

Berichte des Deutschen Wetterdienstes

197

Objektive Wetterlagenklassifikation

von
Ernst Dittmann u.a.

Zitationsvorschlag:

Dittmann, Ernst: Objektive Wetterlagenklassifikation. - Offenbach am Main:

Selbstverlag des Deutschen Wetterdienstes, 1995.

(Berichte des Deutschen Wetterdienstes ; 197)

ISSN der Onlineausgabe: 2194-5969

ISSN der Druckausgabe: 0072-4130

Nutzungsbedingungen

Dieses Dokument steht unter folgender Creative Commons-Lizenz



Sie dürfen das Werk bzw. den Inhalt unter folgenden Bedingungen vervielfältigen, verbreiten und öffentlich zugänglich machen: Sie müssen den Namen des Autors/Rechteinhabers in der von ihm festgelegten Weise nennen. Dieses Werk bzw. dieser Inhalt darf nicht für kommerzielle Zwecke verwendet werden und es darf nicht bearbeitet, abgewandelt oder in anderer Weise verändert werden.

Mit der Verwendung dieses Dokumentes erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

Herausgeber und Verlag: :

Deutscher Wetterdienst
Frankfurter Straße 135
D- 63067 Offenbach am Main

Internet: www.dwd.de

Mail: bibliothek@dwd.de



Berichte des Deutschen Wetterdienstes

197

Objektive Wetterlagenklassifikation

von

Ernst Dittmann, Sabine Barth,
Jürgen Lang und Gerhard Müller-Westermeier

Zur Herstellung dieses Buches wurde chlor- und säurefreies Papier verwendet.

ISSN 0072-4130

ISBN 3-88148-316-0

Alle Rechte vorbehalten. Nachdruck, auch auszugsweise, verboten. Kein Teil dieses Werkes darf ohne schriftliche Einwilligung des Deutschen Wetterdienstes in irgendeiner Form (Fotokopie, Mikrofilm, oder ein anderes Verfahren), auch nicht für Zwecke der Unterrichtsgestaltung, reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden. Für den Inhalt sind die Autoren verantwortlich.

Herausgeber und Verlag:

Deutscher Wetterdienst
Zentralamt
Frankfurter Str. 135
63067 Offenbach am Main

Anschriften der Autoren:

Dipl.-Met. Sabine Barth
Dr. Ernst Dittmann
Dipl.-Met. Gerhard Müller-Westermeier
Deutscher Wetterdienst
Frankfurter Str. 135
63067 Offenbach am Main

Dipl.-Met. Jürgen Lang
Datenservice
Sturzstr. 45
64285 Darmstadt

Inhalt

Seite

Zusammenfassung/Abstract	5
1 Einleitung	7
2 Überblick über verschiedene Methoden einer Wetterlagen- klassifikation	8
3 Datengrundlage	10
3.1 Modelldaten zur Festlegung der Kriterien für die Wetterlagen- einteilung	10
3.2 Klimatologische Daten zur Überprüfung der untersuchten Klassifikationen	11
4 Methode	12
4.1 Numerische Kriterien für die Klassifikation	12
4.2 Statistische Untersuchungen der definierten Wetterlagen mit Hilfe klimatologischer Daten	14
5 Ergebnisse	16
5.1 Wetterlagenkalender	16
5.2 Häufigkeitsverteilung der Wetterlagen	16
5.3 Mittlere Feldverteilung meteorologischer Größen der verschiedenen Wetterlagenklassen	17
6 Ausblick	19
6.1 Kartendarstellungen klimatologischer Kenngrößen für die Wetterlagen	19
6.2 Umstellung der Methode auf die Ergebnisse des aktuellen numerischen Analyse-/Vorhersageverfahrens des Deutschen Wetter- dienstes	22
7 Literatur	23
8 Tabellen, Abbildungen und Karten	25

Zusammenfassung

Auf der Datengrundlage von Gitterpunktwerten aus dem operationellen numerischen Wetteranalyse- und Vorhersagesystem des Deutschen Wetterdienstes wird eine Methode zur Klassifizierung von Wetterlagen vorgestellt. Die Kriterien zur Einteilung der Wetterlagen sind Zyklonalität bzw. Antizyklonalität der bodennahen und mitteltroposphärischen Strömung, die großräumige Anströmrichtung und der Feuchtegehalt der Atmosphäre.

Den einmal täglich bestimmten Wetterlagen werden klimatologische Kenngrößen zugeordnet und flächenhaft dargestellt. Das Verfahren wird auf ein Gebiet in Mitteleuropa angewandt, das Deutschland überdeckt. Eine Verschiebung des Betrachtungsgebietes auf andere Regionen in Europa ist prinzipiell möglich.

Abstract

A method for the classification of meteorological situations is presented. The data base consists of gridpoint values of the operational numerical weather analysis and forecast system of Deutscher Wetterdienst. The criteria for the distinction of the meteorological situations are cyclonic, respectively anticyclonic air flow near the surface and in the middle troposphere, the predominant wind direction, and the vertically integrated humidity of the atmosphere.

Climatological parameters are related to the meteorological situations, which are defined once daily, and presented as horizontal distributions. The procedure is applied to an area in the middle of Europe covering Germany. A translation of the area of interest to a different European region is no problem in principle.

1 Einleitung

Der Erfolg des auf subjektiver Einschätzung beruhenden „Katalogs der Großwetterlagen Europas“ nach HESS und BREZOWSKY (1977) ist ein Indiz für den Bedarf der synoptischen und angewandten Klimatologie an einer Methode zur Charakterisierung typischer Wetterlagen.

Das DWD-Projekt „Objektive Wetterlagenklassifikation“ ist der Versuch einer solchen Typisierung aus dem Blickwinkel des Synoptikers und des Klimatologen für ein Gebiet in Mitteleuropa, das ganz Deutschland überdeckt (Abb. 1). Wesentlich dabei ist, daß die Methode eindeutig definiert und jederzeit numerisch nachvollziehbar ist; dies ist der Grund für den Anspruch auf die Bezeichnung „objektive Wetterlagenklassifikation“.

Die hier vorgestellte Methode beruht auf Informationen über die gesamte Troposphäre. Wichtige Einteilungsmerkmale sind die Zirkulationsformen in Bodennähe und in einem mittleren troposphärischen Niveau. Hierzu werden die 1000 hPa- und die 550 hPa-Fläche verwendet. Über die numerische Auswertung des Geopotentials dieser Flächen ist eine quantitative Bestimmung der Zyklonalität bzw. Antizyklonalität möglich. Zudem wird die großräumige Anströmung des Untersuchungsgebietes mit Hilfe des Windes in 700 hPa betrachtet.

Die Unterteilung der Strömungsformen zweier Niveaus in ‚zyklonal‘ oder ‚antizyklonal‘, des Feuchtegehalts der Atmosphäre in ‚trocken‘ oder ‚feucht‘ sowie der Anströmrichtung in 5 Möglichkeiten führt zu einer Anzahl von 40 verschiedenen Wetterlagenklassen.

Zum Vergleich weist die Klassifikation nach HESS/BREZOWSKY insgesamt 29 verschiedene Wetterlagen auf. Einige der 40, durch numerische Kriterien vorgegebenen Wetterlagen sind in dem Zeitraum von 11 Jahren, aus dem Daten zur Entwicklung des Verfahrens genutzt wurden, nur sehr selten vertreten. Um die Systematik der objektiven Klassifikation zu erhalten, wurde auf eine Zusammenlegung selten vorkommender Wetterlagen verzichtet und die Einteilung in 40 Klassen aufrechterhalten.

Potentielle Nutzer der hier vorgeschlagenen Wetterlagenklassifikation sind u. a. Meteorologen, die in den Bereichen allgemeine Klimatologie, regionale Klimatologie (auch für die Anwendung numerischer Modelle), Witterungsklimatologie, technische Klimatologie, Flugklimatologie, Medizinmeteorologie, Agrarmeteorologie, Synoptik, Klimaänderungen und -fluktuationen sowie Hydrometeorologie tätig sind.

2 Überblick über verschiedene Methoden einer Wetterlagenklassifikation

Ansätze zu einer Wetterlagenklassifikation gibt es seit Ende des 18. Jahrhunderts von zahlreichen Autoren unter Nutzung der unterschiedlichsten Methoden. Die Klassifikationen unterscheiden sich zum einen im Gültigkeitsbereich. Es gibt großräumige Klassifikationen (Großwetterlagenklassifikationen), welche den gesamten europäischen Raum abdecken und kleinräumige, die sich auf einen Teilbereich beschränken, etwa in Landesgröße. Außerdem gibt es Klassifikationen für lokal typische Wetterlagen mit sehr eng begrenztem Gültigkeitsbereich.

Zum andern unterscheiden sich die Klassifikationen in ihrer Zielsetzung. Sie werden benötigt für klimatologische oder synoptische Zwecke, für medizinmeteorologische Untersuchungen oder auch zum Zwecke der Untersuchung ganz spezieller Aspekte, wie des Niederschlags oder der Abwärmelast.

Dies spiegelt sich in den Ansätzen zur Klassifikation wider. Hier seien einige wesentliche Methoden genannt, nach denen eine Wetterlagenklassifikation vorgenommen werden kann:

- Klassifikation über Boden- und Höhenströmung (meist 500 hPa), sowie Lage der Steuerzentren und Fronten
- Klassifikation über spezielle Wetterlagen-Parameter (definiert über Prognose- oder Analysedaten)
- Klassifikation über Kombinationen von Intensitätsstufen (Meßdaten meteorologischer Parameter für witterungsklimatologische Betrachtungen)
- Klassifikation aufgrund spezieller Zielsetzung, meist in Kombination mit oder als Bearbeitung von bestehenden Klassifikationen
- Mathematisch-statistische Wetterlagenklassifikation (z. B. Clusteranalyse).

Zu den einzelnen Methoden werden im folgenden einige Beispiele genannt.

Das erste bedeutende Konzept entstand in den Jahren 1941–1943 unter der Leitung von F. BAUR; das Resultat war der Kalender der Großwetterlagen Europas für die Jahre 1881–1939 (BAUR 1944). Grundlage der Klassifikation waren Isobarenkarten des Bodenluftdrucks. Als Merkmale bestimmter Großwetterlagen wurden die geographische Lage der Steuerzentren sowie Lage und Erstreckung von Frontalzonen genutzt. Der Witterungscharakter wurde über die Begriffe ‚zyklonal‘ und ‚antizyklonal‘ erfaßt. Es ergaben sich insgesamt 21 Großwetterlagen im europäisch-ostatlantischen Raum.

Diese Klassifikation wurde 1952 und 1969 von HESS und BREZOWSKY überarbeitet und als Katalog der Großwetterlagen Europas mit 29 definierten Wetterlagen

herausgegeben. Als Grundlagen der überarbeiteten Klassifikation dienen die atmosphärische Strömung in Bodennähe und in der Höhe zur Bestimmung der Zirkulationsform. Unterschieden wird zwischen zonaler, gemischter und meridionaler Zirkulationsform; eine Untergliederung erfolgt weiterhin nach Lage der Hauptfrontalzone oder des Steuerungszentrums.

Der Katalog von HESS/BREZOWSKY wurde und wird häufig als Arbeitsunterlage verwendet, z.B. für statistische Untersuchungen, auch im Zusammenhang mit verschiedenen meteorologischen Elementen (Niederschlag, Temperatur, Wind einschließlich Turbulenz), aber auch als Ausgangsbasis für neue Klassifikationen. Hierbei wird häufig vorhandenes Datenmaterial nach dem Wetterlagenkalender von HESS/BREZOWSKY zerlegt und anschließend statistisch weiterbearbeitet (GERSTENGARBE u.a. 1993).

Ein Beispiel für eine Wetterlagenklassifikation über Wetterlagen-Parameter ist die Klassifikation nach SCHÜEPP (1968). Sein Wetterlagenkalender ist gültig für den Großraum Schweiz. Die Definition einer Wetterlage erfolgt über den Wertebereich bestimmter Parameter wie der Windrichtung aus dem Bodendruckfeld; bei geringen Druckgegensätzen erfolgt die Einstufung nach dem Höhenwindfeld. Die Unterscheidung von zyklonal, antizyklonal und indifferent erfolgt nicht nach der Krümmungsform der Isobaren, sondern anhand eines Sonnenschein-Niederschlags-Indexes. Es handelt sich hierbei um ein rein empirisches Verfahren.

Dieser Wetterlagenkalender wurde von WANNER und KUNZ (1977) statistisch überarbeitet und als Grundlage für die Definition von Lokalwettertypen im Raum Bern verwendet. Für diese wurden spezielle Maßzahlen der Temperatur, Bewölkung, des Niederschlags und des Windes bestimmt. Damit bietet sich die Möglichkeit einer Lokalwetterprognose.

Neueren Datums sind Versuche, Wetterlagenklassifikationen zu automatisieren. Die Methode von GROLL (1976 und 1977) und KLAPP-ANDRESEN (1978) hat zum Ziel, Druckverteilungen mittels rein numerischer Auswertung nach mathematisch-statistischen Kriterien zu typisieren.

Datenbasis sind Gitterpunktwerte des Luftdrucks und des Geopotentials der 12 UTC-Analysen des DWD von etwa 900 meteorologischen Situationen. Es wurden ‚typische Lagen‘ nach folgendem Verfahren definiert:

Jede Lage wird mit allen anderen korreliert. Zwei Lagen werden dann als ähnlich bezeichnet, wenn der Korrelationskoeffizient den Schwellenwert von 0,8 erreicht oder überschreitet. Für jede Lage wird die Anzahl der ähnlichen Lagen festgestellt. Diejenige Lage, die am meisten ähnliche Lagen auf sich vereinigt, wird als erste ‚typische Lage‘, etwa Lage A, bezeichnet.

Der so bestimmte Typ A und die dazu gehörigen ähnlichen Lagen werden aus dem Datenkollektiv entfernt. Die Bestimmung weiterer Wetterlagentypen B, C, ... geschieht dann analog nach dem obengeschilderten Verfahren. Dies wird so lange

fortgesetzt, bis ein bestimmter Prozentsatz einzelner Wetterlagen eliminiert ist bzw. bis eine bestimmte Anzahl von Lagen definiert ist.

Eine andere Art der automatischen Klassifikation ist die nach BENICHO (1985). Ziel war es, eine klare und vor allem eindeutige Zuordnung von Wetterlagen zu erreichen. Die Datenbasis bilden auch hier Gitterpunktwerte numerischer Analysen, und zwar zweimal täglich (00 und 12 UTC). Im einzelnen handelt es sich um Geopotentialwerte aus 7 Niveaus, die Felder der Temperatur und der Relativen Feuchte in jeweils 3 Niveaus sowie die Gradienten der Relativen Topographien 700/850 hPa und 500/700 hPa, also insgesamt 15 Felder pro Wetterlage.

Für jedes der 15 Felder der Zeitreihe wird eine Clusteranalyse durchgeführt, die eine Unterteilung in jeweils 10 Klassen vorsieht. Für jeden Termin ergibt sich also eine Wetterlagenklassifikation in Form einer 15stelligen Ziffernfolge. Hierbei handelt es sich sicherlich um eine eindeutige, aber leider wenig anschauliche Methode. Außerdem ergibt sich eine Vielzahl von Lagen, so daß eine klimatologisch nutzbare Statistik für die verschiedenen Lagen kaum möglich ist.

Die wesentliche Problematik bei der Suche nach einer Wetterlagenklassifikation besteht darin, daß einerseits Klassifikationen nach der Art von HESS/BREZOWSKY eine subjektive Komponente enthalten und andererseits mathematisch-statistische Klassifikationsmethoden zwar eindeutig, aber wenig anschaulich sind und der Bezug zum Wettergeschehen nicht erkennbar wird.

3 Datengrundlage

3.1 Modelldaten zur Festlegung der Kriterien für die Wetterlageneinteilung

Als Datenbasis zur Erarbeitung der Methode dienten Gitterpunktwerte des früheren operationellen numerischen Analyse- und Prognosesystems des DWD aus einem 11 Jahre umfassenden Zeitraum (Juli 1979–Juni 1990), insbesondere die Anfangsdaten der zweimal täglich (um 00 UTC und 12 UTC) gestarteten Vorhersagen mit dem Modell BKF (baroklines, feuchtes Modell). Damit standen etwas mehr als 8000 synoptische Einzelsituationen zur statistischen Auswertung zur Verfügung.

Aus dem fast-hemisphärischen Modellgebiet wurden für einen Ausschnitt, der einen großen Teil Europas überdeckt (Abb. 1), die Daten zweier (auf der stereographischen Projektionsebene durch 60° Nord) ineinander geschachtelter kartesischer Gitternetze mit jeweils 254 km Maschenweite entnommen. In Abb. 1 ist das sogenannte ‚schwarze‘ Gitter dargestellt. In der Mitte der ‚schwarzen‘ Quadrate liegen die – hier nicht markierten – Gitterpunkte des ‚roten‘ Gitters. Durch die Kombination beider Gitternetze ergibt sich eine effektive Maschenweite von ca. 180 km.

Der in Abb. 1 dargestellte europäische Ausschnitt des Modellgebiets enthält $12 \cdot 13 = 156$ ‚schwarze‘ und $11 \cdot 12 = 132$ ‚rote‘ Gitterpunkte.

Die verfügbaren Modelldaten umfassen im wesentlichen das Geopotential in 1000 hPa und in den 9 Modellflächen von 950 hPa bis 50 hPa die Felder der meteorologischen Größen

- Temperatur
- Horizontalwind
- spezifische Feuchte

Das Geopotential der Modellflächen von 950 hPa aufwärts kann aus diesen Größen bestimmt werden.

Eine vollständige Liste der archivierten Parameter ist in Tab. 1 enthalten.

3.2 Klimatologische Daten zur Überprüfung der untersuchten Klassifikationen

Um nachzuweisen, daß es sich um eine praktisch sinnvolle Klassifikation handelt, die mit deutlich unterschiedlichem Wettergeschehen verbunden ist, wurden die Zusammenhänge der einzelnen Klassen mit den Wettererscheinungen am Boden untersucht. Hierzu wurden die Beobachtungen und Meßwerte an bestimmten Klimastationen verwendet. Auswahlkriterien für die Stationen waren

- die Stationen sollten das Gebiet möglichst gleichmäßig abdecken
- die Daten sollten für den entsprechenden Zeitraum vorhanden und geprüft sein
- Sonnenscheinregistrierung sollte vorliegen
- Homogenität und Repräsentanz der Station für Temperatur, Sonnenscheindauer und Niederschlag sollten möglichst gewährleistet sein (tatsächlich trifft dies für alle drei Elemente gleichzeitig nur selten zu)

Um die Untersuchungsergebnisse nicht durch klimatische Besonderheiten an einer Station zu verfälschen, wurden tägliche Gebietsmittelwerte verschiedener meteorologischer Elemente für drei Landschaftstypen berechnet. Deutschland wurde dazu in folgende Gebiete unterteilt:

- | | |
|------------------------------|----------------|
| – die norddeutsche Tiefebene | (Gebiet Nord) |
| – der Mittelgebirgsraum | (Gebiet Mitte) |
| – das Alpenvorland | (Gebiet Süd) |

Die weitere Auswahl der Stationen aus den Teilgebieten richtete sich nach folgenden Kriterien für die geographische Breite \varnothing und die Stationshöhe h über NN:

- | | | | |
|----------------|----------------------------|-----------------------------|---------------------|
| – Gebiet Nord | $52,2^\circ < \varnothing$ | | $h < 100 \text{ m}$ |
| – Gebiet Mitte | $49,0^\circ < \varnothing$ | $\leq 52,2^\circ \text{ N}$ | $h < 400 \text{ m}$ |
| – Gebiet Süd | \varnothing | $\leq 49,0^\circ \text{ N}$ | $h < 700 \text{ m}$ |

Berechnet wurden tägliche Gebietsmittel der folgenden 9 Parameter:

- Maximum- und Minimumtemperatur
- Temperatur zu den drei Klimaterminen
- Tagesmittel der Lufttemperatur
- relativen Feuchte zu den drei Klimaterminen
- Tagesmittel der relativen Feuchte
- Bedeckung zu den drei Klimaterminen
- Tagesmittel der Bedeckung
- Sonnenscheindauer
- 24stündige Niederschlagshöhe

4 Methode

4.1 Numerische Kriterien für die Klassifikation

Die Einteilung der Wetterlagen beruht auf 3 anschaulichen Kriterien:

- Zyklonalität/Antizyklonalität der troposphärischen Strömung
- großräumige Anströmrichtung
- Feuchtegehalt der Troposphäre

Als erstes Unterscheidungsmerkmal wurde die Zyklonalität bzw. Antizyklonalität der Luftströmung über dem Gültigkeitsbereich des Klassifikationsschemas betrachtet.

Unter der Voraussetzung quasi-geostrophischer Strömungsverhältnisse bilden das Vorzeichen und der Betrag der Krümmung der Geopotentialfläche ein Maß für Zyklonalität bzw. Antizyklonalität in einem ausgewählten Druckniveau. Die Krümmung der Geopotentialfläche Φ läßt sich als Differentialausdruck $\nabla^2\Phi$ analytisch formulieren und mit Hilfe der Gitterpunktwerte numerisch auswerten. Dabei werden Gitterpunkte im Inneren des betrachteten Gebietes mit einem höheren Gewicht berücksichtigt als Gitterpunkte in Randnähe.

Als Kriterien für die Einteilung in Wetterlagenklassen werden in den beiden Geopotentialflächen 1000 hPa und 550 hPa jeweils Zyklonalität und Antizyklonalität betrachtet. Negative Werte der gewichtet gemittelten Krümmung der Geopotentialflächen kennzeichnen die Fälle mit antizyklonaler und positive Werte diejeni-

gen mit zyklonaler Strömung. Das Niveau 550 hPa wurde gewählt, weil es im Gegensatz zu 500 hPa eine Rechenfläche des BKF-Modells darstellt.

Das zweite Unterscheidungsmerkmal der objektiven Wetterlagenklassifikation ist die Anströmrichtung des Windes bezüglich des betrachteten Gebietes. Der Wind im 700 hPa-Niveau repräsentiert die Strömungsverhältnisse in der unteren Troposphäre hinreichend gut und wird zur Bestimmung der Anströmrichtung ausgewertet, sofern eine solche sich als signifikante Größe aus den Gitterpunktwerten ableiten läßt.

Es wurden 4 eindeutige Anströmrichtungen aus den vier 90°-Sektoren um Nordost, Südost, Südwest und Nordwest unterschieden und als fünfte Möglichkeit ‚Anströmrichtung nicht definiert‘ zugelassen.

Als drittes Merkmal zur Aufstellung einer objektiven Wetterlagenklassifikation wird der Feuchtegehalt der Troposphäre berücksichtigt. Zu diesem Zweck wird gitterpunktsweise das ‚precipitable water‘ numerisch ausgewertet und mit dem Median der nach Monaten unterteilten 11jährigen Zeitreihe der Datenbasis (1979–1990) verglichen. Eine Einteilung erfolgt nach den zwei Kriterien ‚trockener‘ oder ‚feuchter‘ als der monatliche Median.

Die Numerierung und Definition der 40 Wetterlagenklassen ist in Tabelle 2 enthalten. Zur anschaulichen Kennzeichnung der 40 Wetterlagenklassen wird eine 5stellige Kurzbezeichnung eingeführt. Die zwei ersten Buchstaben kennzeichnen die Anströmrichtung, die nächsten zwei die Antizyklonalität bzw. Zyklonalität der Strömung in 1000 hPa und 550 hPa und der letzte das Kriterium ‚trocken‘ bzw. ‚feucht‘. Die Zuordnung der Kurzbezeichnungen zu den Nummern der Wetterlagenklassen ist ebenfalls in Tab. 2 enthalten.

Zur Erläuterung von Tabelle 2 sei angemerkt:

- Eine Anströmrichtung ist dadurch definiert, daß mindestens 2/3 aller an den Gitterpunkten des Betrachtungsgebietes vorkommenden Windrichtungen in 700 hPa in einen 90°-Sektor um diese Richtung fallen. Andernfalls ist die Anströmrichtung ‚nicht definiert‘.
- Z bedeutet zyklonale und A antizyklonale Strömung, wobei der erste Buchstabe die Geopotentialfläche 1000 hPa und der zweite die Geopotentialfläche 550 hPa betrifft.
- Die Einteilung feucht oder trocken orientiert sich am monatlichen Median der Werte des ‚precipitable water‘. Die Berechnung des niederschlagbaren Wassergehaltes einer Luftsäule über einer Fläche von 1 m² in Liter/Quadratmeter (precipitable water) erfolgte für jeden Tag mit Hilfe von Vertikalprofilen der spezifischen Feuchte und der Temperatur in den Druckniveaus der Rechenflächen des BKF-Modells.

- Um den Jahresgang der Feuchte zu berücksichtigen, wurde für jeden Monat die Verteilung des ‚precipitable water‘ berechnet und anschließend der Median bestimmt. So ergab sich für jeden Monat ein Schwellenwert zur Unterscheidung der Klassen ‚feucht‘ und ‚trocken‘. Diese Werte lagen im Frühjahr und Sommer deutlich über den Werten in Herbst und Winter.

Da die Wetterlagenklasse 1mal pro Tag festgestellt werden soll, werden zu ihrer Berechnung Werte des 12 UTC-Termins verwendet, die am ehesten als repräsentativ für einen Tag angesehen werden.

Nachfolgend ist eine **Kriteriumsübersicht** zusammengestellt:

Merkmal	Maßzahl	Kriterium
Anti/Zyklonalität der Strömung in Bodennähe	gewichtetes Gebietsmittel des $\nabla^2\Phi$ in 1000 hPa	< 0: antizyklonal ≥ 0: zyklonal
Anti-/Zyklonalität der Strömung der mittleren Troposphäre	gewichtetes Gebietsmittel des $\nabla^2\Phi$ in 550 hPa	< 0: antizyklonal ≥ 0: zyklonal
großräumige Anströmrichtung	gewichtete Häufigkeit der Windrichtungen in 700 hPa aus dem NO-, SO-, SW- und NW-Sektor	mehr als 2/3 der Windrichtungen aus einem Sektor, sonst ‚undefiniert‘
Feuchtegehalt der Troposphäre	gewichtetes Gebietsmittel des ‚precipitable water‘	Vergleich mit Monatsmittel S > S: feucht ≤ S: trocken

4.2 Statistische Untersuchungen der definierten Wetterlagen mit Hilfe der klimatologischen Daten

Ziel war es nachzuweisen, daß sich die Wetterbedingungen zwischen den definierten Wetterlagen deutlich unterscheiden.

Somit war es notwendig zu erkennen, für welche Elemente es statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Häufigkeitsverteilungen in den einzelnen Wetterlagenklassen gibt. Um ein verteilungsfreies Maß für die Ähnlichkeit zweier Klassen zu haben, wurden die Mediane jeweils zweier Verteilungen betrachtet.

Berechnet wurde dann die Wahrscheinlichkeit P der Hypothese, daß die beiden Wetterlagenklassen bezüglich der Mediane des betrachteten meteorologischen Elements gleich sind. Dies bedeutet für großes P , daß die Klassen bzgl. des jeweils gewählten meteorologischen Elements sehr ähnlich sind und für kleines P , daß die Klassen sich deutlich unterscheiden.

Zur Veranschaulichung seien hier die Niederschlagsverteilungen der Klassen 05 (NWAAT) und der Wetterlagenklasse 39 (SWZZF) (Gesamtzeitraum, Gebiet Mitte) angeführt, welche sich deutlich unterscheiden (Tab. 3). Die Wahrscheinlichkeit für die Gleichheit der Mediane beträgt in diesem Fall weniger als 0,05.

Für jede Kombination der Wetterlagenklassen wurden für 7 Elemente (Maximumtemperatur, Sonnenscheindauer, 24std. Niederschlagshöhe, relative Feuchte, Bewölkung, Schneehöhe und Temperaturminimum) die Wahrscheinlichkeit der Hypothese berechnet.

Die Berechnungen wurden nur durchgeführt für Kombinationen, für die die Anzahl der Fälle in beiden Klassen größer als 10 war.

In der Ergebnistabelle (Tab. 4a) wurde die Anzahl der Elemente angegeben, für die sich beim Vergleich der Klassen Unterschiede in den Verteilungen ergaben (Irrtumswahrscheinlichkeit von 95%).

So resultieren aus dem Vergleich der Klassen 2 (NOAAT, 67 Fälle) und 39 (SWZZF, 229 Fälle) Unterschiede in 6 Elementen. Es handelt sich dabei um alle oben genannten Elemente außer der Maximumtemperatur.

Die Unterschiede für eine so große Anzahl von Elementen ergab sich in diesem Fall, da es sich um zwei völlig verschiedene Wetterlagen handelt.

Doch auch bei scheinbar ähnlichen Wetterlagen wie den Lagen 29 (SWZAF, 238 Fälle) und 39 (SWZZF, 229 Fälle), welche sich nur bzgl. der Zyklonalität im hohen Niveau unterscheiden, können sich Unterschiede in der Verteilung meteorologischer Elemente ergeben; in diesem Fall sind es alle oben genannten Elemente, ausgenommen die Schneehöhe. (Vgl. auch Abschnitt 6.1, Darstellung der räumlichen Verteilung der Maximumtemperatur für diese beiden Lagen). Tabelle 4b zeigt auszugsweise, in welchen Elementen sich die einzelnen Wetterlagenklassen unterscheiden.

5 Ergebnisse

5.1 Wetterlagenkalender

Nach der unter Punkt 4.1 angegebenen Methode wurde die Wetterlagenklasse für jeden Tag aus den Gitterpunktwerten des Termins 12 UTC ermittelt. Die Klassifikation liegt für den Zeitraum Juli 1979 bis Juni 1990 vor, fehlende Termine sind mit der Kennung 99 belegt (Tabelle 5). Eine Fortsetzung der Reihe ist in Arbeit.

5.2 Häufigkeitsverteilung der Wetterlagen

Berechnet wurde die Häufigkeitsverteilung der Wetterlagen für

- 1) den gesamten vorliegenden Zeitraum (Tabelle 6.1)
- 2) für die Monate Januar und Juli (Tabelle 6.2.) und
- 3) für die meteorologischen Jahreszeiten Winter und Sommer, um jahreszeitliche Unterschiede zu verdeutlichen (Tabelle 6.3).

Die Häufigkeitsverteilung der Wetterlagenklassen für den Gesamtzeitraum zeigt, daß alle 40 Klassen belegt sind, d.h. jede der definierten Wetterlagenklassen kommt mindestens einmal vor.

Die Belegung der Klassen ist in hohem Maße von der Häufigkeit der Richtungen des anströmenden Windes abhängig.

Im Gesamtzeitraum entfallen jeweils ca. 30% auf die Richtungsklassen NW, SW und die Klasse, welche alle Fälle vereint, deren Windrichtung nicht eindeutig war. Die verbleibenden 10% der Fälle verteilen sich auf die Klassen mit Windrichtung NO und SO.

Betrachtet man die Krümmung der Isohypsen, so überwiegen im Gesamtzeitraum die Lagen mit eindeutig antizyklonaler Prägung, d.h. antizyklonal in 1000 hPa und in 550 hPa, mit ca. 45% relativer Häufigkeit.

Auf die rein zyklonalen Lagen entfallen ca. 19%, die gemischten Lagen haben einen Anteil von 35%, mit 24% für Antizyklonalität in 1000 hPa und Zyklonalität 550 hPa bzw. von 11% relativer Häufigkeit im umgekehrten Fall.

Bei der Betrachtung allein des Bodenniveaus (1000 hPa) ergeben sich 69% antizyklonal und 31% zyklonal geprägte Lagen im Gesamtzeitraum.

Die Häufigkeitsverteilungen der Wetterlagen für die 2 zentralen Monate der gegensätzlichen meteorologischen Jahreszeiten (Januar, Juli) liefern folgende Resultate:

- Besonders markant sind im Juli die Lagen 15 (NWAZT) mit 17,6% und die Lage 5 (NWAAT) mit 10% relativer Häufigkeit.
- Im Januar sind es die Lagen 10 (NWAAF) mit 12,1%, wieder die Lage 15 (NWAAT) mit 10% und die Lage 1 (XXAAT) mit 9,7%. Die Verteilungen in den beiden Monaten unterscheiden sich darin, daß die rein antizyklonalen und die rein zyklonalen Lagen im Januar häufiger auftreten als im Juli (49% (AA) bzw. 21% (ZZ) im Januar und 41% (AA) bzw. 14% (ZZ) im Juli).
- Die ‚gemischten‘ Lagen treten im Januar seltener auf im Vergleich zum Juli (22% (AZ) bzw. 7% (ZA) zu 34% (AZ) bzw. 11% (ZA) im Juli).
- Die Untersuchung allein der Windrichtungsverteilung ergibt für den Januar eine stärkere NW-Belegung als im Juli (ca. 39% zu 35% rel. Häufigkeit), bei der SW-Richtung ist es umgekehrt (25% zu 30%).

Die Ergebnisse der Monatsvergleiche spiegeln sich auch in dem Vergleich der Jahreszeiten Winter und Sommer wider. Die Unterschiede treten zum Teil noch deutlicher hervor:

NW-Anströmung im Winter 38%, im Sommer ca. 30%,
SW-Anströmung im Winter 23%, im Sommer ca. 36%.

Die häufigsten Wetterlagen im Winter sind ähnlich wie im Januar verteilt; Nr. 10 (NWAAF) mit 12,3% und Nr. 1 (XXAAT) mit 9,6%, die Lage 15 ist nur noch mit 7,8% bei Betrachtung der Jahreszeit vertreten.

Für die Jahreszeit Sommer heben sich wie auch im Juli wieder die Wetterlagen 15 (NWAZT) mit 13,6% und 5 (NWAAT) mit 10,1% hervor, aber auch die antizyklonal geprägten Lagen 9 und 1 mit SW-Strömung bzw. keiner eindeutigen Anströmrichtung sind mit 9,6% und 6,8% gut belegt.

5.3 Mittlere Feldverteilung meteorologischer Größen der verschiedenen Wetterlagenklassen

Für alle 40 Wetterlagenklassen wurden die Felder des Geopotentials in 1000 hPa und 550 hPa gemittelt. Entsprechende Isohypsendarstellungen sind für die 7 häufigsten Klassen in den Abbildungen 2a, 2b bis 8a, 8b wiedergegeben. In der nachfolgenden Übersicht sind diese Klassen in der Reihenfolge der absoluten Häufigkeit ihres Auftretens während des Gesamtzeitraums von 11 Jahren (1mal täglich für 12 UTC bestimmt) aufgeführt:

Reihenfolge nach der Häufigkeit	Klassen-Nr.	Kurzkennung	absolute Häufigkeit	relative Häufigkeit (%)
1	1	XXAAT	375	9,4
2	15	NWAZT	351	8,8
3	9	SWAAF	349	8,7
4	5	NWAAT	333	8,3
5	10	NWAAF	299	7,5
6	29	SWZAF	238	6,0
7	39	SWZZF	229	5,7

Diese sieben häufigsten Wetterlagen repräsentieren mehr als die Hälfte aller 40 vorkommenden Situationen. Dabei hat die Anströmrichtung des Windes in 700 hPa stets eine westliche Komponente oder sie ist nicht definiert bzgl. des Betrachtungsgebietes über Mitteleuropa.

Die am häufigsten auftretende Wetterlage ist die Klasse 1. Sie hat keine definierte Anströmrichtung und ist relativ trocken gegenüber dem Monatsmittel. In Bodennähe bildet sich im Mittel ein Hochdruckgebiet aus (Abb. 2 a), während gleichzeitig in 550 hPa ein Azorenhochkeil nach Mitteleuropa reicht (Abb. 2 b).

Die 5 häufigsten Lagen zeichnen sich dadurch aus, daß in 1000 hPa stets eine antizyklonale Strömung vorherrscht, wenn auch im Mittel nicht immer deutlich erkennbar (z. B. bei der Situation SWAAF (Abb. 4 a)).

Die häufigste Wetterlage mit zyklonaler Strömung in Bodennähe weist gleichzeitig Antizyklonalität in der Höhe auf (SWZAF, Abb. 7 a und 7 b).

Die am häufigsten vorkommende Wetterlagenklasse mit einer östlichen Anströmkomponente ist die Nr. 12 (NOAZT, Abb. 9 a und 9 b) mit antizyklonaler Strömung in Bodennähe und Zyklonalität in der Höhe.

Für einige ausgewählte Wetterlagen ergibt eine Differenzierung nach den Jahreszeiten Sommer und Winter folgende Verteilung der absoluten Häufigkeiten:

Klassen-Nr.	Kurzkennung	absolute Häufigkeit	
		Sommer	Winter
1	XXAAT	69	92
2	NOAAT	7	22
15	NWAZT	137	75
29	SWZAF	61	37
39	SWZZF	50	55

Ein Vergleich der jeweils für Sommer und Winter gemittelten meteorologischen Felder zeigt folgende Ergebnisse:

- die spezifische Feuchte in 700 hPa ist bei allen Wetterlagen im Sommer höher als im Winter
- der Gradient des Geopotentials sowohl in 1000 hPa als auch in 550 hPa ist bei allen Wetterlagen im Winter größer als im Sommer
- das Geopotential in 550 hPa ist bei allen Wetterlagen im Sommer höher als im Winter
- die Hoch- und Tiefdruckzentren sind beim Geopotential für 1000 hPa im Winter ausgeprägter als im Sommer
- die Verteilungen des Geopotentials und der spezifischen Feuchte in den betrachteten Niveaus zeigen zwischen Sommer und Winter keine signifikanten Unterschiede

Ein Vergleich ergibt, daß Sommer und Winter Extreme darstellen, zwischen denen sich die Jahresmittelwerte der betrachteten fünf Wetterlagenklassen einordnen.

6 Ausblick

6.1 Kartendarstellungen klimatologischer Kenngrößen für die Wetterlagen

Ziel ist es, möglichst viele meteorologische Elemente in Abhängigkeit von der Wetterlage flächenhaft darzustellen, um Besonderheiten, z.B. Luv- und Lee-effekte, herauszuarbeiten.

Dargestellt werden soll zunächst die räumliche Verteilung der Maximumtemperatur für die Lagen 29 (SWAZF) und 39 (SWAAF) im Sommer.

Für ca. 400 Klimastationen wurden Mittelwerte der Maximumtemperatur für diese Wetterlagen im Sommer berechnet. Anschließend wurde die lineare Höhenabhängigkeit der Maximumtemperatur für beide Wetterlagen bestimmt. Um ein Maß für die Qualität der Höhenabhängigkeit zu erhalten, wurde gleichzeitig der Korrelationskoeffizient berechnet.

Für die ausgewählten Lagen ergab sich eine sehr geringe Korrelation. Der Grund dafür lag bei diesen beiden Lagen in den räumlichen Unterschieden, welche in diesem Fall größer waren als die Höhenabhängigkeit (s. auch KALB 1981). Somit war eine einheitliche Regression für ganz Deutschland nicht sinnvoll. Insbesondere gibt es Elemente, welche eine sehr schwache oder gar keine Höhenabhängigkeit aufweisen, so daß sich rechnerisch nur ein geringer bzw. zufälliger Korrelationskoeffizient ergibt.

Daher wurde regionalisiert, d. h. Deutschland wurde in 10 Regionen aufgeteilt, für welche erneut Regression und Korrelation berechnet wurden. Dies führte zu einer deutlichen Verbesserung der Ergebnisse. Die Karten wurden nach der Methode von MÜLLER-WESTERMEIER (1995) angefertigt. Sie beinhaltet folgende Prinzipien:

- Es werden Regressionsbeziehungen zwischen klimatologischen Parametern an einzelnen Meßstationen und der Topographie für verschiedene Regionen bestimmt
- Die Regressionskoeffizienten werden auf die Fläche interpoliert

Sofern vertretbar, kann auch ein einheitlicher Regressionskoeffizient verwendet werden. Mit dieser Regressionbeziehung werden die Werte der klimatologischen Parameter (in diesem Fall die Mittelwerte der Maximumtemperatur für eine spezielle Wetterlage im Sommer) auf einen Standardzustand reduziert (hier auf Meeresniveau).

Die reduzierten Werte werden ebenfalls in die Fläche interpoliert. Bei der Interpolation wird mit dem Quadrat des Abstandes gewichtet. Die Größe des berücksichtigten Einflußbereiches ist frei wählbar. Die Werte an den Gitterpunkten, für die Meßwerte vorhanden sind, bleiben unverändert erhalten.

Anschließend werden die Werte mit Hilfe der topographischen Datei wieder in Werte, die dem jeweiligen Gelände entsprechen, umgerechnet.

Die Bearbeitung lieferte folgende Resultate:

Für die Wetterlage 29 (SWZAF), mit 61 Fällen im Sommer während des Bezugszeitraumes 1979/90, ergab eine einheitliche lineare Regression für ganz Deutschland einen Regressionskoeffizienten von $-0,02$ bei einem Korrelationskoeffizient von $-0,29$.

Hier wurde anschließend regionalisiert nach oben angegebener Methode mit dem Ergebnis, daß die Regressionskoeffizienten je nach Region zwischen $-0,08$ und $-0,07$ lagen bei Korrelationen von $-0,98$ bis $-0,77$.

Die gleiche Vorgehensweise für die Wetterlage 39 (SWZZF) mit 50 Fällen lieferte für die einheitliche Berechnung folgende Werte:

Regressionskoeffizient	$-0,03$
Korrelationskoeffizient	$-0,41$

Nach der Regionalisierung ergaben sich je nach Region Regressionskoeffizienten zwischen $-0,08$ und $-0,05$ bei Korrelationskoeffizienten zwischen $-0,98$ und $-0,77$.

Die Ergebnisse der räumlichen Darstellungen sind in den Karten 1 bis 3 wiedergegeben.

Zur Verdeutlichung der Unterschiede, welche sich bei der Verwendung eines einheitlichen und eines räumlich variablen Korrelationskoeffizienten ergeben, wurde zunächst Karte 1 erstellt.

Sie zeigt die räumliche Verteilung der Maximumtemperatur, die sich aufgrund des einheitlichen Regessionskoeffizienten für Wetterlage 29 ergab. Eine derartige Darstellung ist nicht sinnvoll, sie soll an dieser Stelle nur die Problematik zeigen.

Karte 2 zeigt die Bearbeitung der gleichen Lage mittels räumlich variabler Regressionskoeffizienten.

Die räumliche Verteilung der Maximumtemperatur für die Wetterlage 39 ist in Karte 3 dargestellt. Auch hier war es erforderlich, einen räumlich variablen Regressionskoeffizienten zu verwenden.

Eine kurze Interpretation der Karten 2 und 3 zeigt die Qualität und die Nutzungsmöglichkeiten dieser Klassifikation:

- Die Wetterlagen 29 und 39 kennzeichnen jeweils Lagen mit südwestlicher Anströmung und einer feuchten Atmosphäre. Beide Lagen weisen Zyklonalität im 1000 hPa-Niveau auf, unterscheiden sich aber im 550 hPa-Niveau. Wetterlage 39 ist hier zyklonal geprägt, Wetterlage 29 antizyklonal.
- Die mittleren Verteilungen des Geopotentials im 1000 hPa- und 550 hPa-Niveau beider Lagen weisen ähnliche Strukturen auf (Abb. 7 a, b und Abb. 8 a, b), dennoch ist die Zuordnung in zwei verschiedene Klassen gerechtfertigt, wie die Verteilung der Maximumtemperatur zeigt. Nach der Methode von HESS und BREZOWSKY hätte hier schwerlich unterschieden werden können.
- Das Absinken in der Höhe und die daraus resultierende Wolkenauflösung führten bei Wetterlage 29 (SWZAF) zu einer stärkeren Einstrahlung. Daher ist das Niveau der Maximumtemperatur deutlich höher als bei Lage 39 (SWZZF) mit sonst ähnlicher räumlicher Verteilung.
- Der maritime Einfluß der Nordsee ist bei beiden Lagen gut ausgeprägt. Die Temperaturdifferenzen in der Nordhälfte Deutschlands betragen in beiden Fällen 7 Kelvin, wobei die Erwärmung von Küste zum Kontinent bei Lage 29 schneller erfolgt und der Bereich der höchsten Temperatur (hier 28 Grad Celsius) in Ostdeutschland sehr viel ausgedehnter ist im Vergleich zu Lage 39 (hier 23–24 Grad Celsius). Die Erwärmung zum Landesinneren hin erfolgt für Lage 39 also langsamer.

Weitere Karten für andere Elemente sind in Bearbeitung.

6.2 Umstellung der Methode auf die Ergebnisse des aktuellen numerischen Analyse-/Vorhersageverfahrens des Deutschen Wetterdienstes

Zur Anwendung der hier vorgestellten Methode auf aktuelle und vorhergesagte Wetterlagen ist eine Anpassung an das jeweilige numerische Analyse- und Vorhersagesystem des Deutschen Wetterdienstes erforderlich.

Mit Einführung der operationellen Phase des Europamodells (EM) des Deutschen Wetterdienstes im Jahre 1992 änderte sich die Datenbasis für die numerischen Kriterien der Objektiven Wetterlagenklassifikation. Das Gitternetz des EM ist sowohl horizontal als auch vertikal grundsätzlich verschieden zum BKF.

Anstelle der bisher betrachteten Druckniveaus 1000 hPa und 550 hPa werden künftig die Niveaus 950 hPa und 500 hPa verwendet. Es handelt sich also bei der Bestimmung der Zylo-/Antizyklonalität in Bodennähe und in der Höhe um eine Parallelverschiebung der Auswertenniveaus um jeweils 50 hPa, also etwa 500 m, nach oben. Die bisher angewandten Kriterien werden als weiterhin gültig angesehen. Die Anströmrichtung wird weiterhin im 700 hPa-Niveau bestimmt.

Die Reihe der täglich festgestellten Wetterlagenklassen ist unter diesen Voraussetzungen ab Januar 1992 fortgesetzt worden. Geplant ist eine Prüfung der Anschlußreihe der Wetterlagenklassen auf Kontinuität mit der Reihe 1979–1990 und eventuelle Anpassung bzw. Korrektur der Kriterien.

Eine Anwendung des Verfahrens auf andere Regionen ist grundsätzlich möglich. Insbesondere auf der Grundlage der EM-Gitterpunktswerte ist eine Größenänderung und Verschiebung des Betrachtungsgebiets für beliebige Ausschnittsgebiete in Europa relativ problemlos. Als wichtigste Zusatzaufgabe verbliebe die Bestimmung der zu den Wetterlagenklassen gehörigen klimatologischen Kenngrößen und deren flächenhafte Verteilung in dem neuen Betrachtungsgebiet.

7 Literatur

- BAUR, F.; HESS, P.; NAGEL, H. (1944): Kalender der Großwetterlagen Europas 1881–1939; Bad Homburg v.d.H. 1944
- BENICHO, P. (1985): Classification automatique de Configurations meteorologiques sur l'Europe Occidentale; Note de Travail No. 18; Service Central d'Exploitation de Meteorologie, Paris
- GERSTENGARBE, F.W. et al. (1993): Katalog der Großwetterlagen Europas nach P. Hess und H. Brezowsky 1881–1992; 4., vollst. neu bearb. Aufl.; Ber. Dt. Wetterd. Nr. 113; Offenbach a.M.
- GROLL, A. (1976): Automatische Klassifikation von Großwetterlagen, Teil 1: Die Methode; Amt für Wehrgeophysik, Studie Nr. 76146, Traben-Trarbach
- GROLL, A. (1977): Automatische Klassifikation von Großwetterlagen, Teil 2: Katalog charakteristischer Druckverteilungen für Mitteleuropa; Amt für Wehrgeophysik, Studie Nr. 77109, Traben-Trarbach
- HESS, P.; BREZOWSKY, H. (1952): Katalog der Großwetterlagen Europas; Ber. Dt. Wetterd. US-Zone Nr. 33
- HESS, P.; BREZOWSKY, H. (1969): Katalog der Großwetterlagen Europas; 2. neu bearb. u. erg. Aufl.; Ber. Dt. Wetterd. Nr. 133; Offenbach a.M.
- HESS, P.; BREZOWSKY, H. (1977): Katalog der Großwetterlagen Europas; 2. verb. u. erg. Aufl.; Ber. Dt. Wetterd. Nr. 113; Offenbach a.M.
- KALB, M. (1981): Angaben zur Häufigkeit und Höhe bodennaher Inversionen aus klimatologischen Beobachtungen an Bodenstationen; Natur und Landschaft, 56. Jahrg. Heft 1
- KLAPP-ANDRESEN, M. (1978): Automatische Klassifikation von Großwetterlagen, Teil 3; Katalog charakteristischer Druckverteilungen für Mitteleuropa (überarbeitet); Amt für Wehrgeophysik, Bericht Nr. 78253
- MÜLLER-WESTERMEIER, G. (1995): Numerisches Verfahren zur Erstellung von Klimakarten; Ber. Dt. Wetterd. Nr. 193; Offenbach a.M.
- SCHÜEPP, M. (1968): Kalender der Wetter- und Witterungslagen von 1955 bis 1967 im zentralen Alpengebiet; Veröffentl. der Schweiz. Met. Zentralanstalt Nr. 11; Zürich
- WANNER, H.; KUNZ, St. (1977): Die Lokalwettertypen der Region Bern; Beitrag zum Klima der Station Bern; Geographisches Institut Universität Bern

8 Tabellen, Abbildungen und Karten

Tabelle 1: Meteorologische Elemente in den Anfangsdaten des Wettervorhersagemodells BKF

zeitlich variable Gitterpunktwerte:

CV	Angaben über labile Schichten, 'large scale' und konvektiven Niederschlag im Verlauf der letzten Stunden
TS	Temperatur der oberen Erdbodenschicht
BS	Wassergehalt der oberen Erdbodenschicht
SN	Wassergehalt der Schneedecke
RR	Niederschlagshöhe
FT	Geopotential in 1000 hPa
Q	spezifische Feuchte in 950, 850, 700, 550, 400 und 300 hPa
TETA	potentielle Temperatur in 950, 850, 700, 550, 400, 300, 200 und 100 hPa
U, V	zonale und meridionale Windkomponente in 950, 850, 700, 550, 400, 300, 200 und 100 hPa

zeitlich konstant gesetzte Parameter:

m	Maßstabsfaktor der stereographischen Projektion
f	Coriolis-Parameter
C_d	Bodenreibungskoeffizient
AL	Albedo
OR	Orographie

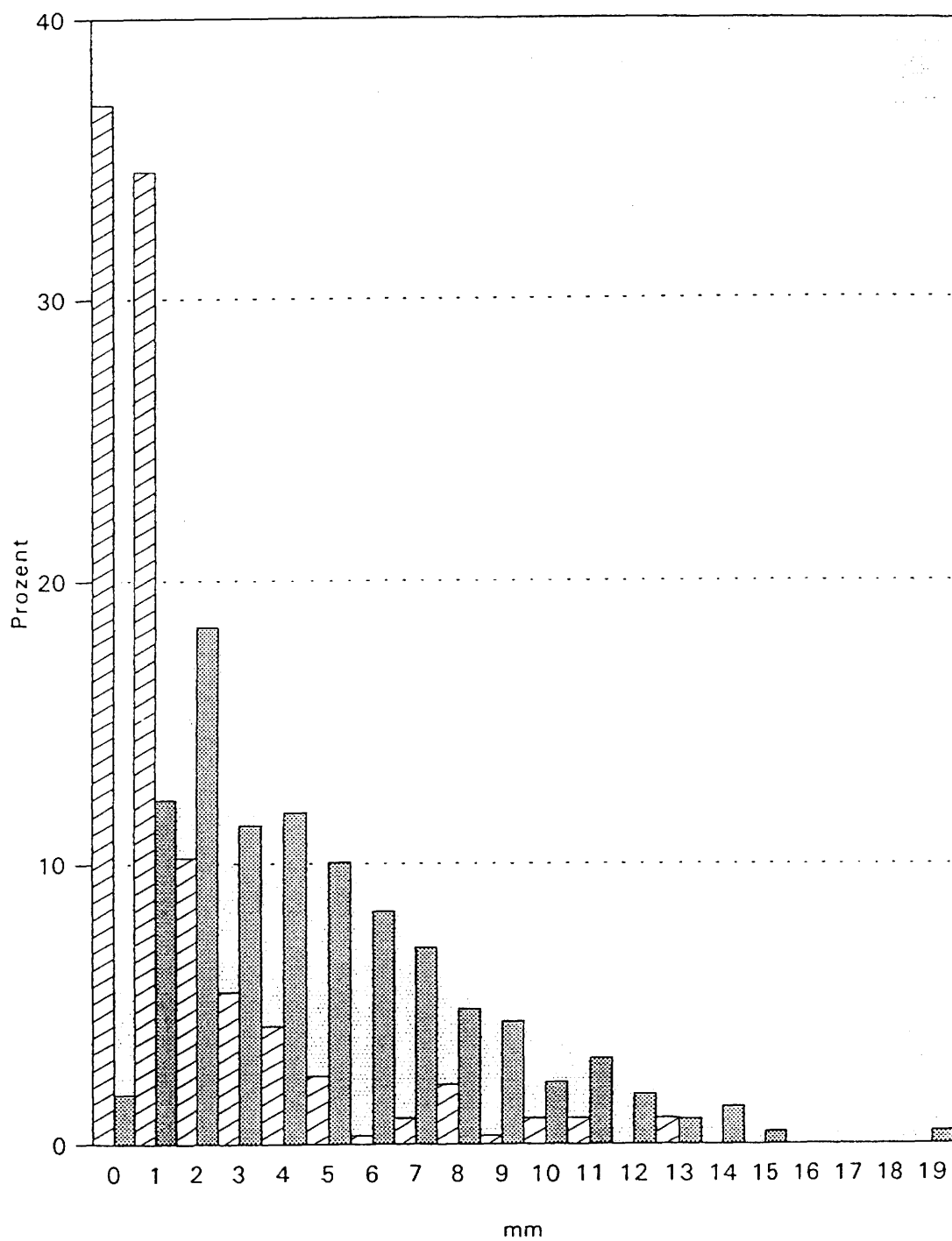
Tabelle 2: Numerierung, Definition und Kurzkenennung der Wetterlagenklassen

Klassen-Nr.	Anström- richtung	anti-/zyklonale Strömung in 1000/550 hPa	trocken/ feucht	Kurz- kenennung
1	undefiniert	A/A	trocken	XXAAT
2	Nordost	A/A	trocken	NOAAT
3	Südost	A/A	trocken	SOAAT
4	Südwest	A/A	trocken	SWAAT
5	Nordwest	A/A	trocken	NWAAT
6	undefiniert	A/A	feucht	XXAAF
7	Nordost	A/A	feucht	NOAAF
8	Südost	A/A	feucht	SOAAF
9	Südwest	A/A	feucht	SWAAF
10	Nordwest	A/A	feucht	NWAAF
11	undefiniert	A/Z	trocken	XXAZT
12	Nordost	A/Z	trocken	NOAZT
13	Südost	A/Z	trocken	SOAZT
14	Südwest	A/Z	trocken	SWAZT
15	Nordwest	A/Z	trocken	NWAZT
16	undefiniert	A/Z	feucht	XXAZF
17	Nordost	A/Z	feucht	NOAZF
18	Südost	A/Z	feucht	SOAZF
19	Südwest	A/Z	feucht	SWAZF
20	Nordwest	A/Z	feucht	NWAZF
21	undefiniert	Z/A	trocken	XXZAT
22	Nordost	Z/A	trocken	NOZAT
23	Südost	Z/A	trocken	SOZAT
24	Südwest	Z/A	trocken	SWZAT
25	Nordwest	Z/A	trocken	NWZAT
26	undefiniert	Z/A	feucht	XXZAF
27	Nordost	Z/A	feucht	NOZAF
28	Südost	Z/A	feucht	SOZAF
29	Südwest	Z/A	feucht	SWZAF
30	Nordwest	Z/A	feucht	NWZAF
31	undefiniert	Z/Z	trocken	XXZZT
32	Nordost	Z/Z	trocken	NOZZT
33	Südost	Z/Z	trocken	SOZZT
34	Südwest	Z/Z	trocken	SWZZT
35	Nordwest	Z/Z	trocken	NWZZT
36	undefiniert	Z/Z	feucht	XXZZF
37	Nordost	Z/Z	feucht	NOZZF
38	Südost	Z/Z	feucht	SOZZF
39	Südwest	Z/Z	feucht	SWZZF
40	Nordwest	Z/Z	feucht	NWZZF

Tabelle 3

Niederschlagsverteilung für zwei Wetterlagen

Gebietsmittel
Juli 1979–Juni 1990





 Wetterlage 5 (XXAAF)
  Wetterlage 39 (SWZZF)

Tabelle 4a:

Ergebnisse des Mediantests

Angabe der Anzahl der Elemente (maximale Anzahl 7), für die sich Unterschiede in der Häufigkeitsverteilung beim Vergleich jeweils zweier Wetterlagenklassen ergaben

WL\WL	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	
1	*	1	3	4	4	5	2	L	7	6	6	7	L	6	5	4	L	L	6	5	1	L	1	4	L	5	L	4	7	4	7	L	7	5	6	5	L	3	5	5	
2	1	*	1	4	3	6	2	L	6	6	3	2	L	6	4	4	L	L	7	6	1	L	0	3	L	5	L	4	6	4	3	L	2	3	4	4	4	L	3	6	5
3	3	1	*	2	3	4	3	L	4	4	3	0	L	4	3	4	L	L	4	4	2	L	0	3	L	4	L	4	4	4	3	L	1	3	5	4	L	4	4	5	
4	4	4	2	*	2	0	3	L	5	5	6	4	L	3	5	3	L	L	4	5	3	L	3	3	L	3	L	2	6	5	7	L	6	6	7	6	L	2	5	6	
5	4	4	3	2	*	2	4	L	6	5	5	4	L	6	3	2	L	L	5	3	3	L	3	1	L	4	L	2	6	4	7	L	4	4	7	5	L	2	5	6	
6	5	6	4	0	2	*	2	L	4	5	5	4	L	3	5	2	L	L	4	4	3	L	3	4	L	2	L	1	4	5	7	L	4	6	7	5	L	2	5	6	
7	2	2	3	3	4	3	*	L	2	5	5	5	L	3	4	4	L	L	4	5	0	L	2	3	L	3	L	3	3	4	5	L	5	4	6	4	L	3	5	5	
8	L	L	L	L	L	L	L	*	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	
9	7	6	4	5	6	4	2	L	*	6	5	5	L	1	4	1	L	L	3	5	4	L	5	2	L	1	L	1	2	7	7	L	3	6	7	6	L	1	7	7	
10	6	6	4	5	5	5	5	L	6	*	7	6	L	5	3	2	L	L	6	3	4	L	3	3	L	6	L	5	7	3	4	L	4	2	5	1	L	2	3	4	
11	5	3	3	6	5	5	5	L	5	7	*	7	L	6	4	4	L	L	5	6	6	L	4	2	L	3	L	4	5	6	8	L	1	5	7	7	L	2	8	6	
12	5	2	0	4	4	4	5	L	5	6	7	*	L	5	6	6	L	L	5	6	7	L	4	4	L	5	L	5	6	5	3	L	0	5	5	6	L	4	7	7	
13	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	*	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	
14	6	6	4	3	6	3	3	L	1	5	5	5	L	*	4	3	L	L	1	3	4	I	4	1	L	3	L	3	5	6	5	L	3	6	7	5	L	1	5	6	
15	5	4	4	3	5	3	5	4	L	4	3	4	6	L	4	*	2	L	L	4	5	L	4	0	L	4	L	4	6	3	6	L	3	3	7	3	L	0	5	6	
16	4	4	4	3	2	2	4	L	1	2	4	6	L	3	2	*	L	L	2	2	3	L	3	1	L	2	L	2	2	4	6	L	4	3	6	3	L	1	2	5	
17	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	*	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	
18	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	*	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	
19	6	7	4	5	5	4	4	L	3	6	5	5	L	1	4	2	L	L	*	3	4	L	5	3	L	L	L	3	2	3	6	5	L	4	4	6	L	2	6	L	
20	5	6	4	5	3	4	5	L	5	3	6	6	L	3	4	2	L	L	3	*	4	L	4	3	L	5	L	4	3	2	6	L	4	3	4	3	L	2	1	3	
21	1	1	2	3	3	3	0	L	4	4	5	7	L	4	5	3	L	L	4	4	*	L	0	3	L	4	L	4	5	5	7	L	6	5	6	4	L	3	4	5	
22	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	*	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	
23	1	0	0	3	3	3	2	L	6	3	3	4	L	4	4	3	L	L	5	4	0	L	*	2	L	6	L	3	5	4	5	L	4	4	5	4	L	3	4	5	
24	3	3	3	3	1	4	3	L	2	3	2	4	L	1	0	1	L	L	3	3	3	L	2	*	L	3	L	3	4	3	6	L	3	3	7	4	L	0	5	5	
25	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	*	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	
26	5	5	4	3	4	2	3	L	1	6	3	5	L	3	4	2	L	L	3	5	4	L	6	3	L	*	L	0	3	7	7	L	4	7	7	L	4	7	7	L	
27	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	*	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	
28	4	4	4	2	2	1	3	L	1	5	3	5	L	3	4	2	L	L	2	4	4	L	3	3	L	0	L	*	2	6	6	L	4	7	7	6	L	2	6	6	
29	7	6	4	6	6	4	3	L	2	7	5	6	L	5	6	2	L	L	3	3	5	L	5	4	L	3	L	2	*	6	6	L	4	4	6	5	L	4	6	7	
30	4	4	4	5	4	5	4	L	7	3	5	5	L	6	3	4	L	L	6	2	5	L	4	3	L	7	L	6	6	*	4	L	4	3	6	1	L	4	2	2	
31	7	3	3	7	7	7	5	L	7	4	7	3	L	5	6	6	L	L	5	6	7	L	5	6	L	7	L	6	6	4	*	L	2	5	2	4	L	6	7	5	
32	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	*	L	L	L	L	L	L	L	L	
33	7	2	1	6	4	4	5	L	3	4	1	0	L	3	3	4	L	L	4	4	6	L	4	3	L	4	L	4	4	4	2	L	*	4	2	4	L	2	5	5	
34	5	3	3	6	4	6	4	L	6	2	5	5	L	6	3	3	L	L	4	3	5	L	4	3	L	7	L	7	4	3	5	L	4	*	3	1	L	3	4	3	
35	6	4	5	7	7	7	6	L	7	5	6	5	L	7	7	6	L	6	4	6	L	5	7	L	7	L	7	6	6	2	L	2	3	*	5	L	6	6	4		
36	5	4	4	6	5	5	4	L	6	1	6	6	L	5	3	3	L	L	6	3	4	L	4	L	4	L	7	L	6	5	1	4	L	4	1	5	*	L	3	3	
37	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	*	L	L	L	L	
38	3	3	4	2	2	2	3	L	1	2	2	4	L	1	0	1	L	L	2	2	3	L	3	0	L	4	L	2	4	4	6	L	2	3	6	3	L	*	2	6	4
39	5	6	4	5	5	5	5	L	7	3	7	7	L	5	5	2	L	L	6	1	4	L	3	5	L	7	L	6	6	2	7	L	5	4	6	3	L	2	*	4	
40	5	5	5	6	5	6	5	L	7	4	5	7	L	6	6	5	L	L	6	3	5	L	4	5	L	7	L	6	7	2	5	L	5	3	4	3	L	6	4	4	

WL Nummer der Wetterlage

L Test war nicht durchführbar, da Anzahl der Fälle in dieser Klasse kleiner als 10

0 tatsächlich keine Unterschiede in den Verteilungen aller betrachteten Elemente

Tabelle 4 b:

Angabe der Art der Klimaelemente, für welche sich Unterschiede in den Häufigkeitsverteilungen beim Vergleich jeweils zweier Wetterlagenklassen ergaben (Auszugsweise für einige Wetterlagen)

WL/WL 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1 *****											
2 M	*****										
3 XSH	S	*****									
4 SBCM	XBCM	XS	*****								
5 SRB C	B CM	XSH	R M	*****							
6 XSRB C	XSRBCM	XSHC		XS	*****						
7 XR	XR	XSR	RB C	XRB C	RB C	*****					
8 N.LE.10	N.LE.10	N.LE.10	N.LE.10	N.LE.10	N.LE.10	N.LE.10	*****				
9 XSRHB CM	XSRB CM	XSBC	SRHB C	XSHB CM	HB CM	B C	N.LE.10	*****			
10 XSRHB C	SRHB CM	SRB C	XRHB C	XRHB C	XRHB C	XRHB C	N.LE.10	XSRHB M	*****		
11 XRB CM	RB C	SB C	XSRB CM	XSB CM	XSB CM	XSRB C	N.LE.10	XSHCM	XSRHB CM	*****	
12 XSHB CM	B C		XSH M	XSHM	XSHM	XSRB C	N.LE.10	XSRCM	XSRB CM	XSRHBCM	*****
13 N.LE.10	N.LE.10	N.LE.10	N.LE.10	N.LE.10	N.LE.10	N.LE.10	N.LE.10	N.LE.10	N.LE.10	N.LE.10	N.LE.10
14 SRHB CM	XSRB CM	XSBC	HBC	XSHBCM	HBC	RB C	N.LE.10	S	XSRB M	XSH CM	XSBCM
15 SRHB C	RHB C	SB C	RHB CM	HB C	XHB CM	XRB C	N.LE.10	XSHM	RB M	XSHC	XSRBCM
16 SRB C	RB CM	XSB C	RB C	B C	B C	XRB C	N.LE.10	B	HB	XSBM	XSRBCM
17 N.LE.10	N.LE.10	N.LE.10	N.LE.10	N.LE.10	N.LE.10	N.LE.10	N.LE.10	N.LE.10	N.LE.10	N.LE.10	N.LE.10
18 N.LE.10	N.LE.10	N.LE.10	N.LE.10	N.LE.10	N.LE.10	N.LE.10	N.LE.10	N.LE.10	N.LE.10	N.LE.10	N.LE.10
19 SRHB CM	XSRHB CM	XSB C	SRHB C	SHB CM	HB CM	RHB C	N.LE.10	HBC	XSRB CM	XSHCM	XSBCM

X-Maximumtemperatur, S-Sonnensch., R-Niederschl., H-rel. Feuchte, B-Bewölkung, C-Schneehöhe, M-Minimumtemp.

N.LE.10-Anzahl der Fälle der Wetterlage zu gering für den Mediantest

WL-Wetterlage

Tabelle 5:

Wetterlagenkalender

(Zeitraum 1. 07. 79 bis 31. 06. 90)

J – Jahr
M – Monat
D – Tag

J	M/D	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
79	7	15	11	11	15	5	5	5	15	40	15	5	16	40	5	5	15	15	10	34	14	14	15	15	15	15	15	15	10	29	39	9	
79	8	19	39	19	14	5	5	9	39	14	35	15	15	1	6	9	29	1	33	36	11	4	4	14	34	11	31	35	15	5	1	1	
79	9	9	29	39	15	1	6	26	9	29	10	10	5	9	4	15	5	5	10	9	29	4	11	1	11	1	5	4	5	1	1		
79	10	1	1	21	29	26	1	24	9	9	9	9	29	29	39	39	39	19	15	1	5	5	11	1	1	1	21	23	23	31	11	1	
79	11	30	35	1	9	40	40	20	10	14	11	1	24	34	39	39	31	14	19	16	12	12	1	1	5	5	10	10	10	10	10		
79	12	20	10	10	5	9	10	10	30	9	39	36	5	30	36	39	35	30	35	31	31	11	28	39	39	14	4	4	39	34	31	31	
80	1	35	15	15	6	36	36	31	11	11	31	12	11	1	9	1	1	1	1	3	24	4	36	39	36	15	15	15	5	5	29	29	
80	2	35	29	15	20	40	40	40	10	29	29	20	10	6	10	9	40	5	1	1	3	3	13	38	23	21	1	2	5	10			
80	3	5	5	15	5	1	39	36	36	15	1	31	1	36	33	33	28	26	21	31	31	31	24	21	26	21	19	39	29	39	15	20	
80	4	30	35	35	12	12	12	1	35	15	15	5	1	1	1	21	21	26	20	40	31	11	12	12	36	36	31	31	31	31	28		
80	5	23	1	11	31	11	33	31	34	1	1	1	1	1	2	12	12	12	22	1	1	21	2	1	15	5	4	29	29	39	16	11	
80	6	15	15	5	7	7	6	26	39	28	38	36	9	6	29	19	6	36	16	6	14	14	14	14	14	34	14	15	15	35	35		
80	7	31	31	15	1	34	14	34	39	36	36	15	15	15	34	39	11	15	14	9	39	31	5	1	1	6	26	26	6	36	36	16	
80	8	4	29	29	9	9	5	10	39	5	5	10	39	11	6	26	26	6	6	5	10	20	15	15	15	5	5	21	6	9	39	31	
80	9	15	1	1	4	29	15	6	21	14	15	35	9	15	15	5	5	29	4	29	29	29	26	6	6	5	5	1	1	5	5		
80	10	5	5	5	25	15	19	39	14	14	11	31	31	11	11	34	29	39	31	11	15	5	24	39	39	11	5	10	9	15	5	5	
80	11	12	12	12	11	11	38	36	4	1	5	15	31	5	5	10	9	9	39	5	10	9	9	10	10	30	35	1	31	32	12		
80	12	1	5	31	35	15	35	15	5	5	10	10	5	9	10	19	15	4	34	14	36	31	5	10	10	9	15	12	1	5	10	10	
81	1	15	10	40	40	15	35	15	2	6	31	1	4	11	10	15	15	35	15	40	15	15	1	1	1	10	15	2	2	1	6	6	
81	2	10	5	10	40	15	10	10	10	9	36	15	15	2	5	5	5	12	12	22	31	11	11	33	36	3	23	21	31				
81	3	31	39	36	5	15	29	9	9	10	10	30	30	10	39	39	34	34	11	5	9	9	29	9	10	9	39	5	26	39	39	26	
81	4	28	26	26	36	11	11	6	9	10	6	26	29	6	1	1	2	12	12	31	11	5	5	15	14	24	26	36	15	10	10		
81	5	15	15	15	31	15	5	1	23	28	28	38	38	28	28	28	29	19	14	29	6	29	9	9	39	39	39	36	19	19	9	29	
81	6	29	29	29	19	9	9	4	9	29	14	9	10	5	10	10	15	15	15	15	31	12	2	16	36	29	29	29	36	15			
81	7	5	4	39	15	1	1	10	6	26	26	26	19	19	11	15	9	34	11	11	15	10	9	39	34	31	15	35	5	6	15	5	
81	8	29	9	9	6	26	26	29	29	29	36	16	6	6	6	10	40	15	5	15	39	15	15	15	5	5	5	5	5	5	5	35	
81	9	11	15	12	1	1	1	1	29	19	6	6	26	39	15	1	30	5	26	19	29	29	29	19	4	39	29	39	16	11	6		
81	10	6	28	39	34	19	29	14	9	9	19	15	15	15	15	40	5	9	39	10	29	34	11	11	15	34	31	1	15	24	34	30	
81	11	10	10	10	10	10	15	12	12	12	1	10	10	5	15	12	1	4	9	10	9	10	10	9	15	15	5	30	15	15	35		
81	12	15	12	7	30	15	35	35	34	15	15	39	15	11	31	15	15	11	31	15	15	31	34	31	31	15	15	1	34	39	39	39	
82	1	9	10	30	39	10	15	15	11	35	5	30	1	6	1	9	9	9	4	9	6	6	6	11	15	6	30	36	5	20	10	5	
82	2	5	1	1	1	6	10	10	40	6	6	9	9	9	29	36	31	26	26	11	1	1	13	31	11	11	1	1	1	10			
82	3	9	5	9	40	11	1	3	23	14	39	15	4	15	5	4	34	39	31	11	31	11	11	11	1	1	1	1	1	39	39	36	6
82	4	3	29	20	1	21	29	19	40	15	15	15	15	15	1	1	1	5	12	2	2	5	2	1	12	2	5	2	5	36	15		
82	5	5	15	24	24	34	14	31	34	11	14	15	5	1	1	1	26	29	29	9	9	10	9	39	20	1	1	29	9	5	1	23	
82	6	24	23	28	28	26	10	10	10	30	5	29	39	35	15	5	15	5	24	14	15	9	9	39	19	9	39	19	10	15	15		
82	7	5	6	29	15	15	15	5	5	1	1	26	26	26	29	9	19	16	16	26	30	10	6	26	6	20	11	11	6	6	26		
82	8	6	26	36	36	36	38	36	6	6	10	5	29	9	14	9	9	19	9	14	14	15	5	4	15	4	29	19	14	1	24	34	
82	9	10	5	5	10	9	39	6	6	6	1	10	1	6	1	1	1	1	29	9	9	9	9	14	4	29	29	4	4	4	29		
82	10	6	6	26	3	38	36	36	36	36	31	36	39	39	39	35	1	9	29	9	9	9	29	29	16	1	1	1	1	1	1	4	
82	11	10	10	10	10	1	1	23	29	39	9	9	9	39	14	11	4	15	10	4	5	4	9	9	29	9	29	29	6	1	1		
82	12	3	28	8	4	4	30	9	29	39	39	35	34	11	5	30	20	39	11	1	39	34	14	11	1	10	6	10	15	2	1	5	

J	M/D	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
83	1	10	10	10	40	10	9	20	15	5	10	6	4	29	15	40	10	10	15	15	5	10	5	1	1	9	10	10	10	10	29	5	
83	2	39	15	35	5	39	36	31	31	11	11	12	1	32	1	2	2	1	5	5	15	2	1	1	6	29	40	40					
83	3	31	11	6	1	10	10	10	10	10	10	5	5	1	9	39	6	10	10	40	9	9	35	5	39	20	31	14	31	11	39	19	
83	4	38	36	31	14	11	31	34	39	20	9	39	31	15	15	10	1	29	29	29	14	29	9	29	19	29	29	39	39	39	19		
83	5	39	11	34	34	11	1	29	39	11	4	34	39	9	14	29	39	39	14	14	4	39	19	6	36	36	36	31	11	31	14	9	
83	6	29	9	4	9	20	5	1	21	9	5	5	4	6	1	15	15	11	12	2	7	27	26	21	29	9	9	39	15	10	39		
83	7	11	4	4	6	6	28	28	6	6	1	7	10	10	5	1	10	6	29	9	15	5	10	6	26	6	26	29	10	10	5	4	
83	8	29	14	11	15	36	31	17	6	16	16	6	10	15	5	4	29	10	1	6	21	26	26	29	26	26	6	1	21	1	1	1	
83	9	39	9	39	15	10	5	15	5	39	29	39	31	14	29	29	39	14	6	9	14	9	15	5	10	5	1	1	1	21	25		
83	10	5	10	10	6	9	20	10	15	20	9	14	5	4	9	19	39	14	10	10	5	15	1	1	1	5	6	9	25	11	4	5	
83	11	6	6	29	9	9	6	9	9	6	6	2	5	12	12	15	5	2	5	5	15	5	5	4	10	40	36	20	15	15			
83	12	2	1	1	1	6	15	15	1	29	35	15	1	1	1	4	31	29	39	39	9	39	9	40	10	29	40	6	10	10	10	10	
84	1	10	10	19	35	5	10	29	35	35	5	6	39	9	29	15	5	39	15	34	31	11	31	31	31	15	4	39	39	19	39	36	
84	2	19	36	39	20	9	40	40	40	12	2	2	2	2	12	11	1	12	33	31	29	39	31	12	36	38	36	16	1				
84	3	1	36	31	2	5	1	5	12	12	31	11	13	33	23	21	21	21	1	1	31	31	21	1	24	39	36	39	39	39	11	15	
84	4	31	31	36	18	36	31	16	11	11	11	1	11	1	4	24	16	11	1	1	5	10	30	5	2	1	2	2	12	13	33		
84	5	31	34	39	19	29	29	11	15	5	11	12	33	2	38	38	39	39	14	29	38	36	36	36	36	29	39	36	36	36	36		
84	6	11	4	28	38	36	36	36	35	5	5	5	10	40	15	5	5	5	5	5	9	29	10	15	15	15	5	5	34	15	15		
84	7	5	34	15	15	15	5	1	1	21	9	29	19	19	19	39	15	15	15	11	15	5	15	15	15	5	15	15	10	10	4	29	
84	8	19	6	29	9	39	11	14	36	26	36	36	6	1	5	5	5	5	5	5	1	1	21	23	36	36	10	5	1	4	4	10	
84	9	10	10	29	29	36	11	31	31	39	31	15	15	5	29	36	36	6	26	9	9	29	14	34	31	31	35	15	1	26	29		
84	10	29	39	19	19	36	36	1	10	10	9	9	5	10	5	5	1	4	9	9	14	15	9	29	4	29	39	14	1	6	6	4	
84	11	9	4	29	14	9	29	29	26	26	6	6	23	23	23	38	38	36	36	36	16	39	29	20	20	10	40	1	4	4	4		
84	12	28	28	9	9	9	9	6	4	15	10	10	6	6	26	21	31	34	39	19	9	40	5	6	26	11	21	31	11	11	12	1	
85	1	31	32	15	31	12	11	31	11	11	12	2	31	12	31	33	23	23	31	5	4	29	39	19	15	39	39	15	1	10	10	10	
85	2	10	20	5	10	30	30	5	6	36	11	12	1	1	31	15	5	1	2	2	5	15	5	10	6	6	26	26	26				
85	3	29	39	9	29	29	39	16	16	12	6	31	1	1	14	14	34	31	12	33	38	38	38	39	39	19	39	39	15	5	29	39	
85	4	9	20	6	29	29	39	9	39	39	40	9	31	39	34	15	10	1	1	1	24	26	26	36	15	15	15	34	31	15	20		
85	5	35	35	11	24	4	28	38	36	36	36	38	38	28	38	8	6	6	26	26	26	26	36	19	4	9	9	29	29	6	6	7	
85	6	12	1	1	29	29	29	14	14	34	15	34	35	34	15	15	15	11	21	36	16	39	16	16	16	19	15	15	4	9			
85	7	20	15	1	1	6	1	5	15	5	15	4	9	9	29	19	9	4	4	19	39	15	9	5	5	5	6	19	9	39	19	20	
85	8	14	9	9	14	39	14	11	5	1	26	4	9	9	29	9	9	11	11	9	5	5	9	4	29	19	11	1	1	1	1	4	
85	9	39	4	39	15	29	15	15	15	15	1	5	1	21	6	19	4	10	10	29	9	9	10	10	10	5	5	1	5	5	5		
85	10	9	9	9	9	9	9	9	9	39	14	10	10	5	5	10	2	2	5	5	2	1	1	1	1	3	3	1	1	5	1	1	4
85	11	19	35	5	4	29	15	40	9	29	39	15	11	11	11	1	11	11	12	33	33	37	31	31	1	11	15	34	35	15	5		
85	12	10	10	9	9	29	40	29	29	29	16	11	11	6	10	10	10	10	30	15	10	10	4	4	19	29	39	35	34	31	1	1	
86	1	11	39	39	11	24	31	11	1	5	6	10	15	40	20	40	35	15	30	10	5	9	19	39	35	35	12	5	34	24	23	38	
86	2	36	38	33	31	31	1	11	31	11	2	2	12	11	31	33	33	31	31	31	11	15	15	11	15	12	11	1	1				
86	3	21	11	11	5	9	9	16	11	18	8	33	31	36	16	11	34	21	1	21	1	11	6	30	29	14	14	9	29	19	14	39	
86	4	15	4	39	11	31	34	28	26	26	31	11	11	15	14	24	29	39	39	11	15	9	19	19	29	19	39	38	6	6	6		
86	5	1	3	28	28	28	28	29	14	15	6	9	9	9	9	39	4	4	9	9	6	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	
86	6	11	11	31	31	31	31	15	1	1	19	11	6	6	8	28	28	9	6	6	6	6	6	26	1	1	1	5	5	7	7		
86	7	2	1	26	9	9	39	15	15	15	15	15	15	15	5	1	6	26	6	11	11	1	24	39	11	5	15	1	9	29	4	29	
86	8	19	9	9	29	4	4	9	14	4	9	29	39	6	6	9	4	14	19	39	15	5	29	39	35	15	29	34	34	14	35	15	
86	9	5	15	39	15	5	4	15	15	15	4	4	39	19	29	9	19	29	11	1	5	5	5	10	1	1	1	5	1	1	1		
86	10	1	9	10	5	6	10	10	10	10	6	4	1	24	29	26	6	1	4	39	39	15	29	15	5	24	31	1	6	9	4	5	
86	11	29	15	1	5	10	5	5	9	4	9	9	9	9	29	29	9	9	4	29	39	14	29	19	19	9	9	15	1	1	1		
86	12	4	10	9	9	9	10	4	9	29	11	1	1	1	19	9	35	15	40	35	15	35	35	35	12	1	35	35	10	10	10	40	

J	M/D	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
87	1	10	36	5	5	40	35	12	5	5	31	12	11	31	3	33	11	13	13	8	1	6	6	10	2	5	15	5	15	15	1	1	
87	2	5	1	6	10	9	10	20	10	10	29	9	29	16	16	6	6	6	31	11	6	36	1	5	5	1	1	30	30				
87	3	10	26	12	15	12	12	11	1	1	2	12	1	31	2	31	35	5	39	34	15	14	34	9	30	29	9	9	39	15	12	1	
87	4	11	3	38	38	36	16	6	9	29	6	11	31	11	2	10	10	5	6	9	19	20	7	6	6	10	10	2	6	26	9		
87	5	9	9	31	31	1	12	2	5	1	34	5	39	11	14	34	11	14	19	16	11	31	12	2	11	11	1	34	15	15	10	30	
87	6	5	15	9	39	15	9	19	39	14	14	24	9	39	19	39	15	15	15	4	36	11	11	20	20	5	39	9	6	6	9		
87	7	9	9	4	10	1	1	29	9	15	5	9	39	15	1	29	29	36	19	19	36	36	36	16	19	14	15	35	15	5	39	20	
87	8	15	15	15	15	15	15	14	14	39	15	15	15	10	30	15	10	10	10	10	10	10	1	26	29	29	39	39	39	10	5	5	
87	9	29	10	6	6	9	19	9	15	5	9	10	29	9	9	10	10	29	10	10	10	9	29	29	19	14	39	15	15	12	1		
87	10	1	1	31	26	29	29	9	39	4	29	9	36	14	14	29	29	9	1	1	21	26	19	39	34	14	1	6	26	29	26	6	
87	11	40	20	2	1	1	5	5	5	26	6	9	39	39	15	14	39	20	10	10	15	15	26	36	31	36	36	11	11	11	1		
87	12	12	12	1	24	26	26	15	11	11	5	5	5	11	1	5	29	40	30	20	10	10	10	1	1	9	10	10	10	10	10	9	
88	1	19	9	19	39	9	29	39	15	6	9	36	1	4	29	29	39	9	6	9	19	39	16	26	39	39	40	29	39	36	20		
88	2	29	19	19	9	19	39	19	39	9	39	34	40	11	6	1	24	40	10	20	15	5	10	40	31	31	31	7	40	31			
88	3	35	15	4	34	11	15	35	12	2	1	15	15	15	15	9	39	15	15	6	30	26	16	40	10	39	20	36	5	9	29	36	
88	4	16	11	1	11	11	8	26	30	15	5	5	29	15	1	1	9	29	9	26	29	10	5	15	1	5	15	24	28	39	6		
88	5	29	29	19	14	14	5	1	26	26	21	23	23	38	38	28	26	29	9	9	16	11	11	1	6	6	28	28	38	39	19	19	
88	6	15	5	9	39	11	16	38	38	36	16	36	1	1	1	5	12	1	15	15	20	20	11	17	17	37	36	39	9	9			
88	7	39	14	19	19	39	14	19	14	14	10	9	14	9	36	31	31	11	15	15	10	9	29	9	9	4	9	14	4	19	4	4	
88	8	4	14	15	1	5	1	1	5	10	9	9	9	9	9	9	9	5	1	29	19	14	11	11	4	31	15	6	29	9	14	4	
88	9	9	19	19	19	9	20	2	2	1	5	9	5	31	31	12	12	2	10	1	1	1	4	19	14	5	10	9	9	14	14		
88	10	1	1	21	1	39	19	14	15	9	19	6	29	39	29	6	16	36	26	26	26	6	1	5	10	5	4	29	9	15	15	15	
88	11	10	35	12	1	1	5	5	1	6	9	6	9	40	10	10	6	1	40	15	31	12	12	2	1	10	5	5	10	35	26		
88	12	36	28	16	39	20	35	15	10	5	10	10	15	10	5	2	1	5	10	40	5	10	10	10	20	6	10	10	6	5	5	5	
89	1	10	1	1	4	15	30	10	10	6	9	5	9	5	9	10	6	10	10	6	4	9	6	1	1	1	4	1	1	1	1	6	
89	2	6	4	1	4	10	10	6	6	3	24	4	10	5	20	10	15	5	30	10	10	10	9	9	9	39	36	39	19				
89	3	39	15	36	10	6	6	29	26	6	6	10	6	29	5	39	29	39	14	10	9	19	10	15	10	10	5	1	29	10	10	10	
89	4	16	11	31	36	36	39	39	39	4	29	9	29	28	28	6	26	36	11	31	31	36	36	5	24	29	39	19	16	11	11		
89	5	1	2	1	1	1	15	5	5	4	9	9	39	14	15	1	1	1	1	6	6	2	1	1	1	1	21	21	21	1	10	29	14
89	6	14	4	34	31	11	14	14	14	14	4	1	1	2	2	5	2	2	7	1	7	26	36	6	6	9	9	29	14	9	14		
89	7	39	36	16	8	6	6	29	39	39	19	16	1	15	15	5	15	5	35	5	5	5	6	26	36	36	6	6	1	4	29	15	
89	8	15	15	15	5	5	9	29	19	10	9	9	9	4	9	9	29	9	4	1	4	9	6	5	5	15	15	36	31	15	1	1	
89	9	1	16	12	17	5	6	6	23	26	26	26	1	29	19	20	10	9	9	29	9	9	29	9	6	16	11	11	1	12	2		
89	10	5	5	2	5	1	10	40	32	11	15	5	10	9	34	15	10	1	1	9	29	9	9	9	10	9	9	1	29	39	40	10	
89	11	9	9	29	19	39	16	16	6	14	9	9	1	99	99	99	99	1	3	21	21	6	31	15	35	15	15	5	2	1	1		
89	12	1	1	1	1	5	5	5	5	5	5	15	4	29	29	39	29	19	9	39	29	9	39	5	10	4	1	21	21	11	31	31	
90	1	11	5	1	99	11	1	1	1	10	10	10	9	5	4	10	10	9	5	5	10	10	9	9	19	29	19	14	39	9	9	9	
90	2	9	19	9	5	9	4	9	39	5	4	19	39	20	40	40	15	10	9	9	9	9	6	9	9	9	39	99	20				
90	3	15	15	5	5	5	10	10	4	20	10	10	10	5	10	1	1	1	4	6	10	9	9	10	9	15	12	13	6	6	6	6	
90	4	4	9	29	14	14	1	26	11	11	1	15	1	9	9	36	14	14	11	18	38	38	38	36	36	16	10	20	5	6	6		
90	5	2	2	2	1	1	1	21	8	29	29	39	36	36	19	9	9	20	5	5	21	24	4	9	6	15	5	5	15	15	1	10	
90	6	1	39	14	39	14	19	9	36	31	31	1	11	11	11	15	15	5	9	29	29	19	39	19	20	10	6	29	9	9	99	99	

Tabelle 6.1

Häufigkeitsverteilung der Wetterlagen Gesamtzeitraum 1979–1990

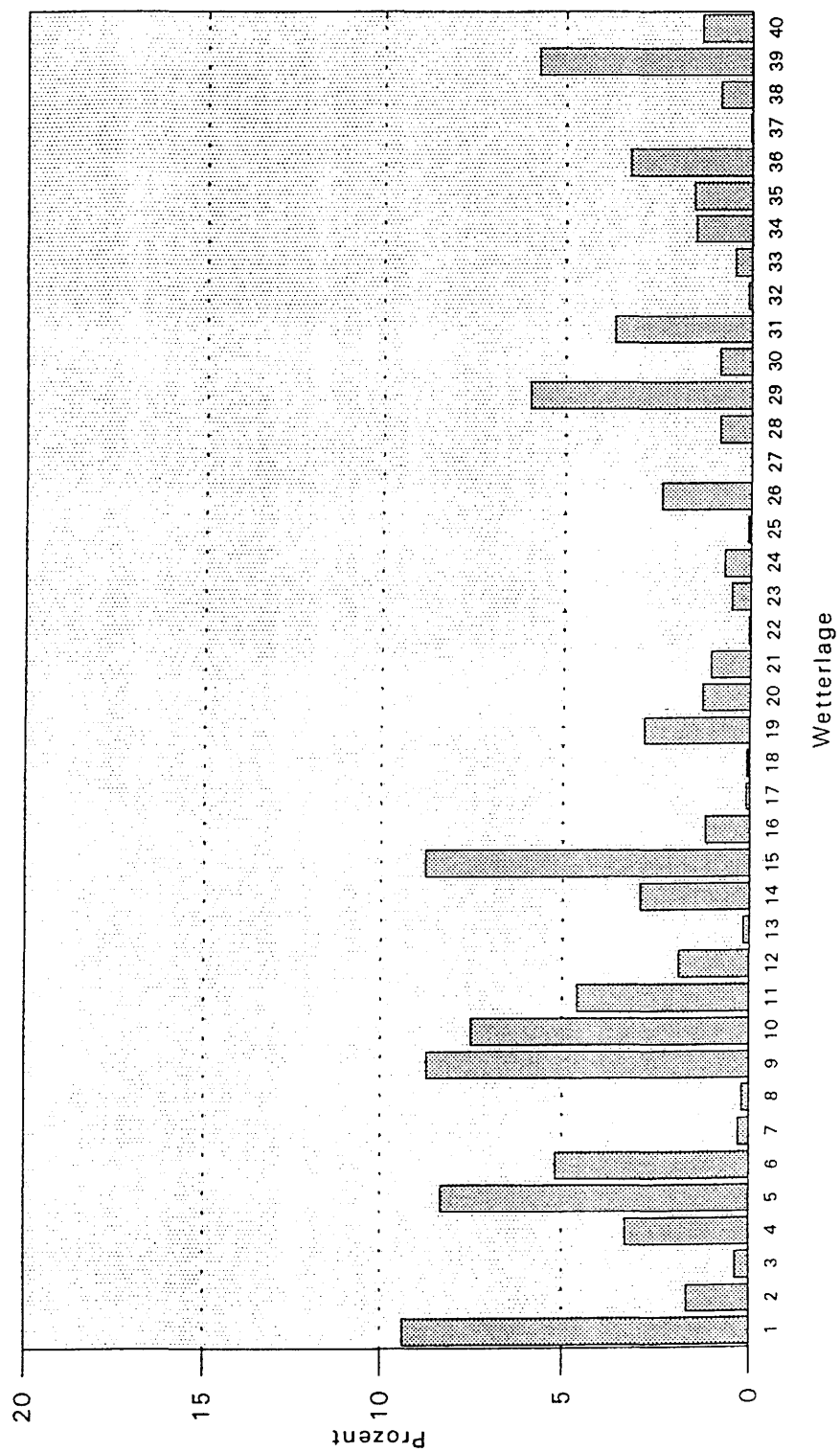


Tabelle 6.2

Häufigkeitsverteilung der Wetterlagen Monate Januar und Juli 1979–1990

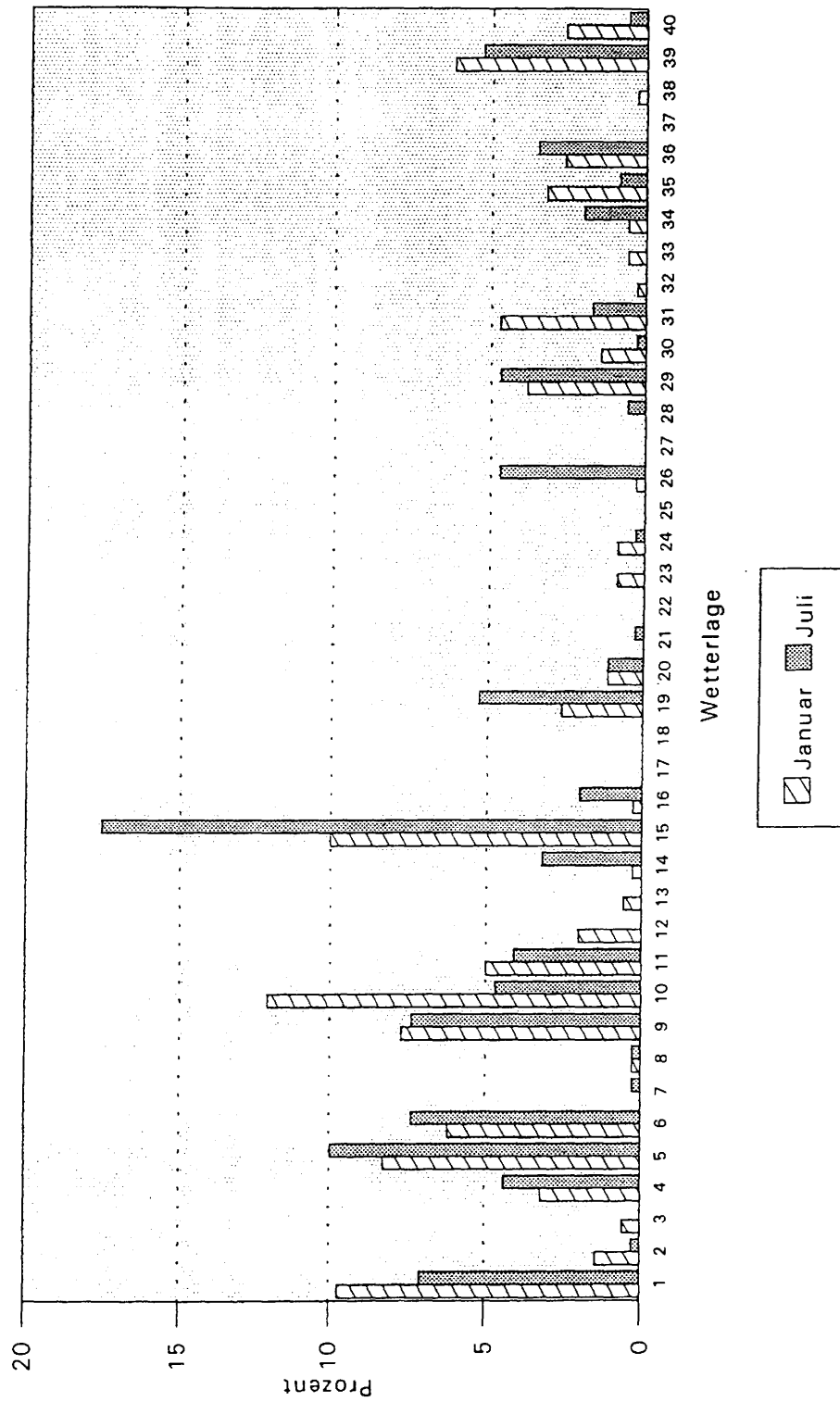
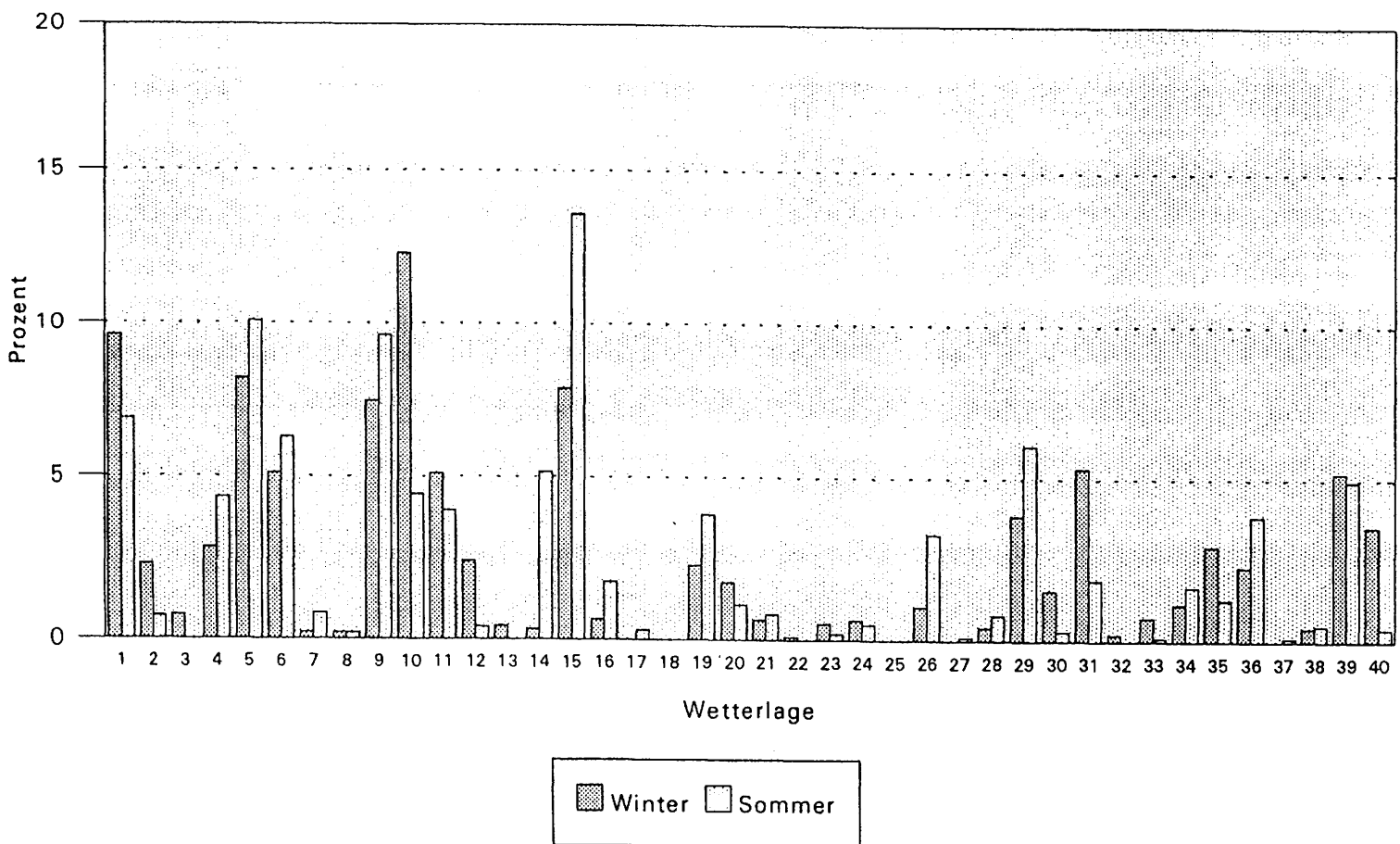


Tabelle 6.3

Häufigkeitsverteilung der Wetterlagen
Jahreszeiten Sommer und Winter
1979-1990



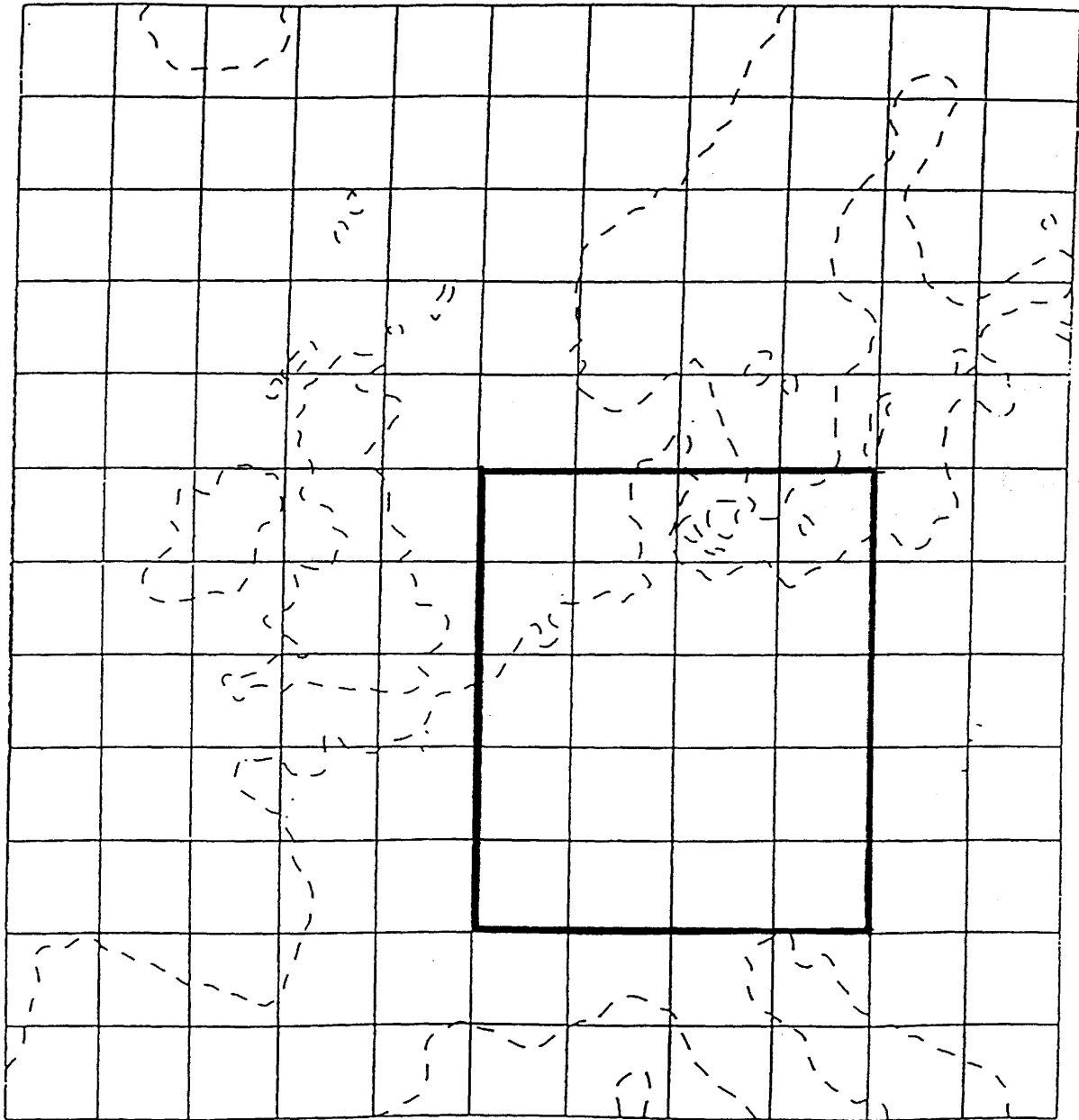


Abbildung 1

Zu der Objektiven Wetterlagenklassifikation gehörender Ausschnitt Mitteleuropa
(dick eingerahmt)

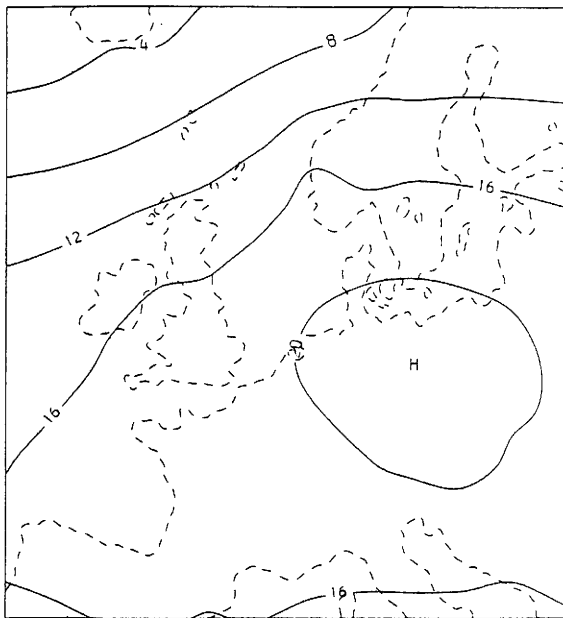


Abbildung 2a (links)
Mittlere Verteilung des Geopotentials in 1000 hpa für Wetterlage 01 (XXAAT)

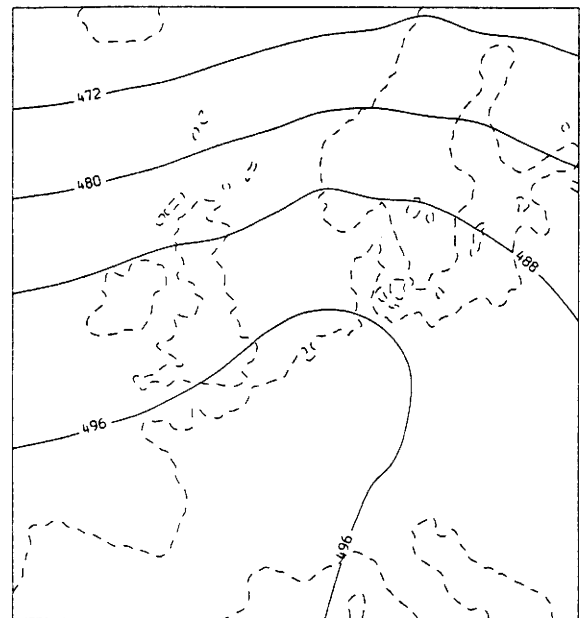


Abbildung 2b (rechts)
Mittlere Verteilung des Geopotentials in 550 hpa für Wetterlage 01 (XXAAT)

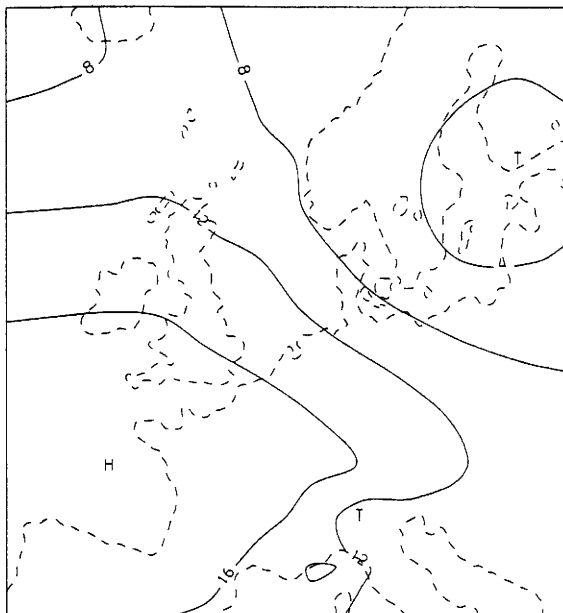


Abbildung 3a (links)
Mittlere Verteilung des Geopotentials in 1000 hpa für Wetterlage 15 (NWAZT)

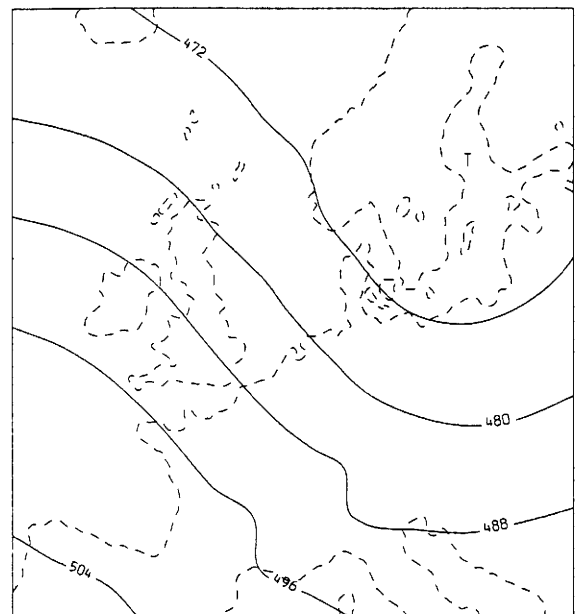


Abbildung 3b (rechts)
Mittlere Verteilung des Geopotentials in 550 hpa für Wetterlage 15 (NWAZT)

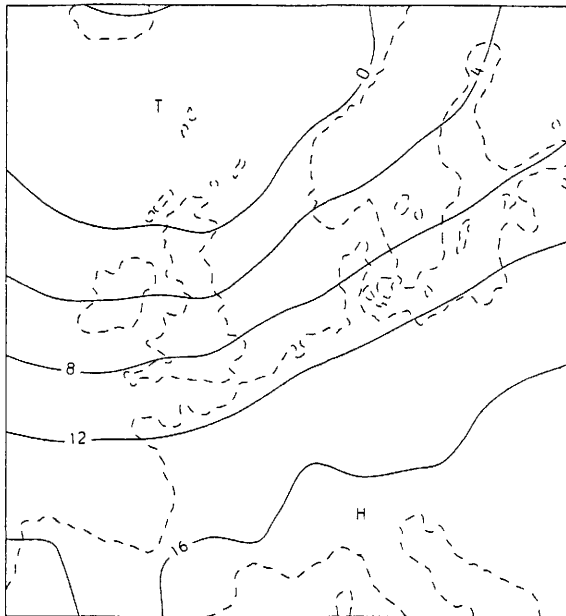


Abbildung 4a (links)
Mittlere Verteilung des Geopotentials in 1000 hpa für Wetterlage 09 (SWAAF)

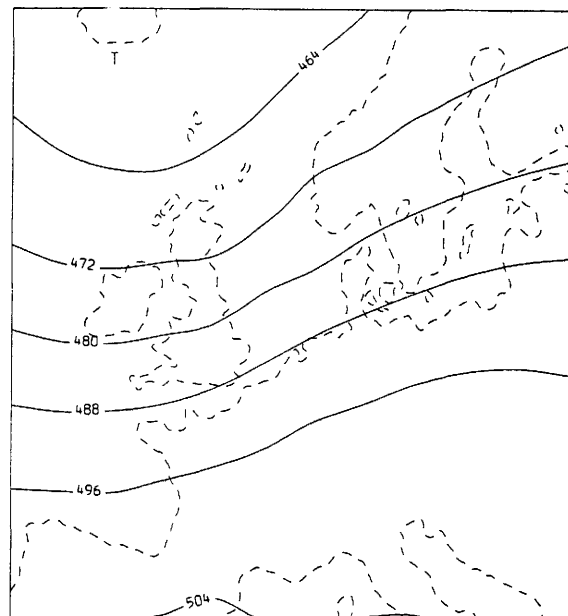


Abbildung 4b (rechts)
Mittlere Verteilung des Geopotentials in 550 hpa für Wetterlage 09 (SWAAF)

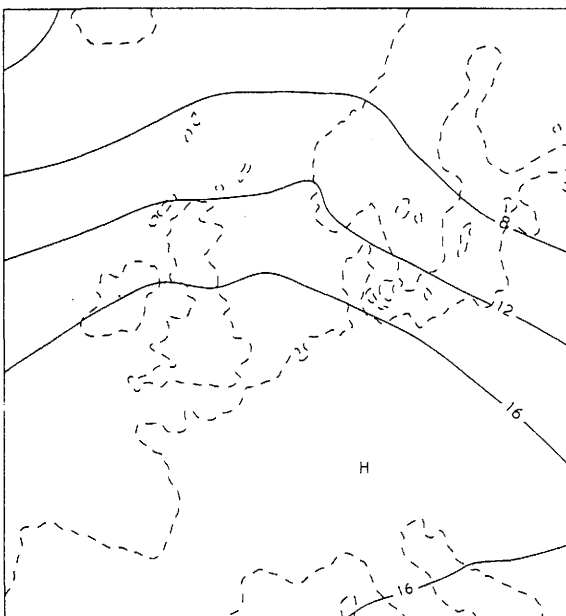


Abbildung 5a (links)
Mittlere Verteilung des Geopotentials in 1000 hpa für Wetterlage 05 (NWAAT)

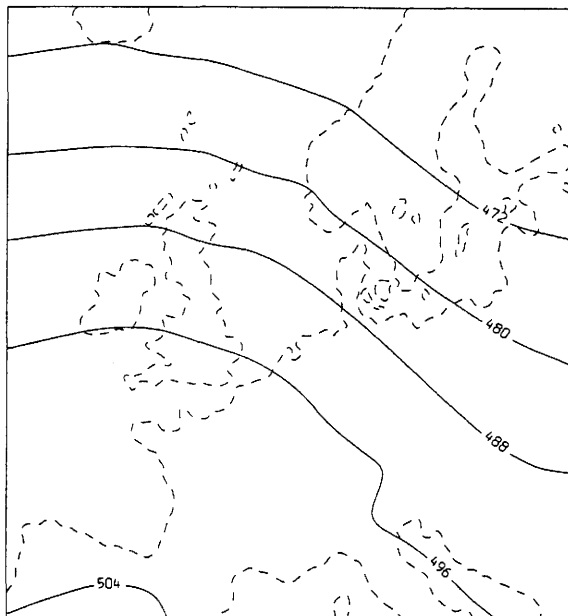


Abbildung 5b (rechts)
Mittlere Verteilung des Geopotentials in 550 hpa für Wetterlage 05 (NWAAT)

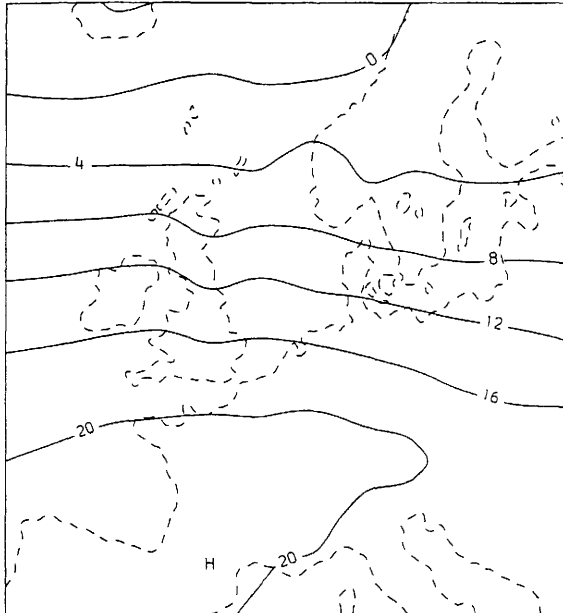


Abbildung 6a (links)
Mittlere Verteilung des Geopotentials in 1000 hpa für Wetterlage 10 (NWAAF)

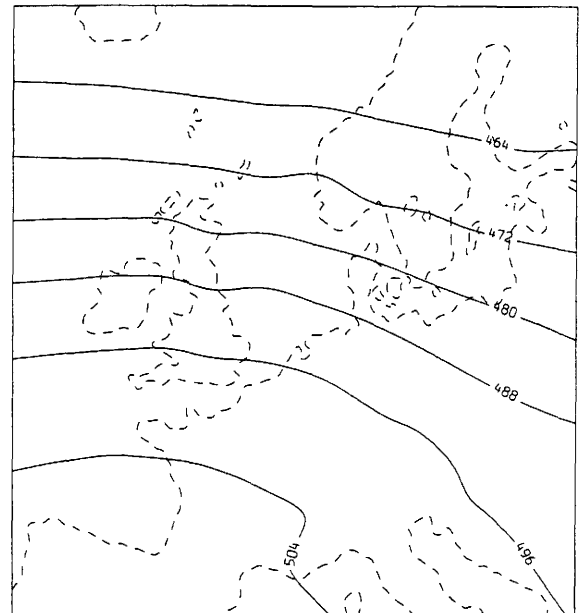


Abbildung 6b (rechts)
Mittlere Verteilung des Geopotentials in 550 hpa für Wetterlage 10 (NWAAF)

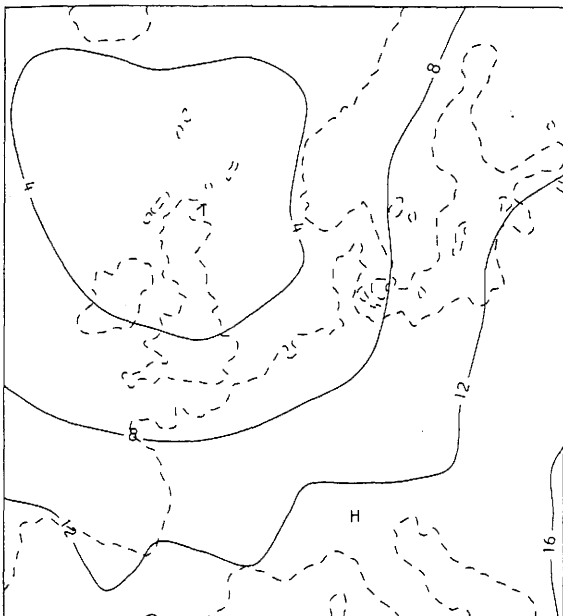


Abbildung 7a (links)
Mittlere Verteilung des Geopotentials in 1000 hpa für Wetterlage 29 (SWZAF)

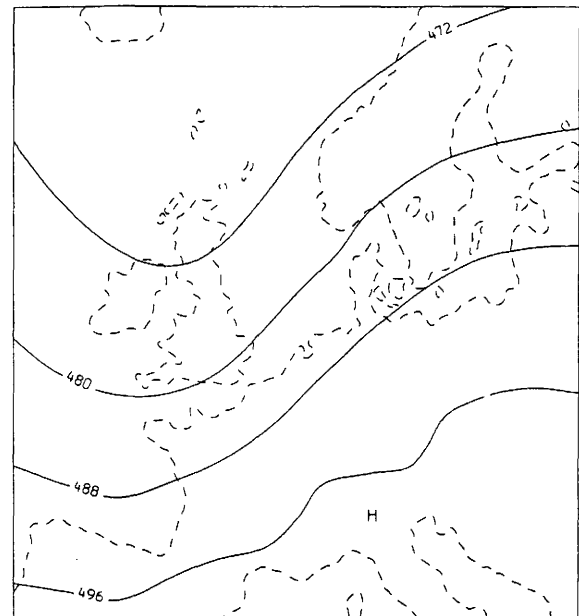


Abbildung 7b (rechts)
Mittlere Verteilung des Geopotentials in 550 hpa für Wetterlage 29 (SWZAF)

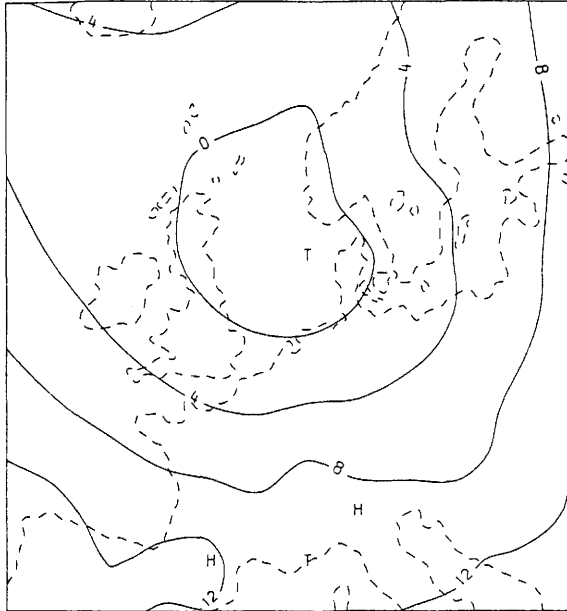


Abbildung 8 a (links)
Mittlere Verteilung des Geopotentials in 1000 hpa für Wetterlage 39 (SWZZF)

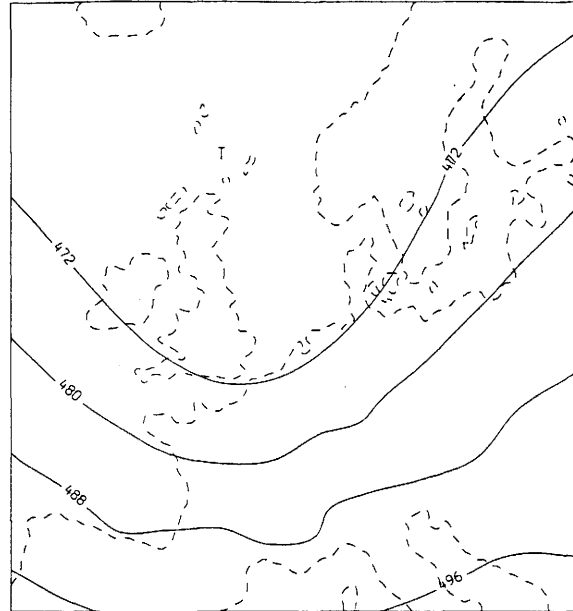


Abbildung 8 b (rechts)
Mittlere Verteilung des Geopotentials in 550 hpa für Wetterlage 39 (SWZZF)

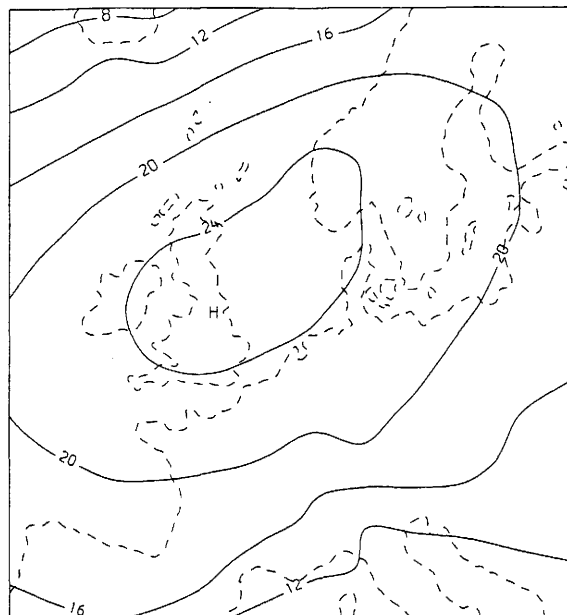


Abbildung 9 a (links)
Mittlere Verteilung des Geopotentials in 1000 hpa für Wetterlage 12 (NOAZT)

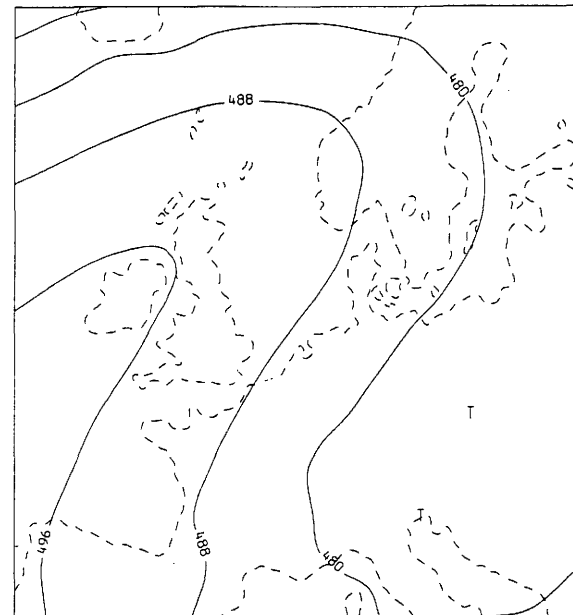
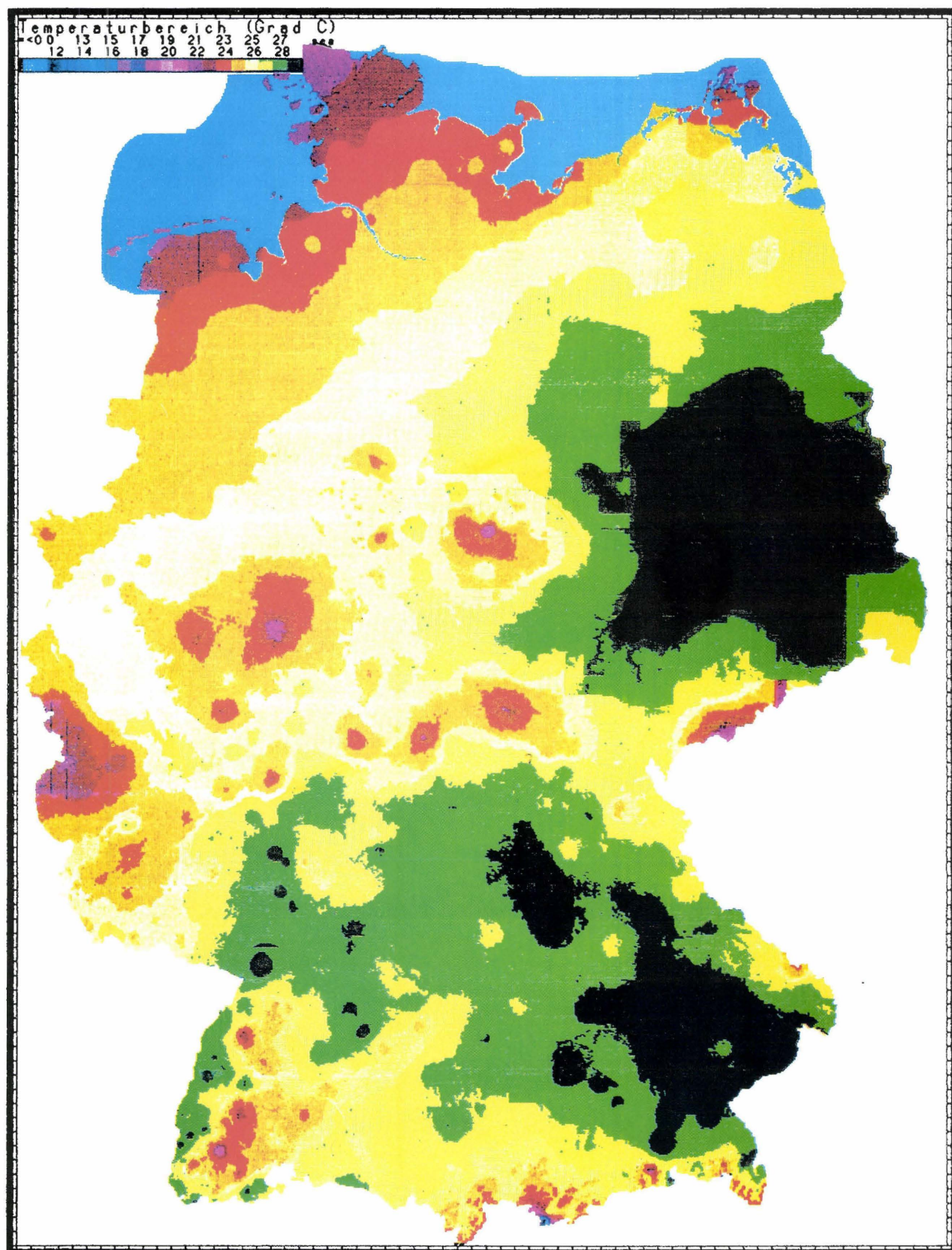
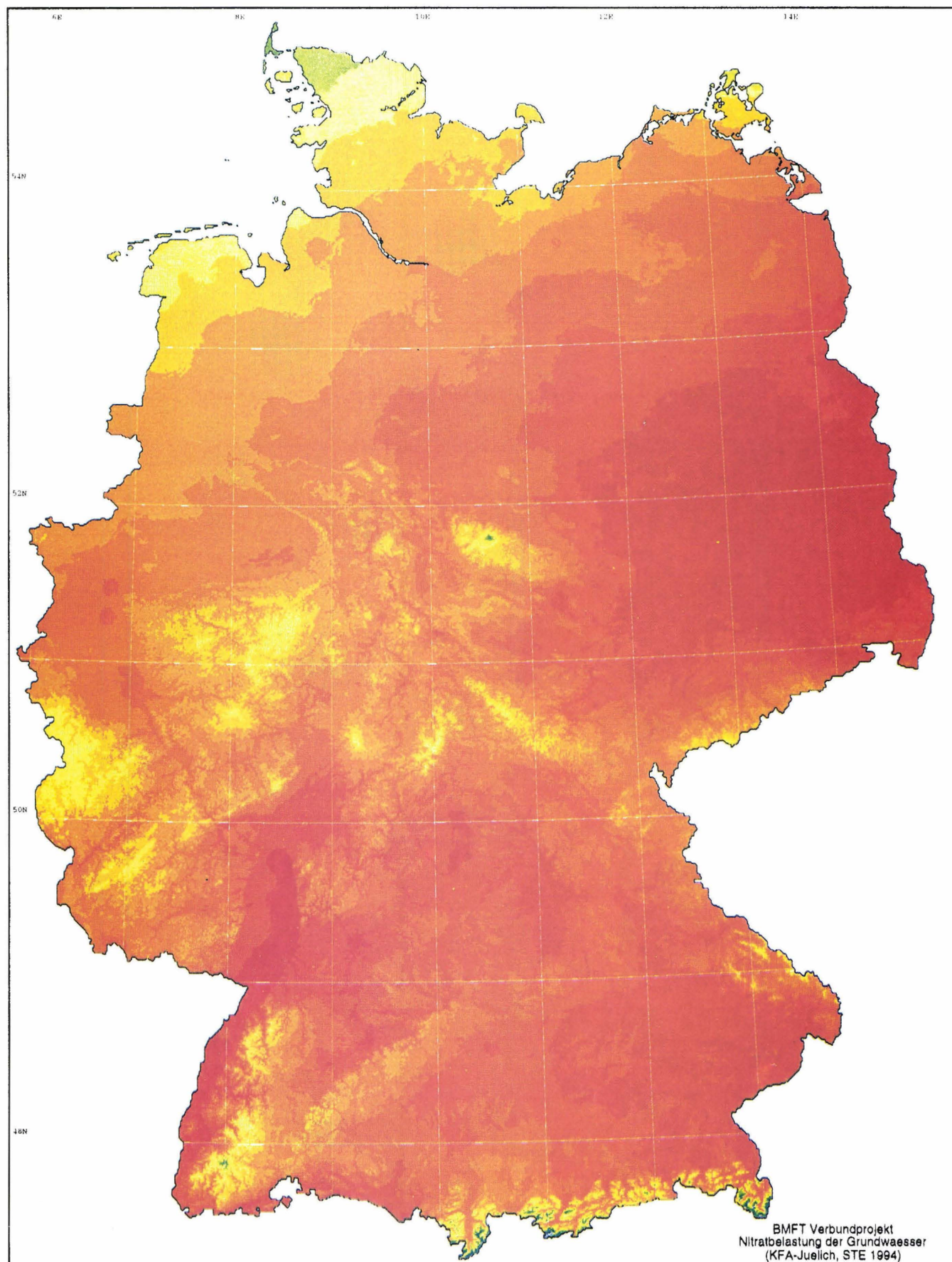


Abbildung 9 b (rechts)
Mittlere Verteilung des Geopotentials in 550 hpa für Wetterlage 12 (NOAZT)

Karte 1: Räumliche Verteilung der Maximumtemperatur für
Wetterlage 29 (SWZAF) im Sommer mittels einheitlicher
Regression



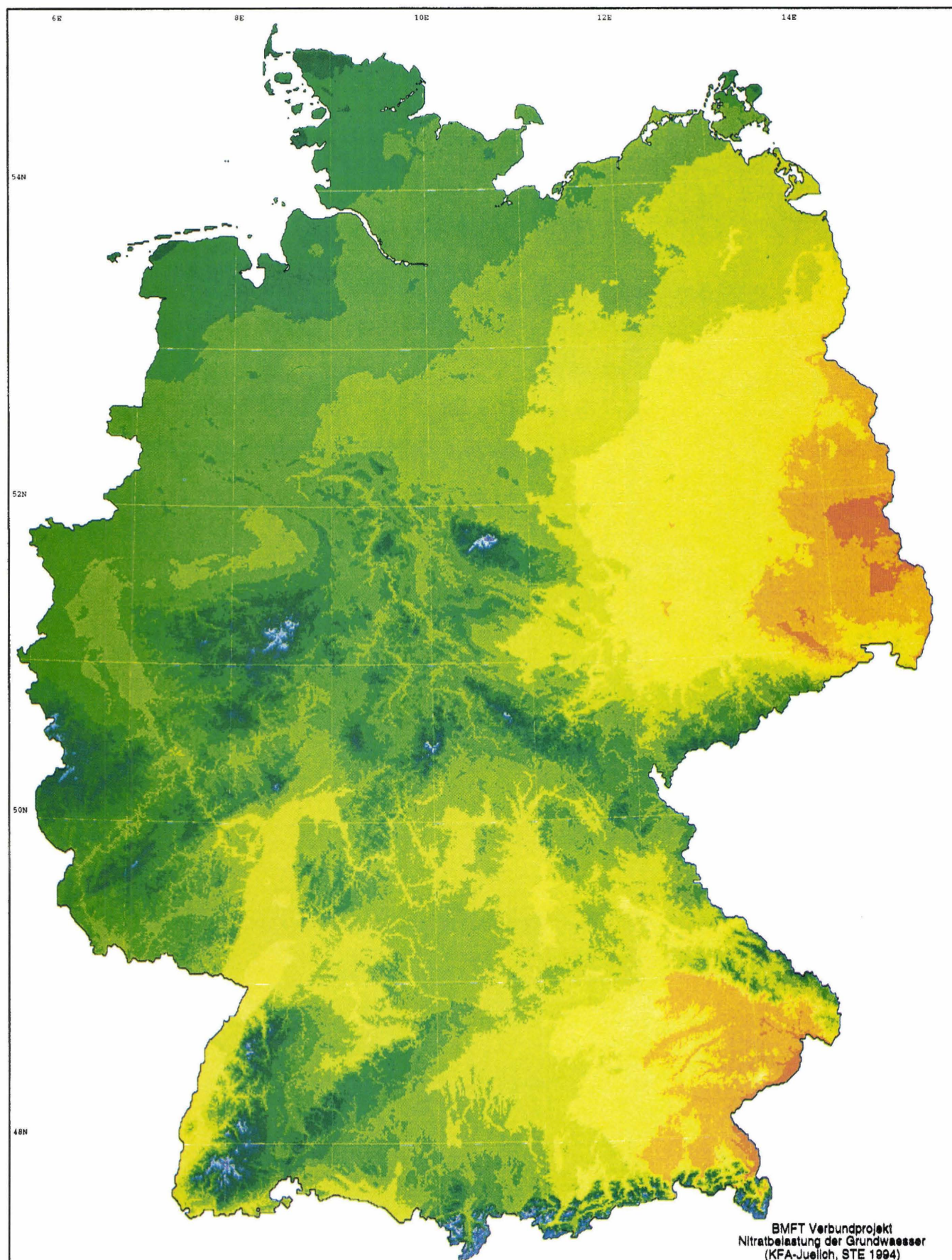


Max. Lufttemperatur f. Wetterlage 29

Sommer; Zeitraum 1979 - 1990
Interpol. mit raeuml. var. Hoehenregression

Maassstab: 1:2700000
Koordinatensystem: Gauß-Krüger; Mittelmeridian 9° E; Spheroid Bessel
Bearbeitung: Forschungszentrum Juelich, STE
Kartenerstellung: Deutscher Wetterdienst Zentralamt Offenbach
Kartengrundlage: Deutscher Wetterdienst Zentralamt Offenbach





Max. Lufttemperatur f. Wetterlage 39

Sommer; Zeitraum 1979 - 1990
Interpol. mit räuml. var. Höhenregression

Maßstab: 1:2700000
Koordinatensystem: Gauss-Krueger; Mittelmeridian 9 E; Spheroid Bessel
Bearbeitung: Forschungszentrum Juelich, STE
Kartenerstellung: Deutscher Wetterdienst Zentralamt Offenbach
Kartengrundlage: Deutscher Wetterdienst Zentralamt Offenbach

