ist auf kleine Regentropfchen abgestimmt (0,2 bis 6 mm Ø), der Radarstrahl (1°) bewegt sich vor allem in Bodennähe <1500 m, aber auch in Schichten darüber.

Der Radarreflektivitätsfaktor Z aller Niederschlagsteilchen in der Raumeinheit 1°/km betont bei Zunahme Tropfengrößen gegenüber der -anzahl (mm⁶) im Regentropfenspektrum und lässt laufend eine Bestimmung der Regenrate R über Bodenflächen zu (Z/R-Beziehung, $Z=A \cdot R^b$, A,b empirische <Größen, z.B. 200 bzw. 1,6). Schneebestimmung ist wegen der stark variablen Flockenformen und Befeuchtungen schwieriger, Hagel ist mit >55 dBZ erkennbar („dBZ“=10*log Z).



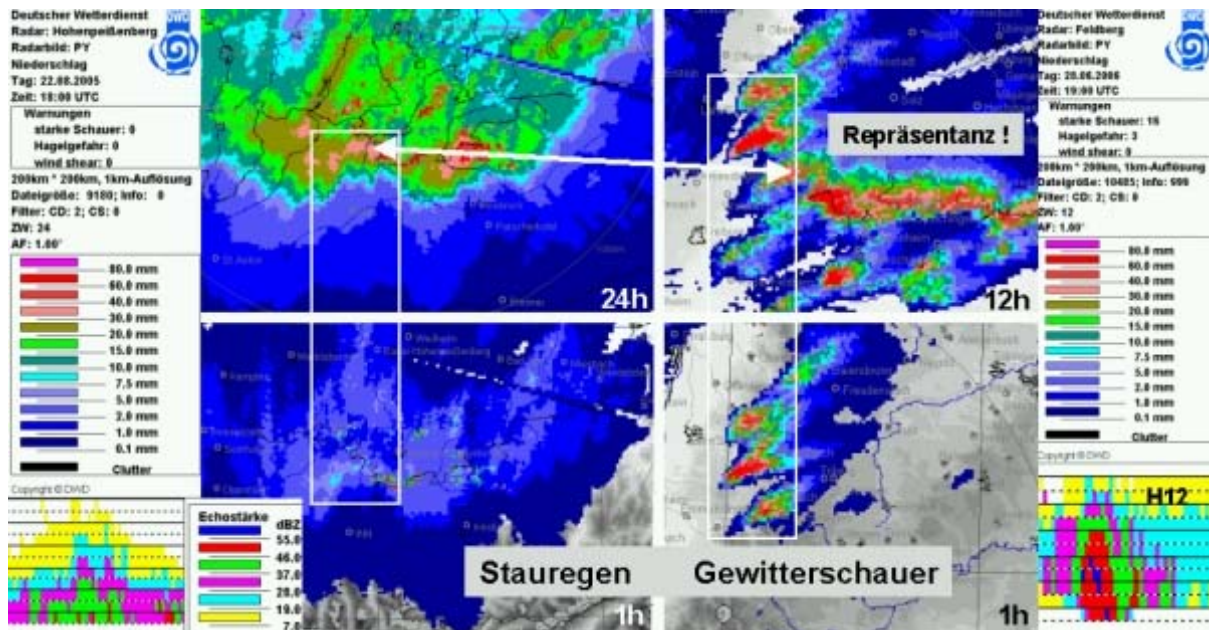
Radarbild Deutschland mit Messgröße Radarreflektivität Z in 7 logarithmischen Farbklassen 1-55 dBZ aller 16 Wetterradarkreise (je 128 km Radius) des DWD Radarverbundes mit Farbechos verschiedener Niederschlagsarten und Fronten (WF: Warmfront), mit homogenem und Schauerniederschlag. Im Radarbild ist Schnee und Regen zunächst nicht unterscheidbar.

Das Radarecho sagt nichts über die genauen Tropfengrößen und ihre Fallgeschwindigkeit aus. Ziel im DWD ist es verschiedene Tropfengrößenverteilungen entsprechend unterschiedlicher stratiformer oder konvektiver Niederschlagsgebiete zu unterscheiden und bzgl. Regenrate genauer zuzuordnen. Echohomogenität bzw. Schauergradient weisen auf unterschiedliches Tropfenwachstum zunehmender Konvektivität hin.

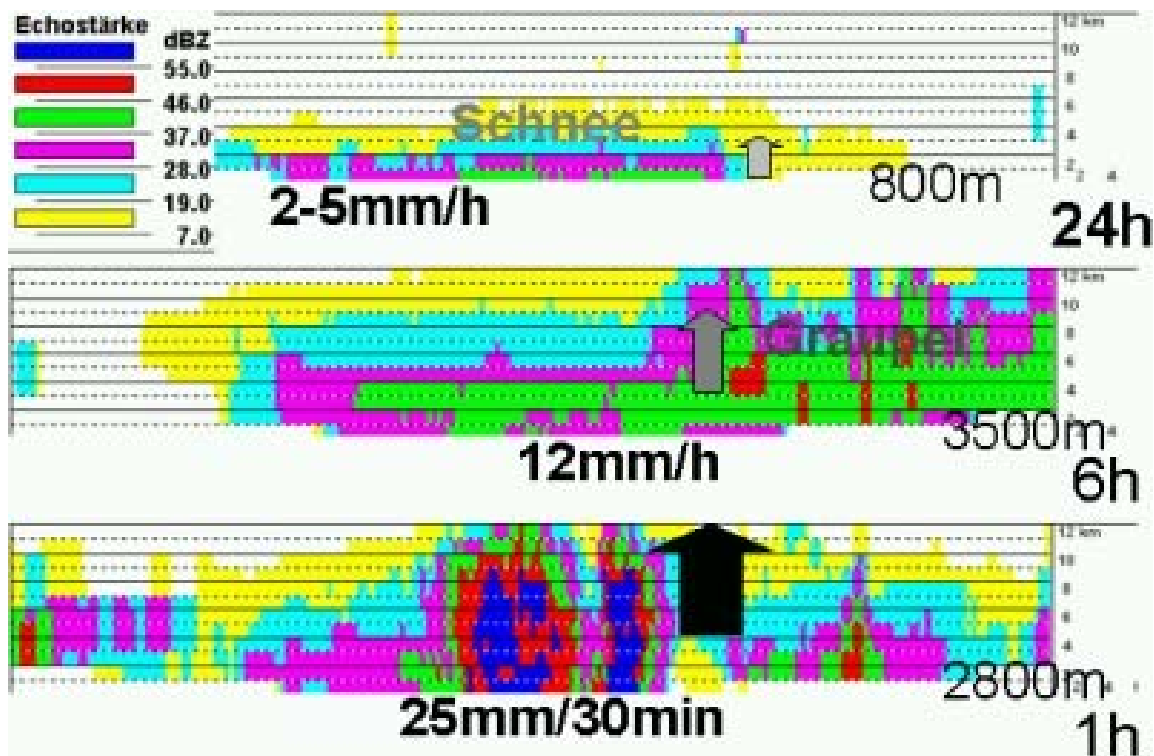
Was geht größeren Regenmengen voraus ?

Anhaltender Stauniederschlag oder Gewitterschauer ergeben zwar ähnliche Regensummen (50 mm) aber unterschiedlich akkumulierte Radar-Rohniederschlagswerte. Die lokale Langzeit-Aufsummierung von andauernden RR-Werten um 3-8 mm/h über 12-24 h ist oft problematischer als Regenbestimmung und Sammlervergleich eines Kurzzeit-Gewitterschauers. Die lange Summierung erfordert genaue Messwerte. Fehler gegenüber Bodensammlern können sich aufsummieren, sodass berücksichtigte Regeneigendämpfung

und Radomdämpfung vor der richtigen Z/R-Beziehung (Tropfenspektrum Bezug Reflektivität Z zu Regenrate R) entscheidend sein können.



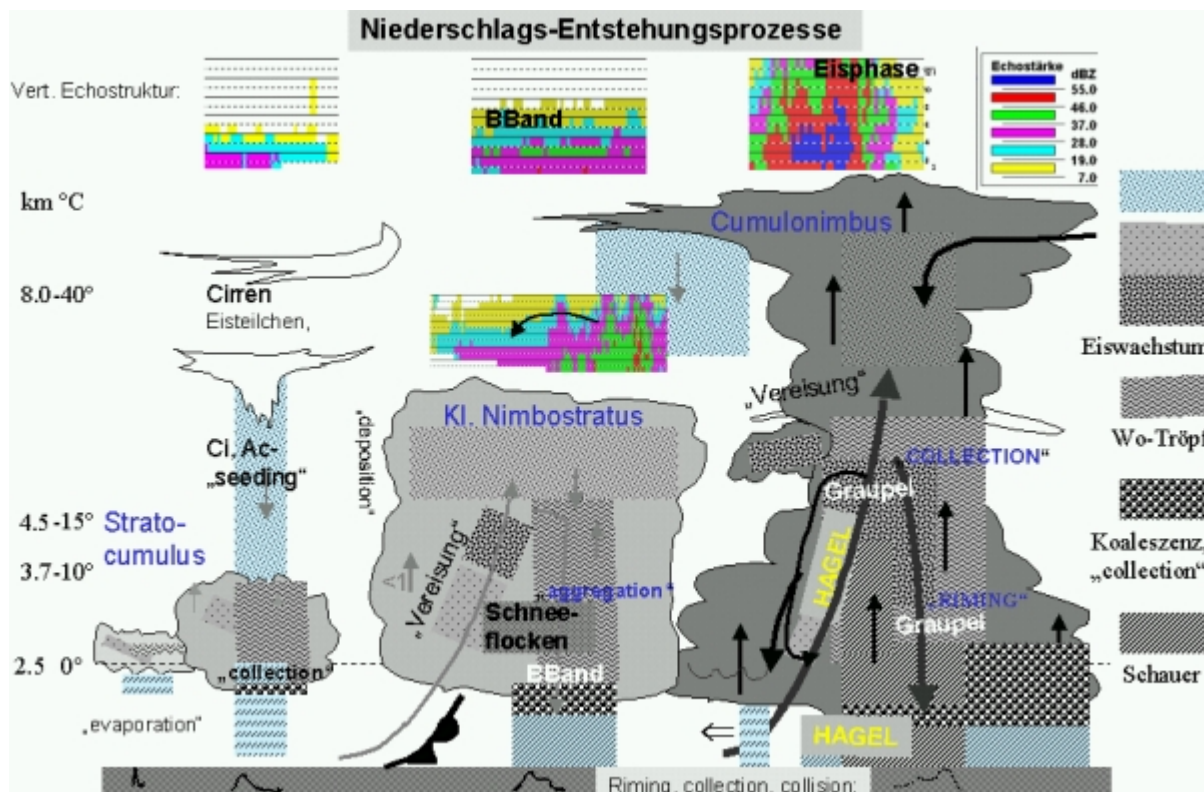
Das obige Beispiel zeigt auch die Notwendigkeit von Radar-Niederschlagsbestimmungen v.a. in Schauerfällen, wo Sammlerwerte wegen der Randgradienten an Zellkernen kurze Repräsentanzweiten haben, in der 1 h - aber auch in der 24 h Zeitspanne.



Die vertikale Echoabstufung in einer Wolke vermittelt Informationen zum schichtweisen Niederschlagsprozess (Konvektivität). Die drei Kategorien der vertikalen Echoabstufung, zurückgehend auf unterschiedliche Niederschlagsprozesse und Hebung (Pfeile). Mit angegeben sind die typischen Regenraten, Anhaltedauern sowie ungefähre Nullgradhöhen.

Das Diagramm illustriert die Dimensionen von Raum und Zeit. Ein 3D-Kubus mit der Kantenlänge 1 km stellt den Raum dar. Ein Pfeil, der von einem Punkt im Kubus nach unten zu einem Regensammler auf der Erdoberfläche zeigt, stellt die Zeit dar. Ein zylindrischer Bereich mit der Höhe H ist ebenfalls eingezeichnet.

Welche Niederschlagstypen unterscheidet das Niederschlagsradar?



Die Niederschlagsprozesse in nichtkonvektiven Schichtwolken, kleinem Nimbostratus und Cumulonimbus werden hier in einer Schemazeichnung skizziert (Beispiel für die Niederschlagsentwicklung in diversen Wolkenstockwerken). Dabei spielen für die Radarreflektivitäten die erzeugten Tropfenspektren und ihre

Wasseranlagerungen (“riming”) eine grosse Rolle. Bei stärkeren stratiformen Niederschlägen spielt die Hebung unterkühlter Wassermassen über die Nullgradgrenze in die Schneeschicht eine wichtige Rolle.

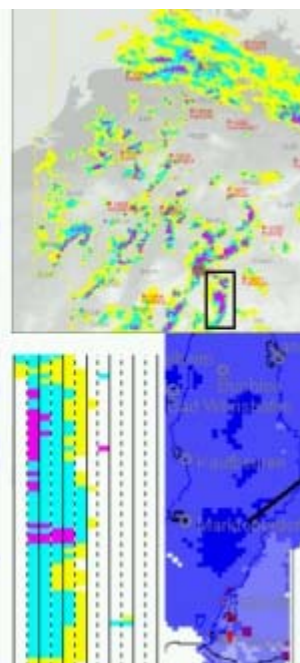
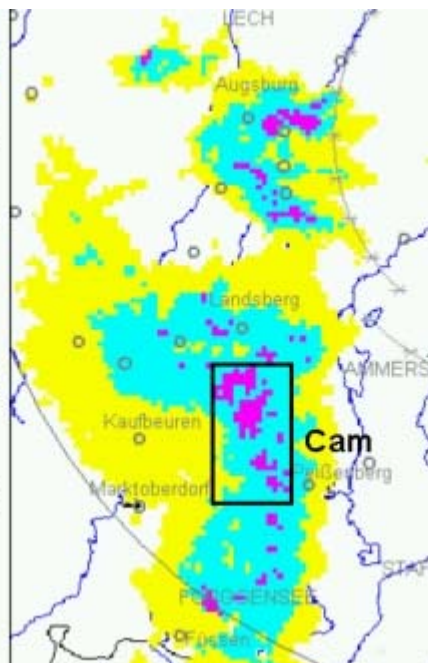
Die “Winddrift” der Tröpfchen ergeben als Dopplerwert den “Radialwind”. Hierbei wird die Driftkomponente nur in Blickrichtung erfasst, zum erwünschten (horizontalen) Windvektor fehlt die zweite Windkomponente (und die Fallgeschwindigkeit).

Was verbirgt sich visuell hinter Schauerechos ?



Die Radardaten finden im Deutschen Wetterdienst Verwendung in verschiedenen Arbeitsgebieten. Dazu verfügt der DWD mit seinen 16 Verbundradargeräten über ein grosses Archiv seiner Standard-Radarprodukte.

Beispiel für eine “harmlose” flache Schneeschauerlinie im Farbbild der Radarechos, mit Böen bis 20 m/s. Die 30 dBZ-Schneereflektivitäten deuten auf beginnende Graupelbildung hin. Es ist mit starker Sichtminderung zu rechnen (Webcamfilm)

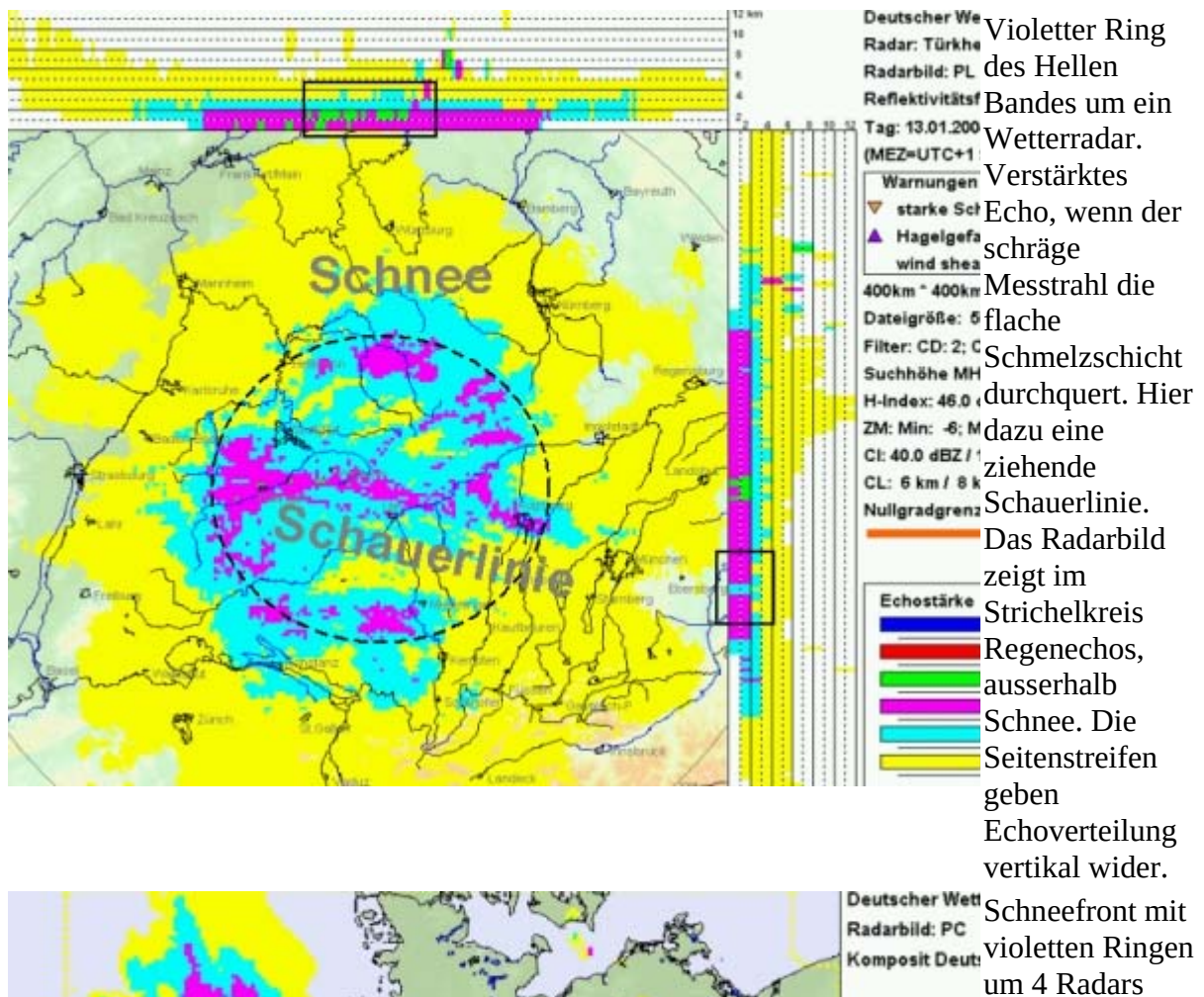


violetter Ring des Hellen Bandes um ein Wetterradar. Verstärktes Echo, wenn der schräge Messstrahl die flache Schmelzschiicht durchquert. Hier dazu eine ziehenden Schauerlinie

Messeinflüsse

Warum sind Echowerte nicht das, was man erwartet?

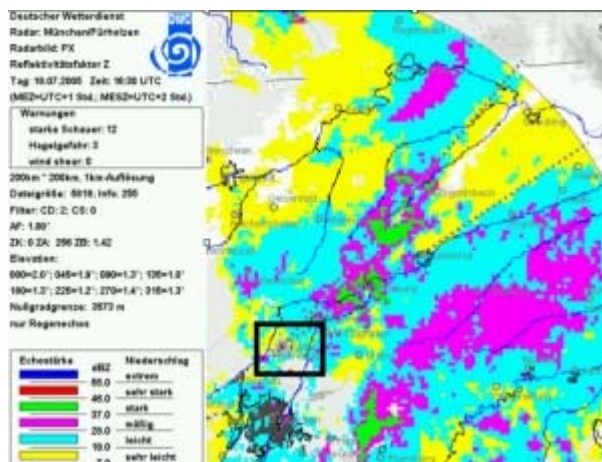
Die Erkennung der Schneeschmelzschicht als “Helles Band” (verstärktes Echo wegen großer feuchter Flocken) ist meteorologische Information (wenig Konvektivität, Schmelzhöhe) und Messbeeinflussung zugleich. An Fronten mit Schichtbewölkung (WF) sind die schaueräquivalenten Echofarben an mehreren Radarstandorten unübersehbar. Ringstrukturen gehen auf den schmalen Entfernungsbereich eines die BB-Schicht schräg durchlaufenden Messstrahls zurück (unten).



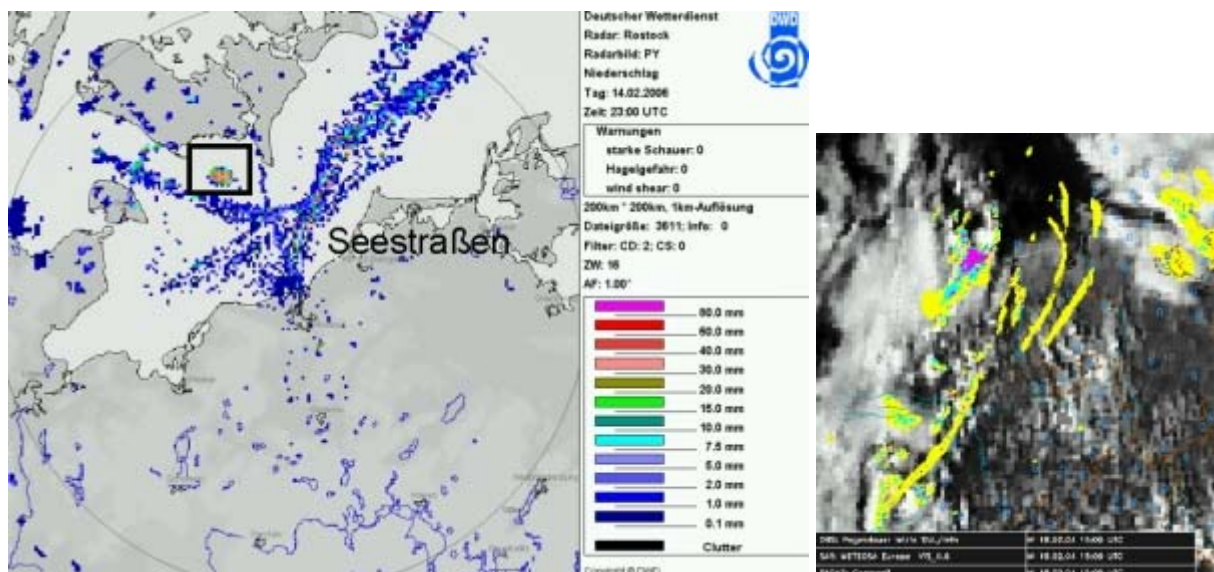


Das Helle (echoverstärkte) Band, „Bright Band BB“ der Schmelzschicht, erzeugt durch feuchte grosse Flocken (Kreis, wegen schrägem Messwinkel), stört die Regenbestimmung am Boden. Die grünen Echopunkte im oberen Vertikalschnitt schwächen sich nach unten, zum Boden zu wieder ab (Kasten). Schauerlinien können den hellen Ring durchqueren. Das helle Band wird besonders deutlich nach der 1h-Regenakkumulation (re.)

Welche Messeinflüsse muss man noch kennen?



Beispiel einer (gelben) „Dämpfungsschneise“ (gestrichelt) durch starken Niederschlag im Vordergrund (grün, bis 20mm/h) des Münchener Radarstrahls. Dadurch werden innerhalb der Schneise die Regenechos von blau-violett auf gelb reduziert. Dazu regnet es auch auf das Radargerät selbst (Rahmen), allerdings nicht sehr stark. Dies kann einen weiteren Dämpfungseffekt in vielen Richtungen bedeuten. Die Schwierigkeit einer Dämpfungskorrektur liegt nicht im Erkennen der Situation sonder im Mass der Wertanhebung selbst.

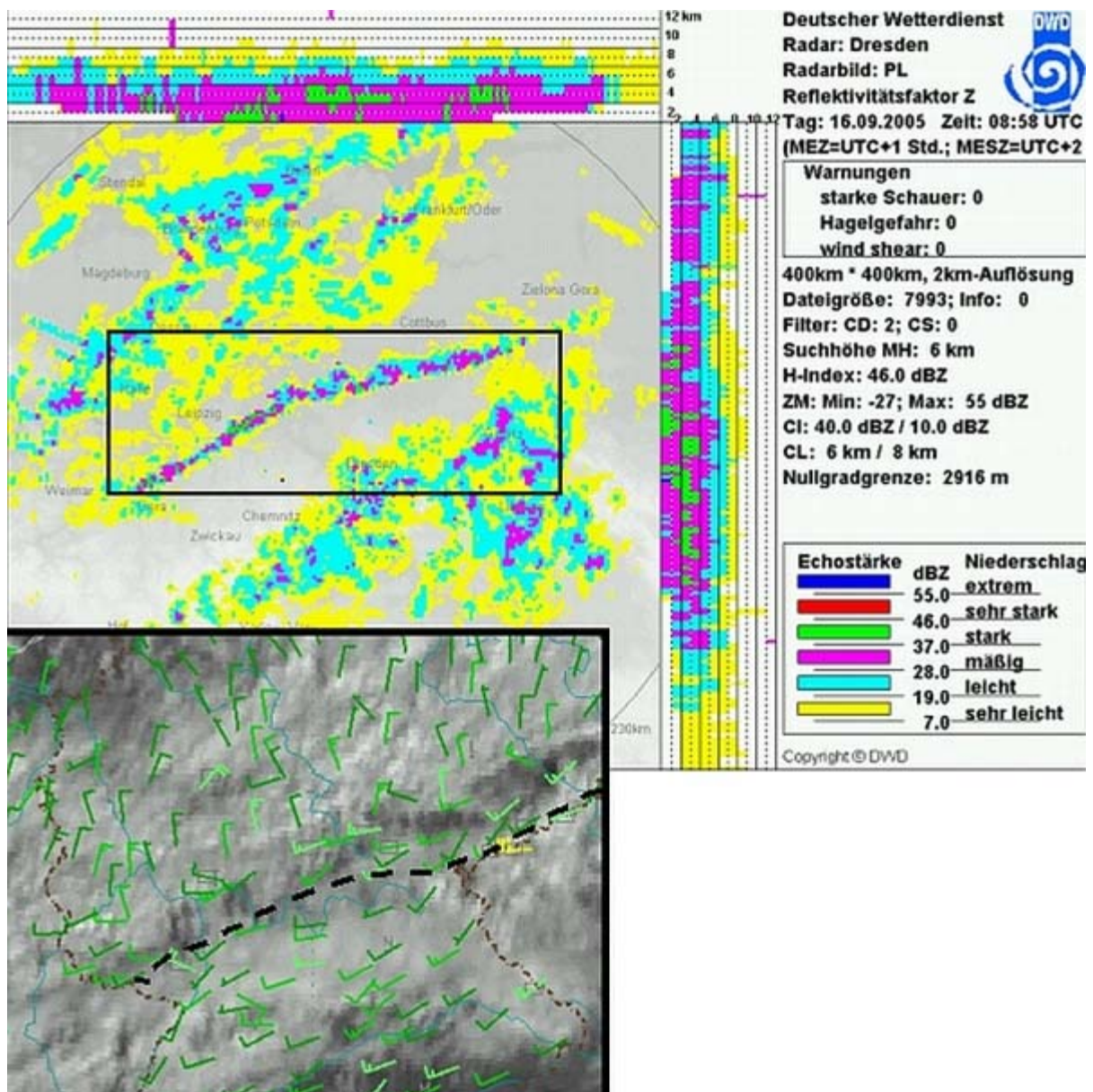


Beispiel unerwünschter nichtmeteorologischer Echos in Form von bewegten Schiffen in der Ostsee in ihrer Summierung. Aber auch offshore windparks (Rahmen) sind "bewegt" zu sehen.

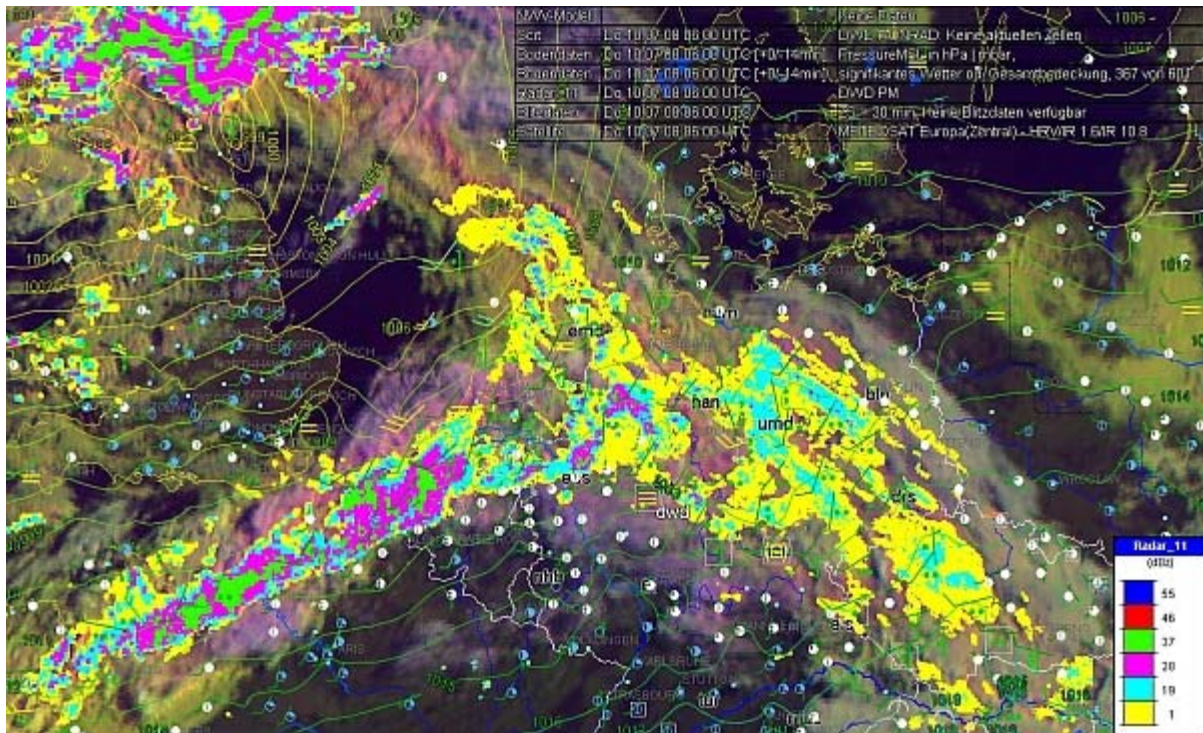
Beispiel noch unerklärter Streifenmuster, ähnlich Kondensstreifen von der Nordsee heranziehend. Aus 6-7 km Höhe absteigend.

Niederschlagssysteme

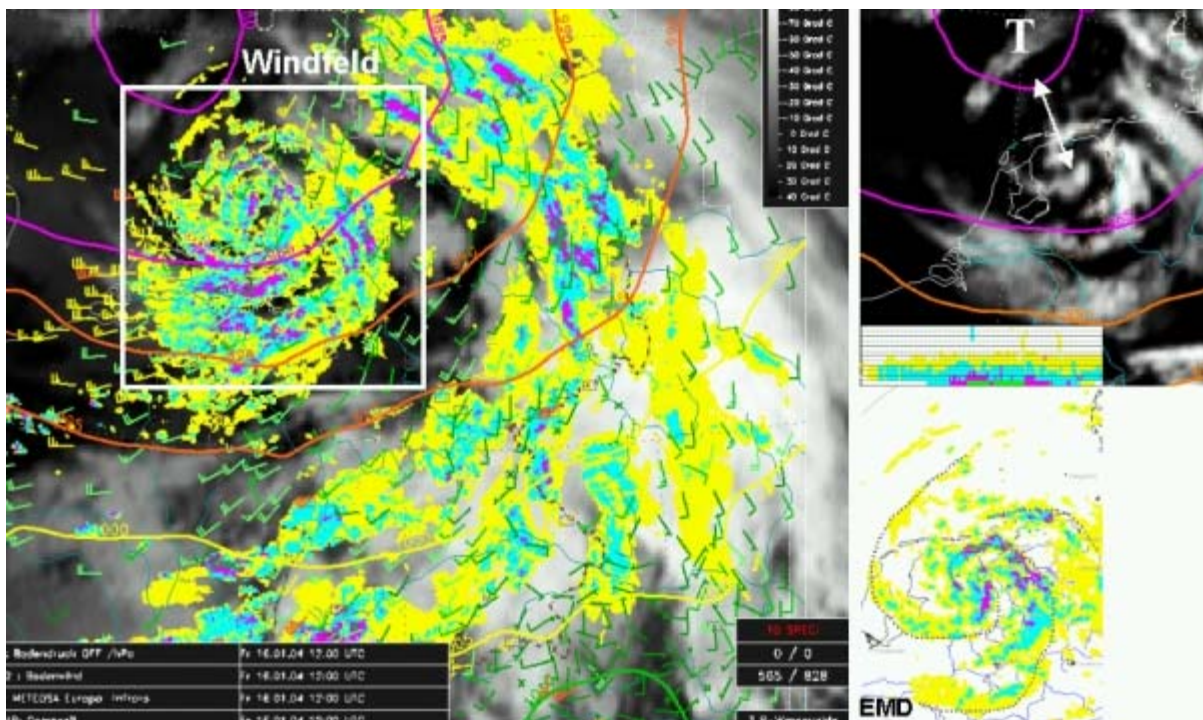
Wir formen Echos Niederschlagssysteme?



Die meteorologischen Charakteristiken einer typischen Kaltfront in der Radarsicht: Beispiel einer Kata-Kaltfront (16.09.2005) mit einem violett-grünem, schmalen Schauerband im BL-Bild und dem entsprechenden "Windsprung" (unten). Die stärkere Echos reichen bin in mittlere Höhen um 6km (2 Seitenstreifen PL), steil gehoben über die Nullgradschicht

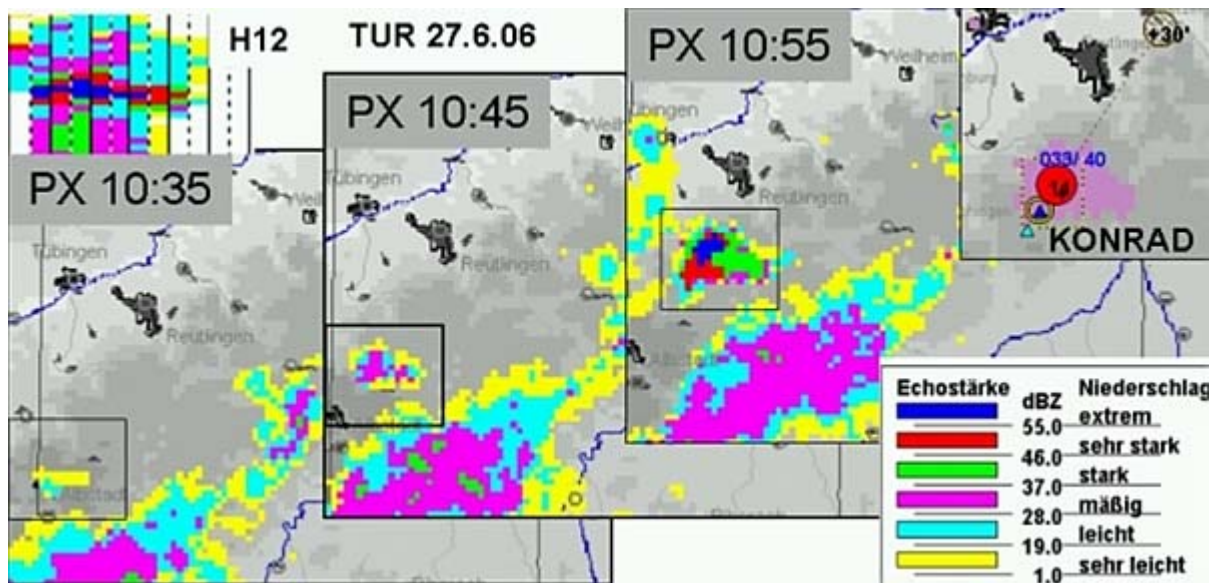


Europäisches Radarkomposit mit Warm- und Kaltfront in [NinJo](#) Visualisierung.

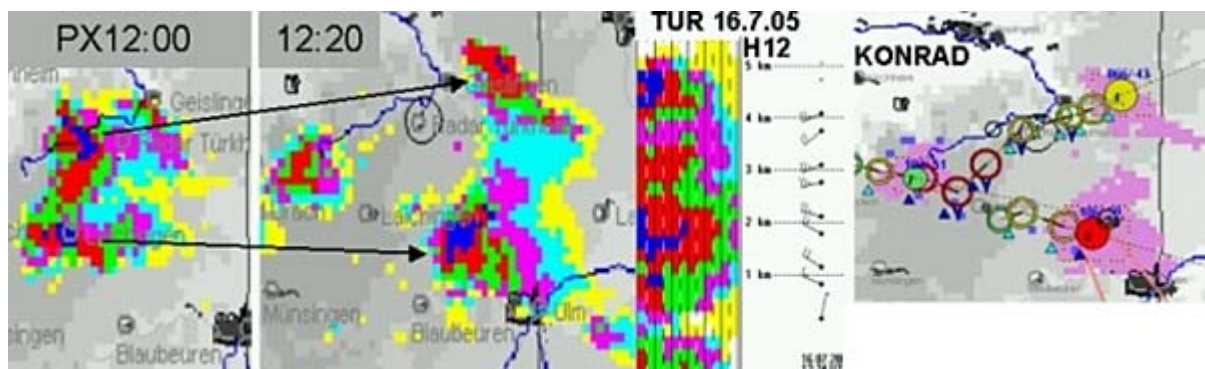


Die meteorologische Erkennung von angeordneten Regenbändern mit Schauerstaffeln am Beispiel eines Randtiefs über der Nordsee mit spiralförmigen Niederschlagsbändern und eindrehenden Windpfeilen.

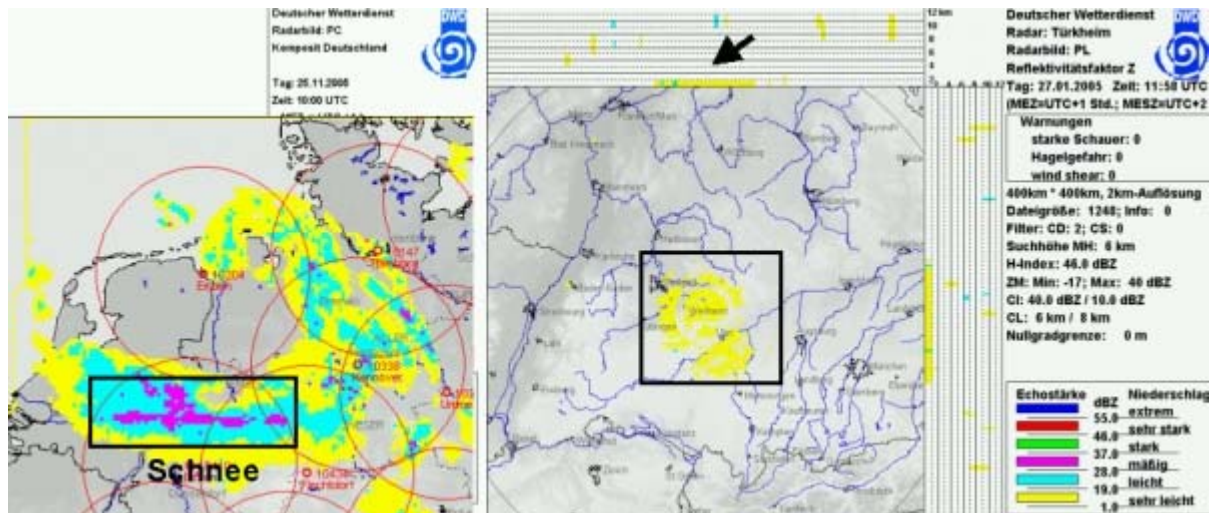
Schauerspirale und begleitende meteorologische Größen, wie IR Satelliten-Bild, Isobare, Windfelder (16.01.2004). Randtiefkern als Zentrum der Wolken und Echospirale südlich versetzt zum Bodentiefdruckkern. Spiralstruktur besonders deutlich im PL-Bild von Emden.



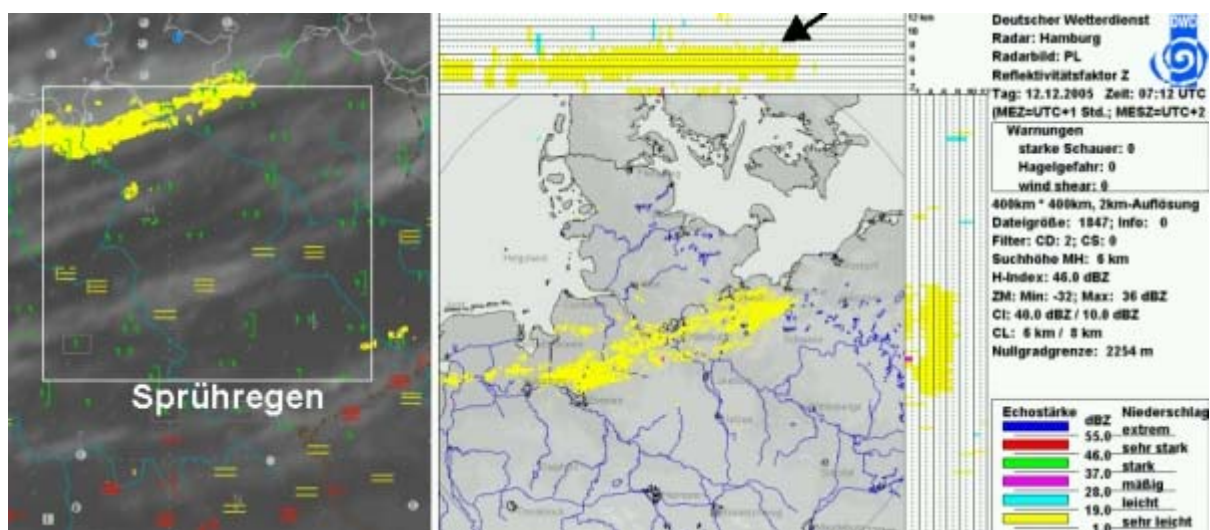
Beispiel einer schnellen Gewitterzellentwicklung, innerhalb 20 min in Aufbau eines Hagel bildenden Kerns mit 50 mm/h-Intensitäten gegenüber vorher 1 mm/h-Regen (Rahmen). Angabe der echostärken-Farbskala und des vertikalen Echoaufbaus um 10:55 bis 12 km Höhe (oberhalb 10:35 Schriftzug). Rechts die KONRAD-Zellsymbolik mit Zugrichtung, den Echokern interpretierend.



Die schnelle Aufspaltung zweier Nachbarzellen im Verbund in zwei eigenständige. In der Mitte ihr vertikaler Echoaufbau (Farbskala siehe oben), daneben das vertikale Windprofil bis 5 km Höhe. Rechts die KONRAD Zugbahnen - 30 min der neuen Zellen 4 (gelb) und 6 (rot) dazu.



Die Problematik starken Schneefalls am Boden allein aus den violetten Echostärken im Radarbild zu erkennen, hier Starkschneefall im Münsterland. Somit ist eine Kopplung Bodentemperatur-Radarecho-Terrainhöhe nötig.
Rechts die mehr kreisförmige Anzeige sehr schwachen Schneefalls aus einer flachen Schichtwolke (siehe Pfeil). Das Radar "schaut" weiter weg ohne Echos über die Schneefallschicht drüber.



Beispiel von verbreitetem Sprühregen ohne entsprechende Radarechos. Das Hamburg Radar zeigt trotz hoher Empfindlichkeit zwar Niederschlagsbildung in der Höhe (Pfeil oben rechts) ohne Bodenkontakt, nicht jedoch den verbreitet gemeldeten Sprühregen (Kommasymbol, links) in Bodennähe etwas südlicher.

KONRAD

KONRAD (**KON**vektionsentwicklung in **RAD**arprodukten) ist ein robustes Gewitterortungs- und Warnprogramm, das 2001 am Met. Obs. Hohenpeissenberg entwickelt wurde. Es soll Unwetterzugbahnen verfolgen und Warnungen durch Radarwerte ermöglichen. Basis sind 5 minütig charakteristische Gewitterzellkerne $>15 \text{ km}^2$ mit $>23 \text{ mm/h}$ Schauerrate ($>46 \text{ dBZ}$), überwiegend mit Blitzentladungen. Primärzellen bis $>100 \text{ km/h}$ diverser Größe bzw. Farbkategorie werden verfolgt, nummeriert und zu +30 bzw. +60 min Zugbahnprognosen

extrapoliert (Legende Abb.).

Die Verfolgung identischer Zellen ist nur 5 minütig (2D) machbar. In Linieninformationen können sich Zuordnungsprobleme ergeben.

Einfache Warnstufen sollen vor 30 min-Starkregen, Hagel und mögliche Windböen >Bft.8 warnen (siehe „Warnansätze“). 5minütig wird der aktuelle Ist-Zustand des Gewitters in Bodennähe bewertet, Warnprognosen sind schwieriger. Ziel ist es v.a. Feuerwehrleitstellen und Fachleute als verifizierende Nutzer einzubeziehen (FEWIS). Das KONRAD Produkt zeigt in Symbolgrafik Zellzugbahnen und Zellentwicklungen auf einem Kartenunderlay bis etwa 100 km Radarumkreis, immer mit jüngster 30min-Entwicklung und Prognose.

Verschiedene Radars sehen identische Zellen in Randzonen aus anderen Blickwinkeln. Untersuchungen ergaben, daß das Kernzentrum bei starker Radareigendämpfung durch Niederschlag_ unscharf positioniert war. Bestätigt werden konnten Teilungsprozesse von Gewitterzellen (siehe Abb.) sowie Zellverschmelzungen.

Ergänzend werden zweitrangige Sekundärzellen z.B. aus Vor- und Endstadien von Zellabläufen dargestellt.

KONRAD wird in einer großen Nutzergruppe von Einsatzzentralen angewandt ([FEWIS](#)). Weiterentwicklungen kommen u.a. im NinJo-Applikationssystem des DWD zum Einsatz. KONRAD gibt es auch auf der Basis kombinierter Verbunddaten RX mit übergreifenden Radarreichweiten.

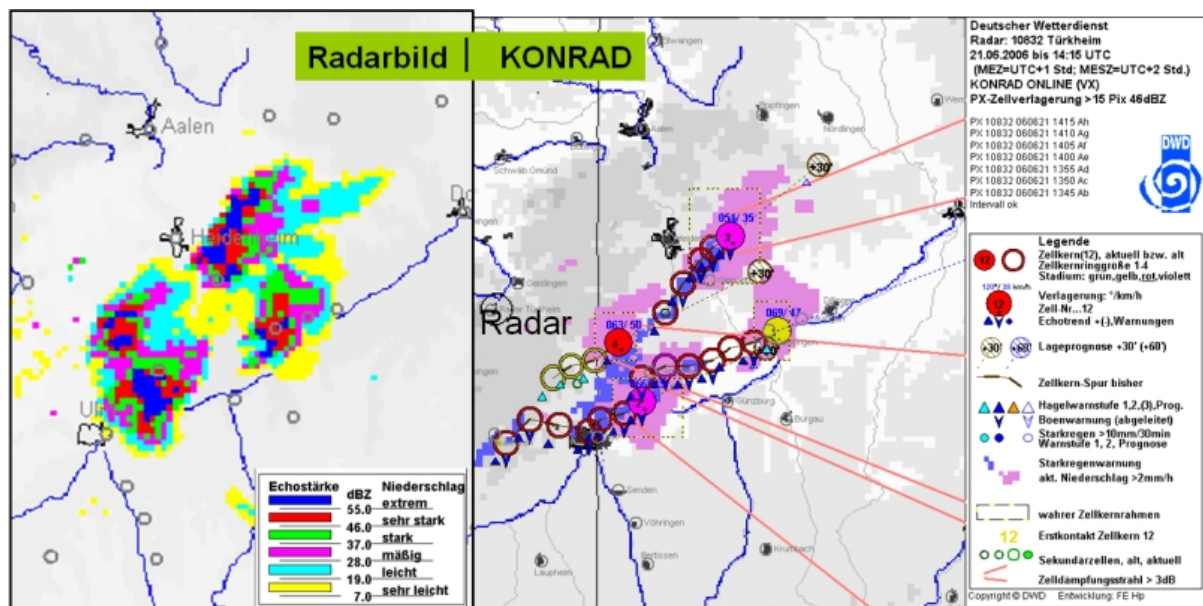
Ansprechpartner: P.Lang, DWD Met.Obs. Hohenpeissenberg, 08805-954-201, [peter.lang\(at\)dwd.de](mailto:peter.lang(at)dwd.de)

Die wichtigsten Eckdaten sind:

- Markierung zentral im >46dBZ-Echorahmen, geringer Versatz zum Hagelkern hin. 1-999, um Markierung herum wahrer Zellkernrahmen
- Wiedererkennung: engste Prognosenähe, absolute Nähe, regionales Zugbahnmittel, Zellkernähnlichkeit. Sonst: Neuzelle
- Kernkategorie, Farbe: abhängig von Kerndimension, Hagelexistenz
- Bahnprognose: +30min aus -10min-Vektor, +60min bei bisheriger Kernlebensdauer >60min. Erstkontakt-Anzeige nach 30min
- Hagelwarnung: >55dBZ: >1Pix in Bodennähe (1), >12 km² eher Hageleinfluss als Regenäquivalent (2)
- Starkregenwarnung 30min: >10mm Rohniederschlagswert überschritten, Zellkernüberlappungszone nach 15 (1) bzw. 25min (2) (Symbol •)
- Böen Bft8: schnellziehende Zelle, Hagelstufe 2, Linienecho Zellkern



Wie werden ziehende Zellen markiert ?



Beispiel des Trennvorgangs benachbarter Gewitterzellen im Echobild und in der KONRAD-Symboldarstellung

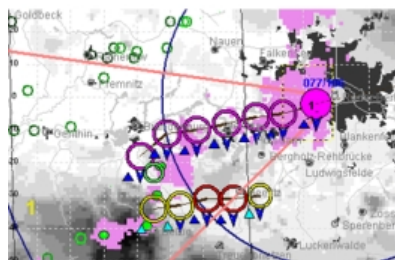
Gegenüberstellung des Radarbildes und der Symboldarstellung KONRADs bei konvektiven Zellen. (Legende rechts). In KONRAD sind Zellkerne markiert, nummeriert, bewertet und mit Warnsymbolen versehen. Neben der -30min Markerkette gibt es den +30min Verlagerungsweg und Warnsymbole für Hagel (?) und Starkregenzonen (blau). Links der aktuelle Radarbildausschnitt PX mit Zellkernechos (rot/blau) (Violette Echoflächenränder entsprechen in beiden Bildern einander).

Weitergehende Informationen zum downloaden: [KONRAD](#)

KONRAD - Beispiele

KONRAD zeigt einige besondere Entwicklungen detailliert, Warninhalte sind jedoch nicht immer verifiziert





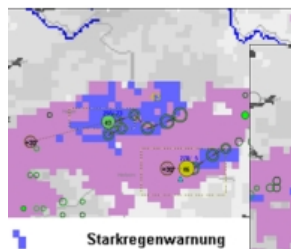
Unwetter fordert mehr als ein Dutzend Verletzte



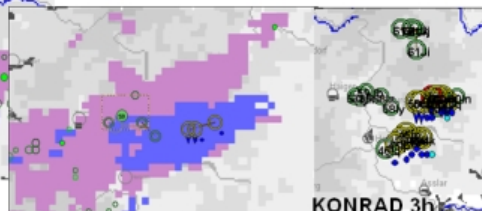
Wie stellt sich eine isolierte Superzelle dar ?

Sturmböen von bis zu 133 Kilometern pro Stunde fegten ab 19.30 Uhr über Berlin hinweg, deckten Dächer ab, entwurzelten oder rupften 982 Bäume. Sechs Menschen wurden dadurch, durch Blitzschlag oder herumfliegende Trümmer verletzt, zwei davon schwer. Ein 42-Jähriger wurde in Tiergarten in der Straße Alt Moabit auf einer Parkbank von einem entwurzelten Baum getroffen. Auf den Polizeiwachen gingen mehr als 1000 Notrufe ein, 8000 Streifenwagen fuhren Sturmeinsätze. Die Feuerwehren mussten zu 1195 Einsätzen ausrücken, schickten 8500 Leute in die Orkannacht. Erst gestern um 17 Uhr hob die Leitstelle den Ausnahmezustand auf. [DIE WELT]

Beispiel einer **Superzelle**, 23.6.03, 17:40 BLN



Starkregenwarnung

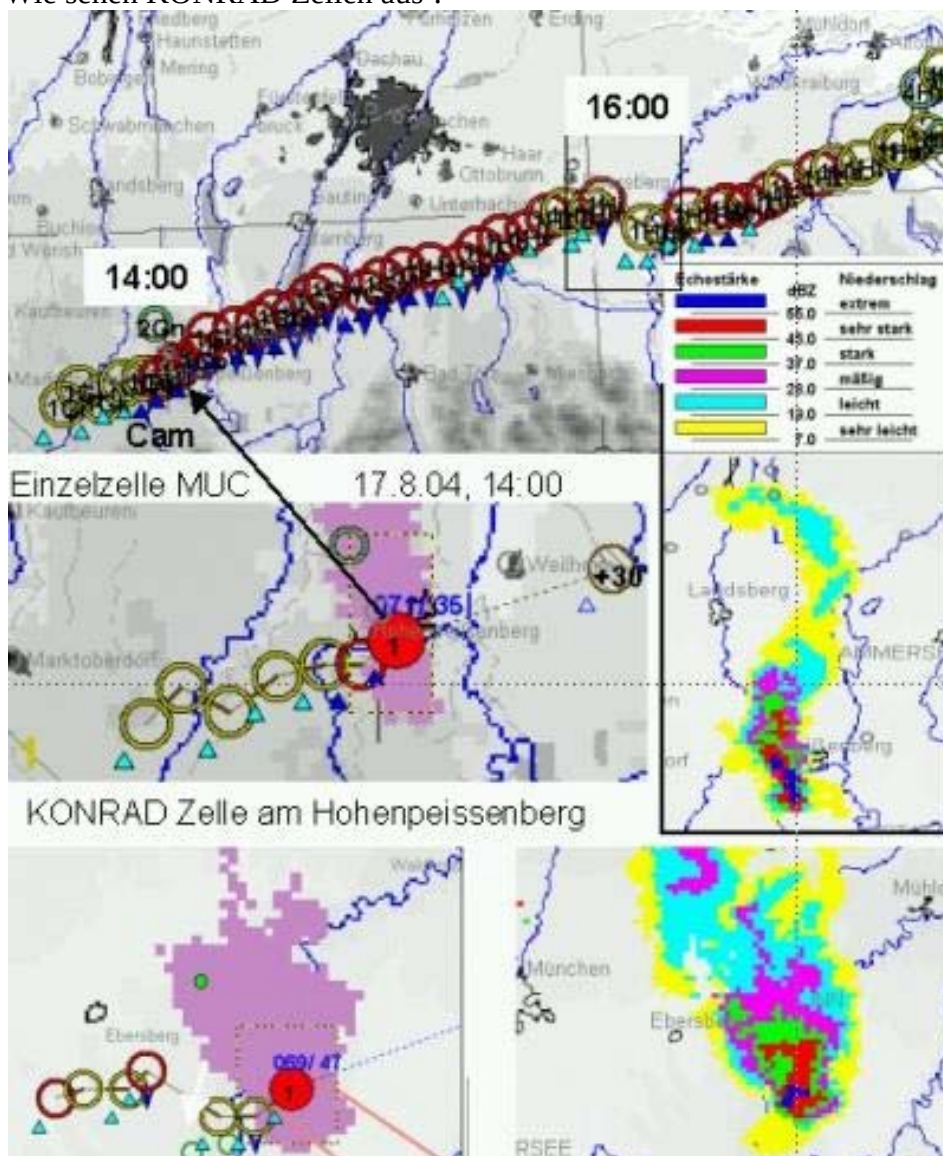


Wann ist ein konvektiver Starkregen (blau) ein Frühwarn-Thema ?

Beispiel einer **Starkregenentwicklung** am Westerwald, Dillenburg, 17.9.06, 18:00 ff FRA . Hier stagnieren die Zellen in Kontakt mit dem Höhenzug bei anhaltenden KONRAD Starkregenwarnungen

"Die Menschen sind von den Wassermassen völlig überrascht worden", sagte der Dillenburger Bürgermeister Michael Lotz. Der Pegelstand der Dill sei innerhalb weniger Stunden von 15 Zentimeter auf 2,73 Meter geklettert: "Damit stand das Wasser

Wie sehen KONRAD Zellen aus ?

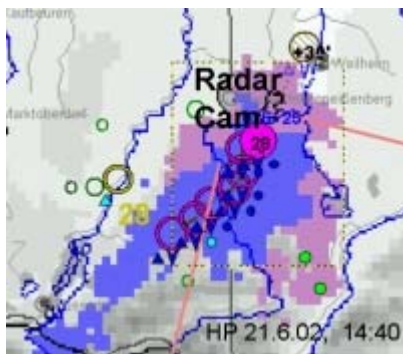


Wie lang und geradlinig sind Zugbahnen isolierter Zellen?



Wie sieht der Zelleniederschlag ausgeprägter Hagelzellen in der Filmsequenz aus ?

Beispiel für eine isolierte Einzelzelle auf ihrer langen Zugbahn (3,5 h, 160 km Zeitcode) mit unterschiedlich farbigen KONRAD Zellkategorien und Warnungen (Hagel). Auffällig ist der Bahnknick etwa in der Mitte (siehe unten, Pfeil und hier links). Er ist auch in der hellblau/rosa Regenspur des Rohniederschlags zu sehen (Rasterung links, wegen 5 min Zeittakt und “schneller Zelle”)



KONRAD Extremzelle (in nächster Radarnähe etwas überbewertend) mit Starkregen und Sturmschäden später in Weilheim. Alle Warnattribute sind maximal gesetzt. Beachten Sie im Webcamfilm die sturmbewegten Bäume rechts von der Kirche. Auch den grauen Wolkenschirm und die Böenwalze. Die Zellkernpassage erfolgt in Sichtrichtung



Warnansätze



KONRAD Warnungen: Warnzustände müssen schnell erkannt und gemeldet werden, wenn Prognosen noch schwierig sind.

30 Minuten ist die übliche Zeitskala passierender konvektiver Zellen sowie Starkregen und bedeutet langsame Zuggeschwindigkeiten, seltener stärkster Regen. Eine erste konvektive Starkregenwarnstufe mit etwa 10-12 mm/30 min aus Gewitterintensitäten markiert Zellstagnation, breite Kernspur. Hagelechos werden hierzu begrenzt als limitierter Niederschlag (~ 54 dBZ).

Eine 2. Starkregenwarnung mit > 30 mm/h geht auf ein Radarprodukt RH (= 1 Stunden Niederschlagssumme) zurück.



Einsetzten und Auslaufen von Warnbedingungen sind in KONRAD nur feststellbar, kaum vorhersagbar.



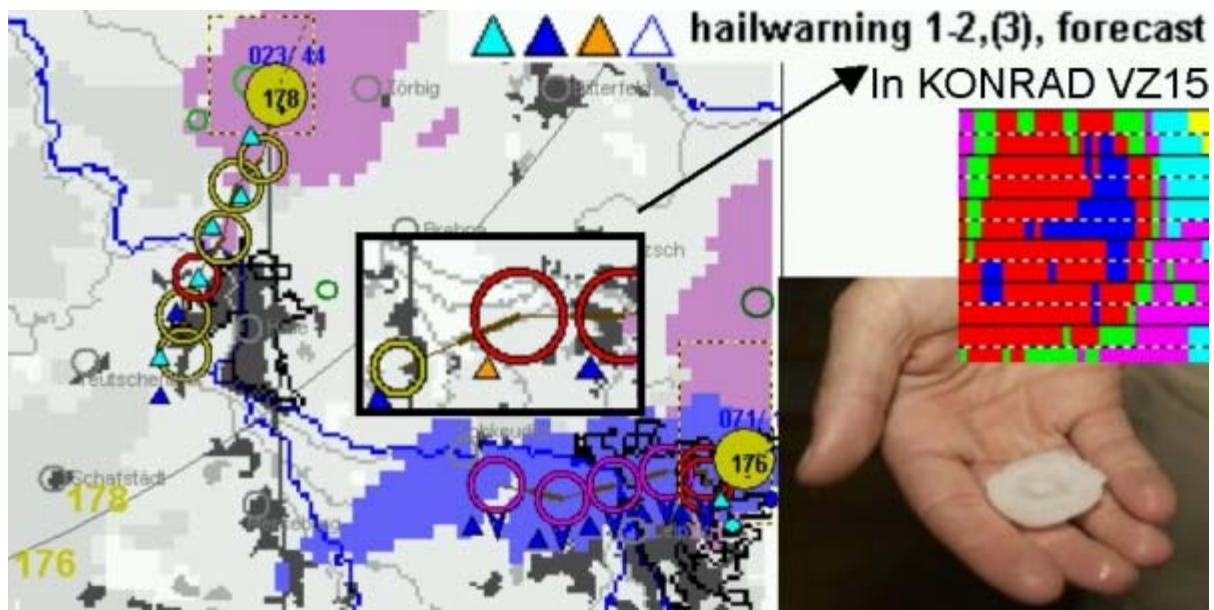
Trotzdem ist die flächenmarkierende „Starkregenwarnung 30 min“ ein sehr verlässliches KONRAD Warnelement. Sie markiert (z.B. für Feuerwehren) Gebiete die in den -30 bis -60 min (möglicherweise deutlich) mehr als je 10 mm/30 min erhalten haben. Mehrstündige (z.B. 6 h) Regenakkumulationen geringerer Konvektivität werden als „Dauerregen“ nicht erfasst.

Die Hagelwarnung entspricht groben Wahrscheinlichkeitsstufen für Hagel und basiert auf >55 dBZ bodennah, (entspricht ein $0,8$ cm Hagelkorn je m^3). Damit übersieht sie z.B. kleinen Hagel um 5 mm. Hagelstufe 2 nutzt den großen Zellkerndurchmesser bzw. seine lokale Verweilzeit, um Hagelechos gegenüber entsprechend seltenere lokale Regenmaxima abzugrenzen.

Die Böenwarnung KONRAD mit Richtgröße Bft.8 schließt von der Zellzuggeschwindigkeit auf entsprechende vordere Böenfronten. Sichere Hagelzellen oder Linienechos führen zu der gleichen Warnung (Warnabschätzung Feuerwehren).

Obengenannte Warnungen stellen Grundwarnungen dar. Ein Bedarf nach höchsten Warnstufen mit „Katastrophenmaß“ ist schwerer erfüllbar.

Zukünftig wird eine Auswahl erkannter „Doppler Radialwinde“ $>Bft\ 8$ und deren Überschreitung als Teilinformation KONRAD Zellen zugeordnet. Auch Mesozyklone mit/ohne Tornados sind Entwicklungsaufgaben.



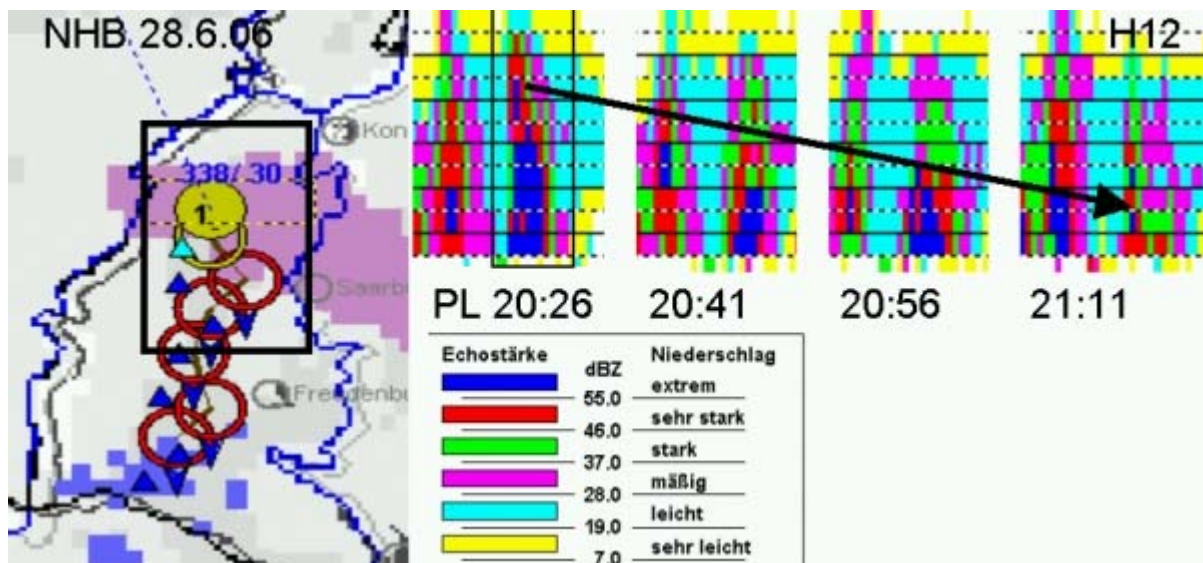
Kann eine Hagelstufe 3 eingeführt werden, die das Hagelwachstum in der Höhe bewertet ?

KONRAD VX, Leipzig Hagel, 16.6.06, 18:00, UMD.

Die Entscheidung für grossen Hagel (Stufe 3, oranges Dreieck) > 2-3cm ist schwierig.

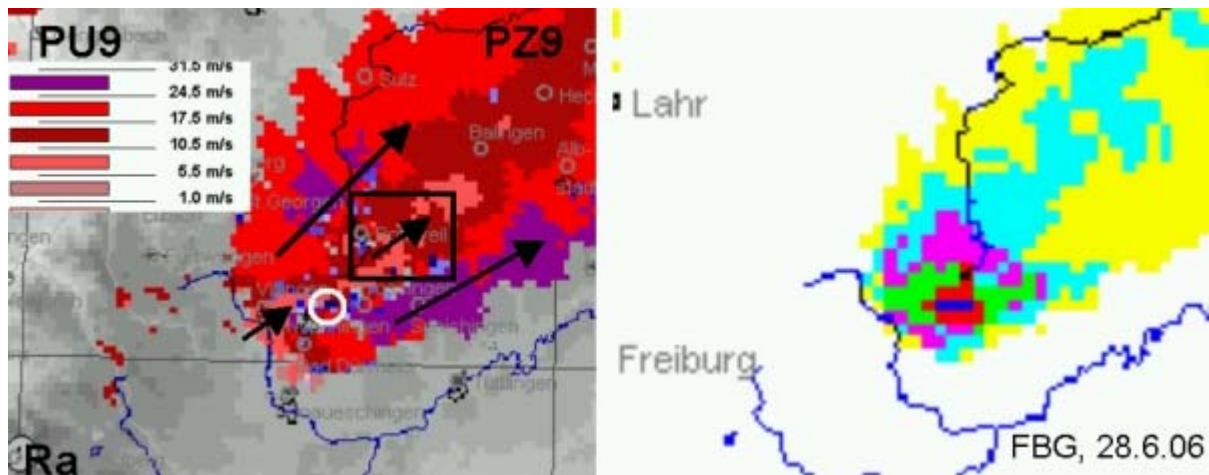
Kriterien sind:

>50 dBZ in >H 8 k, hohe Top-Divergenz > 60 Knoten (begrenzte Schwachechozone),
Überhang



Welche Zelleigenschaften sind weiter warnverdächtig ?

Das Erkennen eines Zellzusammenbruchs bzw. dessen Säule kann die laufenden Warnattribute auslaufen lassen. Ursache bei ausgeprägten Gewitterzellen ist meist der verminderte Aufwind. Bei KONRAD werden Kern- und Säulenschrumpfungen erkannt.

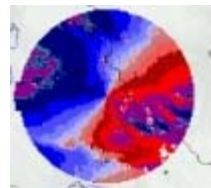


Wie kann man Radialwindunterschiede an Zellen gegebenenfalls nutzen ?

Bei starkem Top-Wind einer Zelle ist die obere Schirmdivergenz schwer erkennbar. Dafür gibt es Fälle, bei denen ein Blockieren des Lee-Windes (Rahmen) offenbar durch den Aufwindkanal (Ring) stattfindet. Dies lässt auf einen starken Aufwind mit wahrscheinlich großem Hagel schließen.

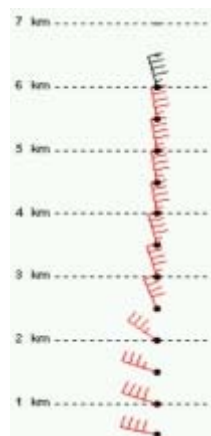
Dopplerpraxis

Ein kohärentes C-Band Radar des DWD ermöglicht über die Doppler-Phasenverschiebung des Sende- und Echoimpulses die Geschwindigkeit der rückstreuenden, driftenden Regentropfchen im Strahlelement $1^\circ/1\text{km}$ zu ermitteln. Algorithmen bzw. Technik spreizen den normalen Messbereich von 8 auf $\pm 32\text{m/s}$ Radialwindkomponente innerhalb etwa 120km Strahlreichweite (siehe „Polarisation, Doppler“, hier nur im Warnzusammenhang).



In einem etwa homogenen Strömungsfeld im etwa 120 km-Umkreis erscheinen die Farbgrößen nahezu strahlenförmig um das Radar. An der Nulllinie $\pm 1\text{m/s}$ ist die Windrichtung tangential zur Blickrichtung (Abb. Front), die höchste Windgeschwindigkeit findet man diagonal an (belegten) hochwertigen Farbklassen (Radialwind etwa gleich wahrer Windvektor).

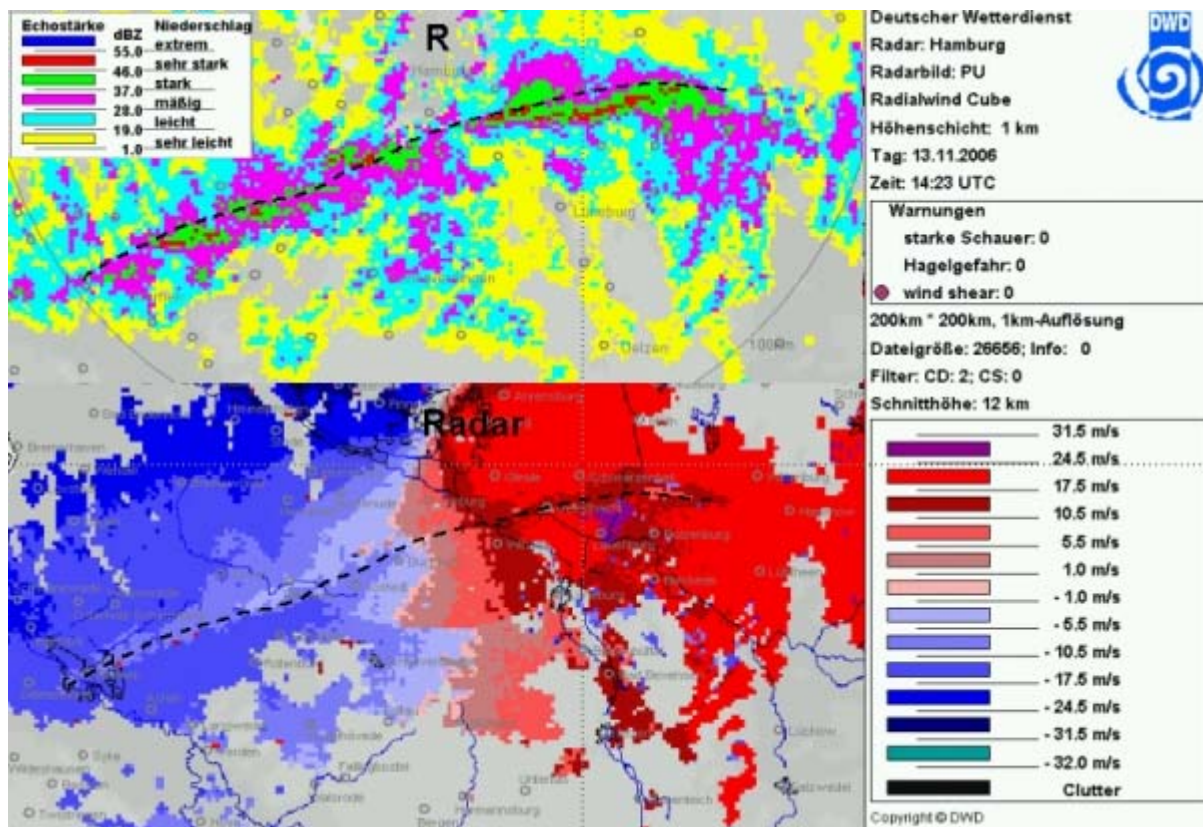
Doppler-Windableitungen sind immer nur eine Auswahl (ohne „trockene“ Böen) und blickwinkelabhängig. Im Zellumfeld sind oft vorderseitige Böenkonvergenzen oder auch Top-Divergenzen zu beobachten. Rückschlüsse auf warnenswerte Zelleigenschaften (updraft, Hagelwachstum) sind weiter Untersuchungsbestandteil.



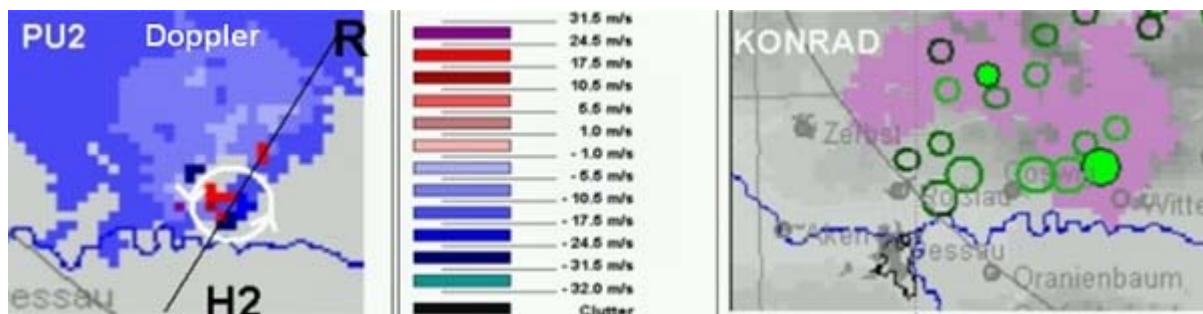
Der Deutsche Wetterdienst nutzt eingeschränkt Doppler-Produkte (CAPPIs, VAD, Velocity azimuth display, Algorithmen) verstärkt aber Entwicklungen. Das Haupt-Augenmerk bei Warnungen liegt auf konvektiven Szenarien. Die Schlussfolgerungen werden von der Datenqualität aber auch von der Messhöhe beeinflusst.

Anteilig wirkt die Arbeitsgruppe Canadas im DWD NinJo Vorhaben bei der Entwicklung „Doppler-Algorithmen“ mit (Projekt AUTOWARN)

Sind Windsprünge an Fronten im Doppler zu sehen ?



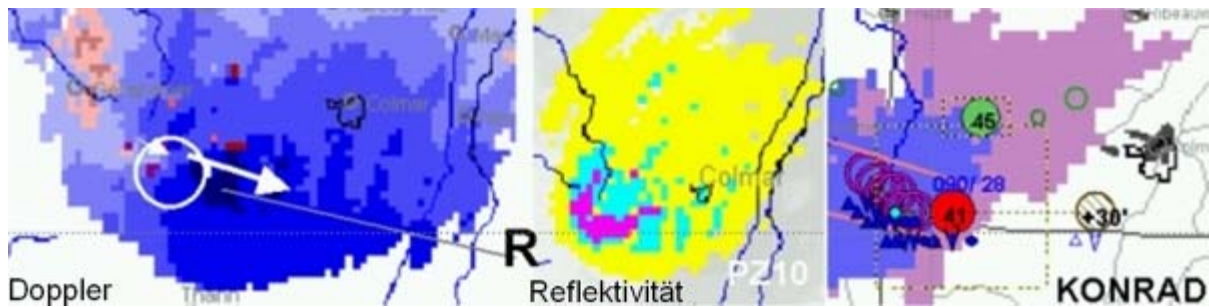
Beispiel einer Kata-Kaltfront im Echo- und Doppler-Bild (R=Radar Hamburg). Die Schneise hellerer Radialwindfarben (---) deutet auf den Streifen der Winddrehung auf NW hin. Dort sind auch die stärksten Schauerechos nach Hebung.



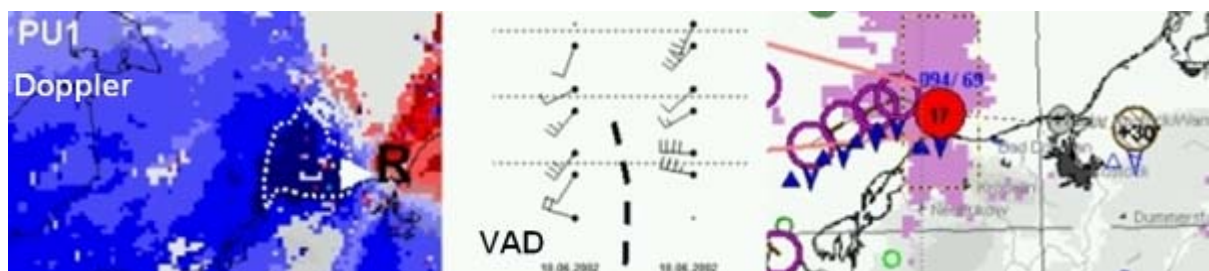
rot/blau-Dipol als Rotationszeichen einer Mesozyklone in H2 km (links).

Die Mutterzelle des idealen Wittenberg Tornados war nur eine Sekundärzellen (grüner Punkt) in KONRAD (rechts)

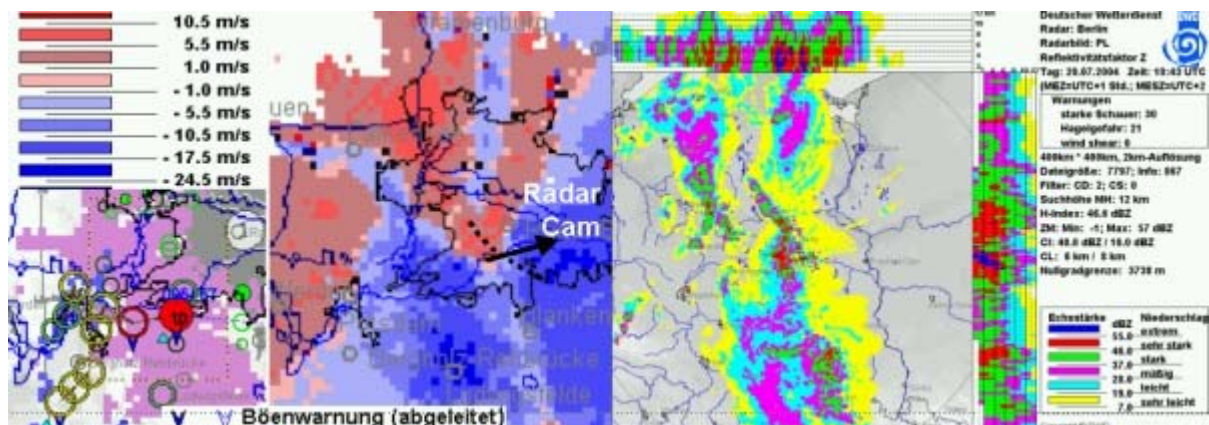
Berlin 12.6.02, 18:10



Divergenz im Top-Bereich H10 km. Angezeigt durch die beiden weissen Pfeile Radialwind mit $\sim 25\text{m/s}$ und -3m/s (dunkel-/ hellblau). Zellgeschwindigkeit $\sim 28\text{ km/h}$, Topwind $\sim 90\text{km/h}$. (R = Radar)
 Freiburg, 28.6.06, 17:40



Etwas vorlaufende Böenfront an KONRAD Zelle, angezeigt durch Radialwindmaximum Bft 10 noch vor.
 Radar Rostock, 18.6.02, 20:13



Webcamfilm, Berlin, 20.7.04 18:40

Annäherung der KONRAD Zelle 10 mit Böenwarnung, eingebettet in eine Schauerfront.
Komplizierte Dopplersignatur mit radialen Mindestwindgeschwindigkeiten um 17m/s und
Konvergenz vor Böenfront (.....).

Beachten Sie die Blitze und die runde Wolkenstruktur zum Ende des Films als mögliches
Anzeichen einer Mesozyklone und Rotation.

Radarbild



Niederschlagsradar

Legende

kaum messbarer Niederschlag	mäßiger Niederschlag
leichter Niederschlag	mäßiger bis starker Niederschlag
leichter bis mäßiger Niederschlag	starker Niederschlag

Quelle: Deutscher Wetterdienst