

## Eine **Super-Multizelle** überquert die Alpen

Analyse von „Wetterfuchs“ Matthias Jaeneke (DANKE!)

*Karten und Daten © Deutscher Wetterdienst DWD*

Am 02.08.07 erlebten die Alpen einen bemerkenswerten Vorgang, wie er in dieser Forum dort nur selten vorkommt : Die Wanderung einer langlebigen kräftigen Gewitterzelle mitten durch die Alpen von West nach Ost, von der Schweiz bis zum Ostrand der Alpen bei Wien. Dieser mehr als 8-stündige Vorgang war im Bereich der Österreichischen Alpen, besonders im Inn- und Salzachtal, mit konvektiven Unwettern (Hagel bis 5cm im Durchmesser, Sturmböen, Überflutungen) verbunden, wie hier im Forum anhand öffentlicher Meldungen Herfried berichtete. Es war zudem die gleiche Gewitterzelle, die Schneemandl (Innsbruck), während einer Bergtour auf den Bettelwurf (Nordkette-Innsbruck) fotografisch für das Forum erfaßte und in dramatischer Situation über sich ergehen lassen mußte.

Warum war dieses Ereignis mehr als nur ein übliches starkes Gewitter von langer Lebensdauer? Schaut man sich die Gewitter-Klimatologie der Alpen an, so erkennt man folgende Charakteristika : Im Querprofil der Alpen existieren zwei Maxima der Gewitterhäufigkeit, am Nordrand und am Südrand, im Kalkalpenbereich. Die inneralpinen Bereiche erleben deutlich weniger Gewitter. Die Gründe dafür sind relativ einfach : Die Alpenränder lösen bevorzugt Gewitterentwicklungen aus, weil die hier noch in der Vertikalen voll vorhandene Atmosphäre über eine entsprechende Temperaturschichtung und genügend Feuchtigkeit verfügt und gleichzeitighier bevorzugt durch die schrägen und steilen Hänge konvektive Zirkulationen produziert werden (thermische Aufwinde + Stau). Anders die Verhältnisse im Inneren der Alpen : Infolge der deutlich größeren Höhe schon der Täler ist die dort verfügbare und in Gewittern freisetzbare Feuchtigkeit spürbar geringer. Außerdem sind die Alpentäler häufig von der Zufuhr feucht-warmer Luftmassen abgeschirmt, was sich u.a.. im Inntal deutlich bemerkbar macht. Radarkarten von Gewitterlagen zeigen immer wieder, dass die Gewitterzellen normalerweise die inneren Bereiche der Alpen meiden. Dazu kommt noch ein jahreszeitlicher Effekt : Bis in den Frühsommer hinein bestimmen Schnee- und Eisfelder die Hochlagen der Alpen. Dies stabilisiert die Schichtung thermisch. Gewitter und besondere starke Gewitterentwicklung sind daher nicht nur in den Alpen deutlich seltener, sondern meist erst im Verlauf des Sommers nach Abschmelzen der Schneefelder möglich. Die inneralpine Entwicklung vom

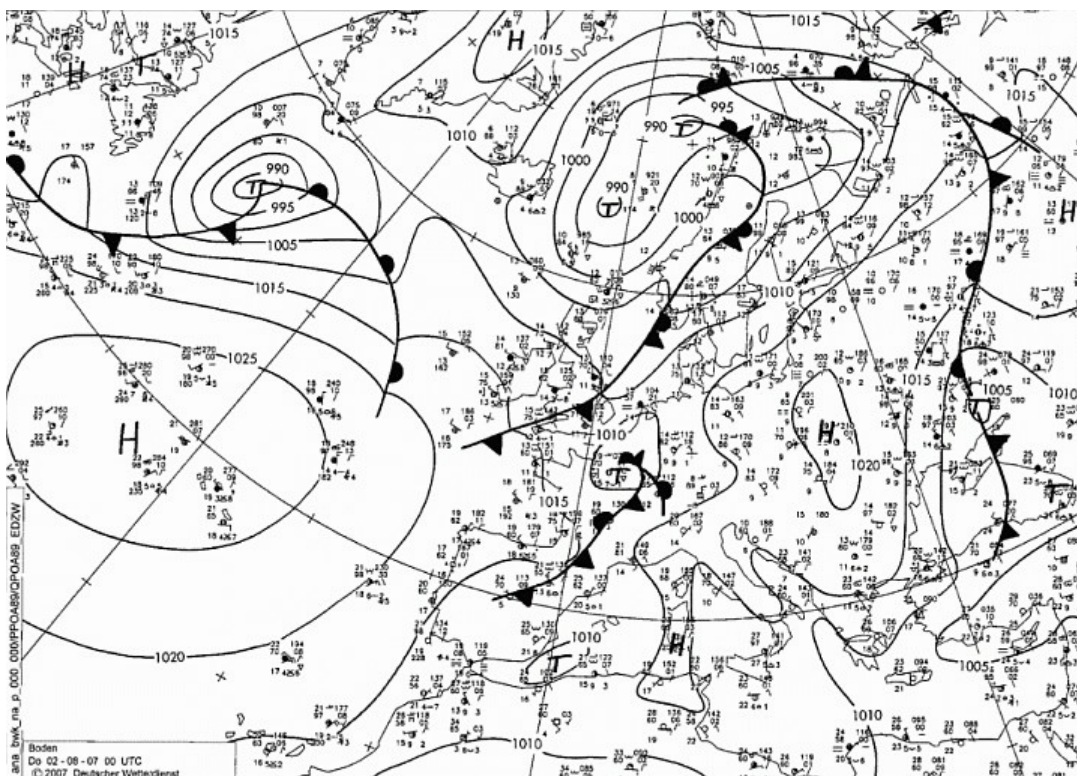
02.08.07 war in diesem Sinne also ein einerseits typisch eher spätsommerliches, andererseits auch ein insgesamt seltenes Ereignis.

In diesem Posting möchte ich in einer Ereignis-Analyse die synoptischen Bedingungen, die ungewöhnliche Entwicklung und die Verlagerung des Gewitterclusters vom 02.08.07 mitten durch zentralen Alpen darstellen und diagnostizieren. Der Gewittercluster erwies sich dabei als etwas, was ich pauschal als Super-Multizelle bezeichnen möchte, mit deutlichen Anzeichen eines späteren mesoskaligen konvektiven Systems (MCS). Zeitweise hatte der innere Kern des multizellularen Gebildes die Eigenschaften einer echten Superzelle. Das Material der Darstellung stammt zum großen Teil aus der speziellen Datenaufbereitung des Java-MAP-Systems des DWD.

#### SYNOPTISCHE LAGE :

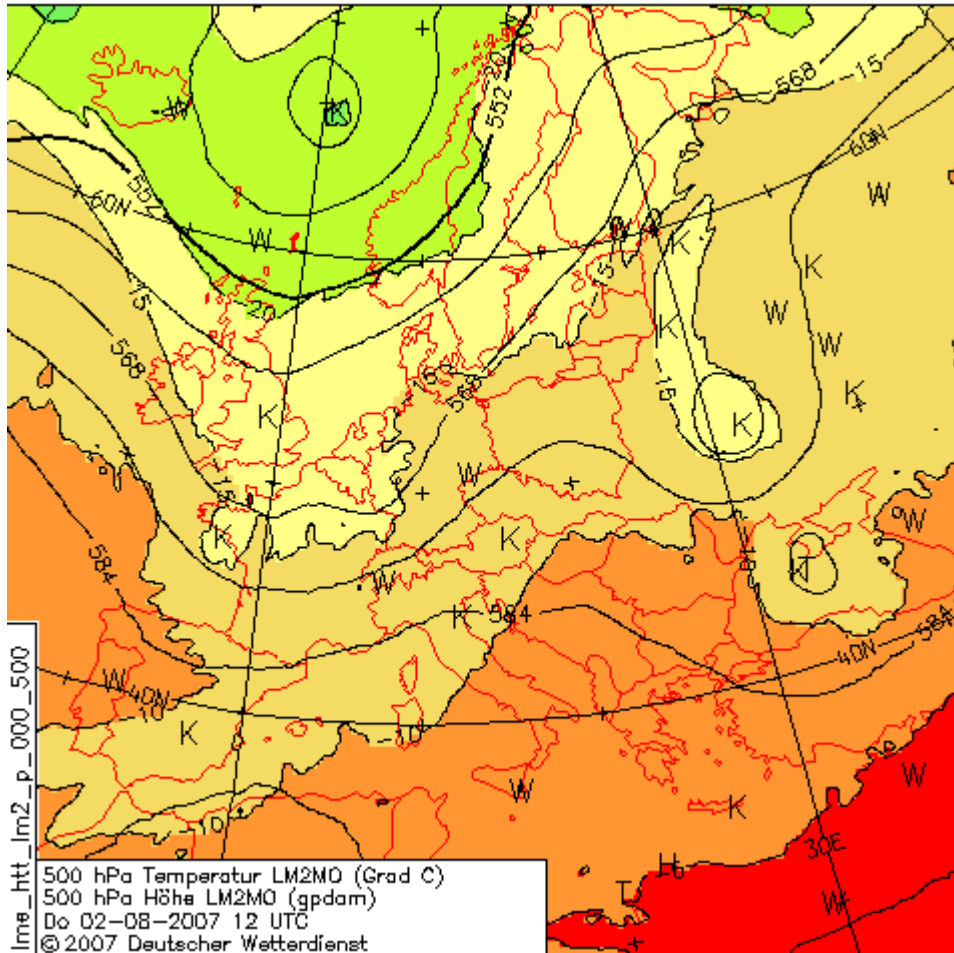
Die Bodensituation des 02.08.07 zeigte ein kräftiges Tief über dem Nordmeer mit einem Randtief, das von Frankreich aus nordostwärts Richtung Mitteleuropa zog. An dessen Südflanke wurde besonders ins südliche Mitteleuropa feuchtere Warmluft geführt :

#### Boden-Analyse DWD 02.08.07 00 UTC :



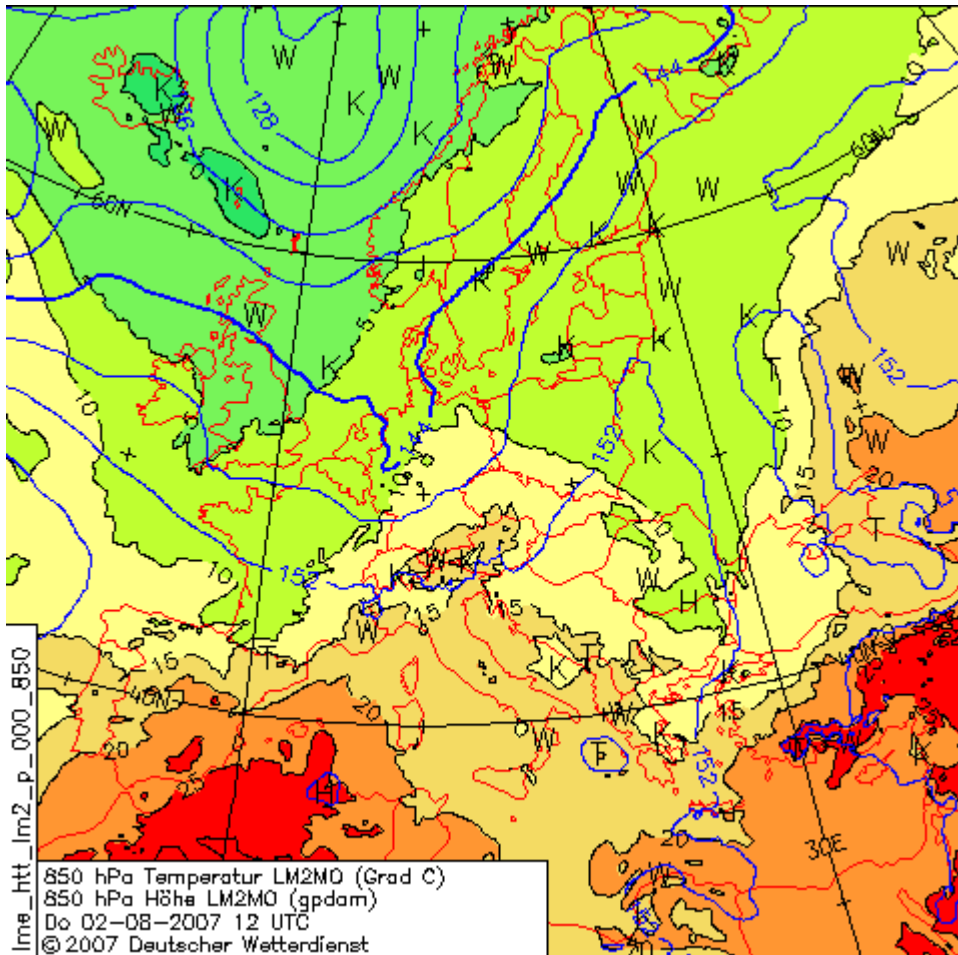
Die Mittagsituation in der Höhe zeigte einen Trog über Frankreich, auf dieser Vorderseite (Hebungsauslösung) sich Mitteleuropa und auch der Alpenraum befand :

LME-Analyse 500 hPa 02.08.07 12 UTC :



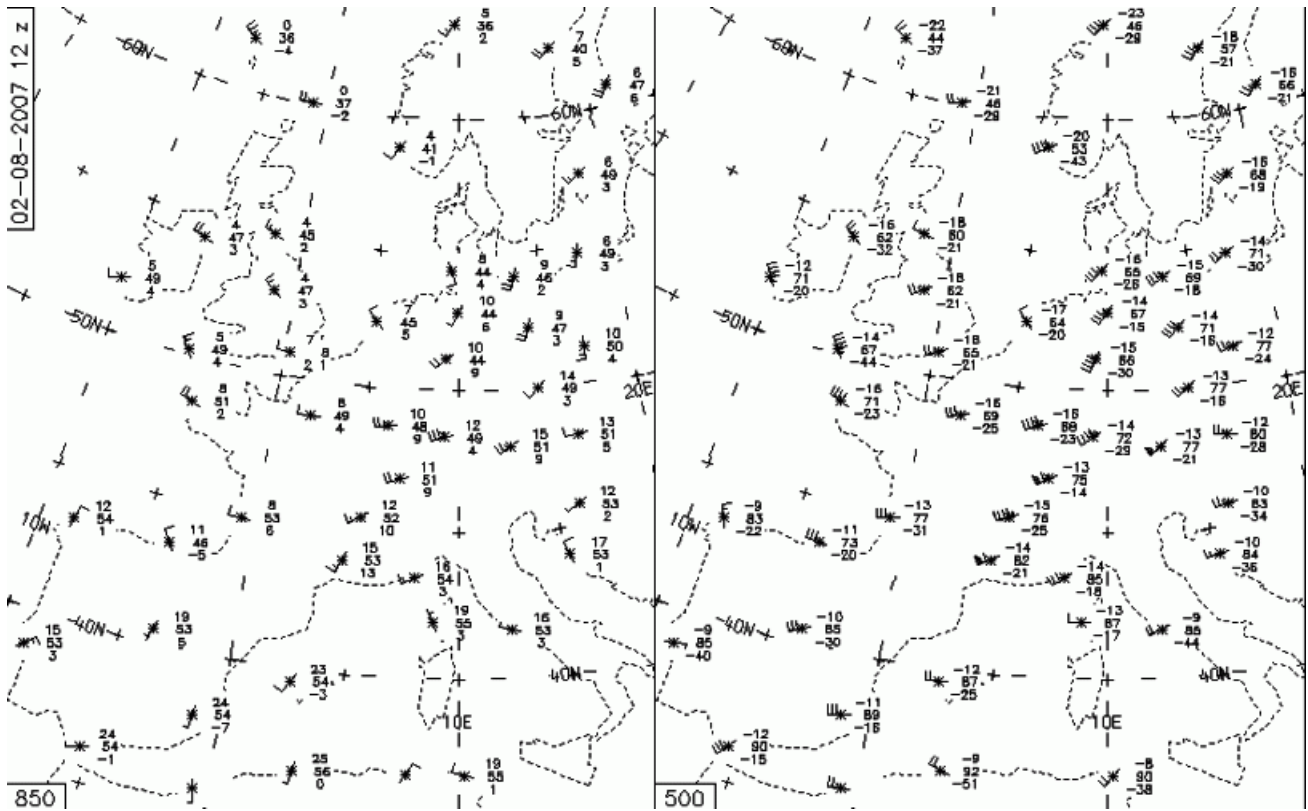
In 850 hPa wurde die frontale und luftmassenmäßige Situation gut sichtbar mit einem Temperaturgegensatz im Bereich der Kaltfront direkt an der West- und Nordflanke der Alpen:

LME-Analyse 850 hPa 02.08.07 12 UTC :

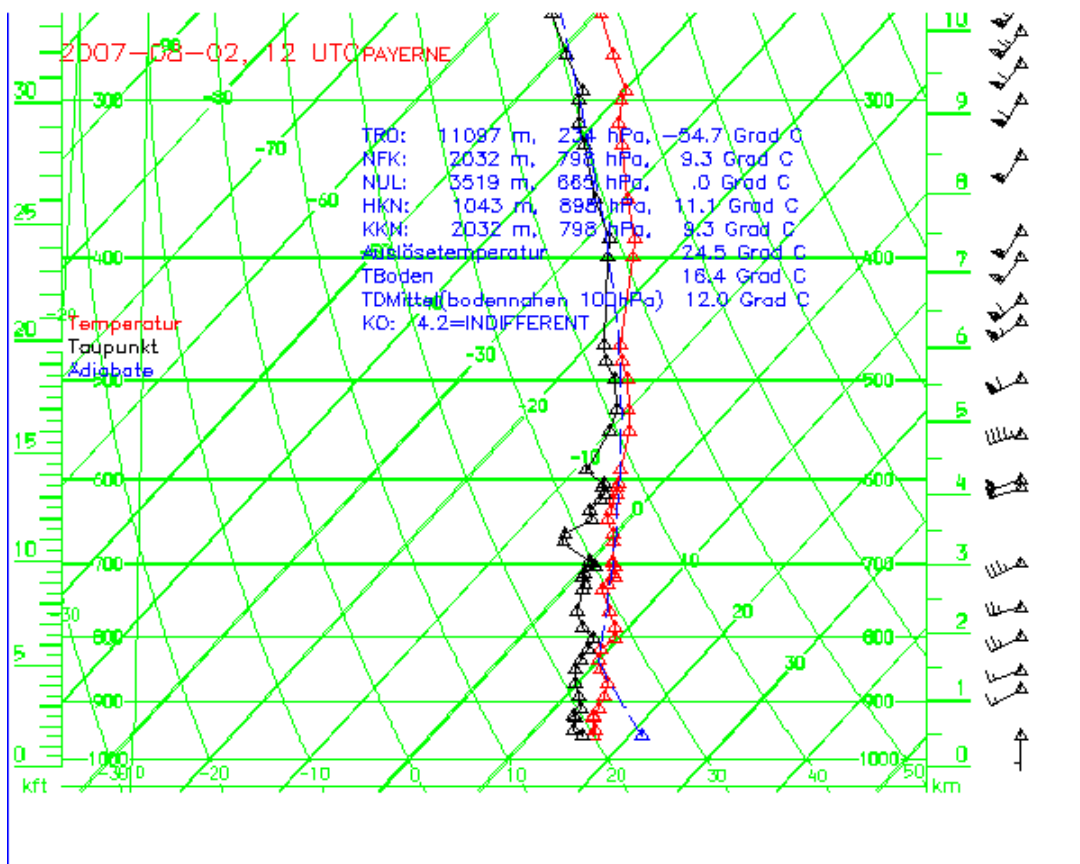


Man sieht, dass mittags der Alpenkamm insgesamt in der präfrontalen Warmluft lag. Die Schichtung (Wind und Temperatur) der Alpen zu erfassen war nicht ganz so trivial, weil inneralpine Radiosonden sowieso kaum existieren (Innsbruck) und aktuell auch nicht vorlagen. Die aerologische Daten der Flächen von 850 hPa und 500 hPa sowie die Radiosonden von Payerne und München gaben aber Einblick in die wahrscheinlichen Verhältnisse :

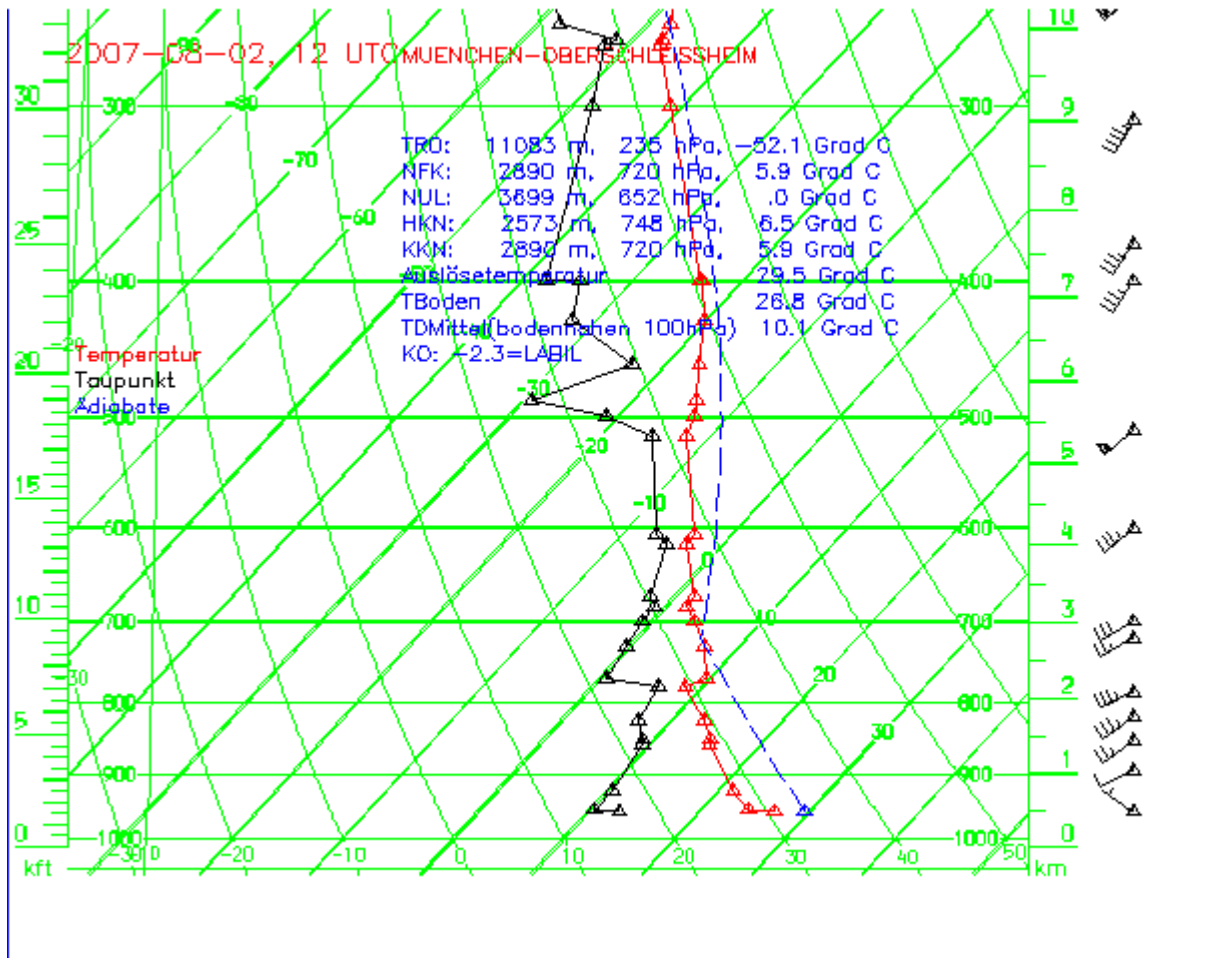
Aerologische Daten 850 hPa + 500 hPa 02.08.07 12 UTC :



Radiosondenaufstieg Payerne 02.08.07 12 UTC :



Radiosondenaufstieg München 02.08.07 12 UTC :

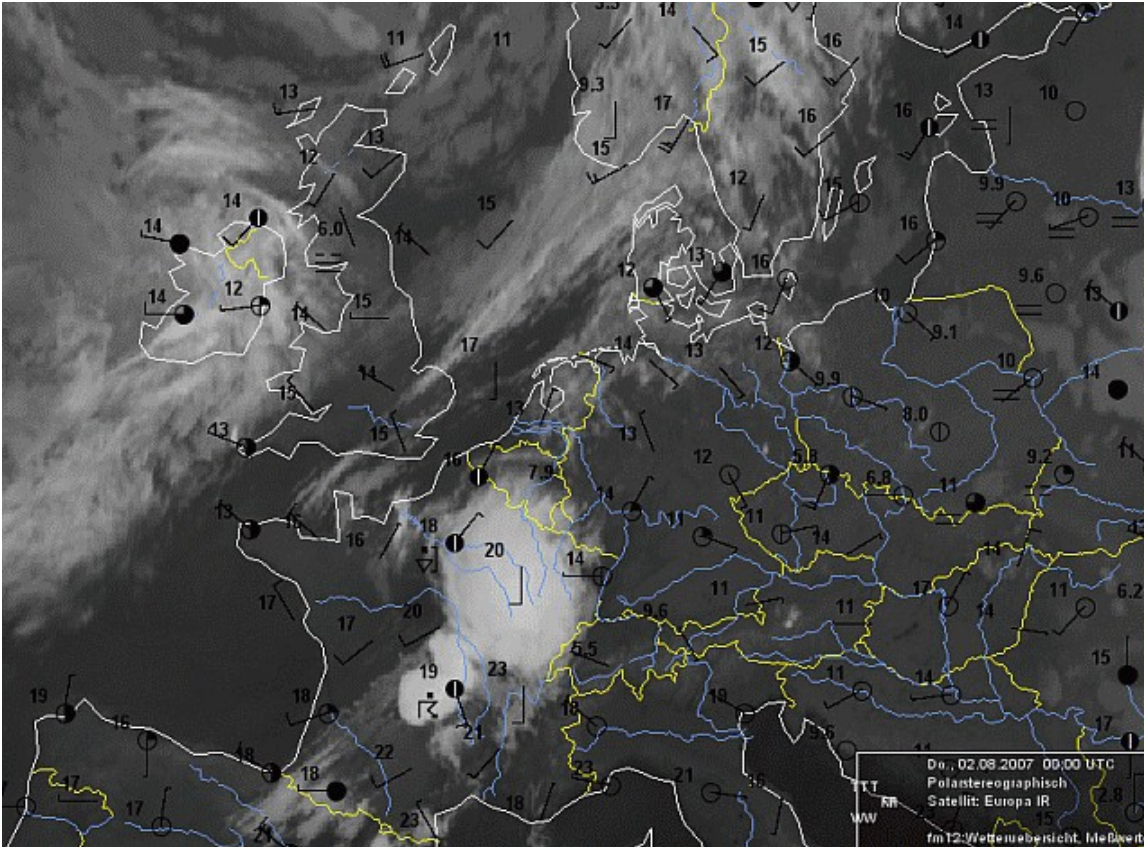


Die Höhenwinde waren schon in 850 hPa relativ stark und erreichten in 500 hPa bei westsüdwestlicher Richtung teilweise 50 Knoten. Geht man von inneralpin schwachen Mittelwinden aus, so herrschte also eine gute vertikale Windscherung, günstig für organisierte Gewittersysteme. Aus den Temperaturen läßt sich für den zentralen alpinen Bereich eine Differenz 850-500 hPa von 25-30 K interpolieren, also eine genügend labile Schichtung. Der Payerner Temp, der von der Frontlage bestimmt war zeigte eine gute vertikale Windscherung besonders in der mittleren Troposphäre. Der Münchener Temp, der eher die noch präfrontalen Bedingungen widerspiegelte, bestätigte die deutliche vertikale Windscherung etwa zwischen 900 und 600 hPa. Er zeigt (blaue Konvektionskurve) außerdem, dass bei Auslösung der Konvektion, diese bis in die Hochtroposphäre reichen würde.

## ENTWICKLUNG UND STRUKTUREN IM SATELLITENBILD :

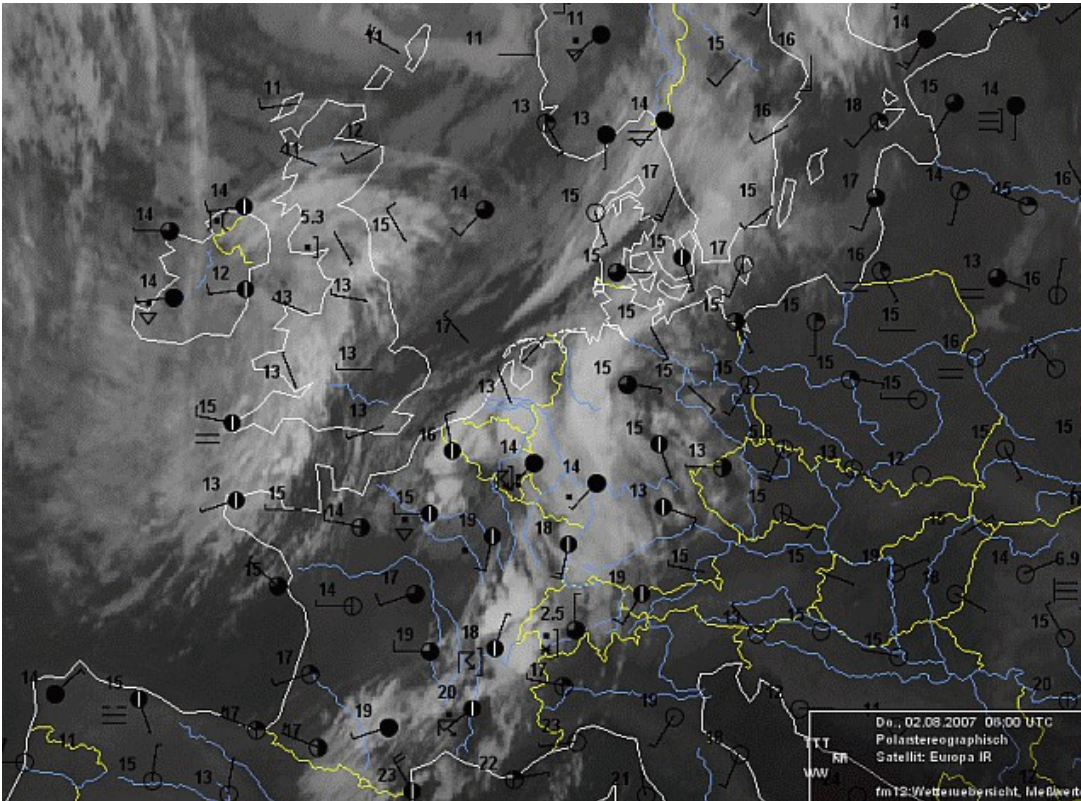
dass an diesem 02.08.07 kräftigere und größere konvektive Entwicklungen drohten, zeigte sich bereits in der Nacht zum 02.08.07 über Frankreich :

IR-Satellitenbild 02.08.02 00 UTC :



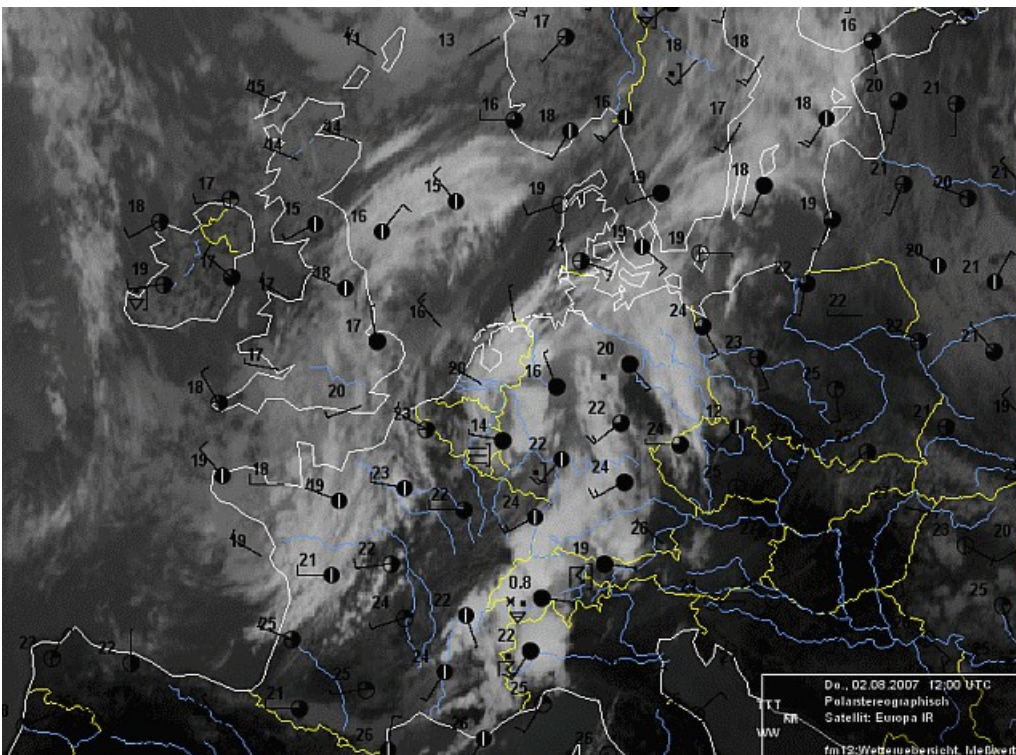
Denn an einem eher unauffälligen frontalen Wolkenband (dunkelgrau) entstanden dort größere hochreichende (hell) konvektive Cluster. Diese verschwanden allerdings zum Morgen hin und die frontalen Wolkenstrukturen wurden deutlicher :

IR-Satellitenbild 02.08.02 06 UTC :



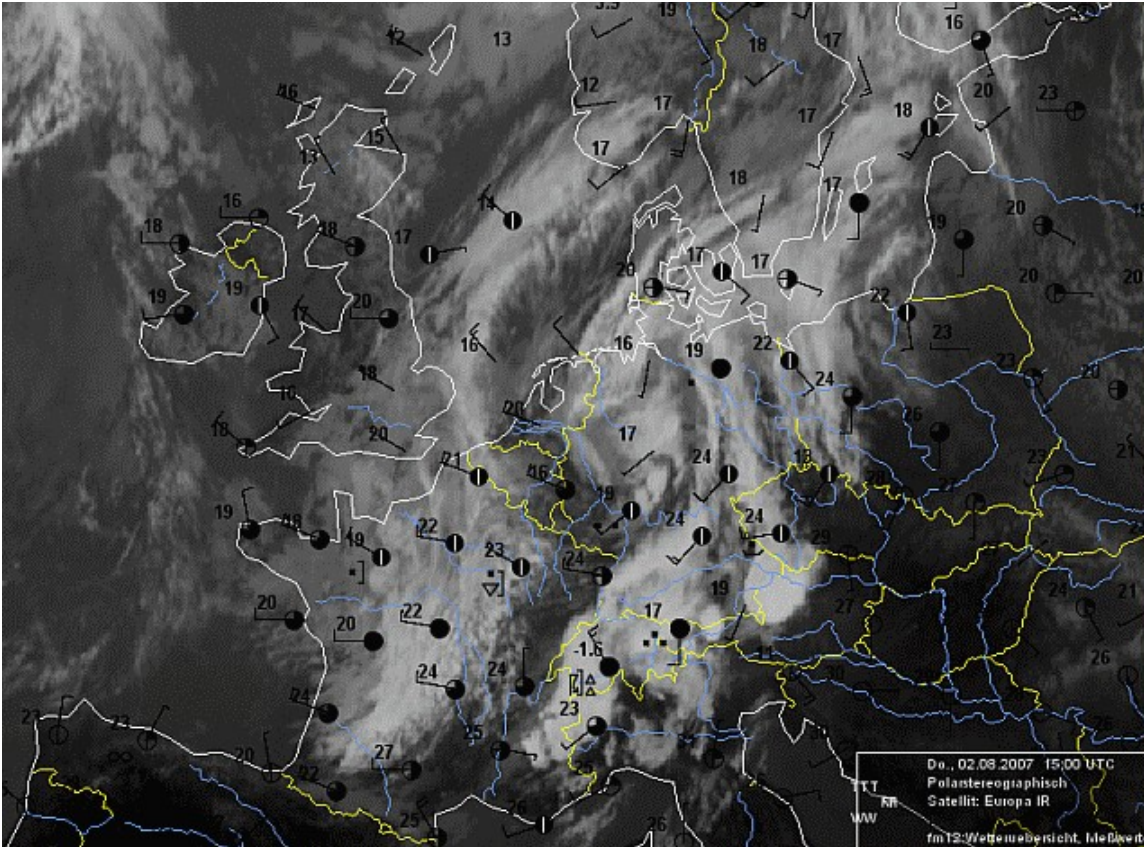
Gewitter-Konvektion war um diese Zeit noch im Westalpenraum westlich der Schweiz zu sehen. Die erkennbare schleifende Kaltfront schwenkte dann vom Westen Mitteleuropas ost- und südostwärts ein :

IR-Satellitenbild 02.08.02 12:00 UTC :



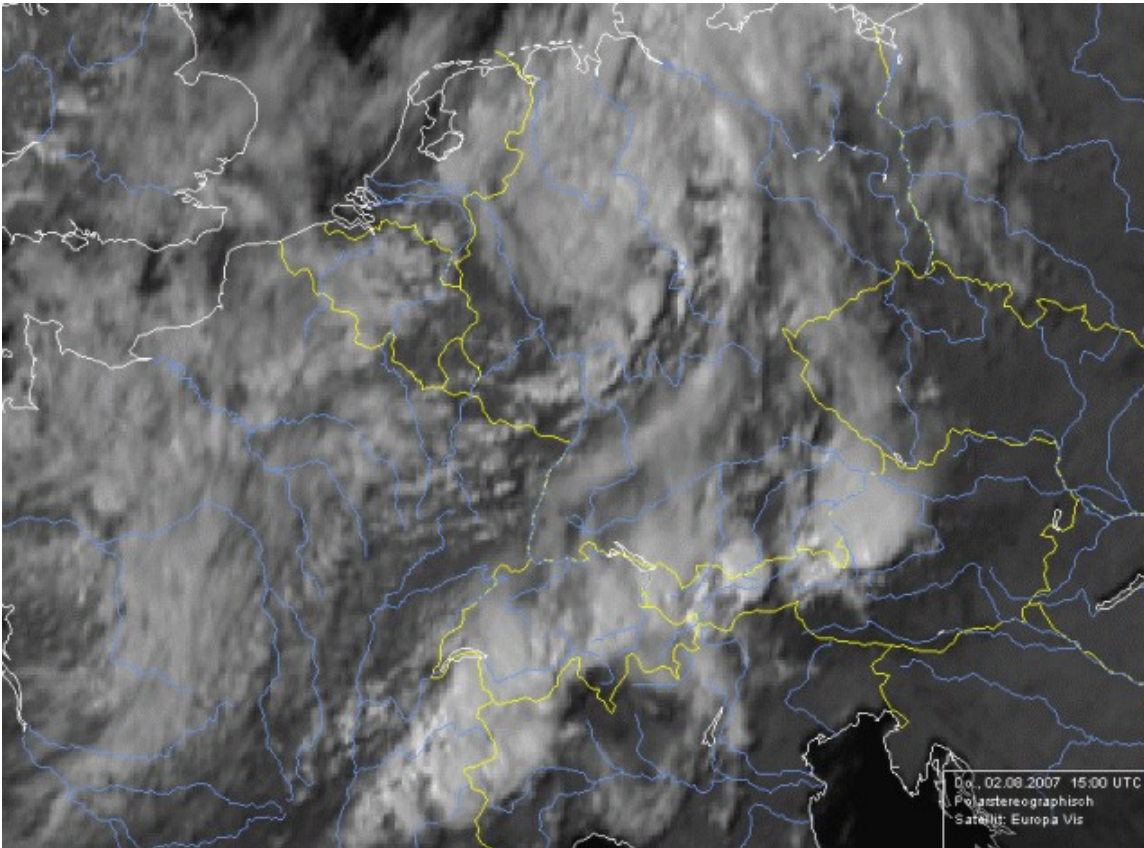
Etwa um diese Mittagszeit sah man im oberen IR-Satellitenbild die ersten deutlicheren Strukturen der alpinen Gewitterzellenentwicklung, einmal im Turiner Bogen (hier nicht näher verfolgt) und dann im Bereich Österreich/Bayern. Letztere Entwicklung wurde dann bis 15 UTC zum beherrschenden Gebilde aus der Satellitenperspektive :

IR-Satellitenbild 02.08.02 15 UTC :



Der auffällige Cluster, inzwischen weiter ostwärts gezogen, verkörperte die intensive alpine Entwicklung. Dabei wurde das nordöstliche Auswehen mit scharfen südlichen Kanten zum charakteristischen Merkmal des Clusters. Aus Satellitensicht mußte man bereits hier auf einen teilweisen Superzellencharakter schließen. In stärkerer Auflösung sah die Situation im Vis-Satellitenbild gleichzeitig folgendermaßen aus :

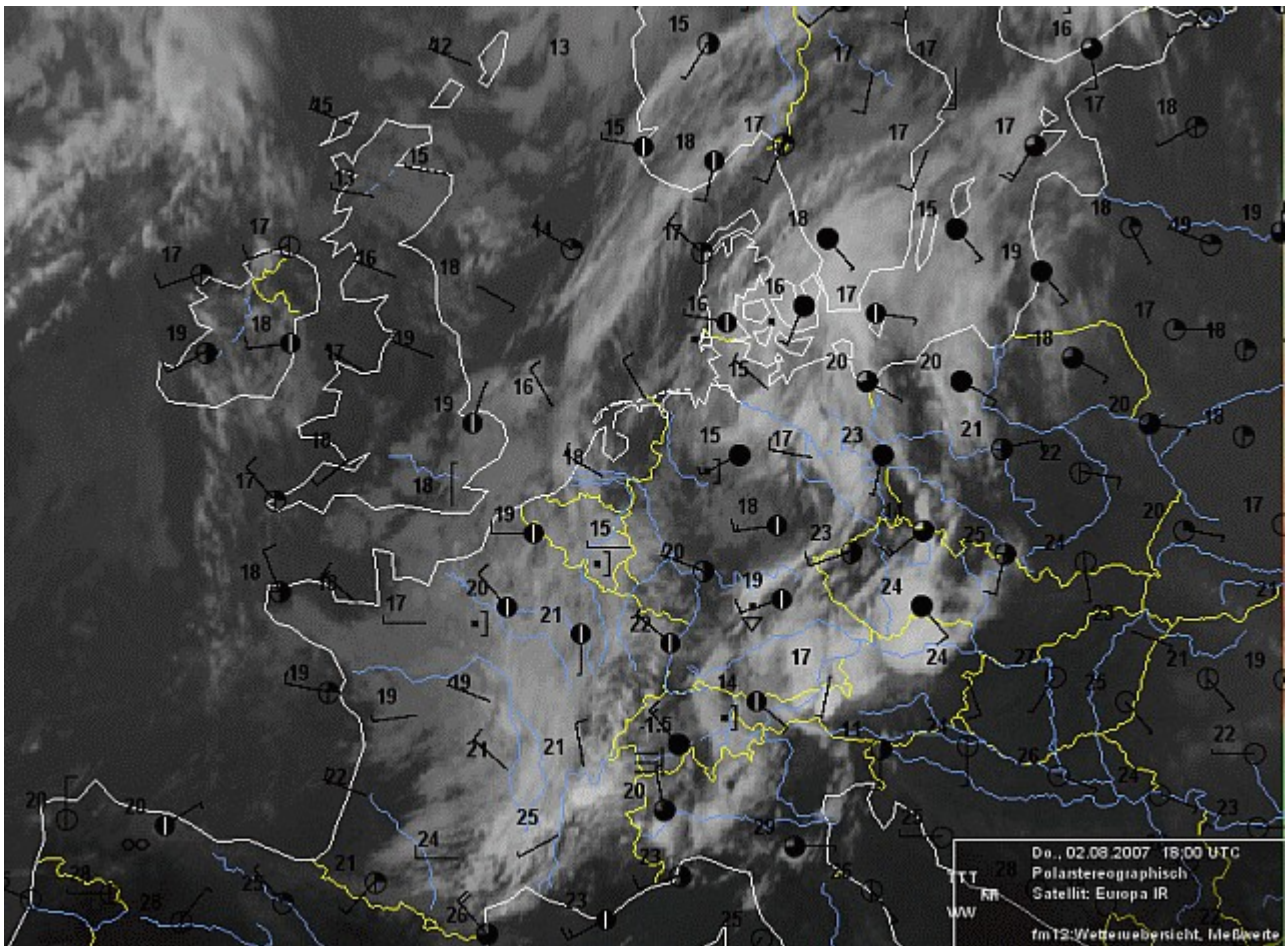
Vis-Satellitenbild 02.08.07 15 UTC :



Was das Vis-Bild besonders klar zeigte, waren die Overshooting-Tops am Südwestrand des Clusters, erneut deutliche Kennzeichen für Superzellen-Aktivität.

Um 18 UTC war die mächtige Gewitterzellenentwicklung am Ostende der Alpen angelangt, während sich westlich davon neue Zellen im Alpenraum gebildet hatten :

IR-Satellitenbild 02.08.02 18 UTC :

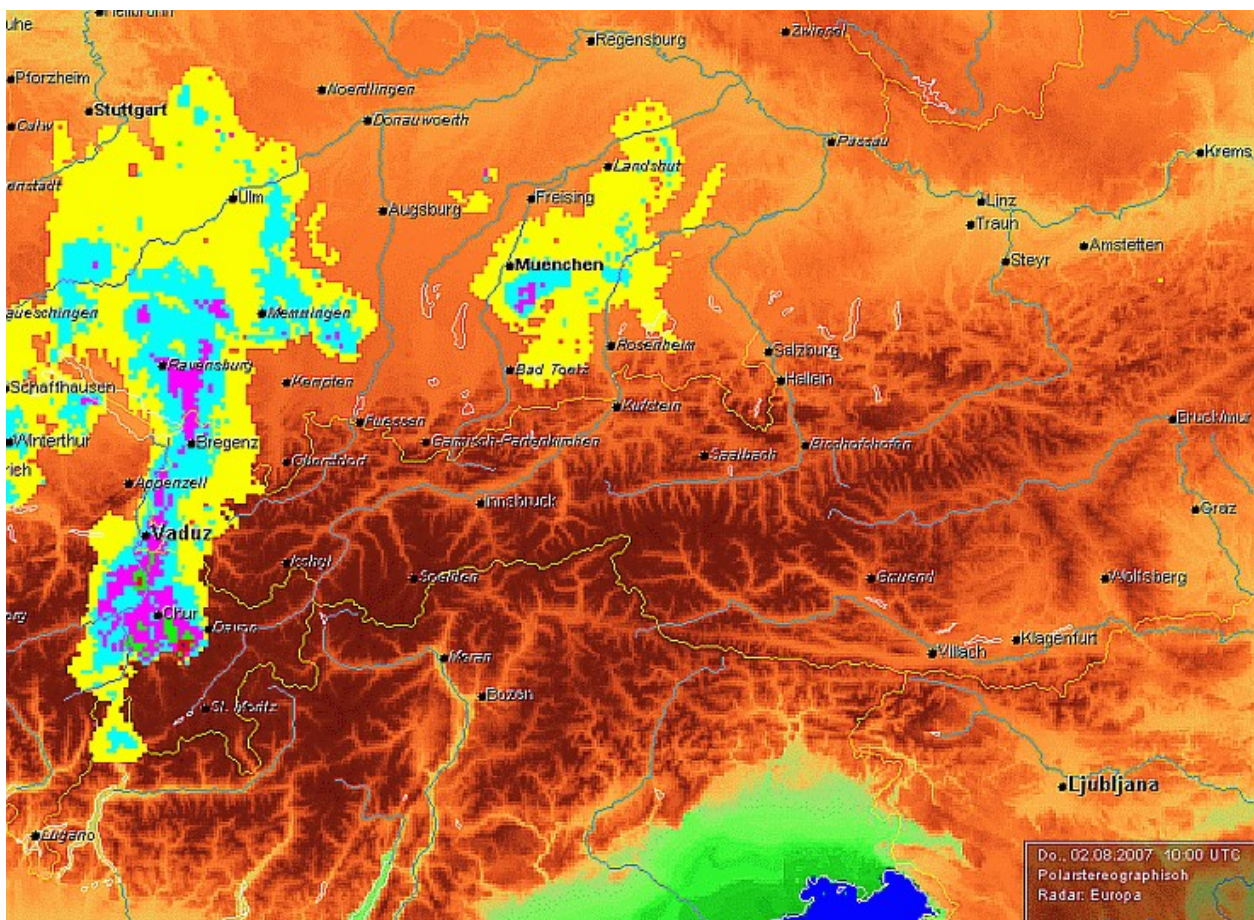


Noch wirkte die Hauptzelle recht kräftig, die nachfolgende Radar-Übersicht zeigt aber, dass ab diesem Zeitpunkt der Zusammenbruch des Systems erfolgte.

## RADARENWICKLUNG UND IHRE STRUKTUREN IM KOMPOSITBILD :

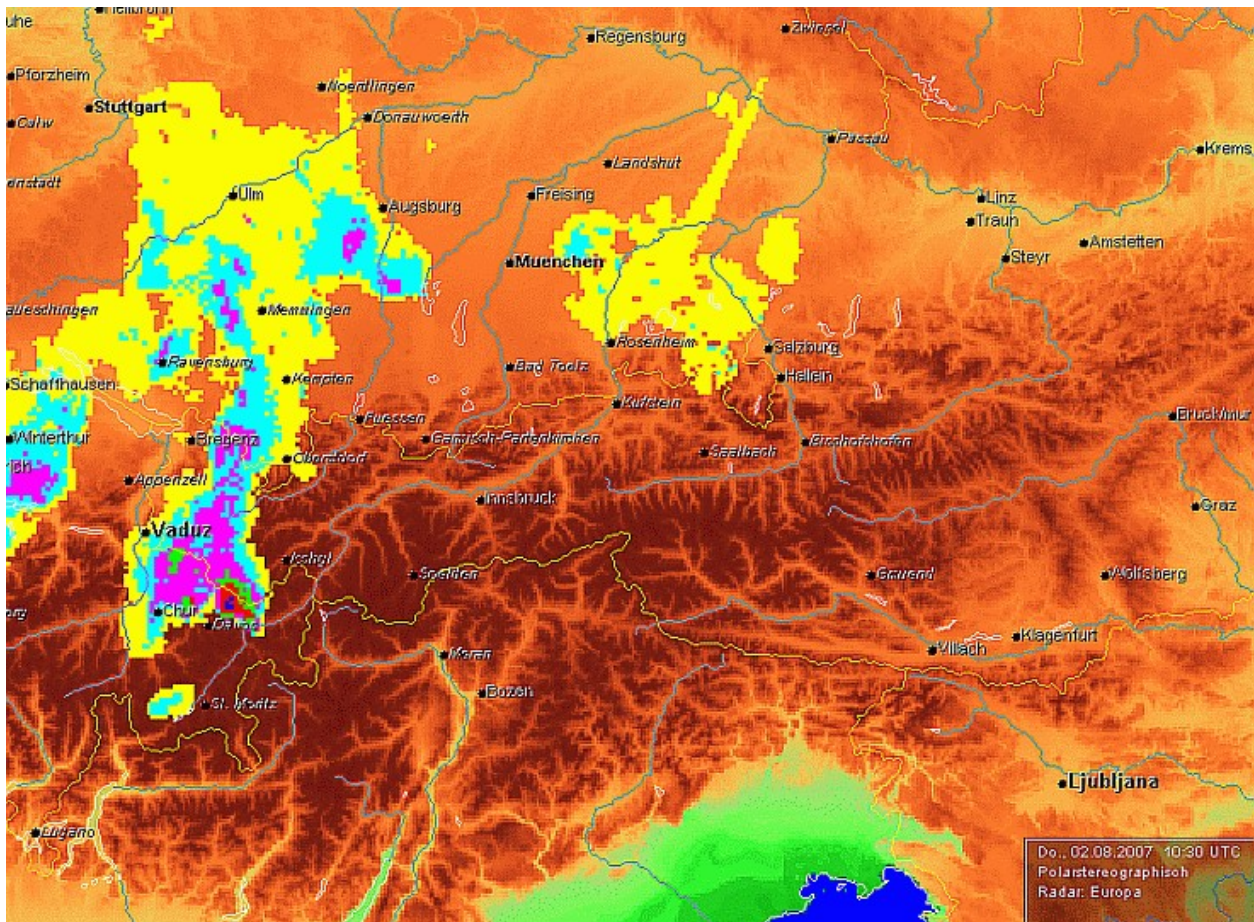
Die besten Einblicke in die inneren Strukturen der brisanten Gewitterzellenentwicklung boten die Radarbilder. Hier zeigten sich nicht nur die einzelnen Entwicklungsphasen, sondern auch die erreichten Echo- und Niederschlagsintensitäten. Eine Verfolgung der Gewitterstrukturen in einem so großen und zudem orographisch komplizierten Gebiet war nur mit Hilfe moderner Komposit-Techniken möglich. In die nachfolgend gezeigten Radarkompositkarten gingen daher Radar-Informationen aller alpinen und deutschen Radarstationen ein. Trotz der teilweise herrschenden Abschirmungseffekte (Berge, Niederschlagsgebiete) ergab sich ein erstaunlich klares Bild der Situation. Die Entwicklung soll hier chronologisch nachvollzogen werden von den Anfängen bis zum Ende in einem einzigen, dazu angepassten Komposit-Ausschnitt. Gewählt wurde von Radarbild zu Radarbild ein Zeitintervall von einer halben Stunde (eine Viertelstunde wäre theoretisch möglich gewesen).

Die ersten Strukturen der neuen konvektiven Zelle waren um 10 UTC sichtbar :



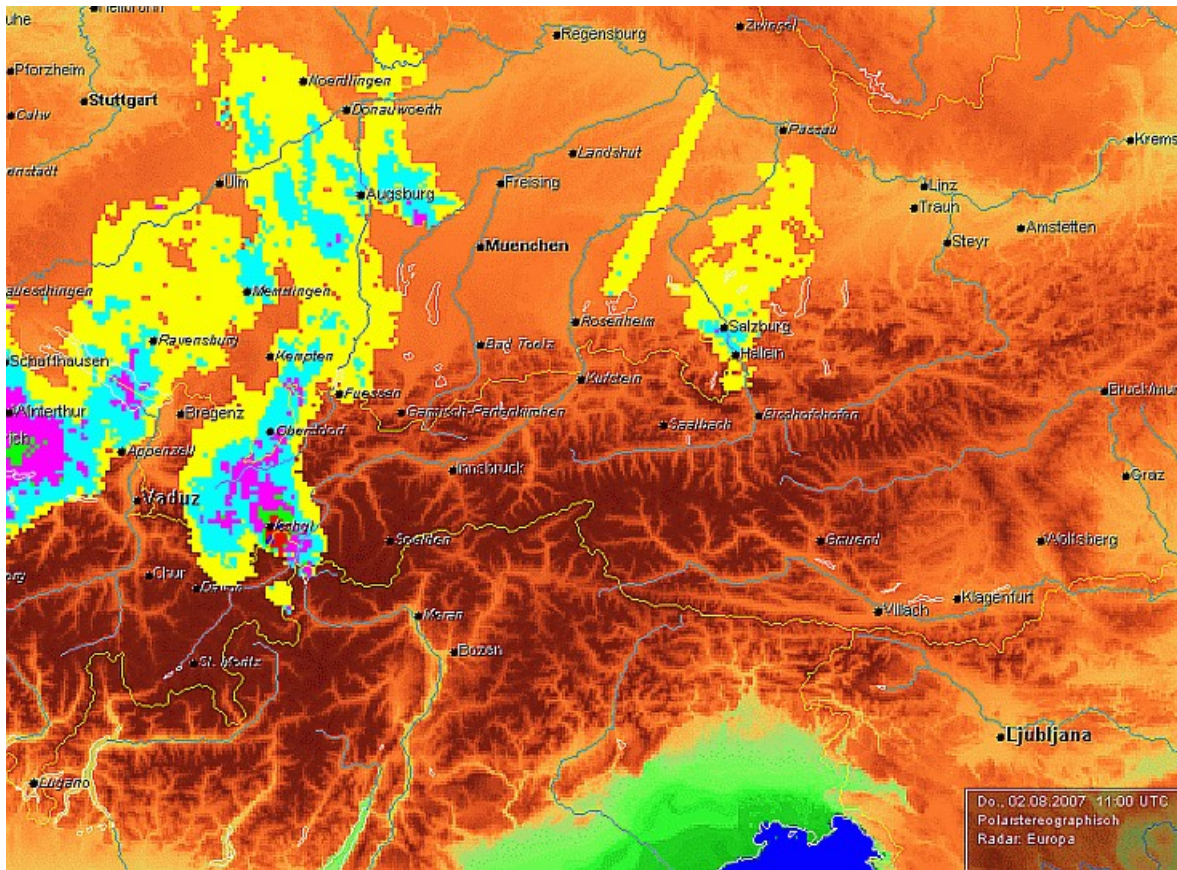
In einem bogenförmigen Echoband hatte sich am Südostrand um 10 UTC eine schon kräftigere konvektive Zelle gebildet (rot mit blauem Kern, d.h. bis über 55 dBZ). Diese befand sich südwestlich von Davos bei den Graubündener Alpen (Albula-Tal). Die Entstehung war also im Zentralalpenbereich. Eine halbe Stunde später hatte sich die Zelle mit dem damit verbunden Echoband nordostwärts verlagert und befand sich nun nordöstlich von Davos bei Klosters im Prättigau :

Radarkomposit 02.08.07 10.30 UTC :

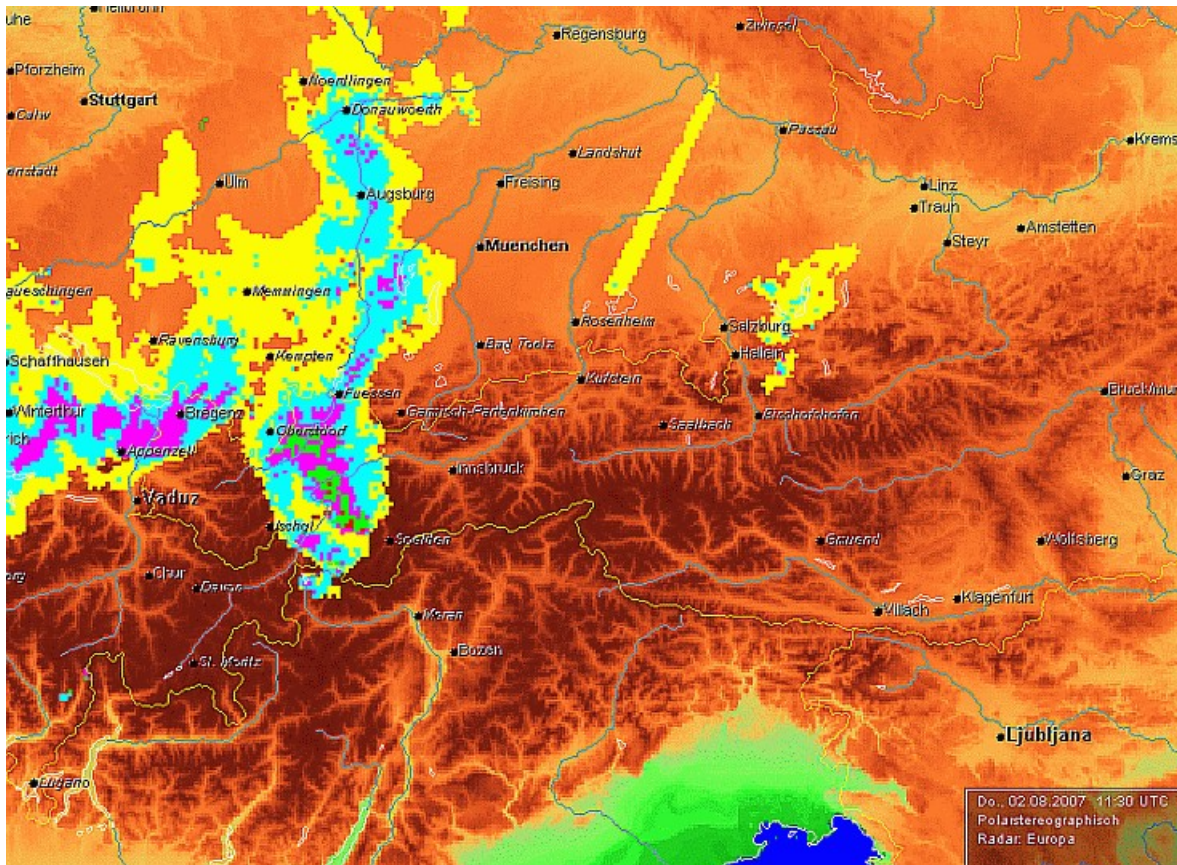


Die Ausstülpung des Echogebietes und die weitere Intensivierung zeigten, dass es sich nicht um eine kurzlebige Angelegenheit handeln würde. Nachfolgend verlagerte sich die neue Zelle bis 11.00 UTC nach Ischgl nahe der Silvretta, unter Beibehaltung der nordöstlichen Verlagerungsrichtung. Ganz offensichtlich nahm dabei die Zelle alle Hürden der Berge :

Radarkomposit 02.08.07 11.00 UTC :

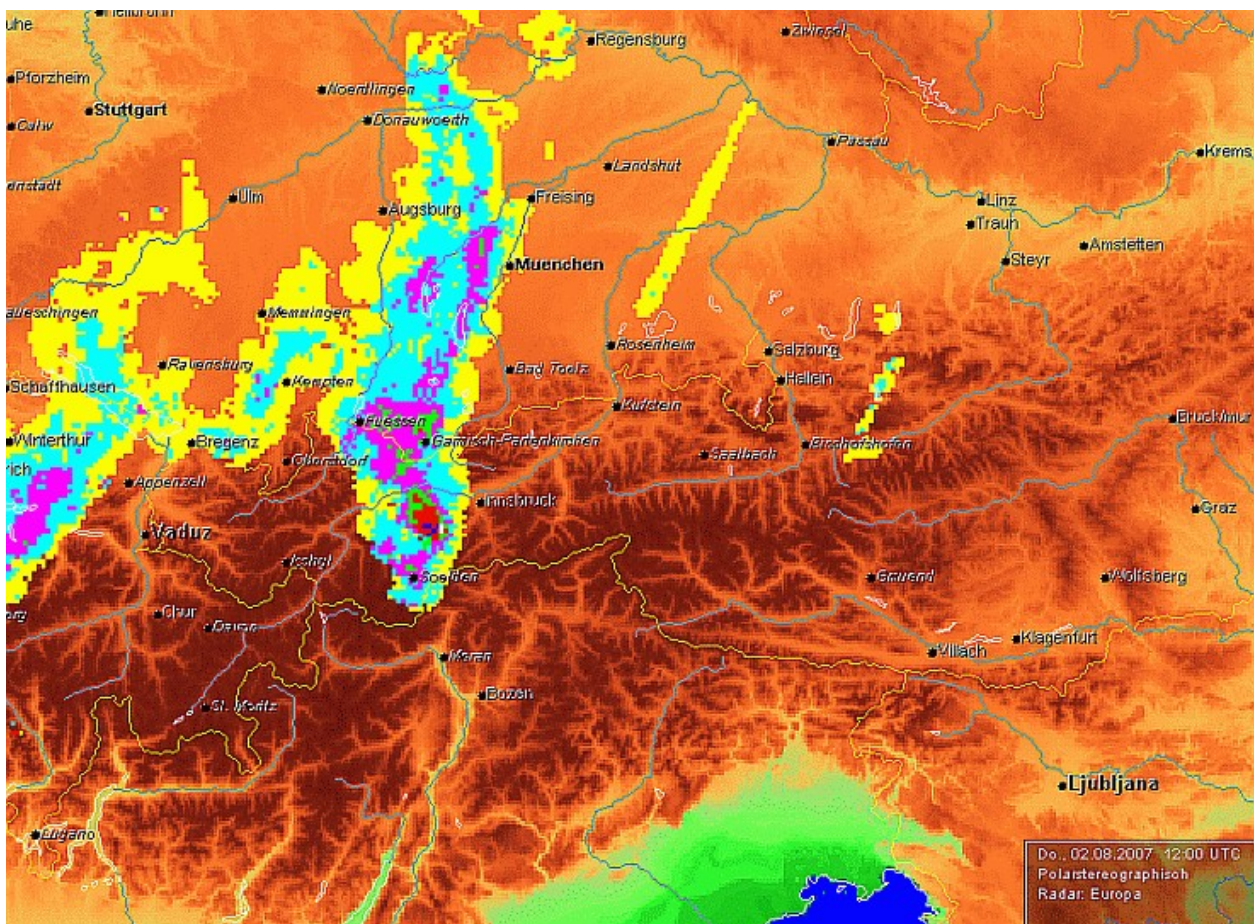


Um 11.30 UTC sah es dann so aus, als ob sich das System bereits abschwächen würde :



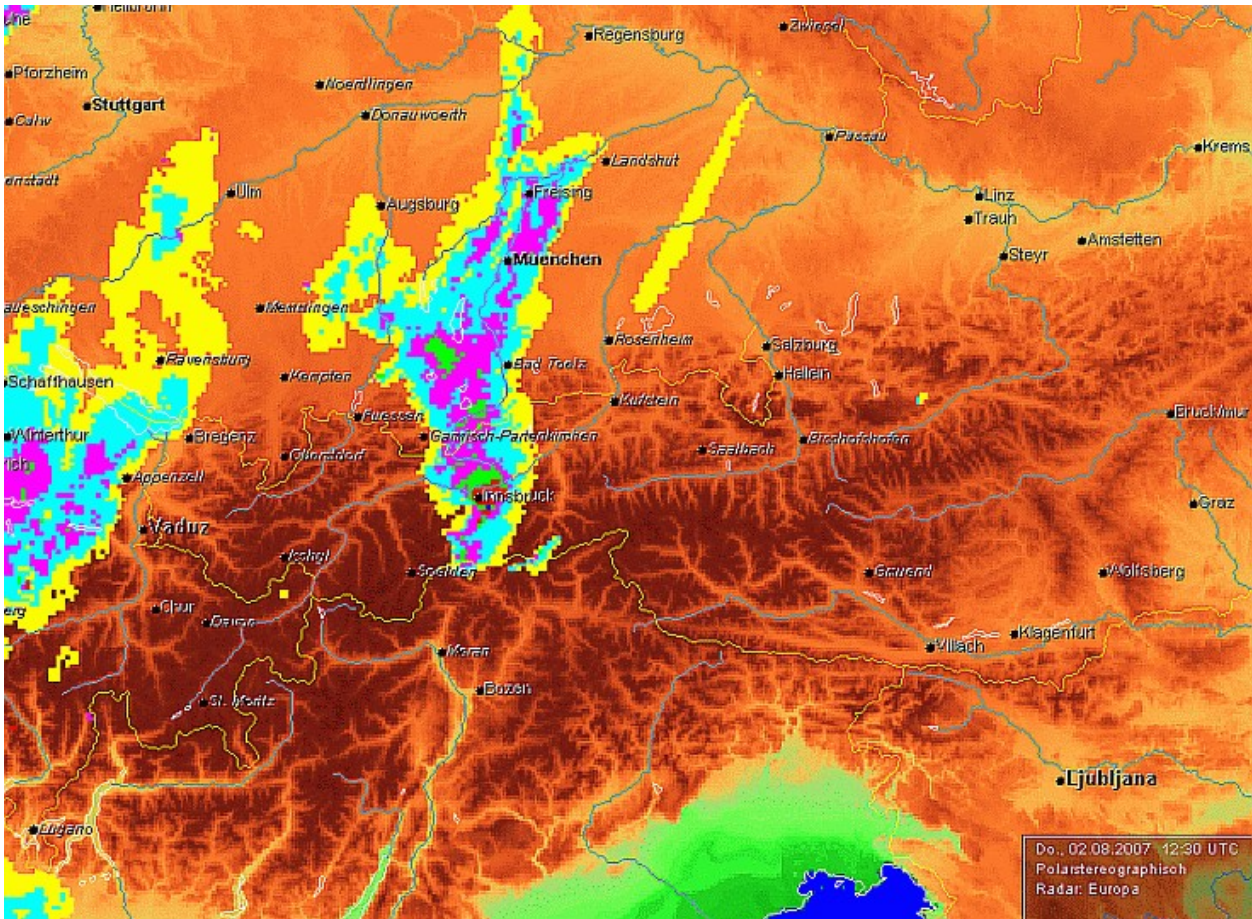
Zwar war die Zelle jetzt im Bereich Paznaun-Verwallgruppe westlich der Ötztaler Alpen noch erkennbar (rot), aber die Struktur wirkte im Südteil des weiterhin bestehenden Echobandes nicht mehr so markant. Doch dies erwies sich nur als vorübergehender Effekt (möglicherweise machten sich auch Abschirmungseffekte bemerkbar, so dass die wahre Intensität vorübergehend verborgen war). Schon um 12 UTC, eine halbe Stunde später, waren die kräftige Echo-Strukturen im Radarbild wieder vorhanden :

Radarkomposit 02.08.07 12.00 UTC :



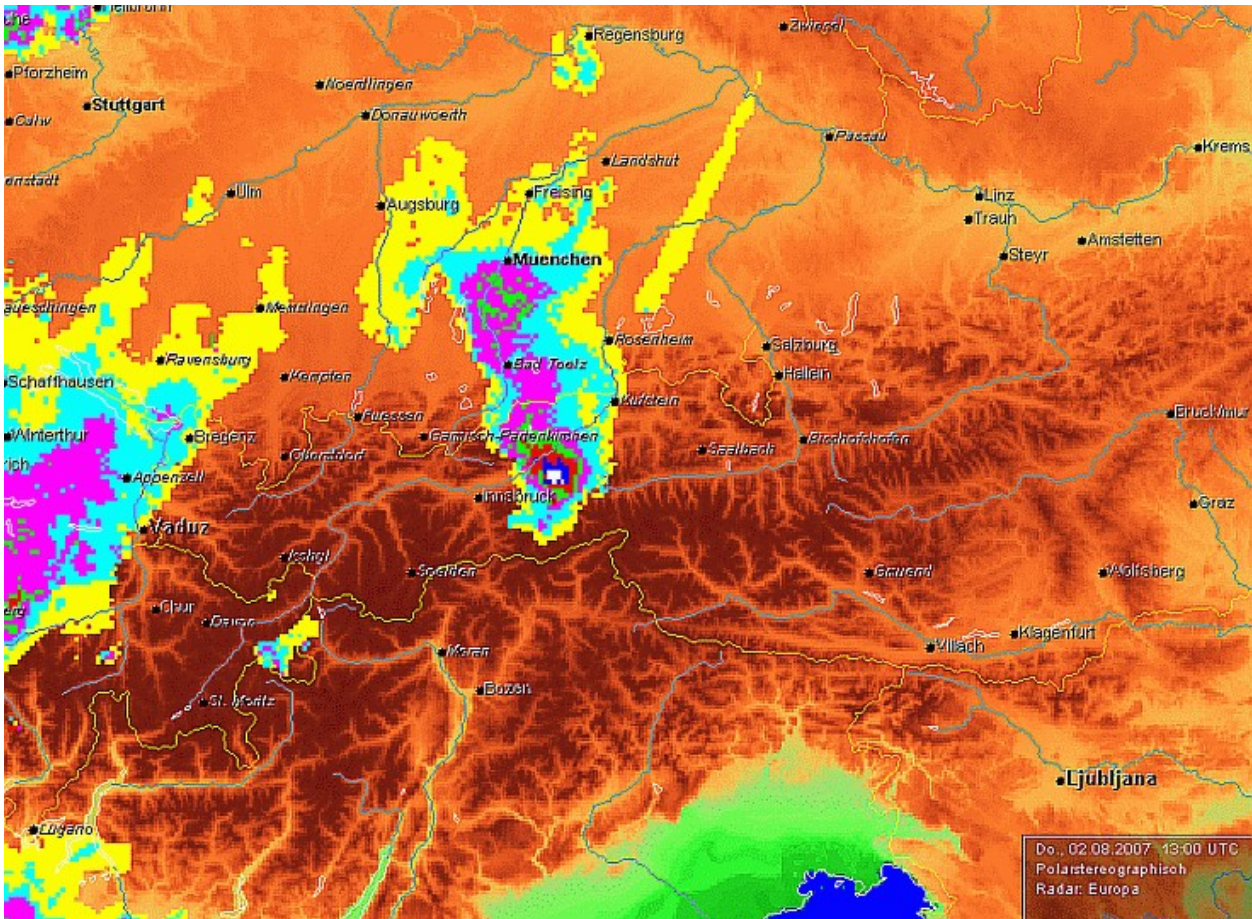
Bei ENE-Verlagerung hatte die Zelle nun den Nordabhang der Stubai Alpen südwestlich von Innsbruck erreicht. Die konvektive Zelle hatte erneut einen blauen Kern. Aufgrund der Verlagerung war, klar, dass die Zelle nun Innsbruck anstauern würde. Dies war dann genau um 12.30 UTC der Fall :

Radarkomposit 02.08.07 12.30 UTC :



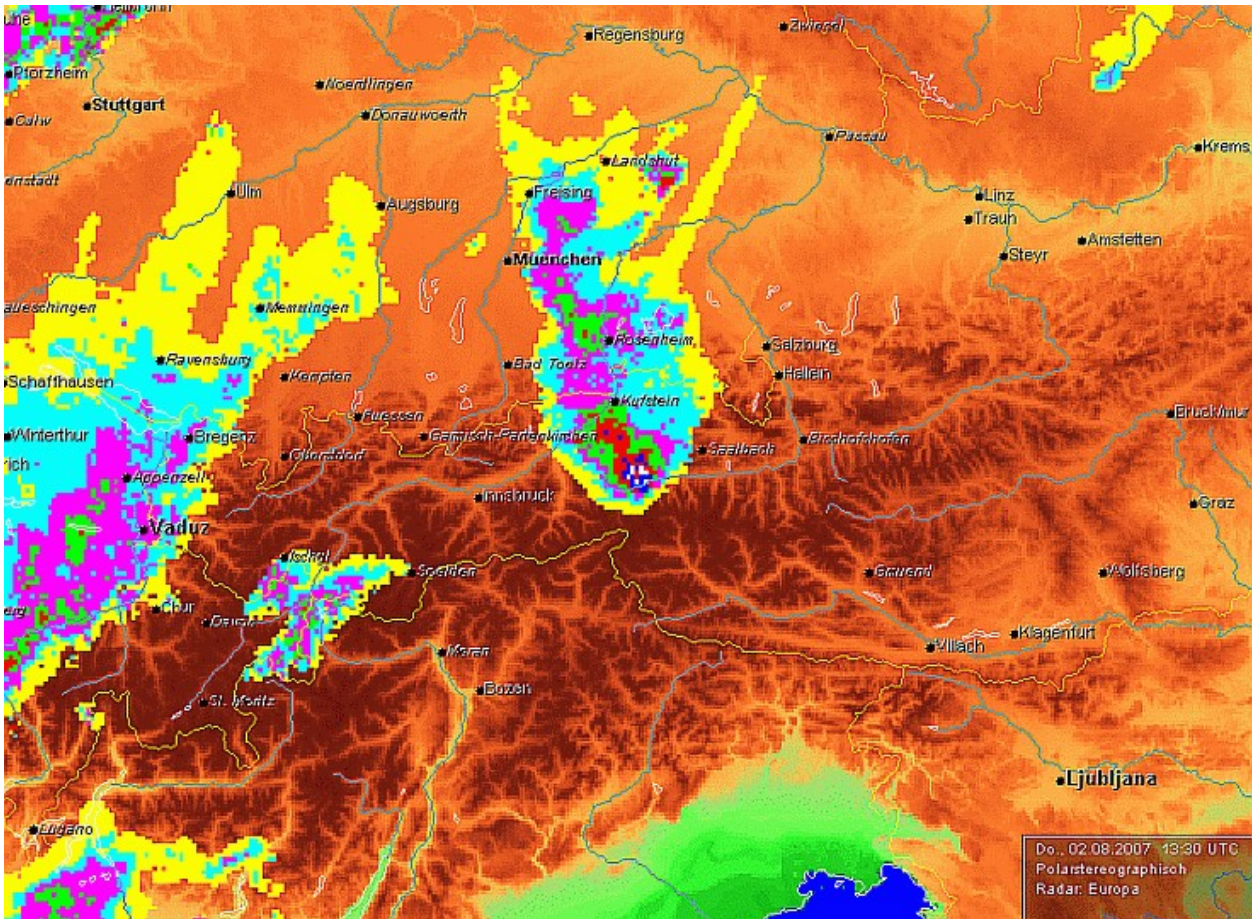
In Innsbruck gab es dabei nicht nur heftige Niederschläge (22 mm), sondern auch sehr starke Böen (45 Knoten). Die Zelle hatte in Innsbruck das Inntal erreicht, nachdem sie vorher mehr oder weniger nur über die Berge hinweg gezogen war. Welche Rolle im Einzelnen die Berg- und Tal-Strukturen bei der Entwicklung und Verlagerung spielten, ist nicht ganz klar. Sicher kann man aber von mitentscheidenden lokalen orographischen Gegebenheiten ausgehen. Im Vergleich mit der Höhenströmung war eine leichte Rechtsablenkung der Zelle erkennbar. Im folgenden bewegte sich die Zelle aber nicht, wie man vielleicht meinen könnte, das Inntal abwärts, sondern wanderte rechts haltend auf die Kitzbüheler Alpen zu und erreichte um 13.00 UTC das untere Zillertal nordöstlich der Zillertaler Alpen :

Radarkomposit 02.08.07 13.00 UTC :



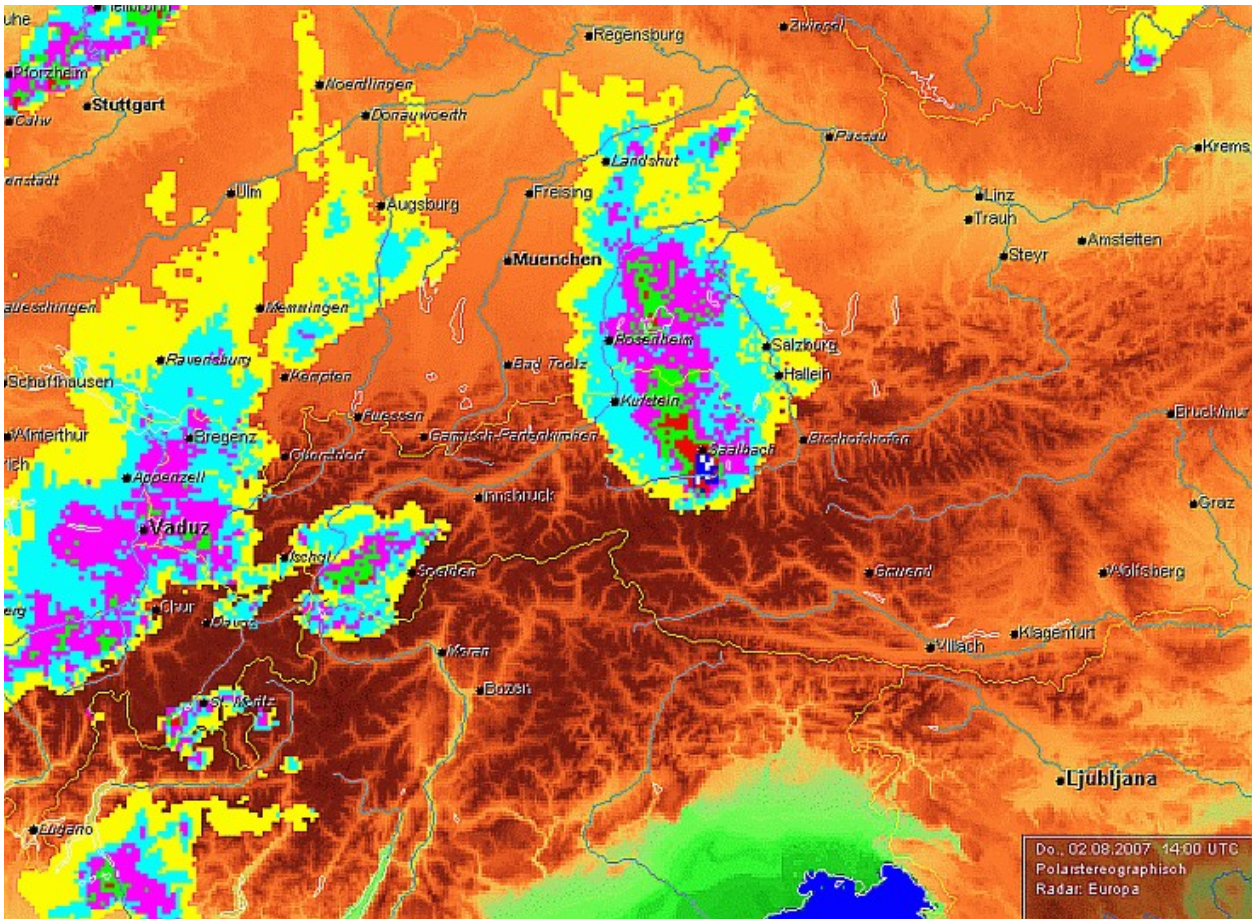
Struktur und Farbgebung im Radarbild machten klar, dass nun eine neue Entwicklungsqualität der Zelle erreicht war : Die Zelle war im Inneren blau/weiß (höchste Intensität) , das Echofeld besaß zudem eine V-Form. Ohne Zweifel war nun auch ein Superzellen-Stadium erreicht. Bis 13.30 UTC sprang die Zelle östlich weiter zum oberen Salzbachtal hinüber, südlich der Kitzbüheler Alpen :

Radarkomposit 02.08.07 13.30 UTC :



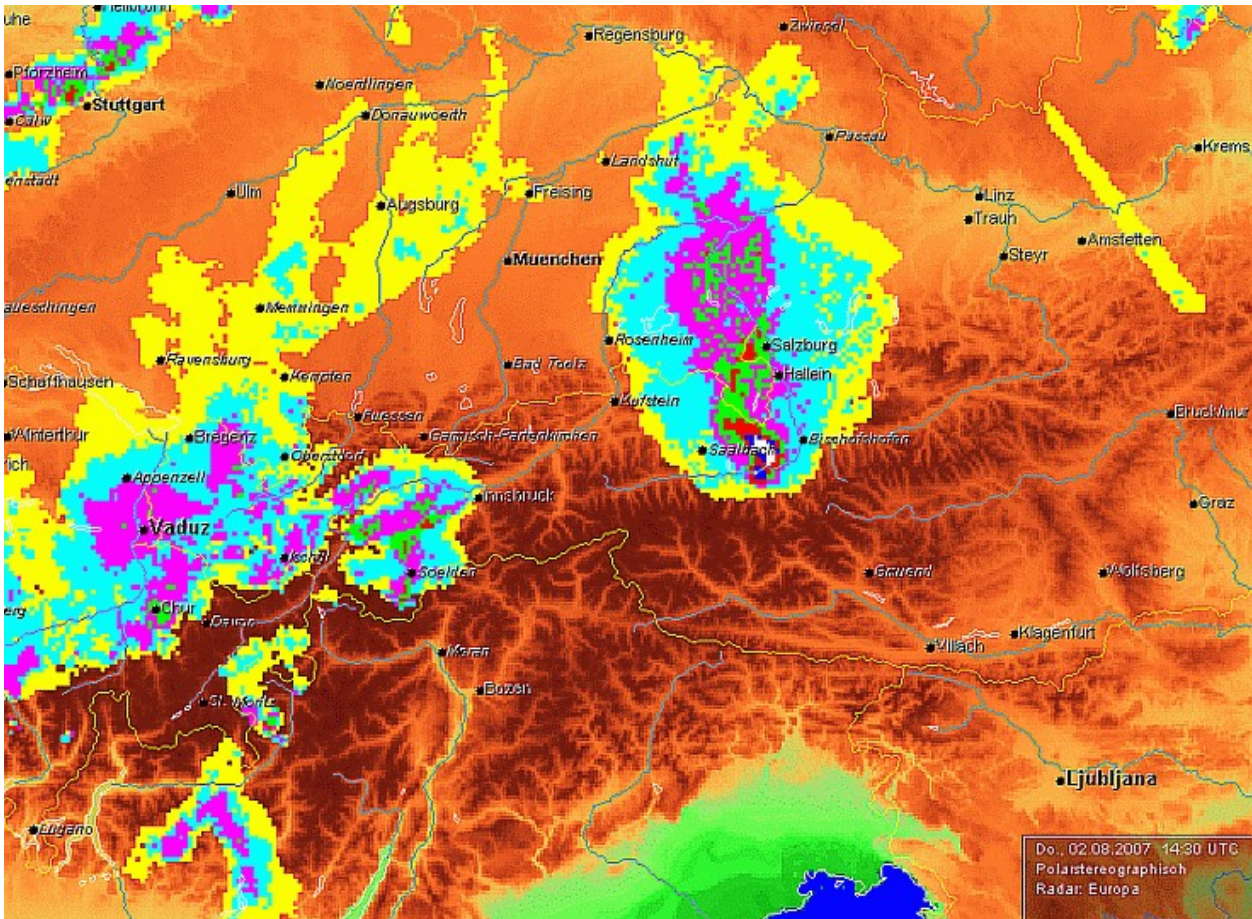
Die anhaltend sehr hohe Intensität und die markante Echostruktur des Gewittergebildes ließen erwarten, dass auf dem weiteren Wege entlang dem Salzachtal weitere, möglicherweise noch heftigere Unwetter ausgelöst würden, was ja dann durch die Meldungen (s. Anmerkung einleitend) auch bestätigt wurde. Um 14.00 UTC war das konvektive System im Salzachtal abwärts südlich von Saalbach angelangt :

Radarkomposit 02.08.07 14.00 UTC :



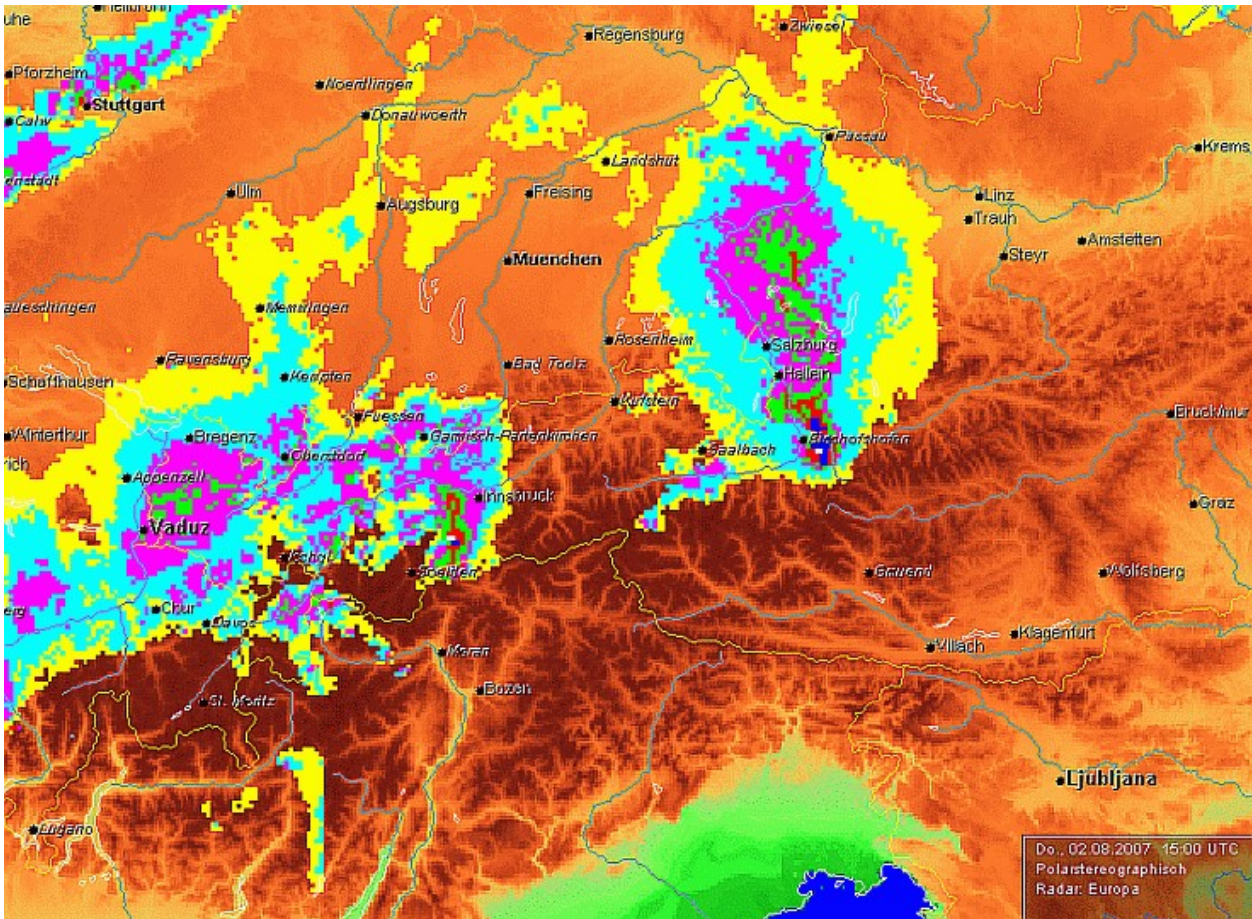
Die Bewegung war um diese Zeit besonders schnell. Die Auswertung zeigt, dass die Verlagerungsgeschwindigkeit nun bei rund 57 km/h, gleich 31 Knoten lag. Dies entsprach in etwa den Winden in 700 hPa (s.oben). Möglicherweise wäre die Zelle in den Niederungen (höhere Winde ab 500 hPa) noch schneller gezogen. Um 14.30 UTC erreichte die unverändert kräftige Zelle dann das mittlere Salzachtal südlich vom Hochkönig :

Radarkomposit 02.08.07 14.30 UTC :



Man beachte hier noch einmal besonders die V-Form der Zelle. Um 15.00 UTC hatte die extreme Zelle schließlich den Salzachknick ostwärts überschritten und näherte sich bei Bischofshofen dem Beginn des weiter östlich gelegenen West-Ost-gerichteten Ennstales :

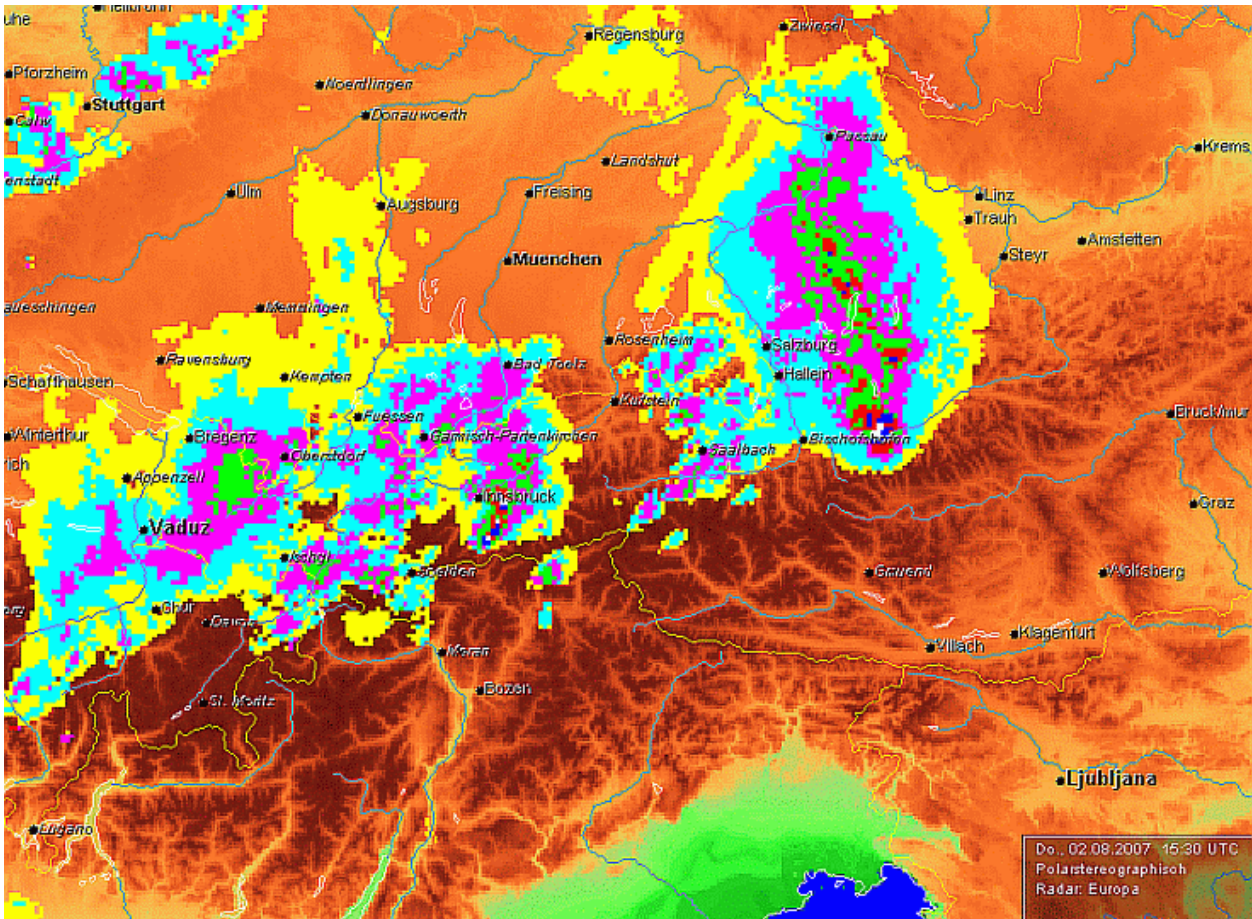
Radarkomposit 02.08.07 15.00 UTC :



Noch hatte die konvektive Gewalt der Zelle nichts an Stärke verloren. Das oben gezeigte Vis-Satellitenbild war zeitgleich mit dem voranstehenden Radarbild entstanden. Ohne Zweifel stammten die im Satellitenbild sichtbaren Overshootings von dem Kern des Gewittergebildes. Die Silhouetten von Radar- und Satellitenbild entsprachen sich im übrigen weitgehend.

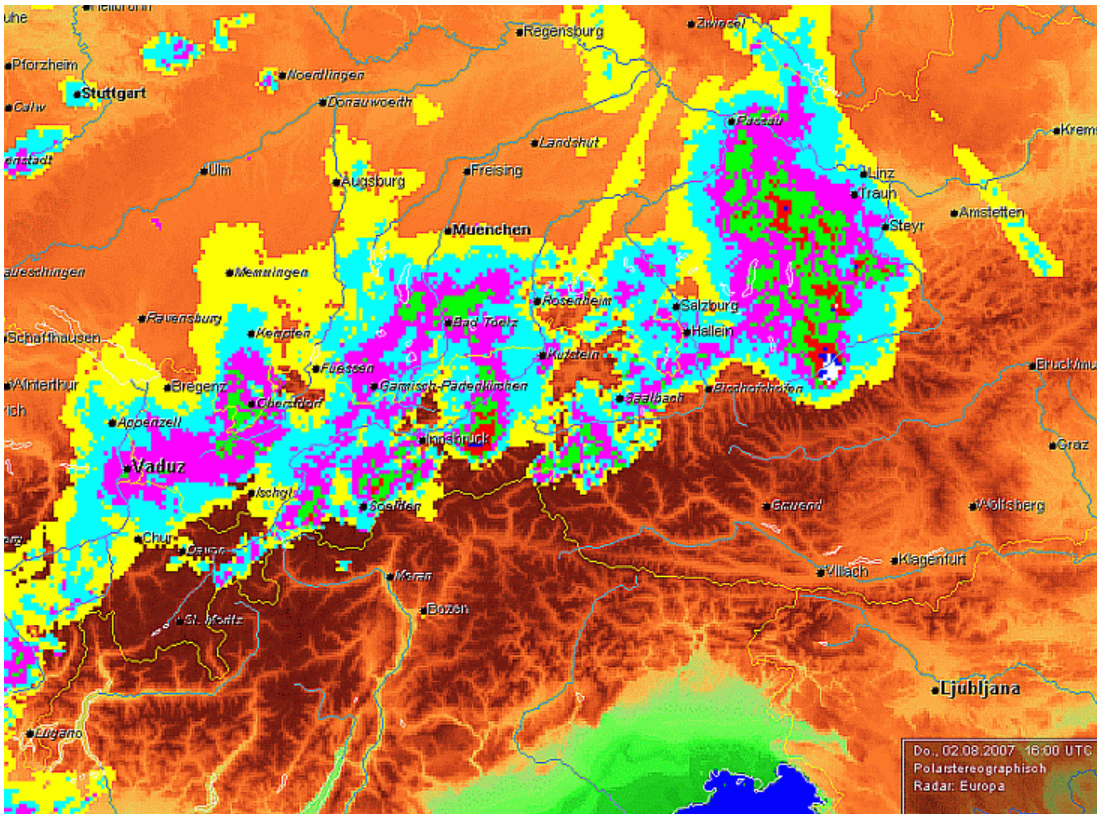
Um 15.30 UTC lag die Superzelle im Ennstal knapp südlich vom Dachsteingebirge :

Radarkomposit 02.08.07 15.30 UTC :



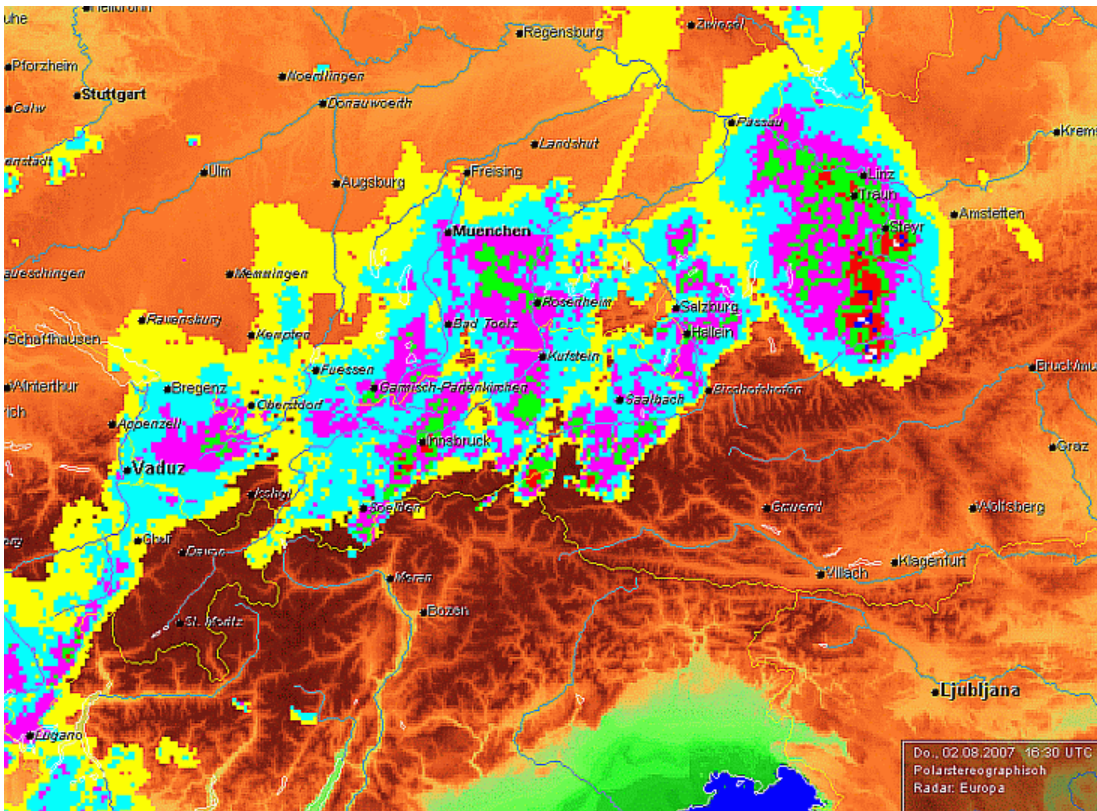
Um 16.00 UTC begann die Zelle bei vorher weitgehend glatter östlicher Verlagerungsrichtung und gleichbleibender Intensität scheinbar das Ennstal rechts zu queren:

Radarkomposit 02.08.07 16.00 UTC :



Doch offensichtlich beeinflusste nun der Talverlauf die Zellbewegung deutlicher, denn die Zelle machte bei ihrer Weiterwanderung den Nordostschwenk des Ennstales mit :

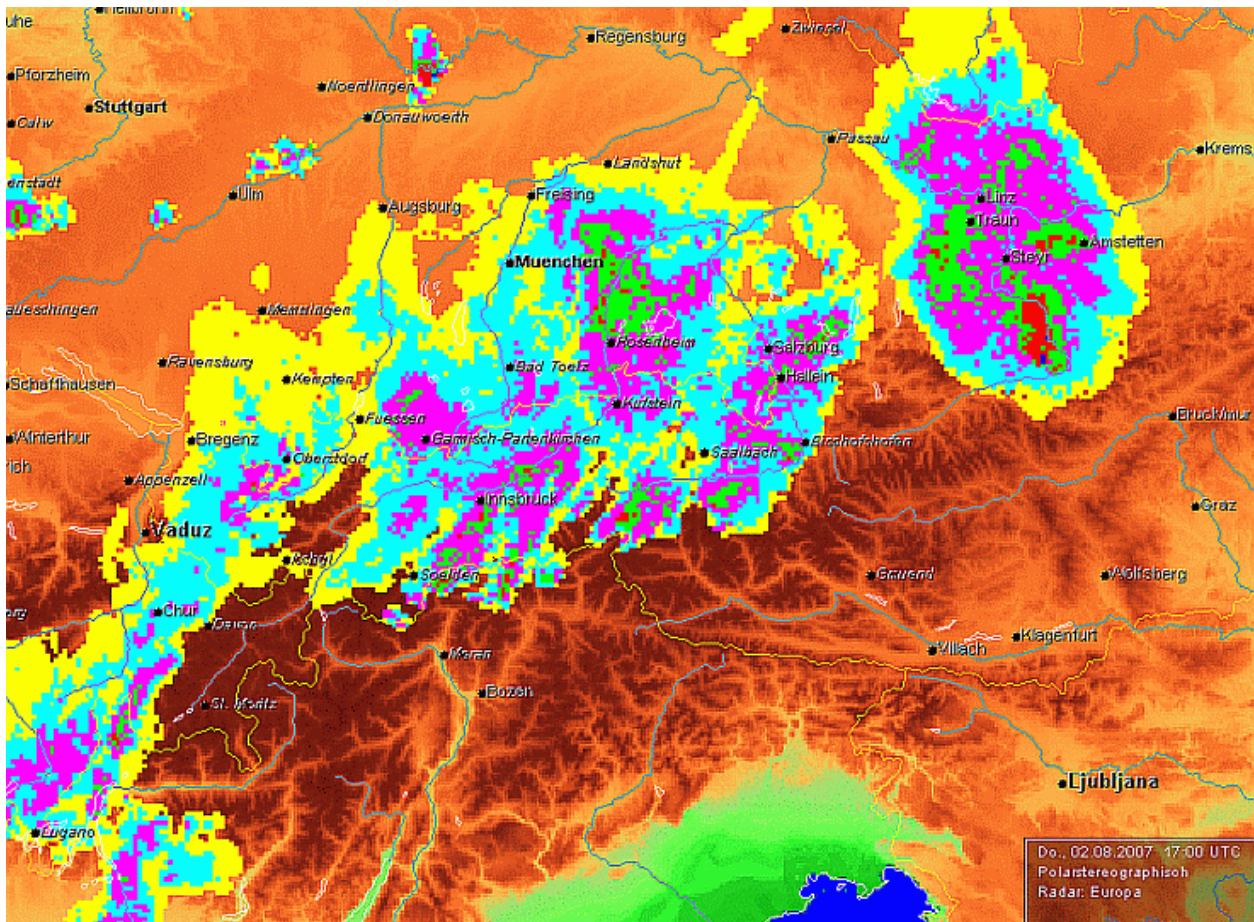
Radarkomposit 02.08.07 16.30 UTC :



Gleichzeitig wurden jetzt aber erste Anzeichen einer inneren Abschwächung des Systems sichtbar : Der Kern der Zelle erschien nicht mehr so kompakt und dehnte sich nordwärts aus, auch wenn die Echowerte selbst immer noch sehr hoch waren. 3 Stunden lang hatte die sehr kompakte Phase der Zelle seit der Passage von Innsbruck angehalten.

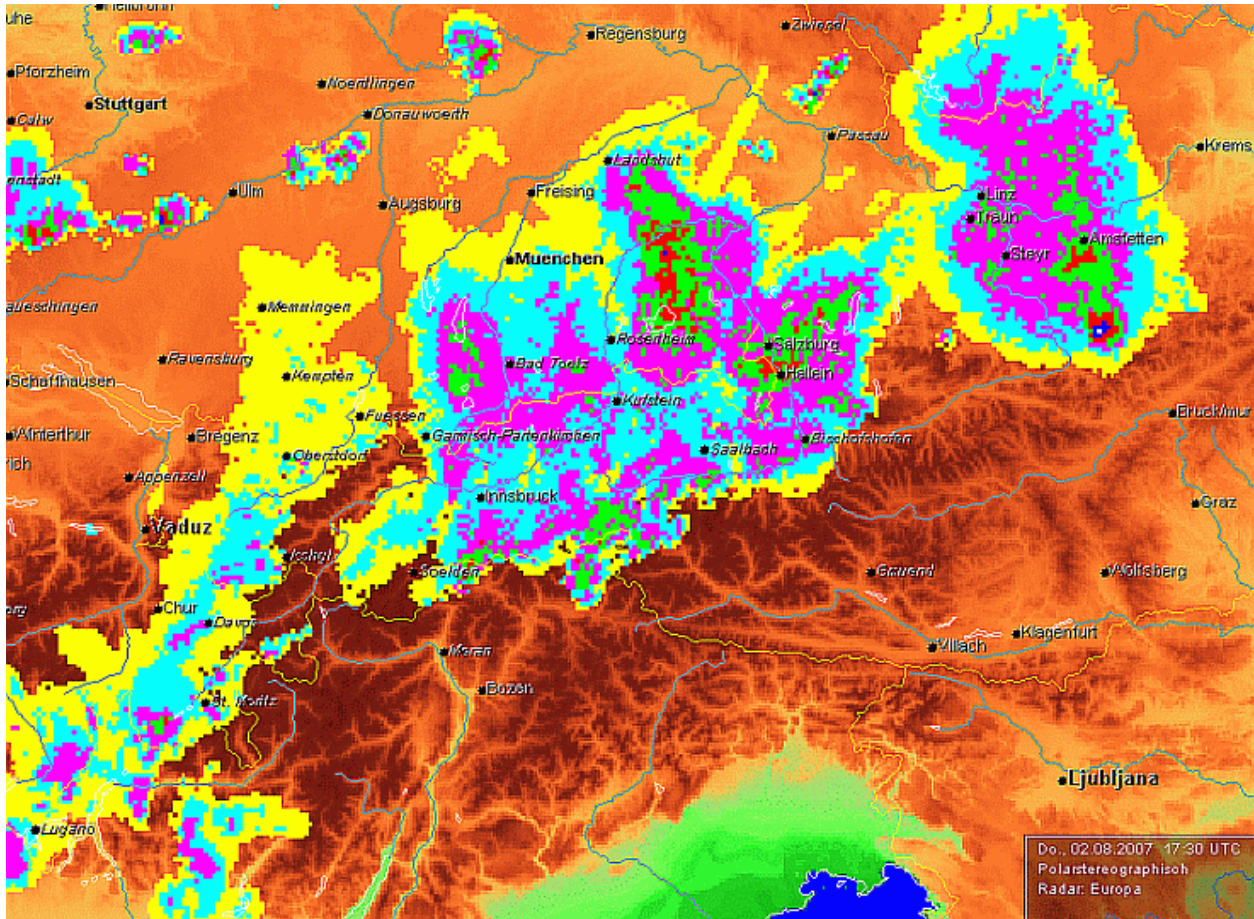
Um 17.00 UTC erreichte die Zelle unter weiterer leichter Abschwächung das obere Ennstal am Großen Buchstein :

Radarkomposit 02.08.07 17.00 UTC :



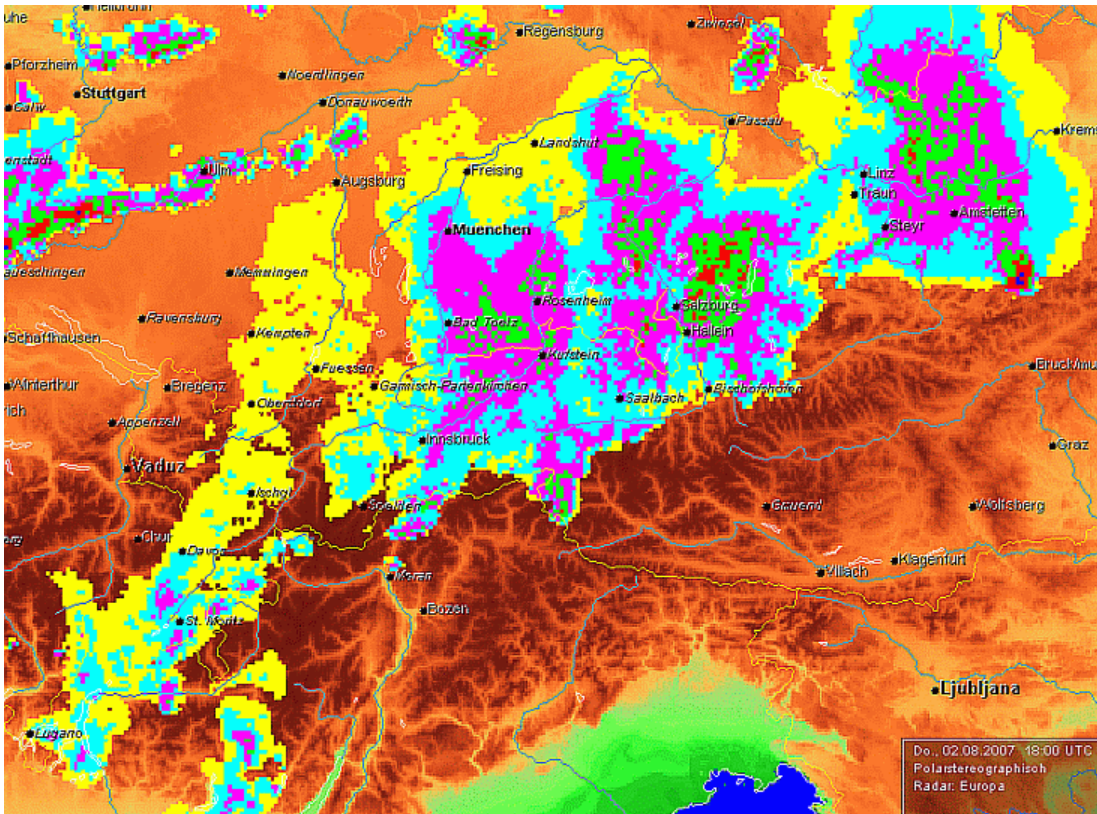
Als die Zelle um 17.30 UTC ostnordostwärts ziehend sich dem Gebiet von Mariazell näherte, schien die ungewöhnliche Zelle noch einmal eine Kräftigung zu erfahren :

Radarkomposit 02.08.07 17.30 UTC :



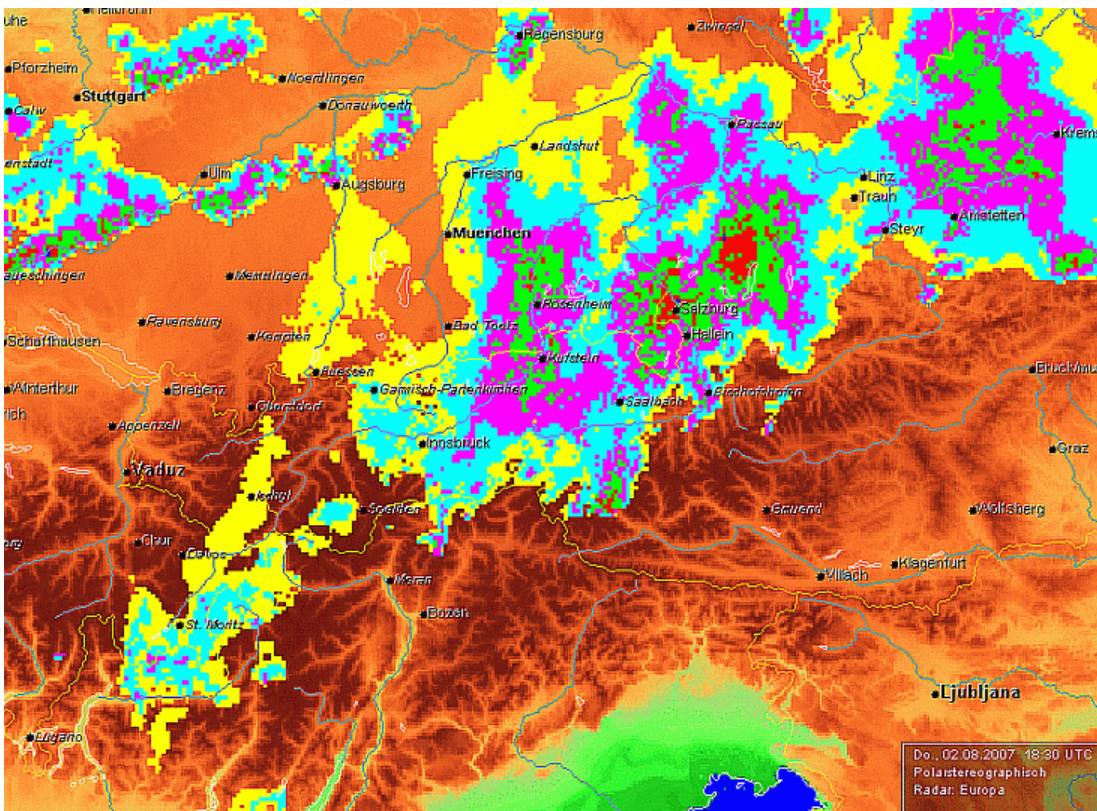
Das Gleiche galt für 1800 UTC, als die Zelle westlich von Rax und Schneeberg auftauchte:

Radarkomposit 02.08.07 18.00 UTC :



Doch im 18.30 UTC, direkt im Bereich von Rax und Schneeberg, begann der Zusammenbruch der intensiven Zellstruktur :

Radarkomposit 02.08.07 18.30 UTC :



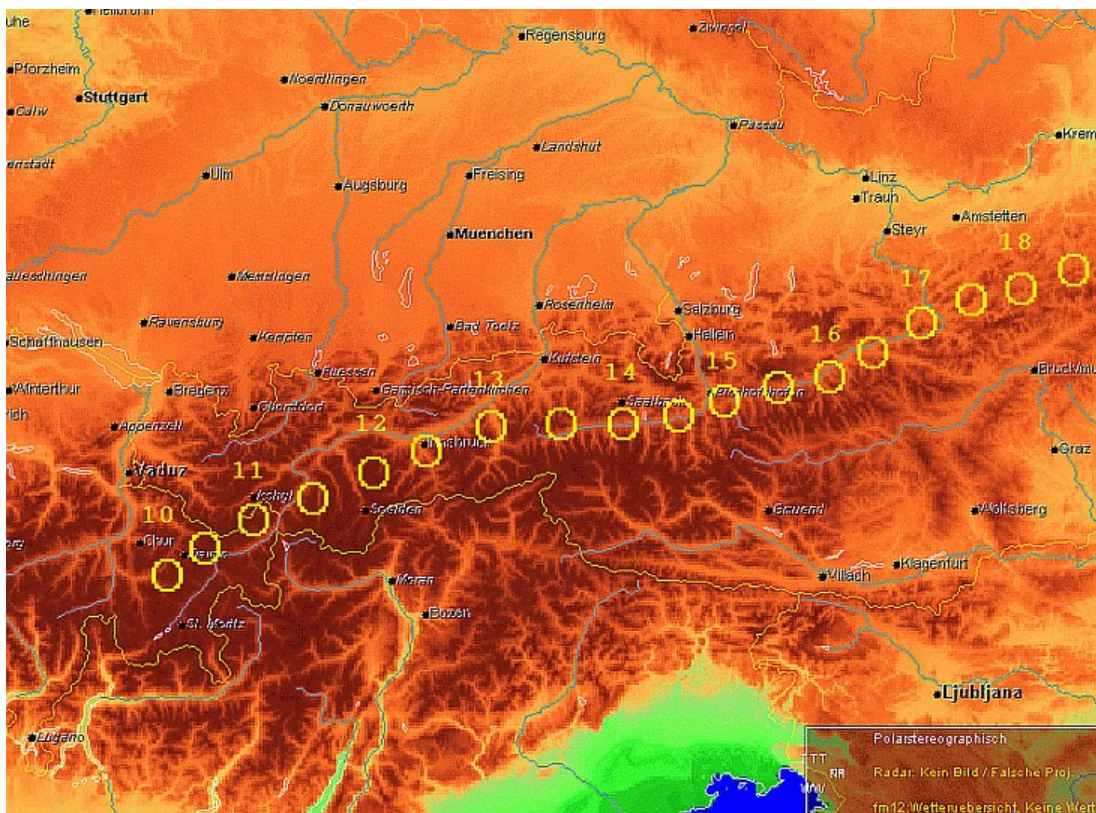
Eine halbe Stunde später (hier nicht gezeigt) war der Kern ganz verschwunden. Dies war in der Weise bemerkenswert, weil (abgesehen von der Tageszeit) jetzt eigentlich bessere (d.h. tiefer gelegene) Entwicklungsbedingungen herrschten sollten.

Betrachtet man den Verlauf und die Entwicklung der ungewöhnlichen Gewitterzellenentwicklung zusammenfassend, so läßt sich folgendes aussagen :

1. Die Zelle bzw. Zellstruktur hatte eine sehr lange Lebensdauer von knapp 9 Stunden (vor 10.00 UTC bis nach 18.30 UTC).
2. Die Zelle nahm einen ungewöhnlichen Weg mit durch die Alpen, jeweils knapp nördlich vom Alpenhauptkamm und hatte eine lange Hoch-Intensivphase von rund 6 Stunden.
3. Die zurückgelegte Gesamtstrecke betrug rund 420 km, was bei 8 Stunden einer mittleren Verlagerungsgeschwindigkeit von 53 km/h oder knapp 29 Knoten entsprach.

Zum besseren Überblick über das Gesamtgeschehen hier die Eintragung der Zellspur mit Angabe der jeweiligen Uhrzeiten :

Track der Zelle auf ihrem Weg durch die Alpen :

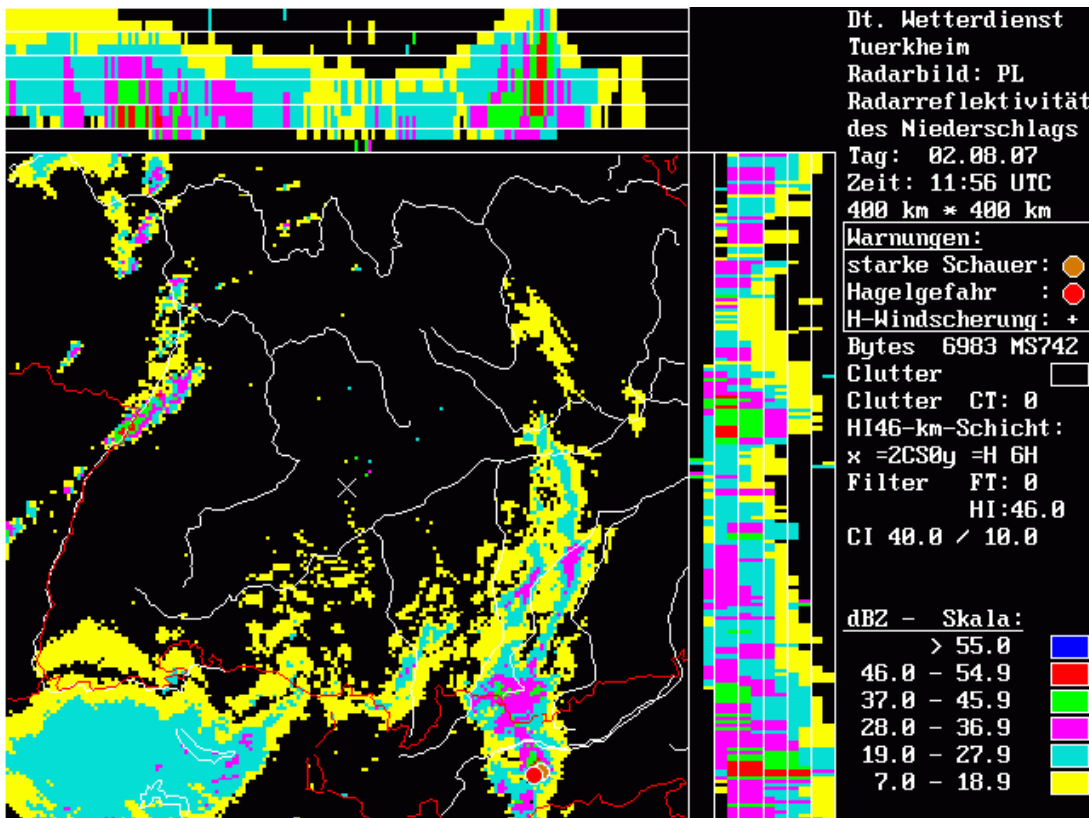


## RADARENTWICKLUNG ANHAND AUSGESUCHTER ÖRTLICHER RADARBILDER :

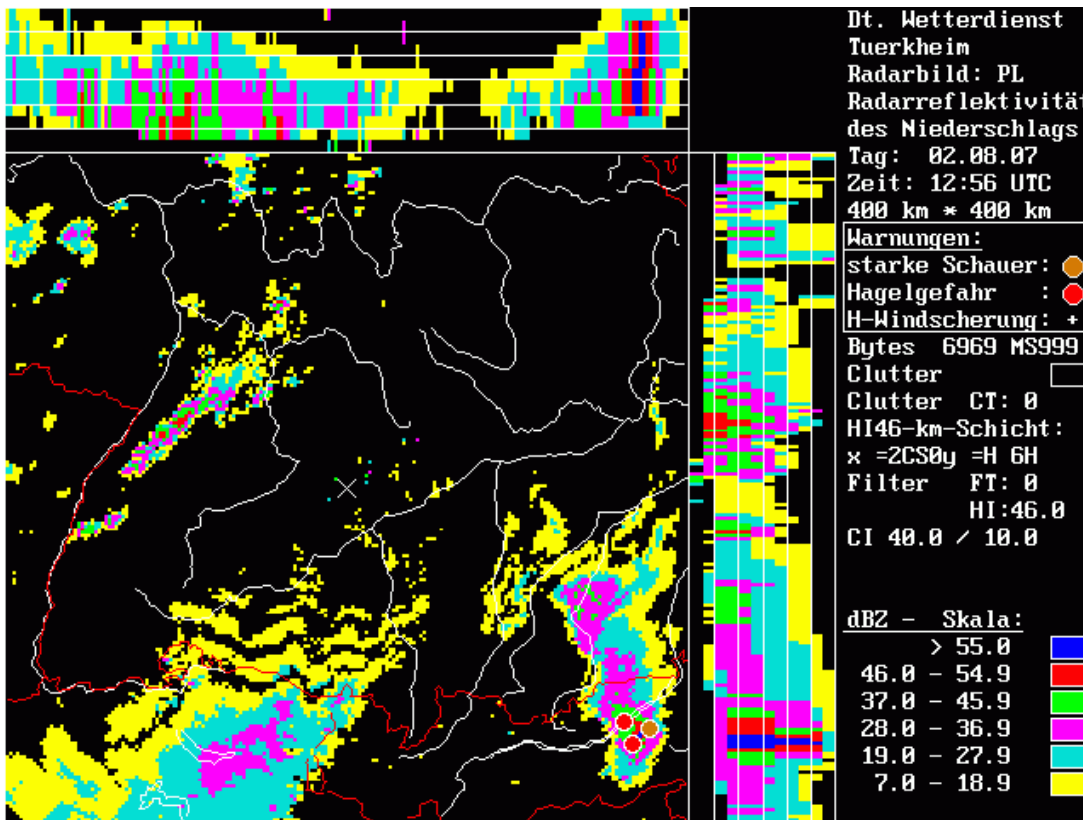
Die Entwicklung der ungewöhnlichen Gewetterzellenstruktur ließ bereits in der bisherigen Schilderung teilweise eine Superzellen-Qualität vermuten (Sat-Strukturen, Radarstrukturen bodennah). Lokale Radarbilder könnten da eine weitere Klärung herbeiführen. Aufgrund der komplexen orographischen Oberfläche der Alpen mit ihren Abschattungen hat man nur bedingt Chancen Klarheit zu verschaffen. Da mir nahegelegene Radialwinde nicht zur Verfügung standen, möchte ich ersatzweise mit 3D-Echo-Strukturen benachbarter deutscher Radarstationen (also außerhalb des Radialwind-Erfassungsbereiches) einen weiteren Zell-Check durchführen. Die in Frage kommenden DWD-Radarstationen waren Türkheim auf der Schwäbischen Alb und München.

Die Radarstation Türkheim konnte den ersten Teil der Entwicklung im Randbereich so gerade erfassen. Hier auszugsweise 2 Radarbilder, und zwar von 11.56 UTC und 12.56 UTC :

Radarbild PL Türkheim 02.08.07 11.56 UTC:



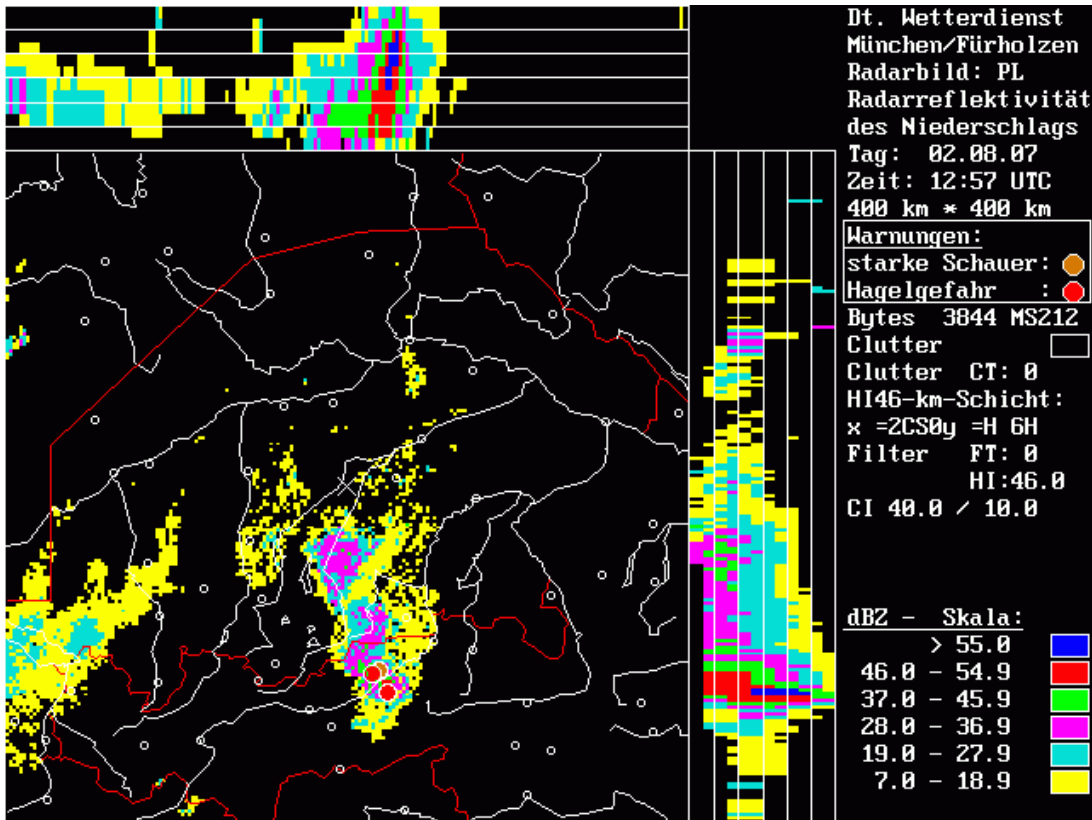
Radarbild PL Türkheim 02.08.07 12.56 UTC :



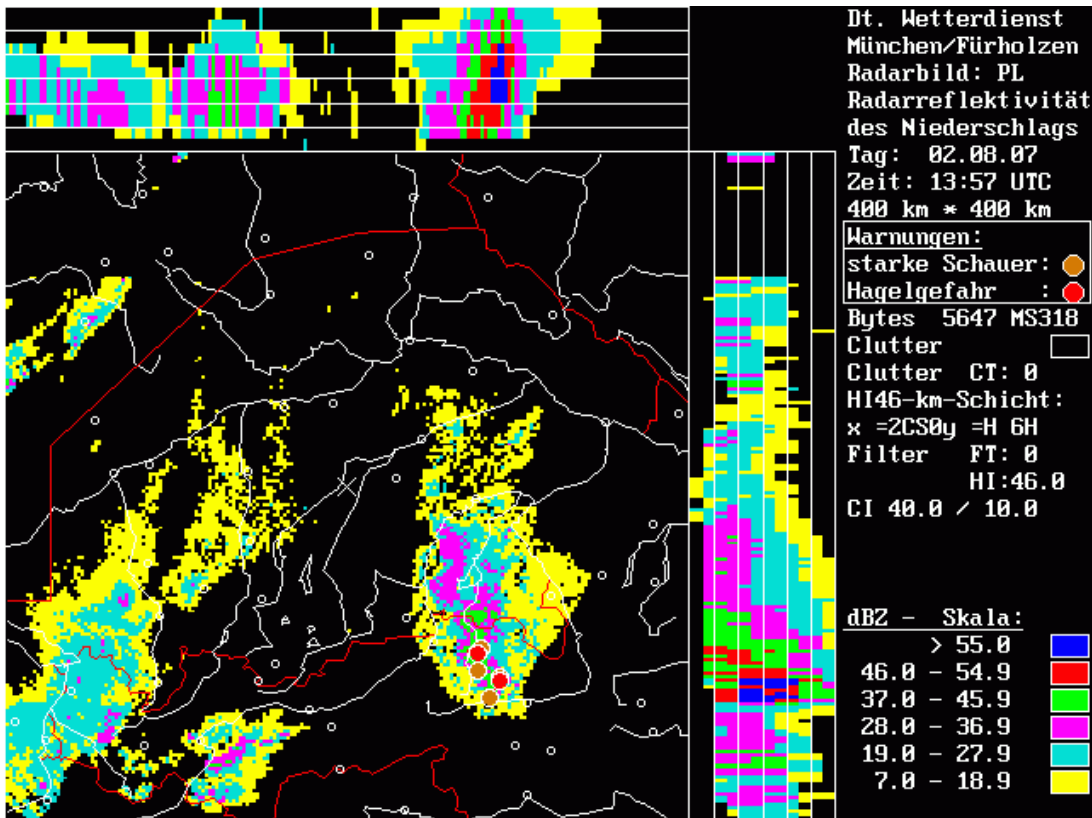
Die beiden Zeitpunkte umfaßten die Zellentwicklung im Inntal rund um Innsbruck. Trotz der großen Entfernung wurde die kräftige Entwicklung zu 13 UTC hin ganz deutlich sichtbar (siehe maximale Seitenprojektionen). Um 12.56 bestand östlich von Innsbruck aus Türkheim-Sicht ein bis 11 km hochreichender Hot-Tower (blau,  $\geq 55$  dBZ). Der unten verschwindende Bereich war die Folge der Abschirmung durch die Alpen. Die aus der Türkheim-Entfernung noch erfaßbare hohe Intensität war in jedem Fall äußerst bemerkenswert angesichts der wirksamen Radarstrahlspreizung und ihrer dadurch zustande kommenden Echowertabschwächung. Besonders erwähnenswert der (intern ablesbare) maximale Echowert von 59 dBZ.

Vom Beobachtungsmaterial der Radarstation München sollen (bei nicht ganz so weiter Entfernung) hier 5 Entwicklungsphasen zwischen 12.57 UTC und 15.57 UTC wiedergegeben werden, d.h. also vom zeitlich ersten Teil des Höhepunktes der Gewitterzelle.

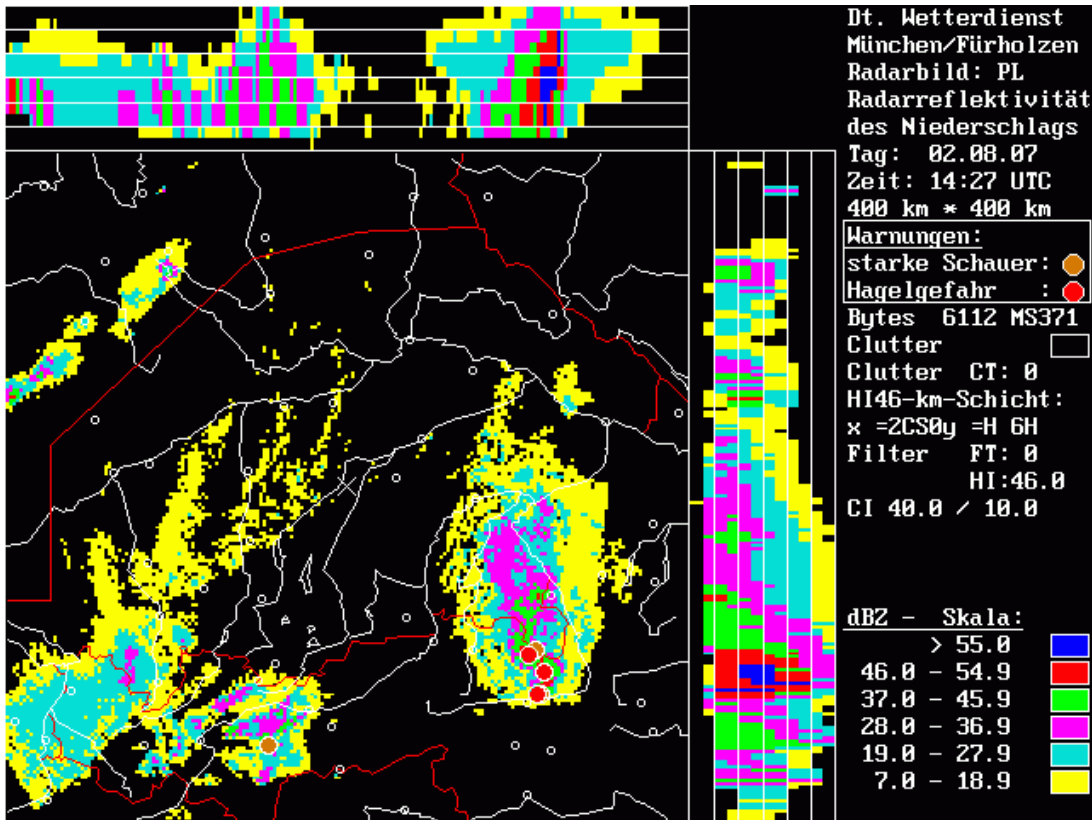
Radarbild PL München 02.08.07 12:57 UTC :



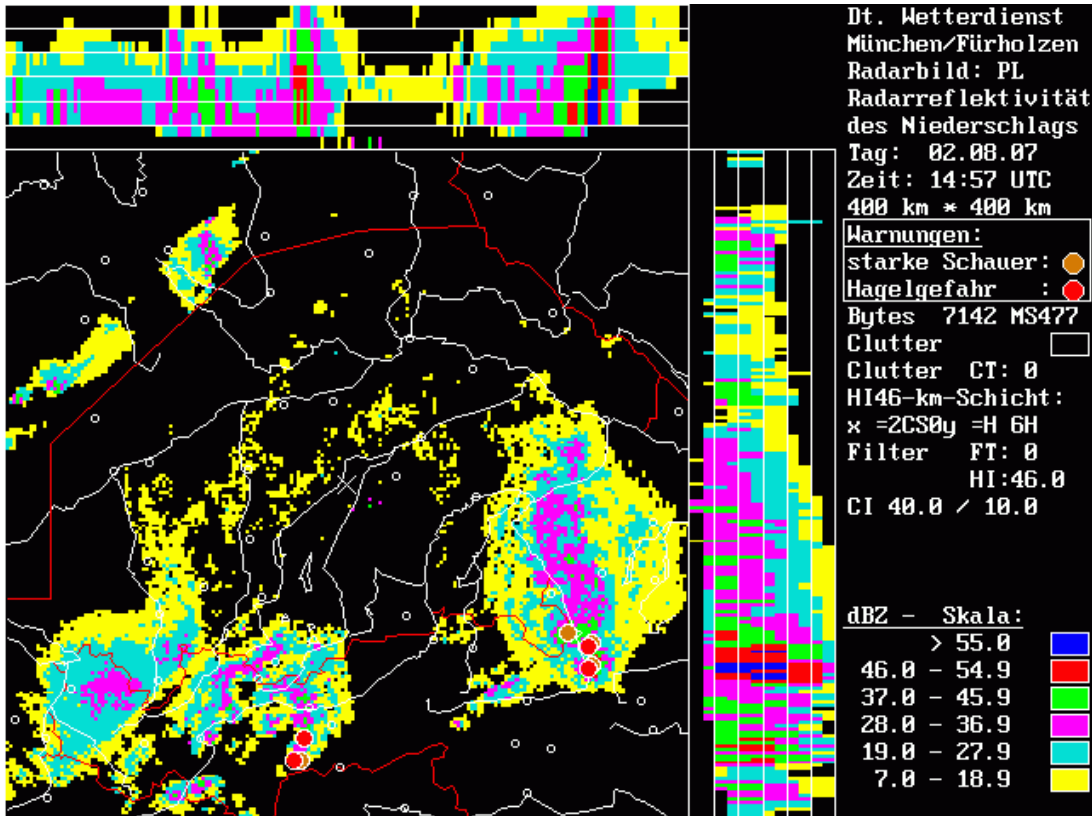
Radarbild PL München 02.08.07 13:57 UTC :



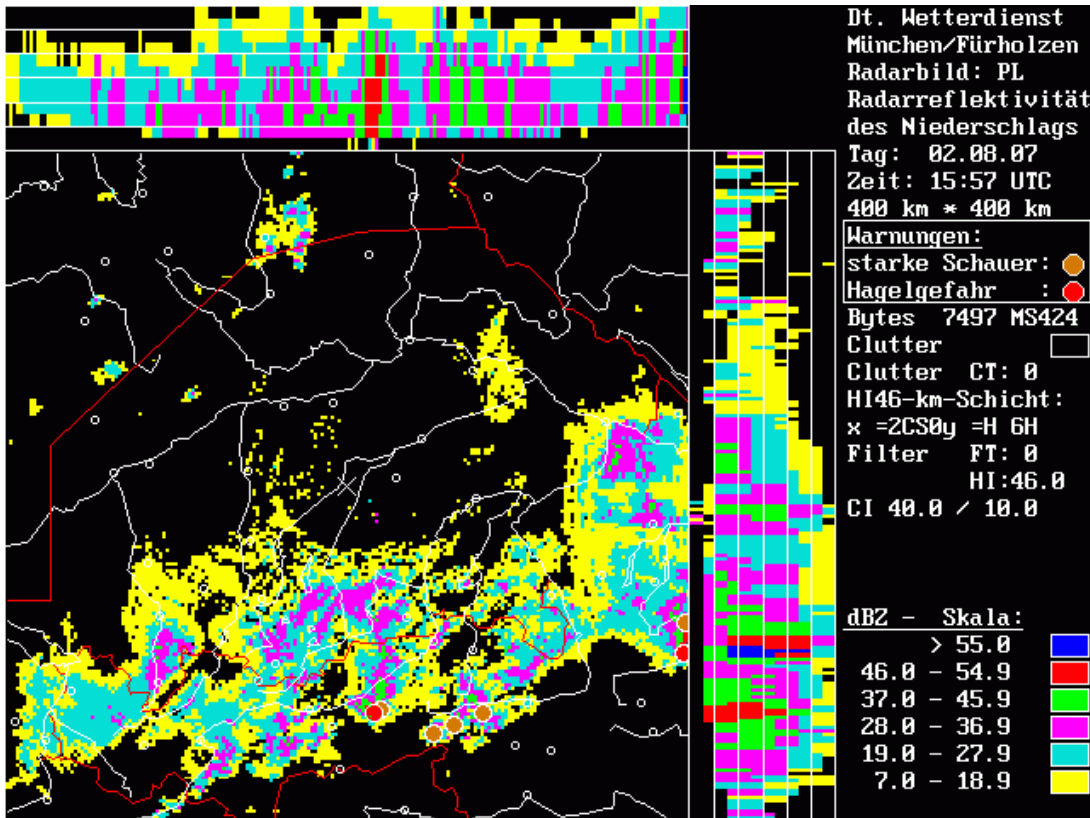
Radarbild PL München 02.08.07 14.27 UTC :



Radarbild PL München 02.08.07 14.57 UTC :



Radarbild PL München 02.08.07 15:57 UTC :



Man sieht, wie die Intensivierung von 12.57 UTC noch bis 13.57 UTC weiterging. Oberhalb der unteren Bergabschattung trat beim zweiten Termin der massiv blaue Kern hervor. Die Feinstruktur verrät, dass nicht nur ein einzelner Kern existierte, sondern es sich um ein mehrzelliges System handelte mit Superzellen-Teilkomponente. Dies ist der Grund, warum, ich in der oben stehenden Überschrift mit Super-Multizelle argumentiere. Die Mehrzelligkeit kam auch durch die Warnpunkte (rot = Hagelwarnpunkt, braun = Starkschauerwarnpunkt) zum Ausdruck. Bemerkenswert im Einzelnen auch die Intensitätsschwingung (blau oben, dann wieder durchgehend nach unten während einer akuten Hagelphase). Die höchste interne Echointensität betrug aus München-Sicht noch 60 dBZ. Man kann davon ausgehen, dass aus näherer Entfernung Echowerte von 62-65 dBZ real waren.

Matthias Jaeneke, Wetterfuchs