

**Geographisch-landeskundlicher
Atlas von Westfalen**

II
Lieferung 2
Doppelblatt 3

**Begleittext
zum Doppelblatt**

**PFLANZENWACHSTUM
UND KLIMAFAKTOREN**

**aus dem Themenbereich II
LANDESNATUR**

von

Franz Ringleb / Julius Werner

**Herausgegeben von der
Geographischen Kommission für Westfalen
Landschaftsverband Westfalen-Lippe**



**Aschendorff Münster
1986**

INHALT

Phänogeographische Wertigkeit

FRANZ RINGLEB

1. Vorbemerkungen und methodischer Ansatz	1
2. Erläuterung der Methode an Beispielen	1
3. Regelhafte Züge im räumlichen Wertigkeits-Verteilungsmuster	2
4. Ausblick	3
Literatur	3

**Lufttemperatur und Sonnenstrahlung
Ihr Einfluß auf die phänogeographische
Gliederung Westfalens**

JULIUS WERNER

1. Einleitung	4
2. Die Lufttemperatur im Dreimonatsmittel Mai-Juli	5
3. Die Lufttemperatur im Jahresmittel	6
4. Diagramme von Lufttemperatur und Sonnenscheindauer	7
5. Größenordnungen der Globalstrahlung	7
6. Ausblick	9
Literatur	9

Phänogeographische Wertigkeit

VON FRANZ RINGLEB, MARL-POLSUM

1. VORBEMERKUNGEN UND METHODISCHER ANSATZ

Die Pflanzen- oder Phytophänologie behandelt die Erscheinungen des pflanzlichen Lebens, die weitgehend periodisch an den Rhythmus der Jahreszeiten gebunden sind.

Der geographische Aspekt, Phytophänographie genannt, untersucht das Verhalten bestimmter phänologischer Erscheinungen, das kartographisch dargestellt werden kann und auf diese Weise den Einblick in die Raumstruktur gewährt. Das Klima ist – so die allgemeine Auffassung – bei dieser Betrachtungsweise ausschlaggebend, hinzu kommen räumliche Differenzierungen, die vorwiegend von den jeweiligen Böden bestimmt werden.

Für die Karte 1 sind mit dem Beginn der Schneeglöckchenblüte, der Haferaussaat, der Apfelblüte sowie der Blüte, Ernte und Aussaat des Winterroggens die Festpunkte des phänologischen Jahresablaufes gegeben (s. Tabelle a in 2.4), die sich von Ort zu Ort zu einem anderen Datum ereignen. Die Entwicklungsphasen wichtiger Kulturpflanzen gelten nach eingehender vergleichender Beobachtung und detaillierter Untersuchung als charakteristisch für die phänologischen Jahreszeiten.

Deren Festpunkte sind – langjährig gemittelt – für jede hier gewählte Pflanzenart kartographisch erfaßbar. Aufgrund von phänologischen Beobachtungen und Aufzeichnungen, die für Westfalen etwa seit der Jahrhundertwende vorliegen, konnten Basiskarten gezeichnet werden, aus denen sich die zeitlichen Stufen 1–7 der phänologischen Phasen I–VI ableiten lassen. Zu Einzelheiten der Quellen und Aufzeichnungen sei hier insbesondere auf F. SCHNELLE (1953) sowie F. RINGLEB (1958) verwiesen.

Die Stufenzahlen für einen Ort oder Landschaftsraum gem. Tabelle 2.4 a), vom Vorfrühling bis zum Vollherbst hintereinander geschrieben, ergeben:

1. eine sechsziffrige Stufenfolge zur individuellen Charakterisierung und
2. als Summe aus diesen sechs Ziffern eine Maßzahl für die phänogeographische Wertigkeit.

Die in der Karte 1 farbig dargestellten Wertigkeitsareale gestatten eine Aussage über den hier durchschnittlich herrschenden Ablauf der phänologischen Jahreszeiten.

2. ERLÄUTERUNG DER METHODE AN BEISPIELEN

Die Tabelle b) in 2.4 enthält einige örtliche und regionale Einzelbeispiele, die das Zustandekommen der jeweiligen Wertigkeitssummen erkennen lassen. Dabei seien die Aussagen der letzten beiden Raumbeispiele (Nordflanke des Dümmer und Hellweg-Börden) vergleichend erläutert.

Die Schneeglöckchen erblühen in den Hellweg-Börden vor dem 19. 2. (= Stufe 1); am Dümmer beginnt der Vorfrühling fast einen Monat später (= Stufe 4). Er holt jedoch den Erstfrühling fast ein: Die Haferaussaat fällt hier wie dort in die erste Dekade des April mit nur wenigen Tagen Unterschied (Stufe 3 am Hellweg gegen Stufe 4 am Dümmer). Der Vollfrühling hält in den Börden seinen Einzug Anfang Mai (= Stufe 2), dagegen blühen die Apfelbäume am Dümmer ca. 15 Tage später (= Stufe 5). Vier Wochen Vollfrühling haben die Börden, aber nur drei hat die Landschaft am Dümmer; denn der Winterroggen stäubt hier wie dort im ersten Drittel des Juni mit geringer zeitlicher Differenz (= eine Stufe Unterschied wie bei der schon erwähnten Haferaussaat in beiden Landschaften). Nur sieben Wochen braucht der Roggen von der Blüte bis zur Ernte in den Börden, am Dümmer jedoch über acht (Stufe 2 gegen Stufe 4). Merkwürdig kürzer ist hier die Zeitspanne zwischen Hochsommer und Vollherbst als in den Börden; die Aussaat des Winterroggens geschieht in den beiden Räumen aber fast gleichzeitig (= Stufe 3).

Die Ziffernaddition der Stufenfolge ergibt die in der letzten Spalte von Tabelle b) in 2.4 eingetragenen recht unterschiedlichen phänogeographischen Wertigkeiten. Wie bei Zensuren zeigen die kleineren „Gesamtnoten“ bessere, die hohen schlechtere Ergebnisse an. So liegen bei den Hellweg-Börden mit der Summe

13 recht günstige, an der Nordflanke des Dümmer mit der Maßzahl 23 dagegen eher ungünstige Bedingungen vor.

3. REGELHAFTE ZÜGE IM RÄUMLICHEN WERTIGKEITS- VERTEILUNGSMUSTER

Die Wertigkeiten und Stufenfolgen enthalten eine Fülle an Aussagen. Zur ihrer weiteren Veranschaulichung sollen die Grundtendenzen der phänologischen Phasen im Flachland aufgezählt werden. Steigende Seehöhe und verspätetes Einsetzen fast aller phänologischen Erscheinungen korrelieren so stark, daß im Gebirge und Bergland der Faktor Höhe die Einwirkung anderer Faktoren herabmindert. Der Beginn der Schneeglöckchenblüte zeigt ein West-Ost-Gefälle in dem Sinn, daß die maritim beeinflussten westlichen Regionen bevorzugt, die östlichen benachteiligt sind.

Aber auch schon kleinere Erhebungen haben spätere Termine, noch spätere die (ehemaligen) großen Moore. Letzteres Phänomen besteht fast durchgehend in allen Jahreszeiten. Der Erstfrühling (Haferaussaat) wandert generell von Südwesten nach Nordosten; auf der Geest wird der Hafer früher, im Moor erheblich später ausgesät. Auch der Vollfrühling (Apfelblüte) verspätet sich in nordöstlicher Richtung, im nordwestdeutschen Tiefland mit Drehung in die Süd-Nord-Richtung. Besonders in Flußtäälern dringt – ähnlich wie bei der Haferaussaat – auch der Beginn der Apfelblüte zeitiger nach Norden vor.

Der Frühsommer (Winterroggenblüte) breitet sich etwa nördlich der Linie Gronau–Rinteln ebenfalls von Süden nach Norden aus. Eine andere Grundtendenz für das Flachland ist die relativ gleichmäßige Verteilung der Stufen des Erblühens. – Die Winterroggenernte spiegelt den Kontinentalitätsgrad wider: je kontinentaler das örtliche Klima, desto früher die Ernte. So erreicht der Hochsommer seinen Höhepunkt im Südosten des Kartenausschnitts früher als im Nordwesten. Auch die Talungen von Ems, Hunte und Weser sind durch frühere Termine gekennzeichnet. Übrigens können frühe Aussaaten im Herbst eine Benachteiligung durch die großräumig wirkenden Geofaktoren bedeuten. Im ganzen gesehen wird deshalb die Aussaat dort am spätesten getätigt, wo die maritime Beeinflussung am größten ist – eine Analogie zu den Wachstumsbedingungen des Vorfrühlings.

Das Ansteigen der phänogeographischen Wertigkeitszahlen höhenwärts – es entspricht einer Verspätung bei fast jedem Entwicklungsstadium – korrespondiert mit der durchschnittlichen Abnahme der Lufttemperatur und der Zunahme der Niederschlagsmenge mit der Höhe. Dabei erfährt das räumliche Wertigkeitsverteilungsmuster im Mittelgebirge wie Bergland in Luv- und Leegebieten (vgl. Karte 2.4 auf Doppelblatt 2, 2. Atlaslieferung) einige Abwandlungen. Die im Unterschied zu den Luvseiten überwiegend „besseren Wertigkeitsnoten“ im Lee – insbesondere beim nordöstlichen Vorland der Eifel, des Sauerlandes und des Weserberglandes – sind, auch dem Umfang nach, identisch mit den Regenschattengebieten wie z. B. den Börden am Hellweg. Die Wertigkeiten von 8–10 und 11–13 belegen günstige Bedingungen: geringere, aber ausreichende Niederschlagsmengen, herabgesetzte Niederschlagshäufigkeit und Bewölkung nach Menge und Dichte, erhöhte Sonnenscheindauer und verminderte Luftfeuchte, um nur einige Komponenten zu nennen.

Ein Vergleich unserer Karte 1 mit den Jahresniederschlägen (s. Karte 1, Doppelblatt 2, 2. Atlaslieferung) sowie unseren Karten 2.1, 2.2 und 2.5 läßt einiges von den Ursachen erkennen, die zu dem räumlichen Verteilungsbild der phänogeographischen Wertigkeit beitragen.

Gleichwohl gibt es in der Karte 1 manche Bereiche, in denen weniger das Relief, als vielmehr unterschiedliche Böden neben den klimatischen Geofaktoren das Bild bestimmen. So weisen z. B. im Münsterland – im Unterschied zu umschließenden Räumen mit Sandböden – die Klei-Inseln der Baum- und Beckumer Berge „bessere“ Wertigkeiten auf.

Die großräumig günstigsten Zahlenwerte (unter 10) besitzen weite Teile der Niederrheinischen Bucht. Neben den schon erwähnten Lee-Effekten und einigen Arealen mit relativ guten Böden wirken hier noch andere regionalklimatische Gunstfaktoren mit. Im Ruhrrevier spielen Auswirkungen des Stadtklimas, vornehmlich der Temperatur, eine Rolle; Blüte, Belaubung und Reife beginnen einige Tage früher. Die unlängst aufgrund von phänologischen Geländeaufnahmen in den Jahren 1978–81 für den Kommunalverband Ruhrgebiet von K.-F. SCHREIBER und seiner münsterschen Schule vorgelegte Wuchsklimakarte des Ruhrgebietes und angrenzender Bereiche 1:50 000 läßt diesen thermischen Effekt deutlich erkennen.

Phänogeographische Ungunsträume bilden die (ehemaligen) Moore bei Wertigkeiten bis zu

26–28 mit ihren feuchten Böden und häufigen (ausstrahlungsbedingten) nächtlichen Spät- und Frühfrösten. Hier tritt u. a. das auch in Tabelle 2.4 b) aufgeführte Bourtanger Moor flächenhaft hervor, das im Gegensatz zu einigen benachbarten Geestbereichen mit ihren wesentlich günstigeren Stufen der phänogeographischen Wertigkeit steht. Über weite Flächen liegen sie bei 14–16, nordwestlich der Dammer Berge sogar bei 11–13; insgesamt eine Begünstigung, die mit den Geestböden und dem euatlantischen Klima zusammenhängt. Hier dauert die Vegetationsperiode über sieben Monate.

4. AUSBLICK

Ausgehend von den Basiskarten der sechs phänologischen Phasen wurde eine kartographische Darstellung mit Stufencharakter entwickelt, welche mittels der eingeführten Wertigkeitssummen begünstigte oder mit Defiziten belastete Landschaftsräume hinreichend deutlich hervortreten läßt. Die zehn Wertigkeitsintervalle eignen sich, wie die zuvor erläuterten Beispiele ausweisen, durchaus für eine vergleichende kartographische Übersicht im gegebenen Maßstab, was für die an sich aussagekräftigeren Stufenfolgen wegen der Vielzahl vorhandener Kombinationen und ihrer verbalen Übersetzung nur sehr eingeschränkt gilt. Die scheinbar so leichte phänogeographische Überschaubarkeit des Großraumes Westfalen in der Hauptkarte darf jedoch nicht darüber hinwegtäuschen, daß an jeder Stelle stets mehrere Einflußfaktoren gleichzeitig die jeweilige Wertigkeitsstufe bestimmen. Verklammerungen zwischen den einzelnen Faktoren sind bei einer solchen Vielfalt der Einflüsse selbstverständlich, vor allem wechselseitige Abhängigkeiten voneinander. Eine Rangfolge dieser Wirkungen kann oft nur schwer bestimmt werden, obwohl eindeutig der Lage und Ausrichtung im Raum, der Seehöhe, dem Bodenfaktor, dem Temperaturregime sowie der Niederschlagsmenge ein hoher Rang zukommt.

In bezug auf den Inhalt der phänogeographischen Wertigkeitskarte führt die Analyse der Faktoren u. a. zu folgenden Erkenntnissen:

1. Die Einwirkungen auf eine Pflanzenart sind so mannigfaltig, daß eine Aussage über einzelne Faktoren bzw. Faktorenbündel kaum möglich oder gar unzulässig erscheint. Damit

soll jedoch keineswegs die nachgewiesene Zeigerwertfunktion von Pflanzen unterschätzt werden, etwa wie sie von H. ELLENBERG für die Gefäßpflanzen Mitteleuropas systematisch zusammengestellt wurde.

2. Auch bei räumlichen Untersuchungen ist die Einflußnahme eines bestimmten Faktors sowohl für die Basiskarte als auch für unser Wertigkeitsbild nicht immer klar erkennbar. Die Raumstruktur jedoch läßt sich durch eine Auswahl derjenigen Faktoren näherungsweise erklären, deren räumliche Darstellungen – zum Vergleich herangezogen – deutliche Analogien und Homologien ergeben. Hier erweist sich z. B. der Rückgriff auf andere thematisch verwandte Haupt- und Nebenkarten dieses Atlaswerkes als hilfreich.
3. Die Wertigkeiten als Summe der Stufenzahlen heben vornehmlich die ständig wirkenden Einflüsse hervor; die weniger oder nur zu bestimmten Jahreszeiten wirksamen werden, sicher unterschiedlich, zurückgedrängt. Als Folge der Methode tritt innerhalb der Faktorenbündel also eine Konzentration im Sinne einer Betonung der ausschlaggebenden Faktoren auf. Die Wertigkeiten spiegeln somit in erster Linie die Dominanz der ständig einflußnehmenden Komponenten wider; letztere bestimmen schließlich den natürlichen Rahmen, innerhalb dessen sich die agrarwirtschaftliche Nutzung des ländlichen Raumes bewegen kann.

LITERATUR

- ELLENBERG, H. (1970): Zeigerwerte der Gefäßpflanzen Mitteleuropas, 2. erw. Aufl. In: *Scripta Geobotanica*, 9, S. 1–28 u. 39–122
- KOMMUNALVERBAND RUHRGEBIET (Hg.) (1985): Wuchsklimakarte des Ruhrgebietes und angrenzender Bereiche, bearbeitet von K.-F. SCHREIBER u. Mitarb. = Arbeitshefte Ruhrgebiet, 32 S., 14 Karten 1:50 000. Essen
- RINGLEB, F. (1958): Das phänologische Jahr in Westfalen – Ein Beitrag zur Phytophäno-Geographie. *Spieker, Landeskundl. Beitr. u. Berichte*, Heft 9. Münster
- SCHNELLE, F. (1953): Beiträge zur Phänologie Deutschlands III. In: *Berichte des Dt. Wetterdienstes*, Nr. 1. Bad Kissingen
- SCHREIBER, K.-F. (1983): Die thermischen Verhältnisse des Ruhrgebietes und angrenzender Räume – dargestellt mit Hilfe der phänologischen Entwicklung der Pflanzendecke. In: P. WEBER u. K.-F. SCHREIBER (Hg.): *Westfalen und angrenzende Regionen*, S. 307–319. Paderborn (= Festschrift z. 44. Dt. Geographentag in Münster, Teil I)

Lufttemperatur und Sonnenstrahlung

Ihr Einfluß auf die phänogeographische Gliederung Westfalens

VON JULIUS WERNER, MÜNSTER

1. EINLEITUNG

Im vorstehenden Beitrag zur Karte 1 „Phänogeographische Wertigkeit“ wird auf die ausschlaggebende Rolle des Klimas bei der Ausprägung räumlicher Wachstumsunterschiede hingewiesen. Neben den Elementen „Niederschlagsregime“ und „Verdunstung“ kommt auch den Parametern „Lufttemperatur“ und „Sonnenstrahlung“ für das Pflanzenwachstum eine wichtige Funktion zu. So bestimmen die jeweiligen Oberflächenformen (z. B. nach Luv- oder Leelage sowie Meereshöhe), welche Temperaturen sich etwa durch Zufuhr maritimer Polarluft bei Nordwestlagen einstellen und welche eigenbürtigen Veränderungen diese Werte durch den lokalen Strahlungshaushalt erfahren. Dauer und Intensität der Sonnenstrahlung – u. a. wichtig für die Photosyntheseleistung der Pflanzen – werden durch die jeweiligen Bewölkungsverhältnisse modifiziert; gemäß ihrer ursächlichen Verknüpfung miteinander sollten Wolken, Nebel, Niederschlags- und Verdunstungsmengen, Temperaturen sowie Strahlungsgrößen in ihren räumlichen Unterschieden möglichst nie getrennt voneinander gesehen werden.

Am „unruhigen“ Isolinienverlauf erkennbare stärkere Differenzierungen von Klimatelementen treten außer in den Ballungszentren von Siedlung und Wirtschaft in den gebirgigen Regionen innerhalb der vorliegenden Kartenausschnitte auf. Die Gestaltung der Oberflächenformen etwa als Kuppen und Rücken, Mulden und Becken bedingt, daß die im Jahresablauf vorkommenden Wetterlagen mit ihren unterschiedlichen Luftmassen, Windrichtungen, Temperaturen und Strahlungsregimen auf engstem Raum sehr verschiedene Standortbedingungen für das Pflanzenkleid schaffen können. Da nur an vergleichsweise wenigen (und dabei lokalklimatisch möglichst „neutralen“) Stellen langjährige Klimamessungen durchgeführt werden können, bleiben die kleinräumigen Unterschiede in den Karten überregionalen Zuschnitts meist unberücksichtigt. Erschwerend kommt hinzu, daß die zahlenmäßige Größe derartiger lokaler

Effekte sich nicht selten mit der Wahl des Meßzeitraumes (1881–1930, 1931–1960, usw.) ändert. Dagegen dürfen die großräumigen Grundstrukturen des Isolinienverlaufs entsprechender Parameter viel eher als zeitlich konstant und damit als für die jeweiligen Landschaften klimogeographisch relevant angesehen werden. So wurde in den Karten 2.1, 2.2 und 2.5 versucht, diese generalisierten räumlichen Grundmuster möglichst übersichtlich herauszuarbeiten, um so die erläuternde Funktion der Darstellungen in bezug auf die phänogeographische Hauptkarte zu betonen. Man vermeide jedoch Überinterpretationen, etwa indem man für bestimmte topographische Punkte Zahlenwerte aus den Karten entnimmt und diese als Grundlage weiterführender Überlegungen oder Berechnungen benutzt: „Die Isolinien sind als fließender Übergang mit einer gewissen Breite zu werten; sie dienen der räumlichen Unterscheidung und nicht als fixierte Grenzen“ (SCHIRMER 1976).

Stadt- und geländeklimatische Spezialstudien sind meist auf konkrete planungsbezogene Einzelfragen ausgerichtet; sie bedienen sich in der Regel eigener (Kurzzeit-)Meßreihen und Beobachtungen, um die angestrebten kleinräumigen Analysen und Prognosen erstellen zu können. Als unseren Kartenausschnitt betreffende Beispiele für Zielsetzung und Methodik im zeitlichen Wandel seien die sehr verschieden strukturierten Arbeiten von WEISCHET 1955, HAVLIK 1981 sowie KUTTLER und SCHREIBER 1984 genannt; auch die jüngst vom Kommunalverband Ruhrgebiet (KVR) unter Federführung von STOCK herausgegebenen großmaßstäbigen Klimaanalysen mit „synthetischen Klimafunktionskarten“ einiger Großstädte (z. B. Hagen, Duisburg, Essen) sind hier zu erwähnen. Insbesondere die zu verschiedenen Tages- und Jahreszeiten gewonnenen Thermalluftbilder offenbaren – zusammen mit Simultanmessungen in der bodennahen Luftschicht – die starken kleinräumigen Klimaunterschiede innerhalb der Ballungsräume. Daraus werden Empfehlungen zur Lösung spezieller Umweltprobleme wie auch zur jeweiligen städtebaulichen Entwicklung ab-

geleitet. – Ferner wurden vom KVR die Bergehalden im Ruhrgebiet geländeklimatologisch untersucht; die Ergebnisse erschienen 1986.

Zahlenwerte von Klimaparametern ausgewählter Stationen unseres Raumes findet man in den Meteorologischen Jahrbüchern; langjährige Monats- und Jahresmittel kann man entsprechenden Veröffentlichungen des Deutschen Wetterdienstes (1969 und 1979) entnehmen. Tageswerte etwa von Lufttemperatur und Niederschlag sind in den ebenfalls vom Deutschen Wetterdienst herausgegebenen „Monatlichen Witterungsberichten“ enthalten. – Detaillierte Klimabeschreibungen von Deutschland findet man z. B. bei FLOHN 1954, ROCZNIK 1982 und SCHREIBER 1985; die Verhältnisse im Großraum Westfalen und seinen Nachbarlandschaften sind in den Karten und Erläuterungen der Klimaatlantanten von Hessen 1950, Nordrhein-Westfalen 1960 sowie Niedersachsen 1964 dargestellt. Außerdem hat SCHIRMER 1976 im Deutschen Planungsatlas mit vier Karten und deren ausführlicher Interpretation die klimatische Situation Nordrhein-Westfalens anhand der Mittelwerte 1931–1960 eingehend charakterisiert.

2. DIE LUFTTEMPERATUR IM DREIMONATSMITTEL MAI–JULI

Im Kontext der phänogeographischen Gliederung Westfalens besonders bedeutungsvoll erscheint die Karte 2.1, in der für den Kernbereich der Vegetationsperiode die mittlere wirkliche Lufttemperatur in ihrem (generalisierten) Verteilungsmuster dargestellt ist. Durch die hier gewählte Aktualisierung der Zeitbasis (Mittel aus 20 hydrologischen Jahren 1960–1980) ergeben sich einige Differenzen zu den entsprechenden Karten der vorgenannten Klimaatlantanten, denen die Periode 1881–1930 zugrunde liegt. Der Kartenentwurf 2.1 beruht auf diesen 20-Jahres-Mitteln von insgesamt 30 Stationen, deren monatliche Temperaturwerte teils den Deutschen Meteorologischen Jahrbüchern (erschienen 1962–1982), teils den Monatlichen Witterungsberichten entnommen wurden. Tabelle 1 enthält die Stationen und ihre Meereshöhen in alphabetischer Reihenfolge.

An diesen 30 Fixpunkten wurde die Karte „aufgehängt“, wobei sich der Isothermenverlauf an den großen Reliefstrukturen sowie den vorgegebenen Darstellungen in den drei erwähnten Klimaatlantanten orientiert. Deutlich erkennt man in 2.1 – bei gegenüber der Hauptkarte 1 leicht

Tabelle 1

Für die Karten 2.1 und 2.2 benutzte Lufttemperatur-Meßstationen des Deutschen Wetterdienstes

Station	h [m NN]
Aachen	202
Arnsberg	218
Bad Hersfeld	212
Bad Lippspringe	151
Bad Marienberg	547
Bad Salzuflen	98
Bad Sassendorf-Ostinghausen	70
Biedenkopf	349
Bocholt-Liedern	21
Bremen-Flughafen	4
Düsseldorf-Südfriedhof	37
Edewechterdamm	8
Emden-Nesserland	6
Essen	154
Fulda	255
Gießen-Liebigshöhe	186
Hannover-Langenhagen	53
Kahler Asten	835
Kassel	231
Limburg	118
Lingen	21
Lüdenscheid	444
Marburg	181
Münster	63
Oldenburg	5
Osnabrück	95
Schotten	315
Soltau	77
Wahn-Flughafen	73
Willingen	562

verkleinertem Blattausschnitt – die thermische Vorzugslage der Rheinischen Bucht sowie des westlichen Münsterlandes mit dem Maximum am Rhein zwischen Düsseldorf und südlicher Landesgrenze; auch der Nordostteil des Blattes mit dem Wesertal zeichnet sich durch mittlere sommerliche Lufttemperaturen $> 15^{\circ}\text{C}$ aus. Sommerwarme Tal- und Beckenlagen finden sich auch im Hessischen Bergland, so z. B. im Lahntal bei Marburg. – Im Unterschied zur Periode 1891–1930 deutet sich nunmehr, belegt durch die Mittelwerte von Osnabrück und Bad Salzuflen, eine weitere schmale Zone mit Temperaturen knapp über 15°C im Leebereich des Osning an.

Die thermisch benachteiligten Zonen des Blattausschnitts sind naturgemäß an die Hochlagen von Eifel, Süderbergland und einigen hessischen Kuppenstrukturen wie z. B. Keller und Knüll gebunden. – Daß die in der phänogeographischen Hauptkarte so augenfälligen Konturen des Bourtanger Moores hier nicht in Erscheinung treten, ist hauptsächlich darin

begründet, daß hier keine Station vorliegt, aus deren Temperaturmessungen durchgehend für den Zwanzigjahreszeitraum ein Mittelwert hätte gebildet werden können.

3. DIE LUFTTEMPERATUR IM JAHRESMITTEL

Auch bei dieser in Analogie zu 2.1 erstellten Karte 2.2 ergaben sich durch den gewählten jüngeren Zeitabschnitt gegenüber der Periode 1881–1930 geringe Strukturunterschiede. Unter den eher großflächigen Arealen deutet sich nunmehr auf der Rhein-Niederterrasse zwischen Düsseldorf und Köln ein Streifen an, innerhalb dessen die mittlere wirkliche Lufttemperatur Jahreswerte $> 10^{\circ}\text{C}$ aufzuweisen scheint. Vielleicht darf man annehmen, daß sich darin die seit dem ersten Jahrhundertdrittel erfolgte drastische Nutzungsänderung dieses Raumes, insbesondere als erwärmender Effekt von Industrialisierung und Überbauung, widerspiegelt. Als weiterer in den früheren Karten nicht in Erscheinung getretener Bereich, innerhalb dessen die Lufttemperatur im Jahresmittel den 9°C -Wert geringfügig überschreitet, fällt ein schmales Band südöstlich von Osnabrück mit Schwerpunkt in der Herforder Liasmulde auf; dieser Raum hebt sich ja auch in der Karte 2.1 durch leicht erhöhte Sommertemperaturen von seiner Umgebung ab. Auch das Emsland scheint (mit einem Jahreswert von $9,3^{\circ}\text{C}$ in Lingen) thermisch nicht ungünstig dazustehen.

Im Bergland und Mittelgebirge liefert der Faktor „Meereshöhe“ das dominierende Strukturelement, wodurch der Isothermenverlauf bereits grob vorgezeichnet ist. Gleichwohl weist die vertikale Abnahme der Lufttemperatur mit zunehmender Seehöhe deutliche jahreszeitliche und räumliche Unterschiede auf. Nach SCHIRMER 1976 nimmt in unserm Raum die Temperatur der Atmosphäre während der Wintermonate durchschnittlich um $0,4^{\circ}\text{C}$ pro 100 m Höhenzunahme ab, während z. B. im Juli ein vertikaler Lufttemperaturgradient von $0,5\text{--}0,6^{\circ}\text{C}$ pro 100 m Höhenänderung vorherrscht. In dem geringeren Winterwert spiegeln sich insbesondere Dauer und Intensität windschwacher und austauscharmer Wetterlagen wider, bei denen vor allem in Tälern wärmere Luft über der bodennahen Kaltluft liegt. Diese fast nur auf den Winter beschränkten Situationen mit „umgekehrtem“, d. h. stabilem vertikalen Lufttemperaturprofil können als zur Selbsterhaltung neigende „Inver-

sionswetterlagen“ in den Ballungsgebieten den gefährlichen Smogalarm verursachen.

Räumliche Differenzen im Verhältnis zwischen mittlerer wirklicher Lufttemperatur und Meereshöhe werden am deutlichsten in Luv- und Leegebieten des Niederschlags sichtbar (vgl. die Karte 2.4 auf Doppelblatt 2 „Niederschläge in raumzeitlicher Verteilung“ der Atlaslieferung 2). So macht SCHIRMER 1976 darauf aufmerksam, daß es z. B. östlich des Rothaargebirges im nordhessischen Raum bei gleicher Höhenlage kälter ist als auf der Westabdachung dieses Gebirgszuges. Auch die luvseitig größeren kondensationsbedingten Energiegewinne tragen dazu bei, daß auf den stärker beregneten Westflanken der Gebirge die Lufttemperatur mit wachsender Meereshöhe langsamer abnimmt.

Tabelle 2
Jahresmittel der wirklichen Lufttemperatur und deren Abweichungen vom 20jährigen Durchschnitt (Wetterstation Lüdenscheid)

Jahr	T[°C]	Abweich. v. Mittelwert [K]	Jahr	T[°C]	Abweich. v. Mittelwert [K]
1961	8,7	+ 0,9	1971	8,3	+ 0,5
1962	6,5	- 1,3	1972	7,7	- 0,1
1963	6,9	- 0,9	1973	8,1	+ 0,3
1964	8,0	+ 0,2	1974	8,3	+ 0,5
1965	7,0	- 0,8	1975	8,6	+ 0,8
1966	8,1	+ 0,3	1976	8,6	+ 0,8
1967	8,3	+ 0,5	1977	8,2	+ 0,4
1968	7,7	- 0,1	1978	7,4	- 0,4
1969	7,8	0,0	1979	7,2	- 0,6
1970	7,5	- 0,3	1980	7,4	- 0,4

Quelle: Deutscher Wetterdienst, Meteorologische Jahrbücher

Welches „Rauschen“ den einzelnen Jahresmitteln der Lufttemperatur T innewohnt, sei für die Periode der 20 Kalenderjahre von 1961–1980 am Beispiel der Wetterstation Lüdenscheid tabellarisch dargestellt (Tabelle 2). Man erkennt, daß gegenüber dem Periodenmittel von $7,8^{\circ}\text{C}$ Abweichungen der Jahreswerte in der Größenordnung von 1 K selbst während nur zweier Jahrzehnte keineswegs selten vorkommen. Dabei richtet sich die zahlenmäßige Bewertung dieser „Anomalien“ stets nach der jeweils zugrunde gelegten Meßperiode. Die Tatsache, daß z. B. in Lüdenscheid die Abweichungen vom 20jährigen Lufttemperaturmittel nur in 3 der 20 Jahre unter 0,2 K lagen, läßt die Bedeutung der Frage nach der jeweiligen Meßreihenlänge etwas zurücktreten. Auch Mittelwerte aus sehr langen Jahresreihen sind reine Rechengrößen, die nur in seltenen Fällen (wie hier 1969) wirklich einmal gemessen werden.

4. DIAGRAMME VON LUFTTEMPERATUR UND SONNENSCHINDAUER

Wertepaare mehrjähriger Monatsmittel von Sonnenscheindauer und Lufttemperatur, in Diagrammen zu Jahreszyklen geordnet, vermögen einen wesentlichen Teil der phytogeographischen Standorteigenschaften zu verdeutlichen. Als Beispiele (2.4) wurden Oldenburg (Tieflage in Ostfriesisch-Oldenburgischer Geest), Willingen (Hochlage im Südergebirge) und Marburg (Tallage im Hessischen Bergland) ausgewählt. Auch hier liegt die Periode der 20 hydrologischen Jahre 1960–1980 zugrunde. (Langjährige Monatsmitteltemperaturen für weitere Stationen des Hauptkartenausschnitts, bezogen auf Kalenderjahre der Epoche 1931–1960, finden sich in der bereits erwähnten Veröffentlichung von SCHIRMER 1969.)

Bei einer phänogeographischen Wertigkeitssumme zwischen 17 und 19 verkörpert der Raum Oldenburg den euatlantischen Klimatyp mit mildem Winter und kühlem Sommer, wobei die Jahresamplitude der Lufttemperatur-Monatsmittel bei rd. 15 K liegt und der Kurvenzug einen recht ausgeglichenen Verlauf zeigt. Dazu trägt neben der Temperatur auch die mittlere tägliche Sonnenscheindauer bei, die von einer Stunde pro Tag (abgekürzt: h/d) im Dezember ziemlich gleichmäßig auf knapp 7 h/d im Juni ansteigt, um – nach einem Nebenmaximum im August – während der restlichen vier Monate ebenso gleichmäßig wieder auf das Minimum abzufallen. Der geringfügige Julieinbruch bei der Sonnenscheindauer – der zugehörige Temperaturwert stellt das Maximum dar – dürfte die Wirkungen atlantischer Luftmassen und ihrer Fronten widerspiegeln, denen dieser küstennahe Raum in besonderer Weise unterliegt.

Im Gegensatz zu der durch eine recht lange Vegetationsperiode gekennzeichneten Tieflandsregion steht die Hochlage des Südergebirges um Willingen (562 m NN), wo die Mitteltemperaturen der Wintermonate (bei höheren Sonnenscheindauern als in Oldenburg und Marburg) unterhalb des Gefrierpunkts liegen. Die als Witterungsregelfall bekannten Hochdruckperioden Ende Mai dürften dazu beitragen, daß die Maxima von Sonnenscheindauer und Lufttemperatur hier im Mittel zeitlich relativ weit gegeneinander verschoben auftreten. Vom September zum Oktober fällt die Lufttemperatur stärker ab als die Sonnenscheindauer, worin sich die Wirkung herbsthlicher Kaltlufteinbrüche auszudrücken

scheint. – Insgesamt weist das Zwölfeck im Diagramm von Willingen eine vergleichsweise kleine Fläche auf, was hier als Folge der gegenüber den anderen beiden Beispielen geringeren Jahresschwankung der mittleren täglichen Sonnenscheindauer zu erklären ist. So verwundert es kaum, daß – auch wegen der ungünstigen Böden – diese Hochlage im Sauerland mit ihrer kurzen Vegetationsperiode gemäß der Karte 1 als „schlechte Note“ phänogeographische Wertigkeitssummen zwischen 29 und 31 erhält.

Sowohl in Karte 1, als auch in den Karten 2.1 und 2.2 tritt das Lahntal bei Marburg als Gunstraum hervor. Dennoch gibt es hier in den Monaten Oktober–März fast immer weniger Sonnenscheinstunden als in Oldenburg und Willingen. Dafür dürfte – neben Abschattungen bei tiefen Sonnenständen – die recht hohe Zahl von jährlich 50–70 Nebeltagen verantwortlich sein. Die im vorigen Abschnitt erwähnten austauscharmen winterlichen Inversionswetterlagen finden sich auch in dieser windgeschützten Talzone (181 m NN); die von SCHIRMER entworfene Karte der mittleren jährlichen Nebelhäufigkeit (Deutscher Planungsatlas, Bd. 1: Nordrhein-Westfalen, 1976) enthält hier eindeutige Aussagen.

In den Monaten April–August liegen sowohl die täglichen Besonnungszeiten als auch die Lufttemperaturen in Marburg meist deutlich über den Werten von Oldenburg und Willingen; mittlere Sonnenscheindauer um 7 h/d (Mai) und Lufttemperaturen oberhalb von 17°C (Juni, Juli, August) lassen – auch angesichts des vergleichsweise günstigen Niederschlagsregimes – die in der Hauptkarte erkennbare phänogeographische Wertigkeitssumme um 15 als durchaus plausibel erscheinen. Immerhin handelt es sich hier um ein mit 600–650 mm/Jahr noch ausreichend beregnetes Gebiet vom AUGUST-MÄRZ-(Hauptmaximum-Minimum)Jahresgangstyp (vgl. Karte 2.3 auf Doppelblatt 2, 2. Atlaslieferung); die Vegetationsperiode setzt mit einer durchschnittlichen Märztemperatur von bereits fast 5°C hier sehr frühzeitig ein.

5. GRÖSSENORDNUNGEN DER GLOBALSTRAHLUNG

Der Entwurf zu Karte 2.5 wurde aus einem früheren Versuch abgeleitet, die Grundstrukturen des räumlichen Globalstrahlungs-Verteilungsmusters in Westfalen kartographisch darzustellen (WERNER 1981). Die empfangene Son-

nenstrahlung als Fundamentalgröße des globalen Wärmehaushalts bildet für das Pflanzenkleid einen wesentlichen Standortfaktor; dabei ist es für das Geländeklima nicht unwichtig, ob die solare Strahlungsenergie den Boden überwiegend direkt, d. h. in einem der jeweiligen Sonnenhöhe entsprechenden Einfallswinkel, erreicht, oder ob sie hauptsächlich diffus, d. h. eher ungerichtet, einfällt. Ferner spielt die Frage eine Rolle, ob das jeweilige Temperaturregime von Boden und Luft vorwiegend eigenbürtig, also durch den lokalen Strahlungshaushalt, oder fremdbürtig im Sinne horizontaler Wärmezu- und -abfuhr bestimmt wird.

Schon lange wird die tägliche Sonnenscheindauer vom Deutschen Wetterdienst an zahlreichen Stationen fortlaufend registriert; seit etwa zwei Jahrzehnten existieren parallel dazu an einigen Orten genaue und lückenlose Globalstrahlungs-Meßreihen. Als Globalstrahlung wird die Summe aus direkter Sonnenstrahlung und diffuser Himmelsstrahlung, gemessen auf horizontaler Empfangsfläche, bezeichnet; es leuchtet ein, daß zwischen Sonnenscheindauer und Globalstrahlung enge Beziehungen bestehen. Für das Jahrzehnt von 1966–1975 wurden die Globalstrahlungsregistrierungen von 8 Stationen des Deutschen Wetterdienstes – keine davon liegt innerhalb unseres Kartenausschnitts – eingehend analysiert (BEHR und KASTEN 1980; KASTEN und CZEPLAK 1980). GOLCHERT untersuchte 1981 die Regressionsbeziehungen zwischen Globalstrahlung und Sonnenscheindauer an diesen 8 Stationen; woraus sich für 68 weitere Sonnenschein-Meßstellen im Bereich der Bundesrepublik Deutschland berechnete Globalstrahlungs-Monatsmittel angeben ließen. Von diesen 68 Stationen entfallen immerhin 14 auf den Bereich der Westfalenkarte oder deren nähere Umgebung. Es sind dieses die Meßstellen Aachen, Bad Lippspringe, Bremen, Düsseldorf, Einbeck, Essen, Hannover, Kahler Asten, Kassel, Münster, Oldenburg, Osnabrück, Soltau und Köln-Wahn, deren berechnete Globalstrahlung als Monats- und Jahressummen in der 1984 erschienenen 2. Auflage des „Atlas über die Sonnenstrahlung Europas“ veröffentlicht wurden. Nimmt man noch die ebenfalls dort aufgeführten Werte für Groningen (NL) sowie die bisher unveröffentlichten Globalstrahlungsmessungen 1966–1975 der Wetterstation Lüdenscheid¹ hinzu, so lassen

¹ Die Meßergebnisse wurden dankenswerterweise vom langjährigen Leiter der Station, Herrn Stud.-Dir. F. W. Giedinghagen, bereitgestellt.

sich die räumlichen Grundstrukturen des Globalstrahlungs-Verteilungsmusters für Westfalen kartographisch darstellen. Gemäß der geringen Stationsdichte und der indirekten Bestimmungsmethode kann die Karte 2.5 nur einen sehr groben und dabei vorläufigen Überblick liefern. Es wird noch Jahrzehnte dauern, bis das Globalstrahlungs-Meßnetz eine hinreichende Engmaschigkeit und die Zeitreihen ihre nötige Länge erreicht haben, ohne die eine höhere Auflösung und Genauigkeit nicht erzielbar sind. Auch die Europakarten im Sonnenstrahlungsatlas stellen bei noch weit geringerer räumlicher Struktur eine derartige erste Näherung dar.

Bei den Globalstrahlungs-Jahressummen – hier wurde auf GJ/m^2 (mit $1 \text{ GJ} = 10^9 \text{ Joule} \approx 239 \cdot 10^6 \text{ cal} \approx 278 \text{ kWh}$) umgerechnet – entfallen auf die Karte 2.5 nur drei Intervalle. Die geringste Stufe zwischen $3,2$ und $3,4 \text{ GJ/m}^2$ pro Jahr findet sich erwartungsgemäß im Sauerland, Teutoburger Wald, Wiehèn- und Wesergebirge, während das eher leeseitig-kontinental geprägte Hessische Bergland Jahressummen $> 3,4 \text{ GJ/m}^2$ aufzuweisen scheint. Dasselbe Intervall tritt auch in der nördlichen Voreifel sowie den rechtsrheinischen Luvlagen des Südergebirges auf und dringt über den oberen Lipperraum durch Ostwestfalen in das Niedersächsische Tiefland hinein vor. Die höchsten Werte zeigen auch in dieser Karte der West- und Nordteil der Rheinischen Bucht sowie das westliche Münsterland.

Nimmt man zum Vergleich die Summe der Monate Mai, Juni und Juli hinzu, um den Kern der Vegetationsperiode im Kontext der Karte 1 strahlungsklimatisch deutlicher charakterisieren zu können, dann ergibt sich – mit gestrichelten Isolinien eingezeichnet – ein ähnliches Bild. Hier liegt das relativ wolken- und regenreiche Westsauerland mit der Station Lüdenscheid unterhalb von $1,4 \text{ GJ/m}^2$, während die südwestliche Blattecke sowie die meisten übrigen Gebirgs- und Berglandbereiche Summen zwischen $1,4$ und $1,6 \text{ GJ/m}^2$ aufweisen. Hessisches Bergland, Rheinische Bucht, westliches Münsterland und auch der nördliche Blattbereich liegen bei Dreimonatssummen oberhalb von $1,6 \text{ GJ/m}^2$. – Mit Sicherheit gibt es jedoch innerhalb des Raumes Westfalen wesentlich größere Globalstrahlungsunterschiede als in der Karte 2.5 ersichtlich; bei der gegenwärtigen Datenlage sind diese aber noch nicht durch langjährige Simultanmessungen belegbar.

6. AUSBLICK

Man kann durchaus darüber streiten, ob es zulässig und sinnvoll ist, Isarithmenkarten aus nur zehn- oder zwanzigjährigen Meßreihen zu entwickeln. Angesichts der ständigen Veränderung aller Klimagrößen spricht einiges dafür, auf Zeitabschnitte zurückzugreifen, die der Gegenwart näherkommen als die Normalperioden 1891–1930 oder 1931–1960. Auch auf längeren Meßreihen beruhende räumliche Verteilungsbilder stellen keine „endgültigen“ Ergebnisse dar; deshalb wurde bei den Isothermenkarten 2.1 und 2.2 der größeren zeitlichen Aktualität gegenüber einer besseren mittelwertklimatologischen Absicherung aller Einzeldaten der Vorrang eingeräumt.

Angesichts der recht komplizierten wechselseitigen Abhängigkeiten verschiedener Klimaparameter voneinander und eines nur recht dünnen Stationsnetzes wird deutlich, daß Klimagrößenkarten der hier vorgelegten Art nur eine sehr vergrößerte Übersichtsdarstellung für unsern Raum liefern können. Sie bedeuten eine zweifache Abstraktion von der Wirklichkeit, indem sie einerseits die vorhandenen engräumigen Differenzierungen großenteils „weggeneralisieren“ und andererseits durch die benutzten Mittelwerte die Vielgestaltigkeit des Witterungsablaufs zugunsten eines möglichst unbewegten Bildes „ausblenden“. Gleichwohl scheint – vorwiegend bedingt durch die Orographie – zumindest das weiträumige Verteilungsmuster der Klimagrößen, so wie es sich in den Isolinien widerspiegelt, relativ zeitunabhängig zu sein. Insofern vermögen derartige Darstellungen dennoch wesentliche Strukturmerkmale der Landesnatur Westfalens zu verdeutlichen.

LITERATUR

- AKADEMIE FÜR RAUMFORSCHUNG UND LANDESPLANUNG (Hg.) (1976): Deutscher Planungsatlas, Bd. 1: Nordrhein-Westfalen, Lfg. 7: Klimadaten I–III, bearb. v. H. SCHIRMER et al. Hannover
- BEHR, H. D. und F. KASTEN (1980): Das Strahlungsmeßnetz des Deutschen Wetterdienstes. In: *Annalen d. Meteorologie (N.F.)*, 16, S. 46–48. Offenbach/M.
- DEUTSCHER WETTERDIENST (Hg.): Deutsches Meteorologisches Jahrbuch, Bundesrepublik Deutschland. Offenbach/M.
- DEUTSCHER WETTERDIENST (Hg.): Monatlicher Witterungsbericht (Amtsblatt des Deutschen Wetterdienstes). Offenbach/M.
- DEUTSCHER WETTERDIENST (Hg.) (1950): Klimaatlas von Hessen. Bad Kissingen
- DEUTSCHER WETTERDIENST (Hg.) (1960): Klimaatlas von Nordrhein-Westfalen. Offenbach/M.
- DEUTSCHER WETTERDIENST (Hg.) (1964): Klimaatlas von Niedersachsen. Offenbach/M.
- DEUTSCHER WETTERDIENST (Hg.) (1979): Das Klima der Bundesrepublik Deutschland. Lfg. 1: Mittlere Niederschlags-höhen für Monate und Jahr, Zeitraum 1931–1960. Bearb. v. H. SCHIRMER und V. VENT-SCHMIDT. Offenbach/M.
- FLOHN, H. (1954): Witterung und Klima in Mitteleuropa. Stuttgart (= *Forschungen z. dt. Landeskunde*, 78, 2. Aufl.)
- GOLCHERT, H. J. (1981): Mittlere monatliche Globalstrahlungsverteilungen in der Bundesrepublik Deutschland. In: *Meteorol. Rundschau*, 34, S. 143–151. Berlin/Stuttgart
- HAVLIK, D. (1981): Großstädtische Wärmeinseln und Gewitterbildung – ein Beispiel anthropogener Klimamodifikation. In: *Festschr. f. F. MONHEIM, Geograph. Inst. d. TH Aachen*, S. 91–109. Aachen
- KASTEN, F. und G. CZEPLAK (1980): Solare und terrestrische Strahlung in Abhängigkeit von Bedeckungsgrad und Wolkentart. In: *Annalen d. Meteorologie (N.F.)*, 15, S. 50–53. Offenbach/M.
- KOMMISSION DER EUROPÄISCHEN GEMEINSCHAFTEN/PALZ, W. (Hg.) (1984): Atlas über die Sonnenstrahlung Europas, Bd. 1: Globalstrahlung auf die horizontale Empfangsebene. 2. Aufl. Köln (TUV Rheinland)
- KOMMUNALVERBAND RUHRGEBIET/STOCK, P. (Hg.) (1979): Erläuterungen zur synthetischen Klimafunktionskarte von Hagen. Essen
- KOMMUNALVERBAND RUHRGEBIET/STOCK, P. (Hg.) (1982): Klimaanalyse Stadt Duisburg. Essen (= *Planungshefte Ruhrgebiet*)
- KOMMUNALVERBAND RUHRGEBIET/STOCK, P. (Hg.) (1985): Klimaanalyse Stadt Essen. Essen (= *Planungshefte Ruhrgebiet*)
- KOMMUNALVERBAND RUHRGEBIET/STOCK, P. (Hg.) (1986): Klimatische Untersuchungen an Bergehalden im Ruhrgebiet. Essen (= *Arbeitshefte Ruhrgebiet*)
- KUTTLER, W. und D. SCHREIBER (1984): Stadt- und geländeklimatische Untersuchungen im südlichen Münsterland. Bochum (= *Materialien zur Raumordnung aus d. Geograph. Inst. d. Ruhr-Univ. Bochum*, Bd. XXV)
- ROCZNIK, K. (1982): Wetter und Klima in Deutschland. Ein meteorologisches Jahreszeitenbuch mit aktuellen Wetterthemen. Stuttgart
- SCHIRMER, H./DEUTSCHER WETTERDIENST (Hg.) (1969): Langjährige Monats- und Jahresmittel der Lufttemperatur und des Niederschlags in der Bundesrepublik Deutschland für die Periode 1931–1960. In: *Berichte des Dt. Wetterdienstes*, 15, 115. Offenbach/M.
- SCHREIBER, D. (1985): Das Klima der Bundesrepublik Deutschland. In: *Berichte z. dt. Landeskunde*, 59, 1, S. 25–58. Trier
- WEISCHET, W. (1955): Die Geländeklimate der Niederrheinischen Bucht und ihrer Randlandschaften. München (= *Münchener Geograph. Hefte*, 8)
- WERNER, J. (1981): Sonnenstrahlung und Luftwärme als Energiequellen in Westfalen. In: *Westf. Geograph. Studien*, 37 (= *Festschr. f. W. MÜLLER-WILLE*), S. 55–67. Münster

Verlag: Aschendorffsche Verlagsbuchhandlung GmbH & Co., Münster

© 1986 Landschaftsverband Westfalen-Lippe,
Geographische Kommission für Westfalen

Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, der Entnahme von Abbildungen, der Funksendung, der Wiedergabe auf fotomechanischem oder ähnlichem Wege und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Die Vergütungsansprüche des § 54, Abs. 2, UrhG, werden durch die Verwertungsgesellschaft Wort wahrgenommen.

Gesamtherstellung: Aschendorffsche Verlagsbuchhandlung GmbH & Co., Münster, 1986

Zweite Lieferung insgesamt
ISBN 3-402-06157-0

Doppelblatt: Pflanzenwachstum und Klimafaktoren
ISBN 3-402-06160-0