

**METEOROLOGISCHE MESSKAMPAGNE
IM PLANUNGSGEBIET NATIONALPARK KALKALPEN**

ENDBERICHT 1993
(Teil 2)

MAG. GÜNTER MAHRINGER
MAG. MANFRED BOGNER

Anschrift der Verfasser:

Mag. Günter Mahringer
Lärchenauerstr. 57
4020 Linz

Mag. Manfred Bogner
Clementinengasse 2/14
1150 Wien

Der Endbericht Fachbereich METEOROLOGIE 1993 gliedert sich in folgenden Teilberichte:

Teil 1: Übersicht über die meteorologischen Daten aus der Region des Nationalparks
Kalkalpen und Dokumentation der Datenkorrektur der Nationalparkeigenen
Meßstationen

Teil 2: Meteorologische Messkampagne im Planungsgebiet Nationalpark Kalkalpen

Teil 3: Beschreibung der Klimaverhältnisse im Planungsabschnitt Ost des Nationalparks
Kalkalpen für die Jahre 1961 bis 1990

Teil 4: Tagesdokumentationen der Wetterlagen, meteorologischen Vorgänge und Kenndaten in
der Region des Nationalparks Kalkalpen

INHALTSVERZEICHNIS

Zusammenfassung	3
1. Vorbemerkungen	3
2. Methode	4
3. Beschreibung der Meßpunkte	5
3.1 Südroute	5
3.2 Nordroute	6
4. Beschreibung der meteorologischen Situation	8
5. Ablauf der Meßkampagne	19
5.1 Warmfrontphase	19
5.2 Kaltfrontphase	23
5.3 Nordstauphase	26
6. Schlußfolgerungen	33
7. Dank	34

Meteorologische Meßkampagne im Planungsgebiet Nationalpark Kalkalpen

ZUSAMMENFASSUNG

Am 14. und 15. November 1993 fand die erste meteorologische Meßkampagne im Nationalpark Kalkalpen statt. Ziel war es, die Verteilung der Niederschlagsmengen einer Nordstaulage zu messen. An mehr als 30 Meßpunkten führten die Meßteams, bestehend aus den Nationalparkmeteorologen Günter Mahringer und Manfred Bogner und Mitarbeitern der Nationalparkforschung, während 38 Stunden Messungen von Niederschlagsmenge, Temperatur, Wind und anderen meteorologischen Erscheinungen durch.

Die ausgewählte Wetterlage bot eine Fülle interessanter Phänomene. Nachdem am ersten Tag kurz hintereinander eine Warmfront und eine Kaltfront das Gebiet überquerten, setzte am zweiten Tag nach kurzem Aufklaren die Nordströmung ein und führte zu ergiebigen Niederschlägen.

Bereits während der Kaltfrontpassage zeigte sich ein deutlich ausgeprägtes Niederschlagsmaximum nördlich der Höhenzüge von Sengsen- und Hintergebirge, wo an manchen Punkten fast dreimal soviel Regen fiel als etwa in Windischgarsten. Eindrucksvoll ist auch der Nord-Süd-Querschnitt durch die Nationalparkregion. Während in Liezen im Süden sowie in Hörsching im Norden nur wenig Niederschlag fiel, wurden im Bereich des Sengsengebirges und knapp nördlich davon Mengen von mehr als 60 mm gemessen (Totalisatormessungen im Gebiet Feichtauer Seen und Hagler).

Da derartige Wetterlagen für die Nationalparkregion typisch sind, ist daraus zu ersehen, wie wesentlich eine intakte Natur, etwa das Wasserrückhaltevermögen der Böden, auch für die Menschen hier ist.

1. VORBEMERKUNGEN

Im Zuge der Erforschung typischer meteorologischer Situationen im Planungsgebiet des Nationalparks Kalkalpen wurde die Durchführung einer Meßkampagne für zielführend erachtet, um eine detaillierte Aufnahme der zeitlichen und räumlichen Verteilung der Niederschläge bei einer Nord- oder Nordwestwetterlage mit Stau an der Alpennordseite vorzunehmen. Diese Wetterlage stellt innerhalb der klimatischen Gegebenheiten in der Nationalparkregion ein wesentliches Element dar. Durch die oft tagelang anhaltenden starken Niederschläge entsteht ein besonderes starker Einfluß auf die Ökosysteme. Dessen Quantifizierung und regionale Differenzierung ist auch für Forschungsarbeiten auf anderen Fachgebieten von Interesse. Wesentlich ist dabei auch, auf die Bedeutung intakter Ökosysteme hinzuweisen, im konkreten Fall der Starkniederschläge bei Nordstaulagen etwa auf die Wichtigkeit des Wasserrückhaltevermögens intakter Böden, auch und gerade für die Menschen, die in der Region leben.

2. METHODE

Die Niederschlagsmengen wurden mittels einfacher Sammelgefäße an 33 Meßpunkten gemessen, die im Zuge von Meßfahrten periodisch in etwa sechsstündigem Zeitabstand abgelesen wurden. Die Meßpunkte wurden entlang zweier Routen möglichst gleichmäßig auf verschiedene Expositionen und Höhenstufen verteilt. Wesentlich war dabei die gleichmäßige Erfassung von Luv- und Leelagen der Gebirge sowie die Ermittlung der Höhenabhängigkeit der Niederschlagsmengen. Parallel dazu wurden mit Handmeßgeräten Lufttemperatur und Wind gemessen sowie Bewölkung und Wettererscheinungen beobachtet. Um die Repräsentativität der Ergebnisse für ähnliche Wetterlagen zu überprüfen, wurde darauf Wert gelegt, Meßpunkte auch bei den ständigen Meßstellen des Nationalparks, der Zentralanstalt für Meteorologie, des Hydrographischen Dienstes und des Umweltbundesamtes einzurichten.

Der Start für die Meßkampagne erfolgte aufgrund der eigenen Prognose der Wetterlage. Eine Vorentscheidung wurde am Donnerstag, den 11. November 1993 getroffen. Danach erschien der Zeitraum 15. bis 16. November eine geeignete Wetterlage zu bringen. Am Samstag, den 13. November, erfolgte die definitive Entscheidung, die Kampagne bereits am Sonntag, den 14. November, zu starten, um die vor der Nordstaulage eintreffenden Fronten mit vermessen zu können, zumal die prognostizierte Abkühlung mit Schneefällen erwarten ließ, daß am 16.11. die Verkehrswege nicht mehr ausreichend befahrbar sein würden.

Stützpunkt für die Meßkampagne war das Forschungszentrum Molln. Von dort erfolgten auch während der Kampagne Kontaktnahmen bezüglich neuester Wettervorhersagen. Die Messungen wurden am Sonntag, den 14. November, um 8 Uhr begonnen und bis Montag, den 15. November, um 22 Uhr kontinuierlich durchgeführt. Sie dauerten somit 38 Stunden, in denen auf jeder Route 6 Fahrten (einschließlich Aufstellung der Meßgeräte) absolviert wurden. Zwei Meßteams wurden parallel eingesetzt. Die Routen samt den Meßpunkten sind im folgenden Abschnitt dargestellt. Die Lage der Meßpunkte sowie der Dauermeßstellen ist aus Karte 1 zu ersehen.

Die Wahl der Niederschlagsmeßpunkte erfolgte so, daß sich alle Hindernisse unterhalb eines Höhenwinkels von 45° befanden. Die meisten Punkte lagen relativ windgeschützt, was sich insbesondere bei der (mit den verwendeten einfachen Meßgeräten ohnehin problematischen) Messung fester Niederschläge günstig auswirkt.

3. BESCHREIBUNG DER MEßPUNKTE

3.1. Südroute

Molln - Klaus (-Spring) - Windischgarsten - Hengstpaß - Unterlaussa - Mooshöhe und retour

Zeit	Meßpunkt	Höhe	MP-Koord.
	MP S1: Dirngraben, Brücke bei Kote 487m, linkes Bachufer / rechte Straßenseite bei Regulierungswehr	487m	68, 51825 / 30114
	MP S2: Staumauer Klaus (Ostseite der Staumauer, dort Station der EKW mit Fernübertragung)	486m	68, 51173 / 29910
	MP S3: Traunfried, 60m nach Hof	500m	68, 51258 / 29742
	MP S4: Linkskehre, ca. 800m	800m	68, 51312 / 29694
ca. 1 Std.	MP S5: Rechtskehre, ca. 980m	980m	68, 51436 / 29740
	MP S6: neben Jungwald, SSE Siebenstein, 1180m	1180m	68, 51490 / 29767
	MP S3 (Traunfried), 2. Messung		
	MP S7: Springbauer, an der Straße	530m	68, 51445 / 29419
ca. 2 Std.	MP S8: St. Pankraz Abzw., Meßstelle des Hydrogr. Dienstes	530m	68, 51535 / 29195
	MP S9: Hinterer Rettenbach, NP-Meßstation	615m	68, 52368 / 29116
	MP S10: Windischgarsten TAKLIS (Hauptschule)	600m	98, 52455 / 28740
	MP S11: Rosenau, links d. Straße vor dem von links einmündenden Bach östlich des Ortes	715m	99, 53033 / 28680
ca. 3 Std.	MP S12: 200m vor Dörfmoaralm, vor Viehsperre	1195m	99, 53450 / 28772
	MP S13: Hengstpaß, links hinter NP-Hütte b. Zaun	990m	99, 53470 / 28550
	MP S14: Krennbauer, bei Bildstock, Kote 604m	604m	99, 53925 / 28563
	MP S15: Unterlaussa, beim Ortseingang (Trafo)	543m	99, 54215 / 28737
ca. 4 Std.	MP S16: Mooshöhe (846m), links der Straße Station der Ennskraftwerke	845m	99, 54105 / 28975
	2. Messungen an folgenden Meßstellen: S13 Hengstpaß, S11 Rosenau, S10 Windischgarsten, S8 St. Pankraz, S2 Klaus		
ca. 5.30	Rückkehr		

3.2. Nordroute

Molln - Blöttenbach Umkehrplatz - Ebenforst - Zobelboden - Großer Bach - Reichraming -
Ternberg - Grünburg - Molln

Zeit	Meßpunkt	Höhe	MP-Koord.
	MP N1: Forschungszentrum Molln	425m	68, 51910 / 30590
	MP N2: links d. Straße bei Einmündung nordwestl. FH Jaidhaus	505m	69, 52630 / 30170
	MP N3: Bodinggraben. Beim Forsthaus Meßstelle des Hydrogr. Dienstes	640m	69, 52930 / 29510
ca. 1 Std.	MP N4: Blumauer Alm, am Almboden	780m	69, 52650 / 29474
	MP N5: Blöttenbach Kehre mit Abzweigung zum Umkehrplatz	1160m	69, 52495 / 29546
	MP N6: Messerer, auf Wiese nach dem Hof	580m	69, 52845 / 29730
	MP N7: Kehre Göritzstraße, ca. 880m	880m	69, 52915 / 29730
ca. 2 Std.	MP N8: Gerade nördlich Göritz, östlich MP N7	1140m	69, 52965 / 29730
	MP N9: Zobelboden, bei der Meßstelle des Umweltbundesamtes	900m	69, 53300 / 30050
	MP N10: Sinnreitnerboden, in der Weggabelung	990m	69, 53272 / 29807
ca. 3 Std.	MP N11: Ebenforst. Kurz nach Erreichen der Freifläche	1050m	69, 53155 / 29677
	MP N12: Haus nach Großer Klause, Kote 488m	485m	69, 53585 / 29640
	MP N13: Annerlstieg, vor der Brücke	515m	69, 53647 / 29392
ca. 4 Std.	MP N 17: Jörglalm.	800m	69, 53250 / 29436
	MP N14: Großer Bach Abzw. Wasserboden	455m	69, 53522 / 29868
	MP N15: Reichramingbach Abzweigung Weißbachstraße	390m	69, 53395 / 30252
	MP N16: Reichraming. Meßstelle des Hydrographischen Dienstes	355m	69, 53412 / 30624
ca. 5.30	Rückkehr nach Molln		



4. BESCHREIBUNG DER METEOROLOGISCHEN SITUATION

Der Wetterverlauf zwischen 14. und 17. November 1993 war durch den Durchzug einer Warmfront (14. nachmittags) aus Westen sowie einer Kaltfront aus Westnordwest (14. abends und nachts) gekennzeichnet. Nach kurzer Zwischenbesserung führte die Nordwestströmung ab dem 15. vormittags feuchte Luft heran. Eine 48 Stunden andauernde Phase mit Staubewölkung und ergiebigen Niederschlägen mit Schwerpunkt am Alpennordrand begann. Ab der 1. Nachthälfte von 15. auf 16. schneite es bis in die Täler. Erst am 17. klangen die Schneefälle wieder völlig ab.

Die Wetterentwicklung wird mit Hilfe von Satellitenbildern von METEOSAT 4 (Abb. 1 - 8) verdeutlicht. Sie wurden von der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik mit einer PDUS (Primary Data User Station) aufgenommen und für den vorliegenden Bericht zur Verfügung gestellt. Die Infrarotbilder (IR) sind in 12-stündigem Abstand für den Zeitraum der Meßkampagne in Abb. 1 - 4 dargestellt, die Bilder im sichtbaren Spektralbereich (VIS) sind zum Termin 12 UTC (13 Uhr MEZ) für die Tage zwischen 14. und 17. November 1993 in Abb. 5 - 8 dargestellt.

Im IR-Bild wird die Strahlung vom Wettersatelliten im Spektralbereich des Thermischen Infrarot aufgenommen. Die Grau- und Farbstufen sind daher als Temperaturen der strahlenden Oberflächen zu interpretieren (vgl. auch die Skala auf den Bildern links oben). Bei wolkenfreiem Himmel ist dies die Erdoberfläche. Bei bewölktem Himmel strahlt die Obergrenze der Bewölkung, die entsprechend der Temperaturschichtung in der Atmosphäre üblicherweise eine tiefere Temperatur aufweist als die Erdoberfläche. Im IR-Bild erscheinen bewölkte Gebiete daher meistens heller, die Bereiche mit den tiefsten Temperaturen sind in Falschfarbendarstellung eingefärbt. Bei bekanntem vertikalem Temperaturprofil kann aus dem Grau- bzw. Farbwert des Bildes auf die Höhe der Wolkenobergrenze geschlossen werden, wobei sich bei Inversionen sowie sehr dünnen und durchbrochenen Wolkenschichten Fehlinterpretationen ergeben können.

Das Bild im sichtbaren Spektralbereich (VIS) stellt das von der Oberfläche reflektierte sichtbare Sonnenlicht dar. Diese Bilder sind daher nur für Zeiten mit ausreichend hohem Sonnenstand verfügbar. Sie zeichnen sich durch eine höhere horizontale Auflösung aus (ca. 4km über Mitteleuropa). Kompakte Bewölkung von großer Vertikalerstreckung erscheint sehr hell, während dünne, durchscheinende Bewölkung nur wenig Licht reflektiert und grau erscheint. In wolkenfreien Bereichen kann man verschiedene Oberflächentypen (Land, Wasser, Schnee, Wüsten etc.) grob unterscheiden. Für die meteorologische Interpretation ist eine vergleichende Betrachtung beider Bildarten am ergiebigsten.

Am 14. November 1993 um 12 UTC (13 Uhr MEZ) zeigt der Europaausschnitt des IR-Bildes (Abb. 1) ein Tiefdrucksystem mit dem Kern über der Nordsee und Holland. Die dazugehörenden Fronten bedecken Südkandinavien und Mitteleuropa. Die markantesten Erscheinungen sind das mächtige Wolkenband einer Okklusion über der Nordsee, Dänemark, Nordostdeutschland und Westpolen sowie das schmale Wolkenband einer Kaltfront über der Tschechien, Ost- und Südbayern sowie der Nordschweiz. Die Bewölkung südöstlich der Kaltfront, die auch den Großteil Österreich bedeckt, liegt im Bereich einer wärmeren Westströmung und zeigt eine ungeordnete Struktur. Genauere Hinweise über die Position einer Warmfront sind diesem Bild nicht zu entnehmen. Dies ist nicht selten der Fall, da sich in den Warmluftbereichen an der Vorderseite von Kaltfronten häufig hohe Bewölkungsfelder bilden, die auf IR-Bildern auffällig, aber nur wenig wetterwirksam sind.

Die am IR-Bild sichtbare Kaltfront ist jene, die im Zuge der Meßkampagne am Abend des 14.11. beobachtet wurde. Das Wolkenband ist schmal, über dem südlichen Tschechien und der Schweiz sind einige größere Wolkenzellen mit hochreichender Bewölkung eingelagert (farbige Bereiche). Dazwischen erreichen die Temperaturen der Wolkenobergrenze Werte bis etwa minus 30°C, eine Temperatur, die von der Radiosonde München in 7000m Höhe gemessen wurde. Die Zelle über der Tschechien erreichte 9000 bis 10000m Höhe.

Der Mitteleuropaausschnitt des VIS-Bildes vom gleichen Termin (Abb. 5) zeigt über dem nördlichen Teil Österreichs starke, zellular strukturierte Bewölkung. Der Bereich der Kaltfront ist auch in diesem Bild als schmales Wolkenband zu erkennen. An der Rückseite der Kaltfront ist ein etwas größerer wolkenarmer Bereich zu erkennen. Im Bereich West- und Norddeutschland liegt stark strukturierte Bewölkung, wie sie für Kaltluftbereiche typisch ist. Diese Bewölkung ist allerdings nicht sehr hochreichend, die Obergrenzen liegen nach der Temperatúrauswertung aus dem IR-Bild bei maximal 4000m. Aus diesem Bereich stammte die Luftmasse, die am 15.11. die Nordstauphase einleitete.

Für den Nachttermin 15.11., 00 UTC (01 Uhr MEZ) liegt das IR-Bild vor (Abb. 2). Die Kaltfront hat Österreich und die Alpen bereits überquert. Im Bereich westlich der Kaltfront sind über dem nördlichen Oberösterreich noch einige höherreichende Wolkenzellen zu erkennen. Sie brachten in diesem Bereich (z.B. Linz) erst den Luftmassenwechsel in den bodennahen Schichten, der in der Nationalparkregion bereits am 14.11. um etwa 20 Uhr erfolgte. Der gering bewölkte Bereich ist über Ostbayern deutlich zu erkennen. Er wurde im Meßgebiet zwischen 03 und 10 Uhr MEZ wirksam. Nördlich davon ist die Okklusion zu erkennen, die eine Spiralstruktur ausgebildet hat. Das Zentrum des Tiefdruckgebietes hat sich nach Norddeutschland verlagert.

Das IR-Bild vom 15.11., 12 UTC (Abb. 3) zeigt, daß sich über der Adria und dem ehemaligen Jugoslawien eine sekundäre Wirbelstruktur gebildet hat (Welle). Der ursprüngliche Wirbelkern liegt zu diesem Zeitpunkt über der Tschechien, zieht im Norden an Österreich vorbei und ermöglicht durch die rückseitige Strömungsdrehung auf Nord den Beginn der Nordstauphase. Die Bewölkung über Österreich stammt aus dem Bereich der Kaltluft an der Rückseite der Kaltfront, in höheren Schichten überlagert von schmalen Wolkenbändern aus Resten der Okklusionbewölkung, die im Infrarotbild deutlich zu sehen sind.

Das VIS-Bild vom gleichen Zeitpunkt (Abb. 6) zeigt über Deutschland und Westösterreich dichte, relativ kompakte Bewölkung. Die darüber liegenden Wolkenbänder zeichnen sich nur schwach ab, woraus zu erkennen ist, daß sie keine große Schichtmächtigkeit aufweisen. Südlich Österreichs ist die neu entstandene Wirbelstruktur deutlich zu sehen. Die für Nordstaulagen typische scharfe Wolkengrenze am Alpenhauptkamm hat sich von Westen her bis zur Steiermark bereits ausgebildet.

Am 16.11., 00 UTC (IR-Bild, Abb. 4) haben die Frontensysteme Österreich verlassen. Man sieht nördlich der Alpen die für Nordstaulagen typische sehr dichte, aber nicht besonders hochreichende Bewölkung. Die höchsten Wolkenobergrenzen sind im Raum München bei ca. 6000m zu bestimmen (Temperatur um -30°C), sonst liegen sie bei 4000-5000m. Für das Phänomen des Nordstaus an den Alpen ist entscheidend, daß aus dieser Bewölkung innerhalb einer relativ einheitlichen Luftmasse großflächig meist keine sehr großen Niederschlagsmengen fallen. Durch die am Alpenrand erzwungene Hebung der Strömung samt der damit verbundenen Abkühlung mit Kondensation in der bereits gesättigten aufsteigenden Luftmasse tritt eine markante Verstärkung der Niederschlagsbildung auf. In Leelagen kommt es zur Unterbindung dieser Prozesse. Da die Alpen von Norden her in mehreren Stufen ansteigen, ist auch bei den Niederschlagsmengen häufig eine Mehrfachstruktur festzustellen, wenngleich sich die Detailstruktur des Reliefs nicht identisch abbildet. Man denke etwa daran, daß ein in 3000m Höhe gebildeter Regentropfen etwa 5 bis 15 Minuten fällt, bis er eine Höhe von 1000m erreicht hat. Bei einem mittleren Wind von 30 km/h wird er in dieser Zeit um etwa 3 bis 7 km versetzt.

Die typische Bewölkungsverteilung der Nordstauphase ist am schönsten am VIS-Bild vom 16.11., 12 UTC zu erkennen (Abb. 7). Entlang des Alpenhauptkammes ist die scharfe Wolkengrenze eindrucksvoll zu sehen. Über der Schweiz und Westösterreich zeigen erste Auflockerungen die beginnende Abschwächung des Staus. Radiosondendaten ergeben, daß zu diesem Zeitpunkt die Wolken über München bis knapp über 3000m reichten. Die Wolkenuntergrenze sank damit seit dem Vortag deutlich ab, die darüber liegende Luftschicht stabilisierte sich durch Warmluftzufuhr deutlich. Die Niederschläge entlang der Alpennordseite hielten jedoch unvermindert an.

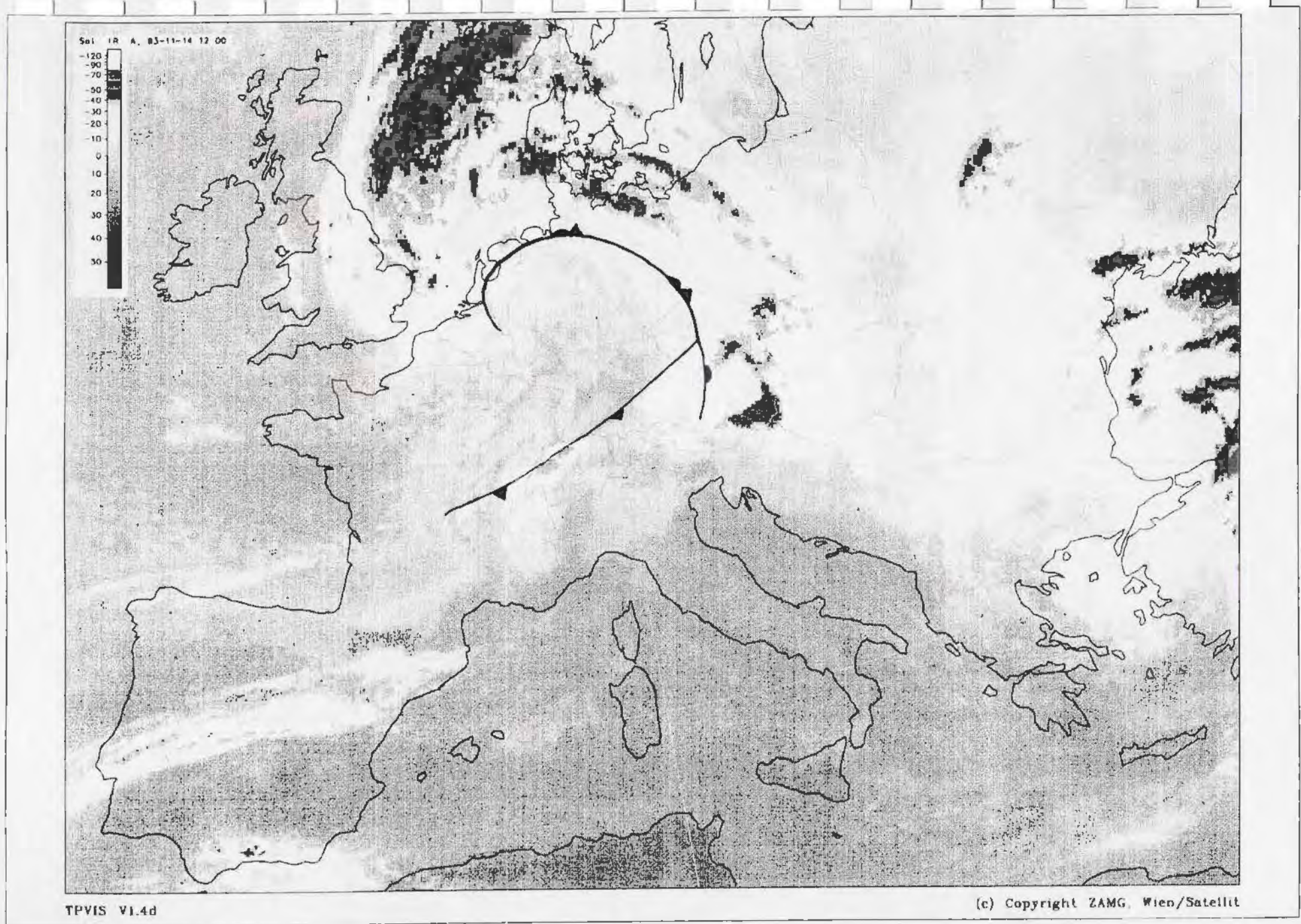
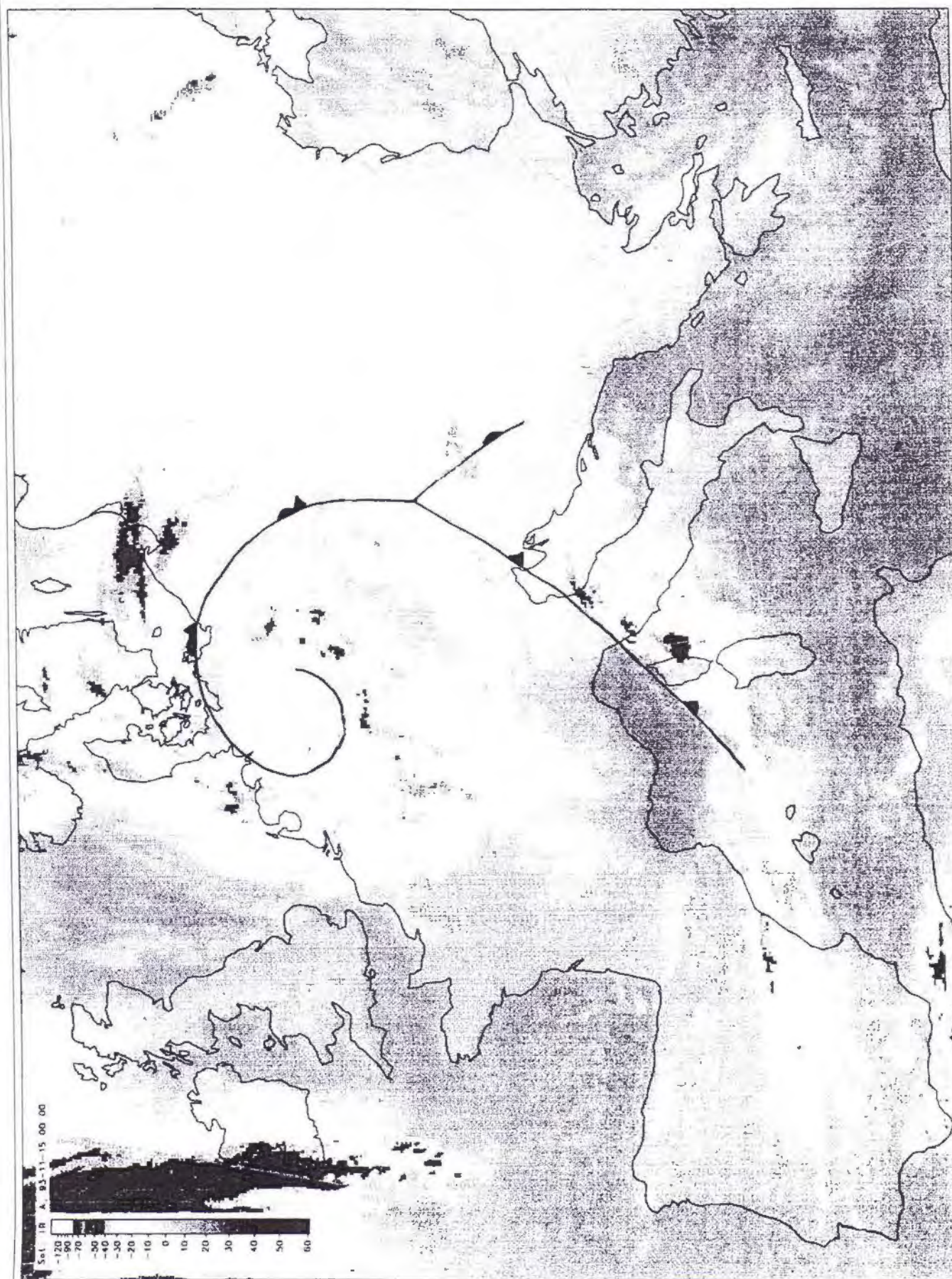
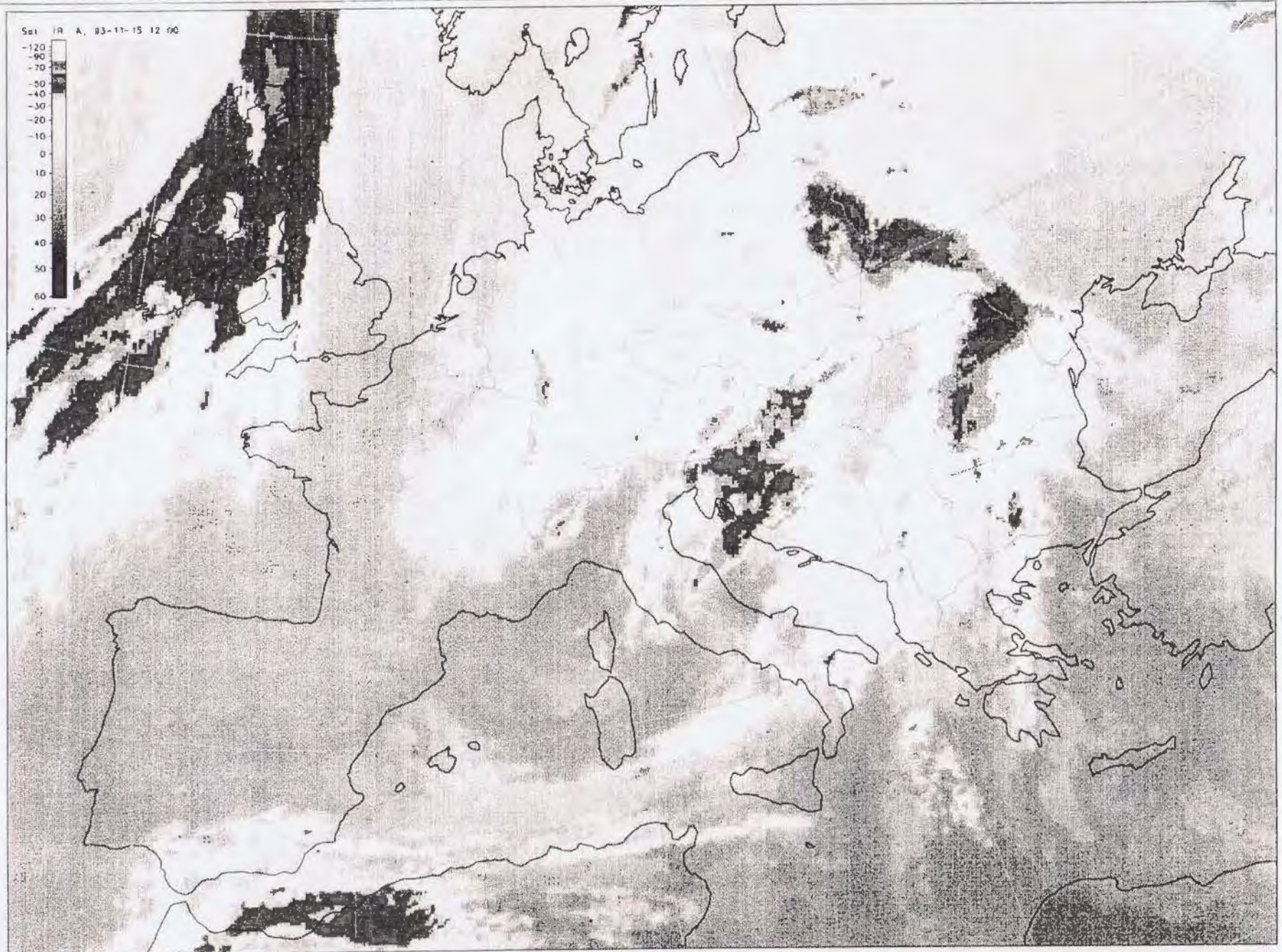


Abb. 1 Satellitenbild METEOSAT-IR vom 14.11.1993, 12 UTC (13 MEZ) Skala: Temperatur (°C) Quelle: Zentralanstalt für Meteorologie, Wien



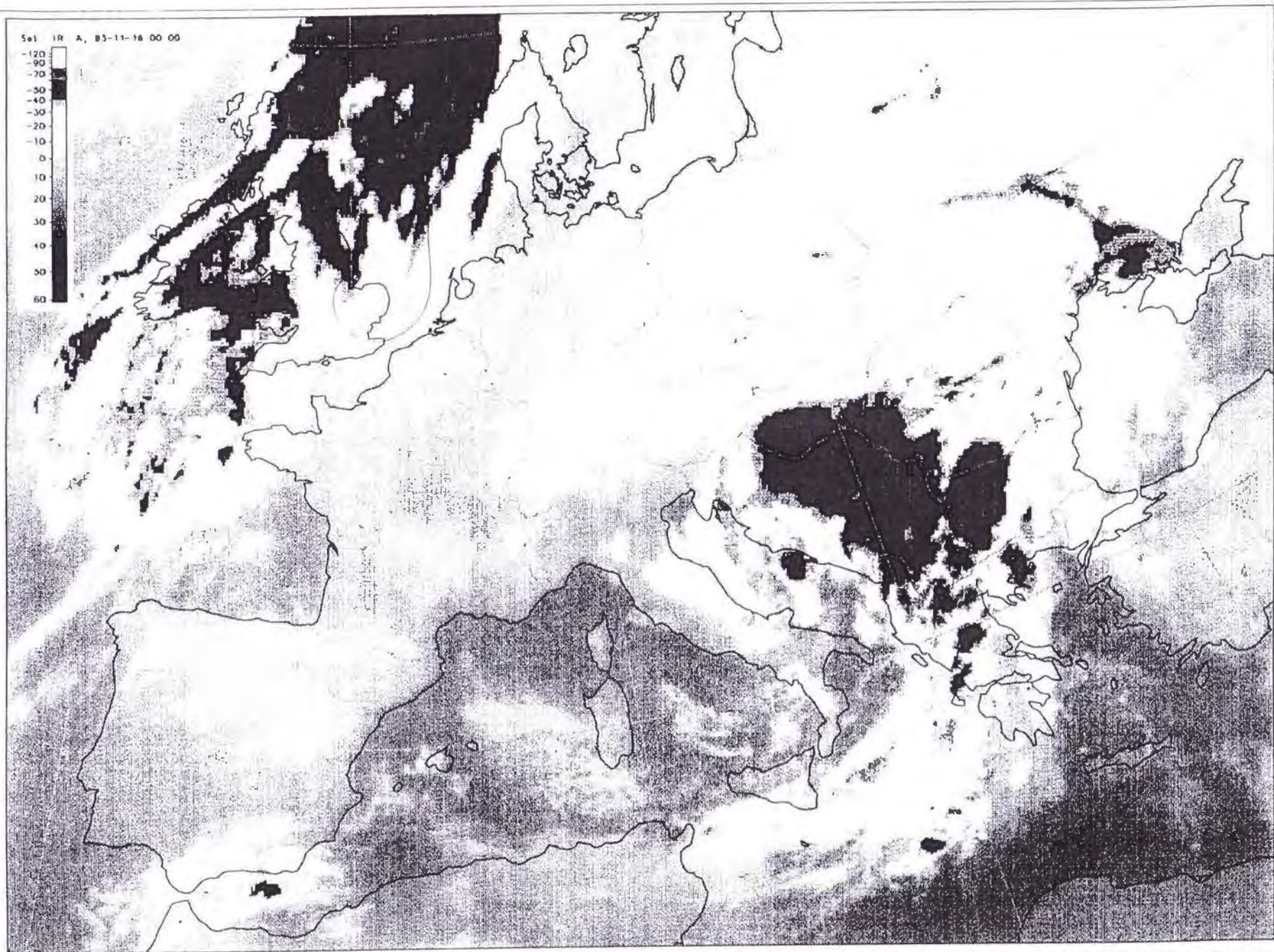
(c) Copyright ZAMG, Wien/Satellit



TPVIS VI.4d

(c) Copyright ZAMG, Wien/Satellit

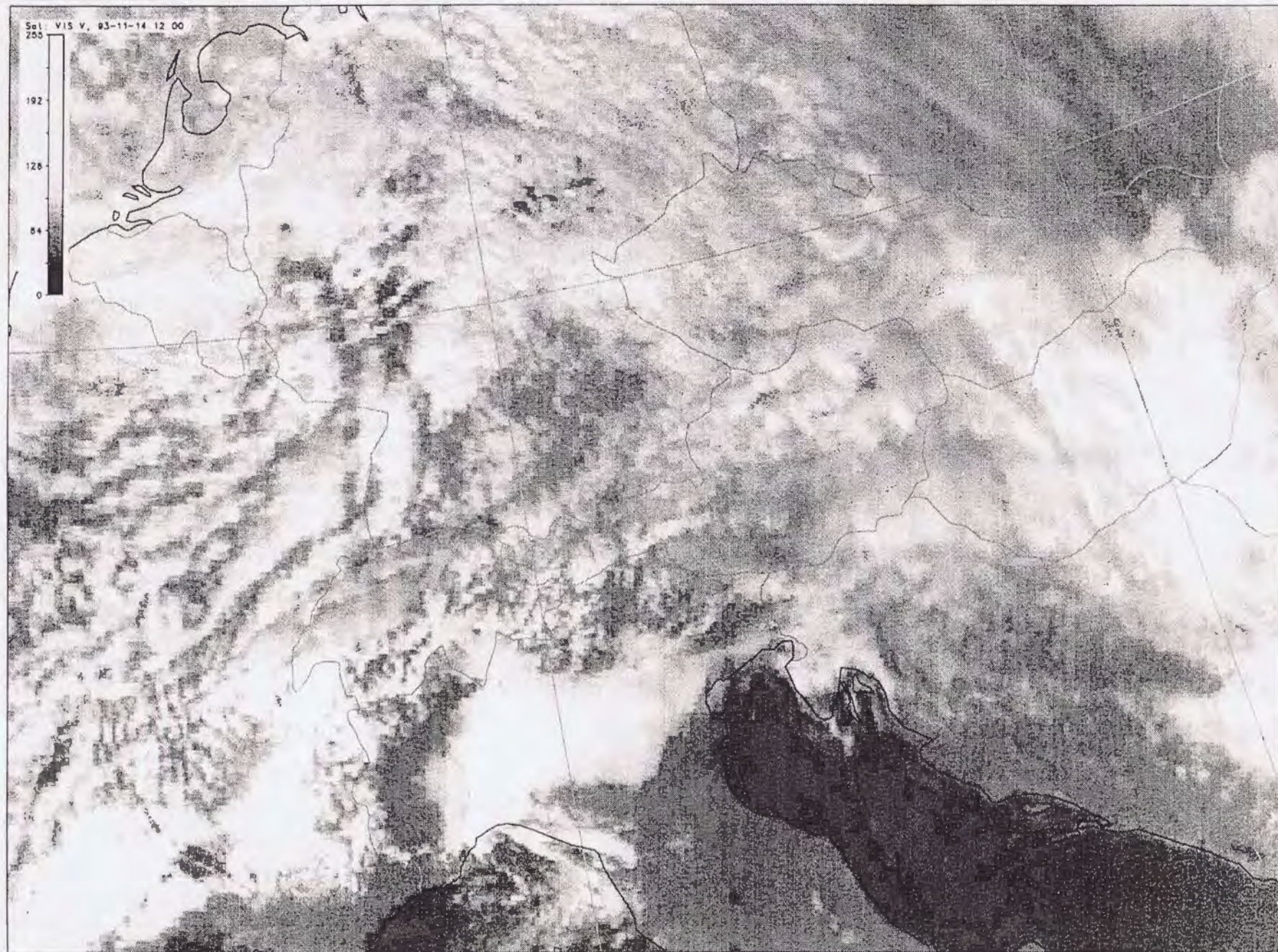
Abb. 3 Satellitenbild METEOSAT 4 IR, vom 15.11.1993, 12 UTC (13 MEZ). Skala Temperatur (°C) Quelle: Zentralanstalt für Meteorologie, Wien



TPVIS VL4d

(c) Copyright ZAMG, Wien/Satellit

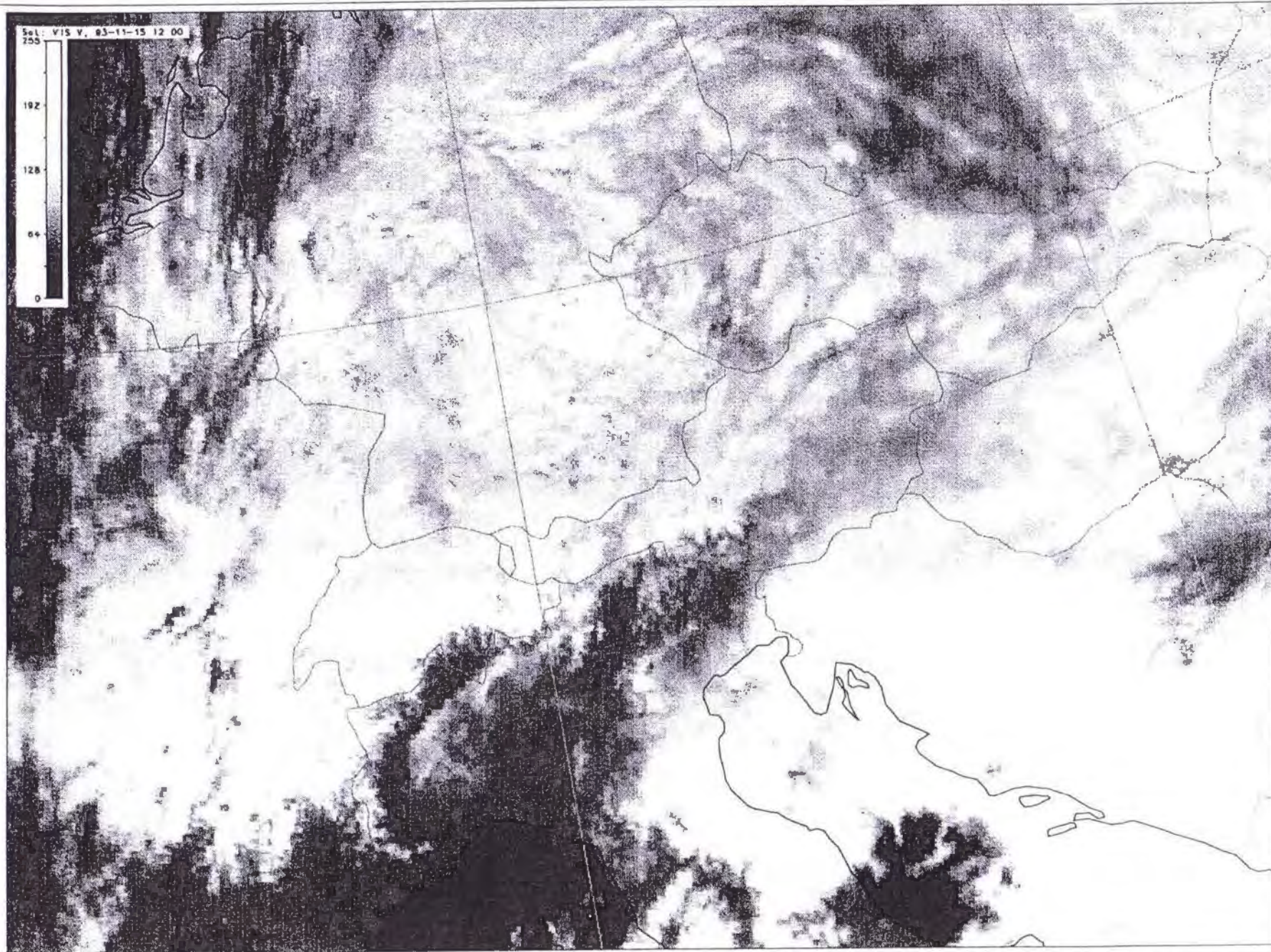
Abbildung 1: Satellitenbild METEOSAT 4 IR vom 16.11.1993, 00 UTC (01 MEZ). Skala: Temperatur (°C). Quelle: Zentralanstalt für Meteorologie, Wien.



TPVIS VI.4d

(c) Copyright ZAMG, Wien/Satellit

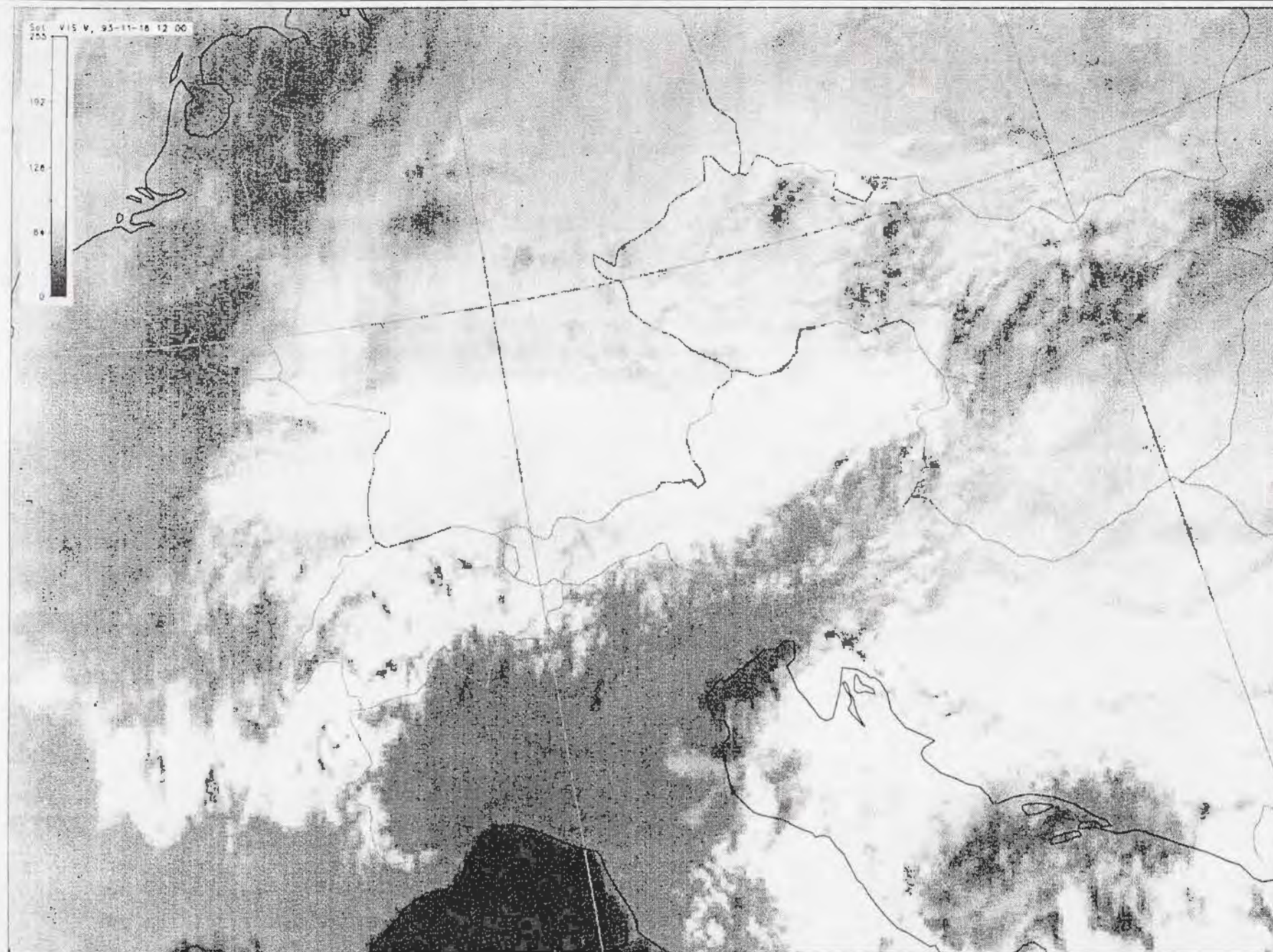
Abb. 5: Satellitenbild METEOSAT 4, VIS, vom 14.11.1993, 12 UTC (13 MEZ). Skala: Graustufen. Quelle: Zentralanstalt für Meteorologie, Wien



TPVIS VI.4d

(c) Copyright ZAMG, Wien/Satellit

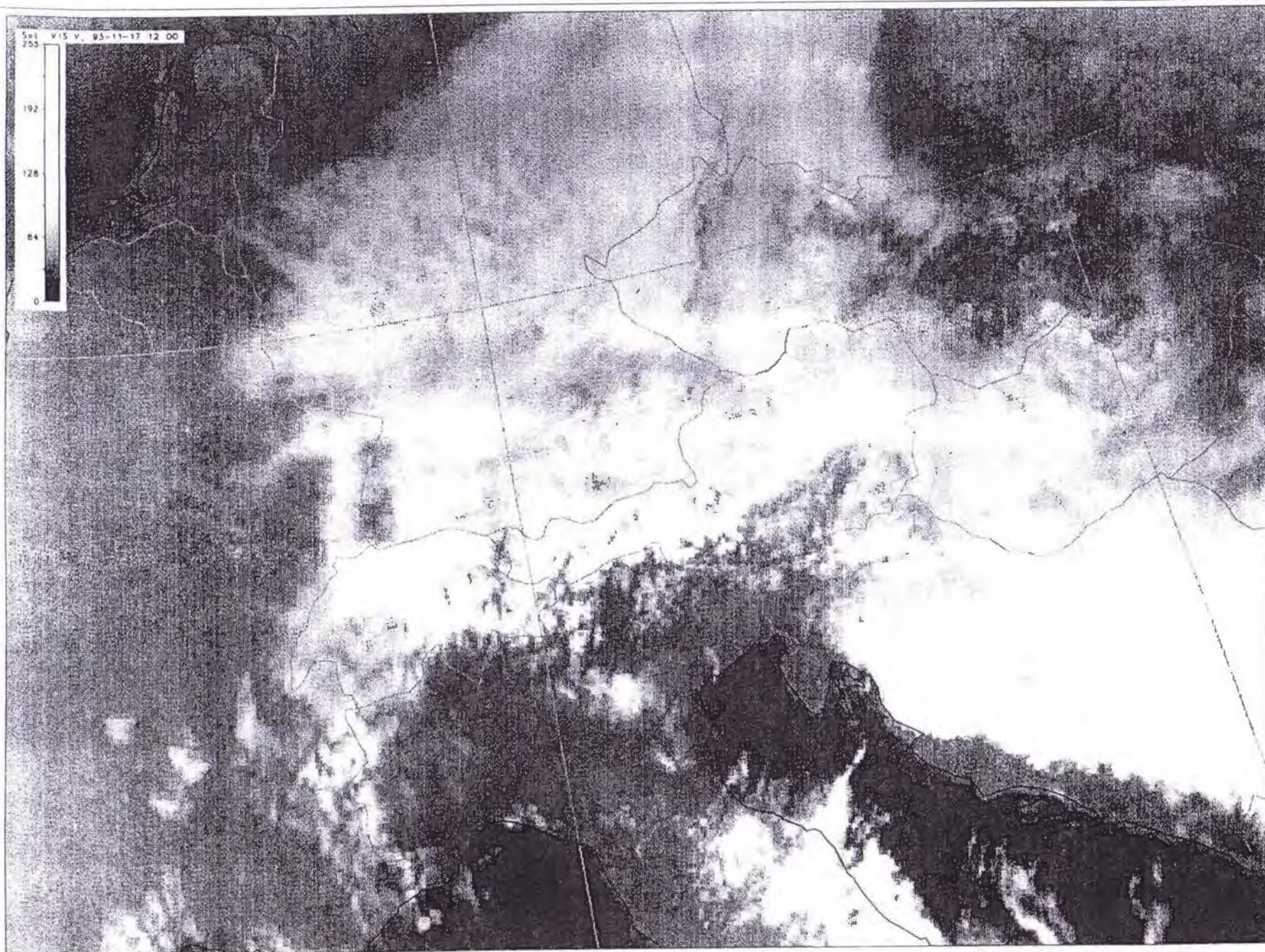
Abb. 6: Satellitenbild METEOSAT 4, VIS, vom 15.11.1993, 12 UTC (13 MEZ) Skala: Graustufen Quelle: Zentralanstalt für Meteorologie Wien



TPVIS V1.4d

(c) Copyright ZAMG, Wien/Satellit

Abb. 7 Satellitenbild METEOSAT 4, VIS, vom 16.11.1993, 12 UTC (13 MEZ). Skala: Graustufen. Quelle: Zentralanstalt für Meteorologie, Wien



TPVIS V1.4d

(c) Copyright ZAMG, Wien/Satellit

Abb. 8 Satellitenbild METEOSAT 4, VIS, vom 17.11.1993, 12 UTC (13 MEZ). Skala: Graustufen. Quelle: Zentralanstalt für Meteorologie, Wien

Die langsame Auflösung der Staubewölkung zeigt das VIS-Bild vom 17.11., 12 UTC (Abb.8). Über Oberösterreich lockert die Wolkendecke langsam auf. Das Bild zeigt weiters, daß auch entlang der kroatischen Küste Staubewölkung auftritt. Ansätze dafür zeigen sich auch am Böhmerwald.

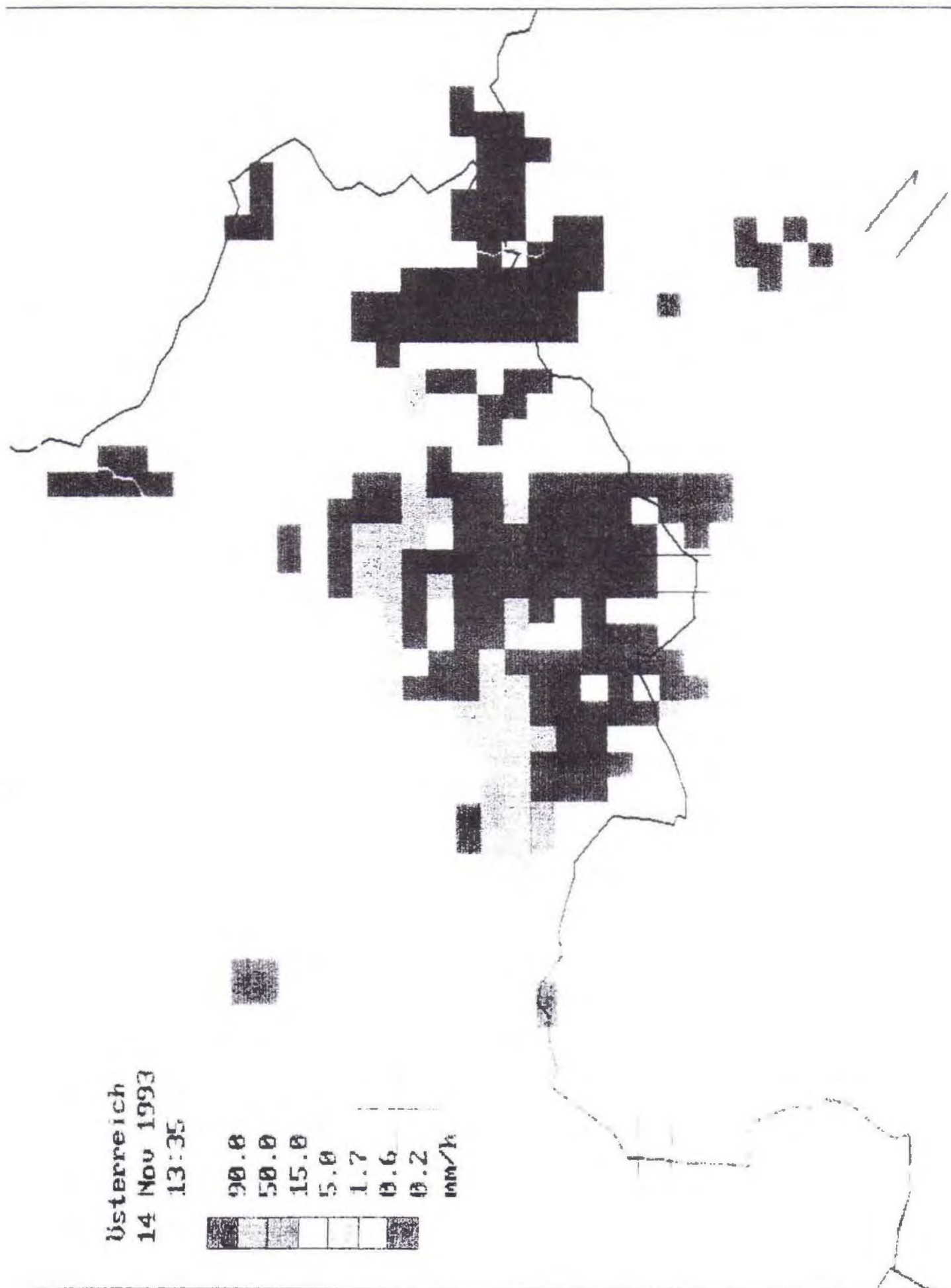
5. ABLAUF DER MESSKAMPAGNE

5.1. Warmfrontphase: 14.11.1993, 12 bis 16 Uhr

Am 14. November 1993 um 08.45 Uhr erfolgte der Start zur 1. Meßfahrt. Es war zu diesem Zeitpunkt stark bewölkt in höheren Schichten, aber abgesehen von einzelnen unergiebigem Schneeregenschauern niederschlagsfrei. Die Aufstellung der Niederschlagsmeßgeräte konnte bis 12.20 Uhr (Südroute) bzw. 14.15 Uhr (Nordroute) abgeschlossen werden. Um etwa 13 Uhr setzte Regen ein, der zwischen 16 und 18 Uhr wieder aufhörte. Dieser Niederschlag wurde von einer Warmfront verursacht, die von einer kräftigen Höhenströmung aus West herabgeführt wurde. Die Temperatur an der Nationalpark-Meßstation Schoberstein (1250m) stieg zwischen 12 und 14 Uhr von +1°C auf +4°C, am Meßpunkt S5 in 1180m von 0 auf 5°C, auf der Dörfmoaralm (S12) in 1200m von 0°C auf 4°C, und am Meßpunkt N7 (Göritz) in 880m von +5°C auf +9°C. Die Niederschläge dieser Warmfront konnten im Zuge der zweiten Meßfahrt vermessen werden, die zwischen 15.30 Uhr und 21.00 Uhr durchgeführt wurde. Lediglich bei den beiden letzten Stationen der Nordroute erfolgte die Ablesung erst nach Beginn des zweiten Niederschlagsereignisses (siehe Abschnitt 5.2.).

Aufgrund der herrschenden Höhenströmung (Wind in 3000m: 260 Grad, 60 km/h) trat kein Nordstau effekt auf. Die typische Niederschlagsverteilung dieser Phase ist aus dem Bild des Wetterradars (Abb. 9) zu ersehen. Die Gebiete der meist leichten Niederschlagsintensitäten bedeckten den Großteil des Nationalparkgebietes. Außerhalb der Nationalparkregion sind nur vereinzelte Radarechos zu erkennen.

Eine Zusammenstellung der Niederschlagswerte während der Warmfrontpassage gibt Tab. 1, die Verteilung ist in Karte 2 dargestellt. Es fällt auf, daß im Allgemeinen an den höher gelegenen Stationen mehr Niederschlag gemessen wurde. Eine gewisse Bevorzugung von west- bis südwestexponierten Bereichen ist zu bemerken. Die höchsten Mengen (über 2mm) traten im gesamten Bereich des Sengsengebirges, südlich des Hintergebirges (Bereich Hengstpaß) und im Hintergebirge zwischen Alpstein, Zöbel und Predigtstuhl auf. In tiefergelegenen Bereichen und im östlicheren Hintergebirge wurden geringere Mengen gemessen. Auch in der weiteren Umgebung wurde wesentlich weniger Niederschlag gemessen als im Bereich des Sengsengebirges. So lag die Menge in Linz, Kremsmünster, Gmunden und Aigen im Ennstal bei weniger als 1 mm. Nur am Feuerkogel wurden mit 2 mm ähnlich hohe Werte erreicht.



Tab. 1: Niederschlagswerte während der Warmfront- und der Kaltfrontphase an den Meßpunkten der Meßkampagne (N., S.), der Nationalpark-Forschung (NP), des Hydrographischen Dienstes (HD), der Zentralanstalt für Meteorologie (ZA), der Ennskraftwerke (EK), des Flugwetterdienstes (FW) und des Militärwetterdienstes (MW). Vergleichswerte auf gleichen Standorten teils in Klammer.

Meßpunkt / Station		Niederschlag Warmfrontphase (14.11., 12-16 Uhr)	Niederschlag Kaltfrontphase (14.11., 19-24 Uhr)	Niederschlag Kalt- + Warmfront (14.11., 07-15.11., 07)
N1	Molln	0.2	6.0	6.2
HD	Molln			6.7
N2	Jaidhaus (HD-Breitenau)	1.0	8.3	9.3 (9.0)
N3	Bodinggraben (HD-Bo)	2.2	7.9	10.1 (10.2)
N4	Blumauer Alm	3.1	12.1	15.2
N5	Blöttenb. Umk.	2.5	13.5	16.0
NP	Totalisator Feichtau See			20
NP	Totalisator Hagler			23
N6	Messerer	2.2	9.0	11.2
N7	Göritz Kehre	2.2	8.6	10.8
N8	Göritz Gerade	3.0	7.6	10.6
N9	Zöbelboden	1.5 ?*	6.6	8.1 ?
N10	Sinnreitnerboden	2.0	8.0	10.0
N11	Ebenforst	2.1	8.4	10.5
N12	Große Klaus	1.7	8.0	9.7
N13	Annerlstieg	1.1	6.8	7.9
N17	Jörglalm	1.5	8.0	9.5
N14	Wasserboden	1.0	7.2	8.2
N15	Weißbach	1.0	5.8	6.8
N16	Reichraming (HD-St.)	1.0	6.8	7.8 (7.9)
S1	Dirngraben	0.8	7.0	7.8
S2	Klaus (EKW Klaus)	0.8	8.1	8.9 (7.3)
S3	Traunfried	1.7	7.0	8.7
S4	Spering 800m	2.2	7.9	10.1
S5	Spering 980m	2.7	7.5	10.2
S6	Spering 1180m	2.2	7.0	9.2
S7	Speringbauer	1.6	7.1	8.7
S8	St. Pankraz (HD-St. Pa)	1.4	5.1	6.5 (6.6)
S9	Ht. Rettenbach	2.8	4.5	7.3
S10	Windischgarsten (HD)	3.3	5.0	8.3 (9.0)
S11	Rosenau	3.4	6.4	9.8
S12	Dörfmoaralm	2.2	5.4	7.6
S13	Hengstpaß	2.5	5.5	8.0
S14	Krennbauer	2.4	5.5	7.9
S15	Unterlaussa	1.4	6.3	7.7
S16	Mooshöhe (EKW-St.)	1.1	7.7	8.8 (7.3)
FW	Hörsching	0.7	0.8	1.5
ZA	Kremsmünster	0.9	2.0	2.9
ZA	Gmunden	0.8	4.0	4.8
ZA	Feuerkogel	2.0	7.0	9.0
HD	Liezen	0.3	1.2	1.5
MW	Aigen im Ennstal	0.6	2.0	2.6

* Meßgefäß wurde von fremden Personen in die Nähe eines Baumes gestellt.

5.2. Kaltfrontphase: 14.11.1993, 20 Uhr, bis 15.11.1993, 02 Uhr

Am 14.11.1993 um 20 Uhr traf die Kaltfront aus Westen ein. Sie brachte stürmisch auffrischenden Wind und kräftige Regenschauer. In den Tälern, in denen sich zuvor noch kühlere Luft gehalten hatte, kam es zu einer spürbaren Erwärmung auf etwa 7°C, in 1200m sank die Temperatur von +5°C auf 0°C (Meßpunkte S5, S12, N8), am Schoberstein von +4°C auf -1°C. Der Höhenwind in 3000m kam nach den Radiosondenmessungen aus 270-280 Grad mit einer Geschwindigkeit nahe 100 km/h. Die typische Niederschlagsverteilung ist aus dem Wetterradarbild (Abb. 10) zu erkennen. Der Niederschlag tritt im gesamten Bereich des Nationalparks auf, die Niederschlagsintensitäten erreichen deutlich höhere Werte als in der Warmfrontphase. Nach Abzug der Frontbewölkung klarte es sehr rasch auf. Bereits um 2.30 Uhr wurden erstmals Bewölkungsauflockerungen beobachtet, in den Morgenstunden war es gebietsweise sogar wolkenlos.

Der Regen begann mit Ausnahme weniger Stationen nach Beendigung der 2. Meßfahrt. Der gesamte Niederschlag konnte im Zuge der 3. Meßfahrt (14.11, 22 Uhr bis 15.11., 03 Uhr) erfaßt werden, da danach nur noch unergiebigere Niederschläge auftraten. Die Schneefallgrenze sank während der Niederschlagsperiode auf unter 1000m. Bei der 4. Meßfahrt (15.11, 04 bis 09 Uhr) wurde an keinem Meßpunkt mehr eine meßbare Niederschlagsmenge verzeichnet.

Eine Zusammenstellung der Niederschlagswerte während der Kaltfrontpassage ist aus Tab. 1 zu ersehen, die Verteilung ist in Karte 3 dargestellt. Es fällt auf, daß im Gegensatz zur Warmfrontphase ein Unterschied zwischen Nord- und Südseite des Sengsengebirges besteht. Die höchsten Niederschlagsmengen wurden mit deutlich über 10 mm im Bereich Blumauer Alm - Blöttenbach gemessen, also unmittelbar nördlich des Sengsengebirges. Die genaue Ausdehnung dieses Bereiches kann trotz des dichten Stationsnetzes nicht genau angegeben werden. Niederschläge um und über 8 mm traten im Raum Klaus - Spering und im nördlichen Hintergebirge (Jaidhaus - Zöbel - Größtenberg - Große Klaus) auf. Geringer waren die Mengen südlich des Sengsengebirges und im Bereich Hengstpaß - Unterlaussa.

Charakteristisch ist auch der Verlauf des Niederschlagsereignisses anhand der Registrierstreifenauswertung der Station Klaus. Der kräftige Regen begann um 20.15 Uhr. Bis 21.00 Uhr wurden 1.9 mm gemessen, zwischen 21.00 Uhr und 22.00 Uhr 3.7 mm und zwischen 22.00 Uhr und 22.40 Uhr 1.0 mm. Damit hörte der Regen wieder auf.



Abbildung 10: Wetterradarbild vom 14.11.1993, 19:55 UTC (20:35 MEZ). Quelle: Austro Control GmbH, Flurwetterdienst



Karte 3: Niederschlagsmengen während der Kaltfrontphase an den Stationen der Meßkampagne in mm (= Liter / m²)

5.3. Nordstauphase: 15.11.1993, 12 Uhr, bis 17.11.1993, abends

Die Hoffnungen der Meßteams aufgrund der Wetterprognosen wurden nicht enttäuscht. Bereits im Laufe des Vormittags brachte die auf Nordwest drehende Höhenströmung wieder feuchte Luft heran. Die Bewölkung verdichtete sich, und ab etwa 10 Uhr begann es wieder leicht zu regnen. Zu diesem Zeitpunkt wurde die fünfte, sechs Stunden später die sechste Meßfahrt gestartet. Allgemein kühlte es weiter ab. Die Schneefallgrenze lag zunächst bei 700 bis 800m und sank im Laufe der Nacht bis in die Täler. Am Schoberstein sank die Temperatur bis zum Morgen des 16.11. auf -6°C . Die höhergelegenen Straßen waren ab etwa 15.11., 22 Uhr nicht mehr befahrbar, die Kampagne wurde daher mit der letzten Ablesung samt Abbau der Meßeinrichtungen um 22.30 Uhr beendet.

Die Höhenströmung drehte in der Folge weiter über Nord (16.11, 00 Uhr) auf Nordost (ab 16.11., 12 Uhr). Ab dem Nachmittag des 16.11. ließ die Intensität des Niederschlags langsam nach. In den extremen Staulagen schneite jedoch bis etwa Mittag am 17.11. weiter.

Eine Vermessung der gesamten Nordstauphase im verdichteten Stationsnetz war nicht möglich, da die zeitliche Dauer die geplante und durchführbare Zeit der Meßkampagne wesentlich überschritt und die Passierbarkeit der Straßen nicht im ausreichenden Maß gegeben war. Weiters birgt die Messung fester Niederschläge selbst mit standardmäßigen Meßgeräten größere Probleme. Der Wind spielt dabei eine große Rolle. Er beeinflusst den Niederschlagseintrag in das Meßgefäß und führt zu Ein- bzw. Auswehungen des Schnees. Die im Zuge der Kampagne verwendeten einfachen Geräte würden aufgrund der großen Intensität der Niederschläge rasch mit lockerem Schnee gefüllt, realistische Meßwerte wären damit nicht zu erzielen gewesen.

Die Niederschlagswerte der Meßkampagne und der externen Stationen sind in Tab. 2 zusammengestellt. Die Werte von den Stationen der Meßkampagne sind Summen aus den beiden letzten Meßfahrten. An den höher gelegenen Meßpunkten konnten die Werte der letzten Meßfahrt nur teilweise verwendet werden. In jedem Fall ist die letzte gültige Ablesezeit angegeben.

Wertvolle Niederschlagsdaten aus dem Sengsengebirge lieferten die beiden Totalisatoren an den NP-Stationen Feichtauer See und Hagler. Am Feichtauer See wurde zwischen 10. und 25.11.1993 eine Niederschlagsmenge von 108 mm gemessen, am Hagler zwischen 10. und 23.11.1993 sogar 124 mm (der Totalisator Feichtaualm lieferte aufgrund von Vereisung keinen plausiblen Wert). Aufgrund von Vergleichen mit den nächstgelegenen Talstationen (Bodinggraben, St. Pankraz, Windischgarsten, Klaus) wurde versucht, für den Zeitraum der Meßkampagne einen plausiblen Wert abzuschätzen.

Tab. 2: Niederschlagswerte während der Stauphase an den Meßpunkten der Meßkampagne (N., S.), der Nationalpark-Forschung (NP), des Hydrographischen Dienstes (HD), der Zentralanstalt für Meteorologie (ZA), der Ennskraftwerke (EK), des Flugwetterdienstes (FW) und des Militärwetterdienstes (MW)

Meßpunkt / Station		Niederschlag Stauphase (15.11., ab 10 Uhr), bis zur Ablesezeit	Niederschlag Stauphase 15.11., 07 - 16.11., 07	Niederschlag Stauphase 15.11.,07 - 18.11.,07
N1	Molln	1.2 17:12		
HD	Molln		31.3 ?	49.8 ?
N2	Jaidhaus	2.8 17:29		
HD	Jaidhaus		12.2	22.2
N3	Bodinggraben	4.2 17:44		
HD	Bodinggraben		20.0	41.0
N4	Blumauer Alm	0.1 11:00		
N5	Blöttenb. Umk.	0.8 11:10		
N6	Messerer	4.4 18:32		
N7	Göriz Kehr	0.0 11:45		
N8	Göriz Gerade	0.2 11:50		
N9	Zöbelboden	0.3 12:20		
N10	Sinnreitnerboden	1.1 12:35		
N11	Ebenforst	1.0 12:40		
N12	Große Klaus	7.2 20:12		
N13	Annerlstieg	0.6 13:15		
N17	Jörglalm	1.2 13:30		
N14	Wasserboden	9.9 21:04		
N15	Weißbach	9.3 21:16		
N16	Reichraming	8.3 21:24		
HD	Reichraming		14.6	32.7
S1	Dirngraben	3.0 22:12		
S2	Klaus	7.7 21:55		
EK	Klaus		9.6	28.9
HD	Klaus		9.5	24.6
S3	Traunfried	7.8 21:50		
S6	Spering 1180m	6.2 21:15 ?		
S7	Speringbauer	7.4 20:35		
S8	St. Pankraz	4.2 20:20		
HD	St. Pankraz		9.3	19.0
S9	Ht. Rettenbach	7.7 20:00		
S10	Windischgarsten	3.9 19:50		
HD	Windischgarsten		7.1	15.3
S11	Rosenau	2.7 19:40		
S12	Dörfmoaralm	3.9 19:20		
S13	Hengstpaß	3.6 18:35		
S14	Krennbauer	1.4 18:20		
S15	Unterlaussa	3.7 18:15		
S16	Mooshöhe	3.1 18:10		
FW	Hörsching		2.6	3.6
ZA	Kremsmünster		8.8	17.1
ZA	Gmunden		10.0	
ZA	Feuerkogel		23.0	48.0
NP	Feichtau See Totalisator			67
NP	Hagler Totalisator			69
HD	Linzer Haus		7.2	14.7
HD	Liezen		0.8	1.6
MW	Aigen im Ennstal		0.0	0.0

Setzt man die während und außerhalb der Meßkampagne gefallenen Niederschlagsmengen ins Verhältnis, so ergeben sich für die Kaltfront- und Warmfrontphase zusammen Werte von 20 mm (Feichtauer See) bzw. 23 mm (Hagler), während der Nordstauphase 67 mm (Feichtauer See) bzw. 69 mm (Hagler) und für die gesamte Meßkampagne 87 mm (Feichtauer See) bzw. 92 mm (Hagler). Die Meßfehler sind bei Totalisatormessungen unter vergleichbaren Meßbedingungen in der Regel geringer als bei Messungen mit kleineren Sammelgefäßen, jedoch ist dies aufgrund der exponierten Standorte der Totalisatoren nicht zu garantieren. Die Werte erscheinen allerdings trotz ihrer Höhe im Lichte der Messungen im Bereich Blößenbach und Blumauer Alm durchaus plausibel.

Ein gutes Bild über die während der Kampagne gemessenen Daten gibt Abb. 11. Hier werden die Niederschlagssummen der registrierenden Station Klaus (EKW) vom Beginn der Kampagne weg (durchgezogene Kurve) mit den Daten der Meßkampagne verglichen, die am 15.11. zwischen 17 und 22 Uhr gemessen wurden. Der Standort Klaus ist als ausgeprägte Staulage anzusehen. Jene Stationen, deren Werte noch über jenen von Klaus liegen, liegen überwiegend im Bereich von Sengsen- und Hintergebirge, die Werte der anderen Stationen liegen großteils unter jenen von Klaus.

Die Darstellung der absoluten Niederschlagsmengen in Kartenform wie für die beiden anderen Phasen ist nicht sehr ergiebig, da für den Gesamtzeitraum nur die Daten der ständigen Meßstellen herangezogen werden könnten. Stattdessen wurden die Werte mit den bis zum jeweiligen Meßzeitpunkt an der Station Klaus gemessenen Mengen ins Verhältnis gesetzt (siehe Karte 4). Werte über 100% bedeuten, daß am entsprechenden Meßpunkt mehr Niederschlag fiel als gleichzeitig in Klaus. Solche Prozentwerte treten überwiegend im Bereich von Sengsen- und Hintergebirge auf, die höchsten Werte ergeben sich aus den Totalisatormessungen von Hagler und Feichtauer See. Ein Mangel dieser Darstellung besteht darin, daß der Vergleichszeitraum nicht für alle Stationen gleich ist. Weniger als 100%, also geringere Mengen als in Klaus, traten in einigem Abstand südlich und nördlich des Sengsengebirges und südlich des Hintergebirges auf.

In Abb. 11 und Karte 4 fällt auf, daß auch auf der Leeseite in geringer Entfernung von den Gebirgskämmen sehr hohe Werte auftreten (z.B. Stationen Springbauer und Hinterer Rettenbach). Diese Tatsache wurde bereits öfters beobachtet. Gründe dafür liegen darin, daß der Niederschlag beim Fall aus der Höhe seiner Entstehung (rund 3000m) um einige Kilometer versetzt werden kann. Weiters sind die Hebungszonen in höheren Luftschichten nicht unbedingt exakt an die darunter vorhandene Geländeform gebunden. Sie können infolge der Trägheit und Kompressibilität der Luft geringfügig abweichen.

Vergleich Registrierung Klaus - Stationen Meßkampagne

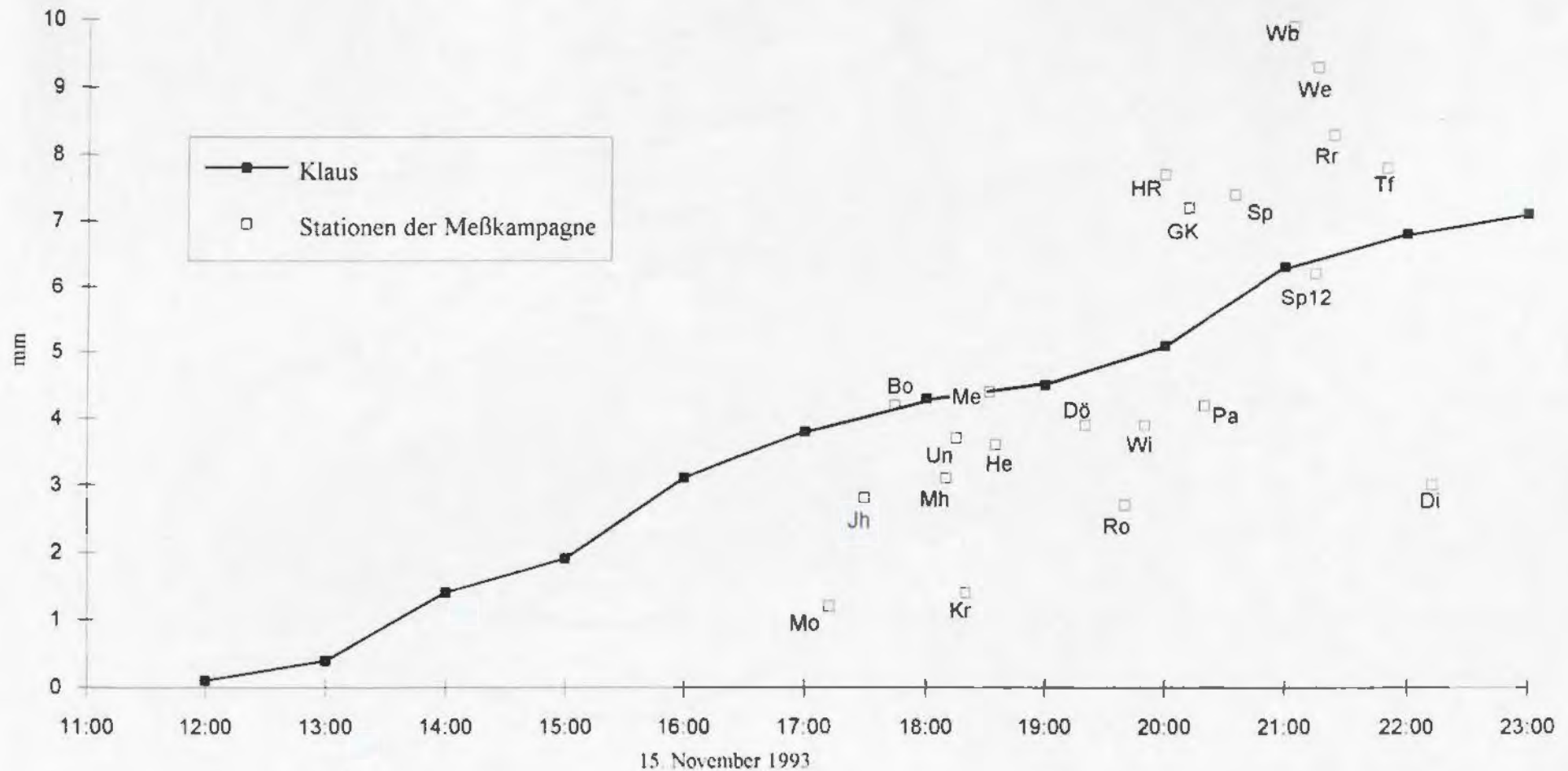


Abb. 11: Niederschlagsmengen während der Nordstauphase. Durchgezogen: Registrierstation Klaus, Punkte: Stationen der Meßkampagne.

Bo - Bodinggraben	Di - Dirngraben	Dö - Dörfmoaralm	GK - Große Klause	He - Hengstpaß
HR - Hint. Rettenbach	Jh - Jaidhaus	Kr - Krennbauer	Me - Messerer	Mh - Mooshöhe
Mo - Molln	Pa - St. Pankraz	Ro - Rosenau	Rr - Reichraming	Sp12 - Spering 1200m
Tf - Traunfried	Sp - Speringbauer	Un - Unterlaussa	Wb - Wasserboden	We - Weißenbach
Wi - Windischgarsten				

Die für Nordstaulagen charakteristische großräumigere Niederschlagsverteilung während der Meßkampagne ist sehr gut anhand eines Nord-Süd-Querschnittes (Abb. 12) zu erkennen. Die gemessenen Niederschlagsmengen während der gesamten Stauphase betrugen in Hörsching 3.6 mm, in Kremsmünster bereits 17 mm, an den Talstationen knapp nördlich von Sengsen- und Hintergebirge 22-41 mm, im Bereich des Sengsengebirges bis 69 mm, südlich davon sowie im Bereich Linzer Haus 9-20 mm und im Ennstal südlich des Pyhrnpasses unter 2 mm. Drei Wellen sind sowohl in der Orographie als auch in den Niederschlagsmengen zu erkennen: die Vorberge (z.B. Schoberstein) mit einer Höhe von 1000-1300m, das Sengsengebirge mit einer Höhe bis knapp 2000m sowie der Warscheneckstock (nahezu 2400m). Die Niederschlagsverteilung reagiert auf jeden dieser Höhenzüge. Für den nördlichsten liegen aus höheren Lagen keine Daten vor. Als nördlich vorgelagerte Station ist am ehesten Reichraming anzusehen. Die Niederschlagsmenge war dort deutlich höher als an der Station Breitenau. Zum Sengsengebirge hin steigt sie sehr deutlich an, um in den höheren Lagen des Sengsengebirges (nördlich und südlich des Kammes) den Höchstwert zu erreichen. Im Windischgarstner Becken und in Hinterstoder ist ein weiteres relatives Minimum festzustellen. Südlich davon wurden in höheren Lagen wieder größere Mengen gemessen, die aber bei weitem nicht jene des Sengsengebirges erreichen. Im Ennstal südlich des Warschenecks lagen die Werte, wie bereits oben erwähnt, unter 2 mm.

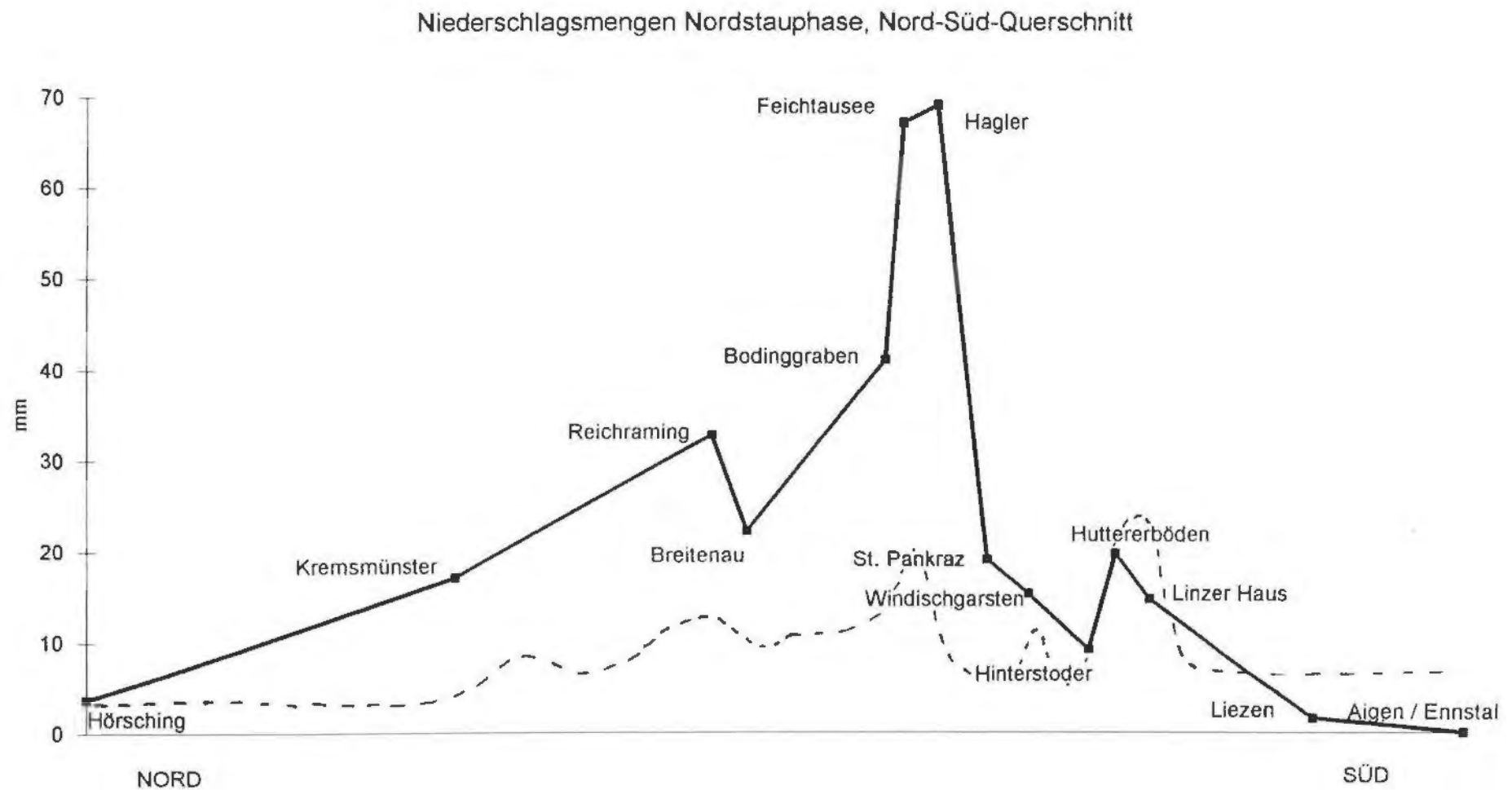


Abb. 12: Nord-Süd-Querschnitt der Niederschlagsmengen während der Nordstauphase. Durchgezogen: Niederschlagsmengen, strichliert: Schema des Reliefs

6. SCHLUSSFOLGERUNGEN:

BEMERKUNGEN ZUR ÜBERTRAGBARKEIT DER ERGEBNISSE

Aufgrund der verfügbaren Daten über die meteorologische Entwicklung und aufgrund der oben diskutierten Ergebnisse kann festgestellt werden, daß die ausgewählte Wetterphase eine Fülle typischer Phänomene mit sich brachte. Dies betrifft sowohl den Zeitablauf als auch die Ausprägung der Wetterentwicklung.

Die Nordstauphase brachte eine besonders ausgeprägte und als typisch zu betrachtende regionale Niederschlagsverteilung. Dies bedeutet nun nicht, daß dies in allen Wetterlagen mit Nordstauerscheinungen gleichartig der Fall ist. Nicht selten sind Wetterlagen mit stärkeren Niederschlägen an der Alpennordseite mit wiederholten Frontdurchgängen verbunden, gelegentlich auch mit Tiefdruckgebieten über den Alpen. Dabei treten zwar gleichfalls hohe Niederschlagsmengen auf, aber nicht unbedingt in der hier beobachteten typischen Verteilung. Dies bedeutet, daß die beobachteten Erscheinungen in qualitativer Hinsicht für die meteorologische Situation der Nordstaulage, nicht aber für alle Wetterlagen mit starkem Niederschlag typisch und übertragbar sind.

Die Übertragbarkeit der Ergebnisse in quantitativer Hinsicht (Niederschlagsmengen, Prozentwerte) ist aufgrund der Individualität jeder einzelnen Wetterlage nicht uneingeschränkt gegeben. Zusammenfassend können jedoch folgende Gegebenheiten als typisch und auf andere Fälle übertragbar bewertet werden:

- Regionale Verteilung (Nord-Süd-Querschnitt): Mehrere Wellen entsprechend der Orographie, Maximum an den nördlichsten Gebirgszügen
- Verstärkte Niederschläge können bis in leeseitige Tallagen übergreifen.
- Für das gesamte Planungsgebiet des Nationalparks Kalkalpen (Ostteil) gilt, daß bei Nordstaulagen Niederschlagsmengen erwartet werden können, die z.T. beträchtlich über jenen liegen, die in dessen Umgebung auftreten. Besonders exponiert sind die alpinen, teilweise auch die subalpinen Bereiche.

Die Bedeutung dieser Ergebnisse für die Forschung in anderen Fachbereichen und für die Nationalparkplanung muß von anderer Stelle beurteilt werden. Aus der Sicht des Meteorologen steht jedenfalls die Einzigartigkeit des Planungsgebietes, besonders für die häufig auftretende Situation der Nordstaulage, außer Frage.

7. DANK

Die Durchführung der Meßkampagne war nur dank der bereitwilligen Unterstützung des Nationalpark-Forschungszentrums und seiner Mitarbeiter/innen Mag. Siegfried Angerer, Kurt Buchner, Lotte Gärtner und Roland Mayr möglich. Ihr Einsatz war vorbildlich und ging weit über das im Rahmen des Dienstes zu erbringende Ausmaß hinaus. Frau Mag. Agnes Bisenberger ergänzte das Meßteam. Ohne ihre unermüdliche und gewissenhafte Arbeit wäre die Gewinnung der Meßdaten in der vorliegenden Qualität nicht möglich gewesen.

Für die äußerst angenehme und bereitwillige Zusammenarbeit und die rasche Überlassung der Daten über Niederschlagsmengen und Schneeverhältnisse sei dem Hydrographischen Dienst beim Amt der OÖ. Landesregierung herzlichst gedankt.

Sehr wertvoll für das Zustandekommen dieser Arbeit war die gedeihliche Kooperation mit der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, Wien. Besonders hilfreich war die rasche Anfertigung der Satellitenbilder und anderer nicht gezeigter Unterlagen zur Diagnose des Wetterverlaufes. Von dieser Stelle stammen weiters Daten der Synoptischen Beobachtungsstationen.

Dem Flugwetterdienst der Austro Control GmbH sei für die Überlassung der Wetterradarbilder, von Beobachtungsdaten und Hilfsmitteln für die Wettervorhersage herzlich gedankt.

