

SPIEKER

LANDESKUNDLICHE BEITRÄGE UND BERICHTE

Herausgegeben von der Geographischen Kommission für Westfalen
von Wilhelm Müller-Wille und Elisabeth Bertelsmeier

9

Beiträge zur Physiogeographie

THERESE STORK

Das Flußtal der Hönne

HERMANN HAMBLOCH

Naturräume der Emsandebene

FRANZ RINGLEB

Das phänologische Jahr in Westfalen
Ein Beitrag zur Phytophäno-Geographie

1958

Im Selbstverlag der Geographischen Kommission, Münster/Westfalen

Münster (Westf.) 1958

Druck: C. J. Fahle GmbH, Münster (Westf.), Neubrückerstraße 8-11, Ruf 4 01 77

THERESE STORK

Das Flußtal der Hönne

mit 5 Abbildungen

Inhalt

Einführung	5
I. Der Untergrund	6
II. Geländeformen und Wasserverhältnisse	9
III. Die Terrassen, ihre Verbreitung und Ausbildung	15
die Niederterrasse S. 16, die Mittelterrassen S. 19, die Hauptterrasse S. 22, Probleme und Deutungen S. 25	
IV. Zusammenfassung und Ergebnisse	32

Abbildungen

1. Die kleinen Naturräume im Flußgebiet der Hönne	6
2. Talprofile von der Quelle bis zur Mündung	10
3. Gefällskurve und Terrassenprofil	12
4. Die Terrassen	18
5. Höhlen	28

Einführung*)

Die Hönne ist ein linker Nebenfluß der Ruhr im westlichen Sauerland. Ihr Einzugsgebiet ist relativ klein (Abb. 1). Es reicht bis zur Wasserscheide der Ruhr im Osten, Norden und Nordwesten und der Lenne im Westen, Südwesten und Süden. Dieses Gebiet hat ungefähr rechteckige Form mit einem Flächeninhalt von rd. 300 km². Die Gesamtlänge des Flusses beträgt nahezu 30 km bei einer Höhendifferenz von 310 m zwischen der Quelle bei Neuenrade (um 440 m) und der Mündung bei Fröndenberg (um 130 m). Das ergibt ein Durchschnittsgefälle von 10 ‰.

Nach Talform und Terrassenausbildung läßt sich das Flußgebiet in 4 Abschnitte gliedern:

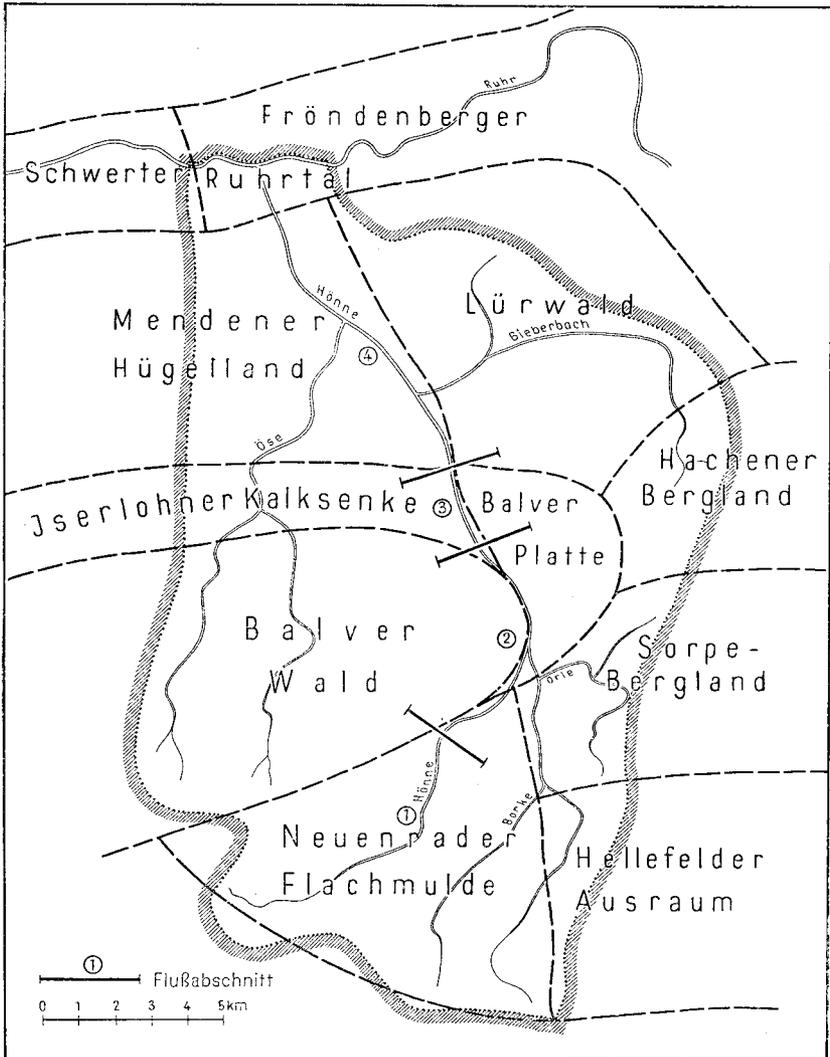
1. von der Quelle bis Balve
2. von Balve bis Haustadt
3. von Haustadt bis Oberrödinghausen
4. von Oberrödinghausen bis zur Mündung in die Ruhr.

Der erste Abschnitt liegt in der Neuenrader Flachmulde. Nordwärts schließen sich der Balver Wald und die Balver Platte an, die durch das Flußtal der Hönne zwischen Balve und Haustadt gegeneinander abgegrenzt werden. Nördlich des Balver Waldes zieht in SW-NO-Er Streckung — durch den Flußlauf der Hönne im Abschnitt Haustadt/Oberrödinghausen von der Balver Platte getrennt — die Iserlohner Kalksenke. Der untere Abschnitt ist in das Mendener Hügelland eingesenkt.

*) Gekürzte Dissertation, die im Geographischen Institut der Universität Münster bei Herrn Professor Dr. Müller-Wille entstand und von der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät angenommen wurde. Der Tag der mündlichen Prüfung war der 13. April 1954.

I. Der Untergrund

Der Untergrund besteht vornehmlich aus Schichten des Mitteldevons bis Oberkarbons. Die Quelle westlich Neuenrade liegt in den grauen sandigen Schiefen der unteren Honseler Schichten, die mit Grauwackensandsteinen wechsellagern. Diese Sandsteine bilden durch-



**Abb. 1: Die kleinen Naturräume im Flußgebiet der Hönne
(nach W. Müller-Wille, 1942)**

weg die Erhebungen im Gelände, wie Villenberg und Kohlberg, während die Schiefer die weicheren Formen bedingen. Schon wenige 100 Meter unterhalb der Quelle tritt die Hönne in weiche Ton- und Mergelschiefer ein — die oberen Honseler Schichten —, die zunächst eine geringe Oberflächenverbreitung haben, flußabwärts aber erheblich an Ausdehnung zunehmen. Sie sind wenig widerstandsfähig gegen die atmosphärischen und fluviatilen Einflüsse, was zusammen mit der weiten Verbreitung die flache Muldenform des oberen Hönnetales, die Neuenrader Flachmulde, bedingt. Südlich Garbeck biegt die Hönne aus ONO-Richtung in N-Richtung um und fließt durch ein tektonisch stark gestörtes Gebiet. Die Verwerfungslinien verlaufen, wie fast überall im Bereich des Remscheid-Altenaer Sattels, quer zum Streichen der Schichten, und zwar hier in SSO-NNW-Richtung. Hier befinden sich auch Gesteine vulkanischen Ursprungs — Diabas und Schalstein —, die ebenso wie die verschiedenen devonischen Kalke eine größere Widerstandsfähigkeit besitzen und Erhebungen im Gelände bilden.

Westlich Balve tritt die Hönne in das Gebiet der devonischen Massenkalk ein, die mit 3 km Breite ihre größte Ausdehnung zwischen Binolen und Eisborn erreichen und entsprechend dem Untertauchen des Remscheid-Altenaer Sattels halbkreisförmig um den Balver Wald gelagert sind. Von Balve an streicht der Massenkalkzug zunächst in nahezu NNO-Richtung, biegt dann um über N und NW in das Streichen des variskischen Gebirges WSW—ONO. Hier hat die Hönne ihr Tal schluchtartig eingegraben. Steile, schroffe Felsen von 30—40 m Höhe begrenzen beiderseits den Fluß, namentlich in der Gegend zwischen Haustadt und Oberrödinghausen. Nur zwischen Balve und Haustadt ist die Mächtigkeit und oberflächliche Verbreitung des Massenkalkes noch geringer. Hier sind die Formen, mitbestimmt durch die im Westen anstehenden Schiefer der Honseler Schichten, weicher.

Die Massenkalken bedingen in ihrem gesamten Verbreitungsgebiet Hochflächen, die gegen die umgebenden Höhen muldenartig eingesenkt sind. Sie sind durchweg von mächtigen lößartigen Verwitterungslehmen, den Höhenlehmen, bedeckt, z. T. vermischt mit echtem Löß. Echten Löß gibt es nur bei Garbeck. „Wenn auch anzunehmen ist, daß der Höhenlehm vorwiegend aus der direkten Zersetzung des Anstehenden hervorging, so sind weiter hergeführte, einzeln im Lehm verstreute Rollstücke von Schiefer- und Grauwacken-Material doch stellenweise in solcher Verbreitung und Tiefe beobachtet worden, daß die Mitwirkung des fließenden Wassers nicht überall ausgeschlossen werden kann“¹⁾.

Da die oberflächliche Erosion abseits der Täler am Massenkalk nicht angreift, sind gerade auf den Hochflächen des Massenkalkplateaus nicht selten Reste tertiärer Schichten in einzelnen Nestern und Lagern als Quarzgerölle, Sande und Tone erhalten geblieben²⁾. Desgleichen ist auch die Hönne-Hauptterrasse auf der Kalkhochfläche am leichtesten zu finden. „Bemerkenswert ist noch, daß im Bereich des Massenkalkes die Schotter und Kiese häufig taschen-, sack- und spaltenartige Auswachsungsräume . . . erfüllen, wie es die Aufschlüsse . . . zeigten“³⁾.

1) Fuchs, Geol.Bl. Iserlohn, 1911, S. 47.

2) Goebel, Ruhrgebiet, 1918, S. 157.

3) Fuchs, Geol.Bl. Iserlohn, 1911, S. 47.

Alle Bachläufe im Gebiet des Massenkalkes versickern sehr schnell in den Spalten und Klüften ihres Bettes und fließen dann unterirdisch ab. Dabei wurde und wird durch die auflösende chemische Wirkung des Wassers ein unterirdisches Netz von Höhlen und Gängen geschaffen. Nach Berechnungen und Untersuchungen von Lipperheide⁴⁾ entfernt die relativ geringe Wassermenge der Hönne — der Abfluß bei Oberrödinghausen beträgt durchschnittlich 2520 l/sec — täglich immerhin 54 t Kalk aus dem Hönnetal. Dem entspricht eine Vielzahl von Höhlen in diesem Gebiet (vgl. Abb. 5). Durch die Tieferverlegung der Erosionsbasis und das damit verbundene Absinken des Grundwasserspiegels wurden die Hohlräume grundwasserfrei. Wir finden heute Höhlen im Hönnetal in verschiedener Höhenlage über dem Wasserspiegel.

Von Oberrödinghausen an durchfließt die Hönne zunächst die Kieselkalkzone des Unterkarbons, die sich als bewaldeter Höhenrücken um das Gebiet des Massenkalkes legt; die Schichten fallen mit etwa 40° Neigung nach Norden ein. Daran schließen sich nach Norden Kulmplattenkalke an, „vorwiegend schwarze, seltener hellere, graublau Kalke mit Zwischenlagen von schwarzen Alaun- und Kieselschiefern, grauen Kalkschiefern und Kieselkalke. Die Kalke sind meist schwefelkiesreich und vielfach bitumenhaltig“⁵⁾.

Von Lendringsen-Hüingsen an ist das Hönnetal in ziemlicher Breite in die Schichten des Oberkarbons eingesenkt; das sind graue sandige Schiefertone mit Grauwacken- und Grauwackensandsteinbänken. Rechtsseitig tritt das Mendener Konglomerat als bewaldeter Härtling bis dicht an das Flußtal heran: es ist eine an Bruchlinien abgesunkene Scholle, auf der Konglomeratbildungen aus dem Oberrotliegenden in beträchtlicher Mächtigkeit erhalten geblieben sind.

Diluviale Bildungen, durchweg Ablagerungen der Ruhr, bedecken in großer Verbreitung die Formationen des Oberkarbons. Das Inland der Saale-Vereisung hat das Untersuchungsgebiet selbst nicht erreicht; nur randlich, nördlich Fröndenberg, finden sich „auf dem Spitt“ noch zahlreiche nordische Geschiebe⁶⁾.

Die devonischen und karbonischen Schichten des gesamten Untersuchungsgebietes sind durch viele Längs- und Querverwerfungen in ein Mosaik von Schollen zerlegt, während die diluvialen Schichten sich durchweg in ungestörter Lagerung befinden. Das variskische Gebirge ist im Verlauf der Erdgeschichte mehrere Male zu einer Peneplain eingeebnet und durch nachfolgende Heraushebung erneut der Abtragung und Erosion ausgesetzt worden. Daß dabei im Bereich des Remscheid-Altenaer Sattels die Schwellen und Mulden des alten variskischen Gebirges wieder morphologisch in Erscheinung treten, ist eines Teils der Beschaffenheit der Gesteine zuzuschreiben, zum anderen aber nicht unwesentlich bedingt durch die bis in jüngste geologische Zeiten nachgewiesene Heraushebung des Sattelkerns⁷⁾. Diese Hebung ist ein Teil der großwelligen Bewegung des Rheinisch-Westfälischen Schiefergebirges.

4) Lipperheide, Höhlen, 1923.

5) PaECKELMANN, Geol.Bl. Balve, 1938, S. 34.

6) KRUSCH, Geol.Bl. Menden, 1911.

7) NEUMANN, Großfaltung, 1935.

Neumann hat sie auf Grund von Terrassenverbiegungen eindeutig an der Lenne bewiesen. Die Bewegung klingt nach Osten hin aus. An den Ruhrterrassen sind in dem entsprechenden Bereich keine Störungen mehr festgestellt worden. Ob die Hebung im Flußbereich der Hönne noch vorhanden ist, konnte nicht einwandfrei bewiesen werden. In den entsprechenden Gebieten fehlen die unteren Terrassen oder sie sind nur sehr mangelhaft entwickelt. Bestimmte morphologische Formen, wie die Asymmetrie des Flußtales in diesem Abschnitt, würden sich eventuell mit einer Hebung erklären lassen, sind m. E. allerdings kein absolut sicherer Beweis dafür.

II. Geländeformen und Wasserverhältnisse

Die Wasserlieferung der Hönnequelle ist durchweg sehr gering. Trotzdem hat sich bereits kurz unterhalb der Quelle in den weichen Schiefen der Honseler Schichten ein Kerbtal gebildet, das sich flußabwärts zu einem Sohlental ausweitet. Das Gefälle der Hönne ist in diesem oberen Abschnitt sehr stark, nimmt dann aber rasch ab. Während es oberhalb Neuenrade auf ca. 1 km Lauflänge rund 70 m beträgt, sinken Flußtal und Flußlauf zwischen Neuenrade und Schöntal in einer Länge von 1,7 km um nur 15 m ab, das ergibt ein Durchschnittsgefälle von weniger als 1%. Hier hat sich das Tal bereits erheblich verbreitert. An die Aue schließen sich zu beiden Seiten flach geneigte Verbnungsflächen an — z. T. mit mächtiger Lehmdecke und Schotterstreu —, die mit zunehmender Entfernung vom Flußlauf aber steiler werden. Durch kleine Zuflüsse ist die Wassermenge der Hönne inzwischen etwas vermehrt, aber immer noch sehr gering. Namentlich in trockenen Sommern läßt sich das Bachbett bequem überspringen, in Regenzeiten dagegen und vornehmlich im Frühling zur Zeit der Schneeschmelze steigt die Wassermenge erheblich an, so daß dann häufig die Talwiesen überschwemmt werden (Abb. 2).

Unterhalb Küntrop mündet von rechts her der erste größere Zufluß, der Freientroper Bach mit dem Küntroper Bach. Die weite flache Muldenform des Tales bleibt, im großen gesehen, erhalten bis kurz vor Balve, wenn auch bereits vereinzelte Vorkommen devonischer Kalke dicht an der Hönne für kurze Strecken das Tal verengen. Erst ab Balve werden vor allem rechtsseitig die Kalkvorkommen geschlossener; das Tal wird enger und steiler.

Zwischen Frühlinghausen und Balve biegt die Hönne vor den Höhen des Balver Waldes nach Osten aus und folgt bis ungefähr Volkringhausen im wesentlichen der Grenze zwischen den Honseler Schichten und den devonischen Massenkalken. Das Tal verläuft hier durchweg parallel zum Streichen der Schichten. Tal- und Geländeformen sind asymmetrisch. Das kann z. T. mitbedingt sein durch die unterschiedliche Härte der Gesteine; ob und inwieweit eine etwaige Hebung des Remscheid-Altenaer Sattels mitverantwortlich ist, bleibt offen. Immerhin besteht die Möglichkeit, daß die Hönne am Rande der sich hebenden Zone langsam nach Süden bzw. Südosten hin abgeglitten ist und dabei auf der linken Seite einen Gleithang, auf der rechten Seite einen Prallhang herausgearbeitet hat. Die Verbreitung der Schotter der unteren Terrasse läßt diese Deutung zu.

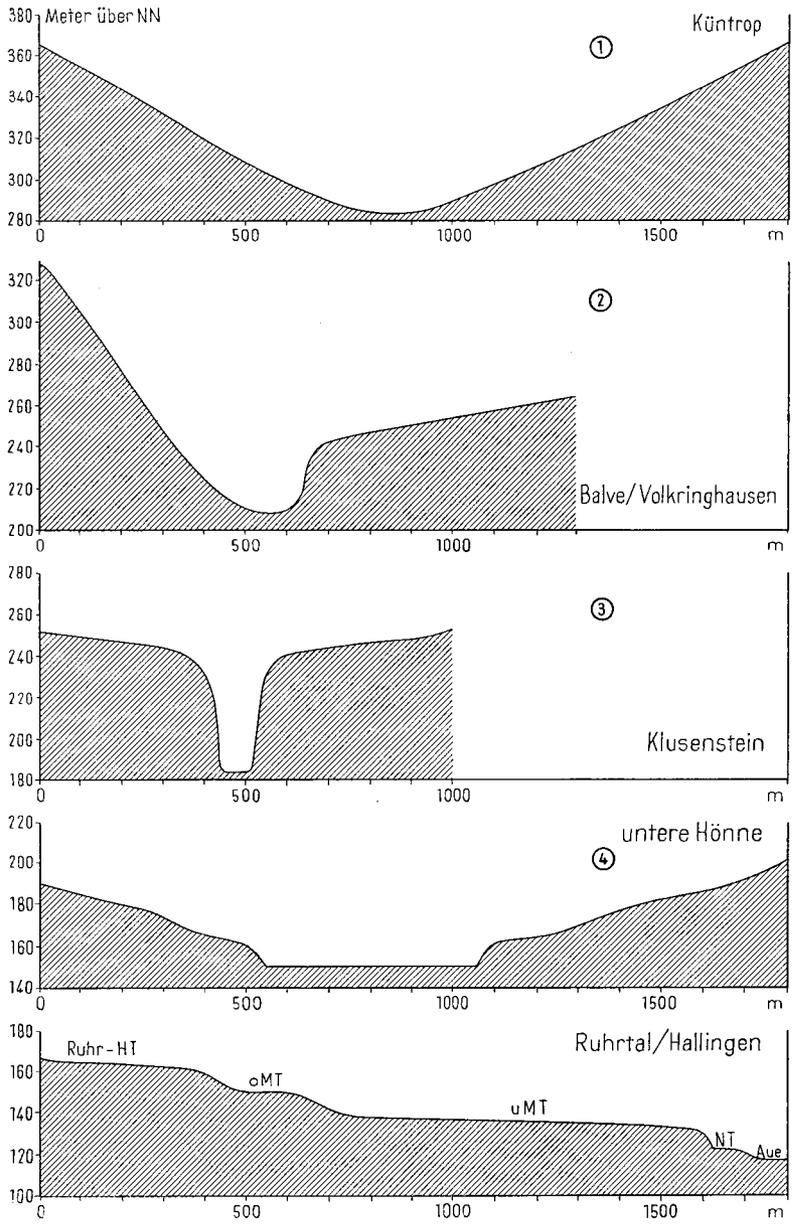


Abb. 2: Talprofile von der Quelle bis zur Mündung (fünffach überhöht)

Der größte Nebenfluß des Ober- und Mittellaufes, die Borke, mündet kurz nach dem Zusammenfluß mit der Orle von rechts her bei der Balver Höhle in die Hönne ein. Die Wassermenge von Borke und Hönne ist beim Zusammenfluß ungefähr gleich. Auch von links, vom Balver Wald, kommen weitere Zuflüsse, die durchweg das ganze Jahr über Wasser führen. Die wichtigsten sind der Glarbach mit Gleier-Siepen, der auch bei der Balver Höhle mündet, und die Ruthmecke, die bei Volkringhausen mündet. Beide haben bei relativ kurzem Lauf (4—5 bzw. 3 km) ein starkes Gefälle und transportieren daher viel Gesteinsschutt. Die Höhendifferenz zwischen Quelle und Mündung beträgt beim Glarbach 235 m, bei der Ruthmecke sogar mehr als 250 m. Die Talaue des Glarbaches ist kurz vor der Mündung hoch mit Schottern und Sandlagen aufgeschüttet, in die sich der Bach schon wieder um fast 2 m eingeschnitten hat und an deren Ausräumung er weiter arbeitet. Die Tiefenerosion ist also hier in jüngster Zeit neu belebt worden. Ähnliches gilt auch für die Ruthmecke, nur sind hier die Schotter im Unterlauf schon weiter entfernt. Unmittelbare Nähe zur Hönne und Höhenlage der Schotter lassen leicht an eine Mittel-terrasse der Hönne denken; doch ist anzunehmen, daß es sich nicht um einen Terrassenrest der Hönne, sondern um einen Schuttkegel von Selmecke-Ruthmecke an der Einmündung in die Talaue handelt. Die Ruthmecke zeigt in ihrem Oberlauf eine bemerkenswerte Eigentümlichkeit. Der Bach verläuft von WSW nach ONO, also parallel zum Remscheid-Altenaer Sattel auf dessen Nordflanke. Im oberen Teil des Tales befindet sich in ungefähr 5 m Höhe über dem heutigen Wasserspiegel auf der rechten Bachseite eine Verebnung; dort sind verschiedene alte Bachläufe zu erkennen, die zwischen 1 m und 2,5 m tief sind und alle in das heutige Flußbett einmünden. Das Bett der Ruthmecke ist ungefähr 3 m breit und 4—5 m tief in Schotter eingeschnitten. Diese Schotterlagen lassen sich auch in den alten Flußläufen unter einer 30—40 cm dicken Humusdecke nachweisen. Dabei ist eigentümlich, daß auf der linken Seite des Baches keine alten Flußläufe zu erkennen sind. Hier steigt der Hang vom Flußbett aus unvermittelt mit etwa 20° Neigung zum Binoler Berg auf. Die Ruthmecke hat also ihren Lauf ständig weiter nach links verlegt, wie auch die unterschiedliche Tiefe der alten Flußläufe zeigt. Diese Erscheinung ließe sich mit einer parallel zum Flußverlauf gerichteten Hebung des Sattelkerns in jüngerer Zeit gut erklären, liefert jedoch m. E. keinen sicheren Beweis dafür.

Das Tal der Hönne verengt sich zwischen Balve und Haustadt immer mehr, von Westen treten die Höhen des Balver Waldes dicht an den Fluß heran, im Osten ragen die Steilränder des Massenkalkplateaus z. T. senkrecht auf. Das Flußbett ist in diesem Abschnitt reich an Schottern und Sanden. Die Transportkraft des Wassers ist also nicht groß genug, um das Schuttmaterial restlos zu entfernen.

Anders ist es in dem folgenden Talabschnitt, dem Hönnetal im engeren Sinne. Das Tal ist klammartig und nicht viel breiter als der Flußlauf, so daß für die Talstraße häufig durch Felsprengung Raum geschaffen werden mußte. Die Felsen erheben sich z. T. senkrecht 30—50 m hoch, stellenweise sind die Hänge jedoch ein wenig flacher ausgebildet und mit Buchenwald bestanden. Nach Lipperheide⁸⁾ soll der Einsturz von Höhlenkanälen die Talbildung in diesem Abschnitt begünstigt haben.

⁸⁾ Lipperheide, Höhlen, 1923.

Im Fluß zeigen sich weniger Schotter und vor allem groberes Material. Stellenweise tritt das anstehende Gestein im Flußbett zutage. Das Gefälle des Flusses hat sich geändert und ist im Abschnitt Haustadt—Ober-

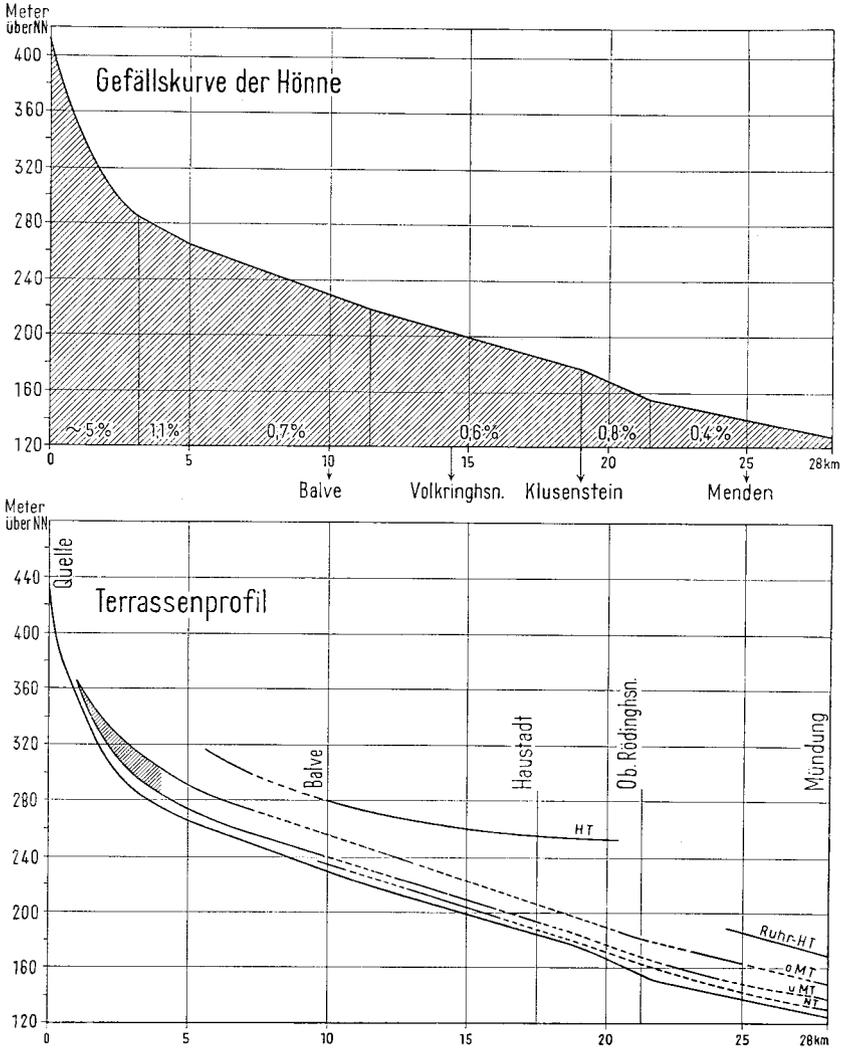


Abb. 3: Gefällskurve und Terrassenprofil (50fach überhöht)

rödinghausen mit 0,8 % größer als in der Gegend von Balve, ungefähr 14 km weiter flussaufwärts. Im übrigen ist das Gefälle der Hönne ziemlich ausgeglichen und zeigt keine weiteren Besonderheiten (Abb. 3).

Steigt man die steilen Felswände hinauf, befindet man sich auf der weiten, mit Ackerfluren bedeckten Ebenheit, die für den Massenkalk charakteristisch ist und einen weiten Rundblick gestattet.

Mit dem Eintritt der Hönne in das Kalkgebiet bei Volkringhausen beginnt das Wasser in den Spalten und Klüften des Untergrundes zu versickern. Das Flußtal ist stellenweise vollkommen trocken und führt nur in Regenzeiten und bei der Schneeschmelze im Frühling Wasser. Das unterirdisch abfließende Wasser der Hönne kommt im Tal in Karstquellen wieder zu Tage. Erst ab Klusenstein fließt die Hönne ständig oberirdisch weiter.

„Die Seitentäler der Hönne sind im Bereich des Massenkalkes als Trockentäler entwickelt. Vielfach ist eine jugendliche Talschlucht in diluviale, meist unebene Terrassenbildungen eingeschnitten. Diese diluvialen Talauen der Nebentäler gehen an der Talmündung in die alluviale Talau über, ohne daß eine scharfe Abgrenzung möglich wäre“).“ Indessen finden sich auch flachere Seitentälchen, die als Hängetäler ausgebildet sind und mit einer kleinen Stufe zum Flußbett der Hönne abfallen, wie z. B. das Grübecktal. Durchweg sind die Seitentäler kurz mit flachen Ursprungsmulden.

Im Gebiet Oberrödinghausen ist die ursprüngliche Talform durch den Kalkabbau weitgehend zerstört. Unterhalb der Kalkwerke ändert sich das Bild erheblich. Hier hat die Hönne die bewaldeten Kuppenreihen der Oberdevon- und Kulmgesteine durchbrochen. In den anschließenden weichen Alaun-, Ton- und Grauwackenschiefern ist das Tal stark ausgeweitet und hoch mit Schottern angefüllt. Kurz vor der Mündung hat der Fluß sein Bett bis zu 4 m Tiefe in die Schotter eingeschnitten; durch die Begradigung des Unterlaufes ist das Gefälle sehr vergrößert worden. In der Talau, die mit einem leichten Knick zum Hochwasserbereich der Ruhr abfällt, sind noch verschiedene alte Läufe zu erkennen. Das Tal ist im unteren Teil fast ganz von Steilrändern begleitet. Die Verebnungsflächen beiderseits des Flusses fallen stufenartig zur Ruhr hin ab. Sie sind z. T. mit Schottern der Ruhrterrassen bedeckt. Kleine, schluchtartige, durchweg feuchte Täler zerschneiden die Steilkanten zur Hönne hin.

An größeren Nebenflüssen nimmt die Hönne noch den Bieberbach, die Öse und den Krebsbach auf. Der Bieberbach mündet bei Hüingen von rechts her ein. Er hat besonders in seinem Unterlauf ein weites Sohltal mit Schotteraufschüttung und Stufen gebildet. Diese Stufen stehen mit denen der Hönne in direkter Verbindung. Dasselbe gilt für den im Stadtbereich von Menden von links einmündenden Flußlauf der Öse. Der Krebsbach ist ungefähr 4—5 km lang und zeigt nur Verebnungen mit Schottern in geringer Höhenlage über dem Bachbett, was für sein recht jungliches Alter spricht.

Bei dem nördlichsten linken Zufluß, der auf den topographischen Karten keinen Namen trägt, ist die Talwasserscheide bemerkenswert. Hier steht das Alluvium des Zuflusses in direkter Verbindung mit dem des Abbabaches, eines Nebenflusses der Ruhr.

9) Paeckelmann, Geol.Bl. Balve, 1938, S. 38.

Im großen gesehen folgt die Hönne der im Miozän angelegten allgemeinen Abdachung des Rheinischen Schiefergebirges von SSO nach NNW und gehört nach Goebel¹⁰⁾ mit Röhr, Wenne, Henne und Bigge zur Kategorie der jüngeren Abdachungsflüsse. Das Alter des jetzigen Flußlaufes ist demzufolge höchstens postmiozän. Nach den Schotterresten müssen wir, wie sich im Folgenden zeigen wird, sogar annehmen, daß die heutige Richtung frühestens im Diluvium, und zwar z. T. erst nach der Bildung der Hauptterrassen angelegt wurde.

Von Oberrödinghausen an abwärts ist die SSO-NNW-Richtung parallel zum Verlauf der Querstörungen innerhalb des alten Gebirges, und der Durchbruch durch die Kuppenreihe der harten Kulm- und Oberdevongesteine bei Oberrödinghausen ist entlang einer solchen Verwerfungslinie erfolgt.

Zusammenfassend lassen sich für die 4 Abschnitte folgende charakteristische Merkmale herausstellen (Abb. 2):

1. Die Hönne fließt in ihrem Oberlauf in einem geologisch bedingten muldenartigen Tal, der Neuenrader Flachmulde. Die Wasserführung ist zwar gering, aber kontinuierlich. Vorherrschend ist in diesem Abschnitt die SW-NO-Richtung, im unteren Teil erfolgt ein Umbiegen in die S-N-Richtung, parallel den Verwerfungslinien.

2. Der Abschnitt zwischen Balve und Haustadt zeigt bewegtere Geländeformen. Kennzeichnend ist hier die streckenweise asymmetrische Ausbildung des Tales. Die Hönne folgt durchweg der Grenze Massenkalke/Devonische Grauwacken und Grauwackensandsteine. Sie fließt im Streichen der Schichten, die bogenförmig um den untertauchenden Remscheid-Altenaer Sattel gelagert sind; der Flußlauf biegt also wiederum aus der SW-NO-Richtung über die S-N-Richtung diesmal in die SO-NW-Richtung um und liegt fortan senkrecht zum Streichen des variskischen Gebirges. Das Tal verengt sich flußabwärts immer mehr, von links treten die Höhen des Balver Waldes dicht an den Fluß heran, während von rechts her die Balver Platte mit einer Steilkante zur Hönne hin abfällt. Ein Teil des Flußwassers versickert bereits unterhalb Volkeringhausen in den Spalten und Klüften des Massenkalkes, der hier an Verbreitung zunimmt.

3. Zwischen Haustadt und Oberrödinghausen durchbricht die Hönne in einem schluchtartigen Tal die Felsen des Massenkalkes. Das Gefälle ist erhöht, und überdies gibt es hier typische Karsterscheinungen: Trockentäler, Flußschwinden, Karstquellen und Höhlen.

4. Der Unterlauf ab Oberrödinghausen liegt in einer weiten Talauwe, die hoch mit Schottern angefüllt und in die Verebnungen der Ruhrterrassen eingesenkt ist. Das Gelände fällt stufenartig zur Ruhr hin ab und trägt, namentlich linksseitig der Hönne, sehr ruhige Züge. Auf der rechten Seite schaffen die bewaldeten Höhen des Mendener Konglomerates ein etwas bewegteres Bild.

¹⁰⁾ Ruhrgebiet, 1925.

III. Die Terrassen, ihre Verbreitung und Ausbildung

Aus Zusammensetzung, Verwitterungsgrad und Höhenlage der Schotterlagen an der Hönne Terrassen näher zu bestimmen, ist kaum möglich. Die Schotter der einzelnen Terrassen weisen keine charakteristischen Merkmale auf; sie bestehen alle vornehmlich aus Grauwacken-, Grauwackensandsteinen und Schiefen, die sämtlich im Flußgebiet anstehen. Kalkgestein fehlt, vermutlich ist es zu schnell verwittert. Die Größe der Gerölle wechselt zwar innerhalb derselben Terrasse, doch sind Unterschiede zwischen den verschiedenartigen Terrassen nicht festzustellen. Die Bearbeitung ist gering. Runde Formen sind selten; flache, kantengerundete Stücke, wie sie auch im Flußbett zu finden sind, herrschen vor. Auch der Verwitterungsgrad der Schotter wechselt innerhalb der gleichen Höhenlage stark.

Diese Schwierigkeiten machen sich in noch stärkerem Maße in den Seitentälern bemerkbar. In den kleinen Bachtälern ist eine Aufschotterung selten oder gar nicht nachweisbar. Das „erklärt sich vor allem aus dem zumeist recht jugendlichen Alter der kleinen Wasserläufe“ . . . „Die meisten der kleinen Quellen und Bäche und ihre steil abfallenden Täler sind . . . Produkte aus einer jüngeren Zeit¹¹⁾.“ Indessen lassen sich an den größeren Nebenflüssen Borke, Bieberbach und Öse, desgleichen an den Bachläufen bei Garbeck und Frühlinghausen — und in geringem Maße auch im Grübecktal — die an der Hönne ausgebildeten Terrassen eine Strecke weit talauf verfolgen. Im oberen Teil ist bei der Borke und dem Bieberbach jedoch eine Terrassenstufung nicht mehr zu erkennen. Nur an der Öse sind Reste der Nieder- und Mittelterrassen sehr weit flußaufwärts festzustellen.

In den größeren Orten Menden, Lendringsen und Balve hat die Bebauung die ursprüngliche Geländeform weitgehend verdeckt oder überformt. Diese Gebiete müssen daher z. T. bei den Betrachtungen übergangen werden.

Nach den geologischen Blättern Menden und Neheim¹²⁾ sind im Mündungsgebiet der Hönne an der Ruhr Terrassen in folgenden Höhenlagen entwickelt:

Hauptterrasse 40—50 m relative Höhe, obere Mittelterrasse 20—25 m relative Höhe, untere Mittelterrasse 10 m relative Höhe. Diese Terrassen haben die folgenden Bezeichnungen:

am Rhein	auf geol. Bl. Menden	auf geol. Bl. Neheim
HT	d ₁ d ₂	d ₁
oMT	d ₂	d ₂ α
uMT	d ₃	d ₂ β

Höher gelegene Terrassenreste der Ruhr interessieren in diesem Zusammenhang nicht, da an der Hönne Schotter älterer Terrassen nicht

¹¹⁾ Soergel, Aufschotterung und Erosion, 1921, S. 61, S. 17.

¹²⁾ Krusch, Geol.Bl. Menden, 1911; Kühne, Geol.Bl. Neheim, 1938.

vorhanden sind. Die auf dem geologischen Blatt Menden mit d_2 bezeichnete Verebnung westlich Hüingsen in 75 m relativer Höhe kann nicht als Terrassenrest angesehen werden. In der zwar ziemlich mächtigen Lehmdecke sind Flußgerölle nicht zu finden. Indessen ist eckiger Gesteinschutt der anstehenden Grauwackensandsteinbänke überall vorhanden. Es dürfte sich hier ebenso wie bei den Abrasionsflächen in der Waldemei westlich Menden um Überreste der tertiären Peneplain handeln, welche von der Erosion noch nicht erreicht worden sind; denn die Flächen sowohl in der Waldemei als auch westlich Hüingsen sind bewaldet, während die Terrassenlehme durchweg beackert werden und häufig Siedlungen tragen.

Eine Niederterrasse soll an der Ruhr nach Steinmann¹³⁾ nicht mehr vorhanden sein: „Die Ruhrniederterrasse konvergiert flußaufwärts rasch mit der Talaue, oberhalb Heisingen ist eine Unterscheidung beider nicht mehr möglich.“ Demgegenüber steht allerdings die Tatsache, daß sich in der Ruhrtalaue deutlich zwei Stufen unterscheiden lassen, die einen Höhenunterschied von 2—5 m besitzen. Die höchste Stufe ist hochwasserfrei, wird durchweg beackert und trägt alte Siedlungen. Die untere Stufe hat Wiesenkultur und wird bei Hochwasser überflutet. In diese untere Stufe hat sich der Fluß erneut eingeschnitten.

Auch die Einmündung der Hönne in das Ruhrtal erfolgt entlang einer kleinen Stufe. Danach läßt sich die Sohle des Hönnetales im Unterlauf teilweise mit der oberen Stufe der Ruhrtalaue gleichsetzen, obgleich sie keine Ackerflächen aufweist, wohl allerdings hochwasserfrei ist.

Die gesamte Talaue der Ruhr ist mit Schottern von ziemlicher Mächtigkeit angefüllt. Durch den Bau des Wasserwerkes Warmen oberhalb der Hönnemündung wurden unter einem ca. 2 m mächtigen Auelehm mehr oder minder grobe Kiese von einer Mächtigkeit bis zu 6 m erschlossen¹⁴⁾. „Diese Talkiese“ sind während der letzten Eiszeit vom Fluß aufgeschüttet worden. Vor der letzten Eiszeit floß die Ruhr 6—8 m tiefer, nach ihr aber mehrere Meter höher als heute. Seit dem Ende der letzten Eiszeit hat sie sich allmählich auf ihren heutigen Stand eingeschnitten, wobei sie einen großen Teil der im Verlauf der Eiszeit aufgeschütteten Niederterrassenschotter wieder entfernte¹⁵⁾. Demzufolge ist man berechtigt, die 2—5 m über dem Hochwasserbereich der Ruhr gelegenen Flächen als Niederterrassenreste anzusehen, wenn sich diese Terrasse auch nicht als zusammenhängende Fläche in der Talaue verfolgen läßt.

Die Niederterrasse. Wie bei der oberen Stufe der Ruhrtalaue handelt es sich bei den Schotterflächen an der Hönne um Niederterrassenreste. Alluviale Talaue und Niederterrasse sind allerdings nicht einwandfrei zu trennen, da beide von einer mächtigen Lehmdecke überlagert sind. Das ist vornehmlich dort der Fall, wo die Talaue stark ausgeweitet ist, wie z. B. unterhalb Menden, desgleichen am Oberlauf des Flusses oberhalb Balve. Hier ist vielfach erst der Übergang zur Mittelterrasse auf Grund eines deutlichen Knickes im Gelände besser feststellbar. Talabschnitte, in denen eine Unterscheidung zwischen Niederterrasse und Talaue nicht möglich ist, sind bei den Kartierungen außer acht gelassen.

¹³⁾ Steinmann, Ruhrterrassen, 1925, S. 45.

¹⁴⁾ Kühne, Geol. Bl. Neheim, 1938.

¹⁵⁾ Kukuk, Geologie, 1938.

Ein einwandfrei feststellbarer Niederterrassenrest setzt erstmalig in der Gegend von Balve ein. Der Ort liegt teilweise in der Höhe der Niederterrasse, insbesondere der Ortsteil an der Straße nach Garbeck. Hier fand ich bei Ausschachtungsarbeiten Schotterlagen im Niederterrassen-niveau gut aufgeschlossen. Unterhalb Balve ist die Niederterrasse deutlich erkennbar zwischen Straße und Flußlauf. Hier erkennt man bis fast zur Balver Höhle zwei Stufen in der Talaue; die obere Stufe wird mit der zwischen Straße und Bahndamm gelegenen unteren Mittelterrasse auf der geologischen Karte mit δ_{3g} bezeichnet. Diese Fläche verengt sich flußabwärts stark, da von rechts her die Felsen mit der Balver Höhle nahe an den Fluß heranreichen (Abb. 4).

Im Mündungsdreieck von Hönne und Borke-Orle liegt der klarste Niederterrassenrest, ebenfalls mit δ_{3g} bezeichnet, obgleich diese Bezeichnung durchweg für die unterste MT angewandt worden ist. Der Niederterrassenrest unterhalb der Balver Höhle an der Mündung der Borke wird beackert. Auf diese Fläche sind bei Ausräumung der Balver Höhle die Höhlenlehme aufgefahren worden.

Von Helle bis Sanssouci ist eine Niederterrasse nicht feststellbar. Nur unterhalb der Eisenbahnbrücke liegt noch eine kleine beackerte Fläche im NT-Niveau. Von hier an verläuft die Straße in Höhe der Mittelterrasse und senkt sich erst bei Sanssouci wieder in das NT-Niveau ab. Zwischen der MT und der Hönne ist hier keine NT mehr vorhanden. Diese tritt erst an der Straßenkreuzung nach Beckum, rechts und links der Hönnetalstraße, wieder auf und trägt Häuser und Gärten. Die Talsohle verbreitert sich flußabwärts; die Niederterrasse erreicht im Ortsbereich von Volkringhausen ihre größte Ausdehnung. In diesem Flußabschnitt sind die Niederterrassenreste häufig einseitig von einer Steilkante begrenzt, während sie zur anderen Seite hin langsam in die Talaue übergehen. Die Hönnetalstraße verläuft von Sanssouci an ganz im Niveau der Niederterrasse in einer Höhe von 1,5—2 m über dem Flußbett. Doch sind auch schon Flächen bis zu 1 m über dem Wasserspiegel hochwasserfrei und können daher als Niederterrassenreste angesehen werden. Die geringe Höhenlage über dem Fluß dürfte sich daraus erklären lassen, daß es sich vornehmlich um Verebnungen geringen Ausmaßes handelt, an denen die Abtragung leichter angreifen kann.

Zwischen dem Fluß und der Hönnetalstraße ist an der Einmündung des Grübecktales ebenfalls ein gut erhaltenes Stück der Niederterrasse vorhanden. Die Verebnung setzt sich deutlich von Niveau der Talaue ab und ist von einer Steilkante begrenzt. Weiter flußabwärts lassen sich in der Nähe der Reckenhöhle und am Bahnhof Binolen letztmalig Reste der Niederterrasse erkennen. Die Abgrenzung gegen die Mittelterrasse ist dort allerdings z. T. nicht möglich, da der Hang ohne merkliche Stufung sich zum Binoler Berg erhebt und überdies bewaldet ist.

In dem schluchtartigen Abschnitt zwischen Haustadt und Oberrödinghausen sind keine Reste einer Niederterrasse erkennbar, desgleichen nicht zwischen Oberrödinghausen und Menden. Durch Industrieanlagen und vor allem durch künstliche Aufschüttung ist die Talsohle weitgehend umgestaltet. Unterhalb Menden ist das Flußbett infolge künstlicher Laufverlegung im vorigen Jahrhundert in mächtige Schotterlagen

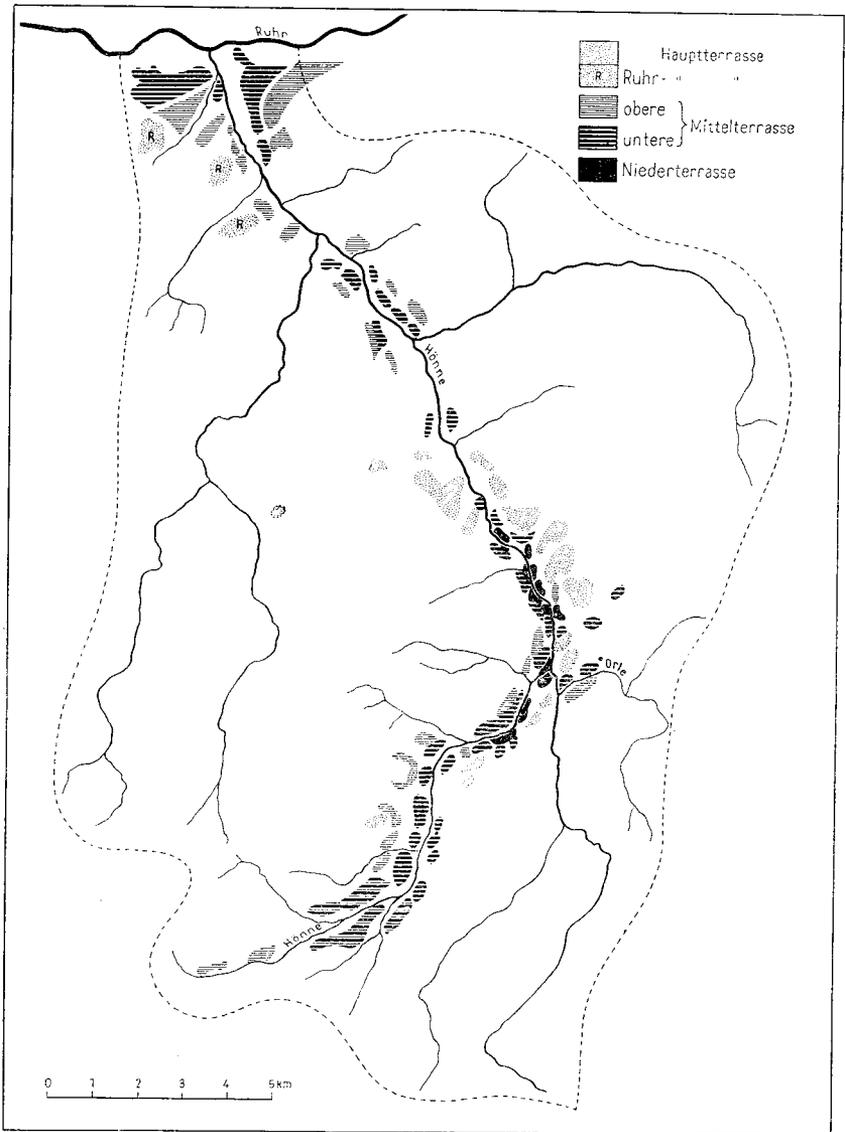


Abb. 4: Die Terrassen

3—4 m eingetieft. Diese Schotter dürften, wie die der Ruhr, diluvialen Alters sein und als Reste der Niederterrasse angesehen werden. Sie sind überlagert von Tallehmen in wechselnder Mächtigkeit bis zu 2 m. Eine Abgrenzung der Niederterrasse gegen die Talauie ist nicht möglich, da Geländeknicke nicht sichtbar sind.

Zusammenfassend läßt sich bezüglich der Verbreitung der Niederterrasse folgendes feststellen:

1. In dem Flußabschnitt zwischen der Quelle und Balve sind in der muldenförmigen Talaue Niederterrasse-reste auf Grund von Geländeknicken nicht nachzuweisen. Vielleicht vorhandene Reste werden durch Tallehne derart verkleidet, daß sie im Gelände nicht mehr auffallen.

2. Das eigentliche Verbreitungsgebiet der Niederterrasse liegt zwischen Balve und Binolen-Haustadt. Hier heben sich die Niederterrasseflächen gut vom Niveau der Talaue ab. Die Höhenlage über dem Fluß schwankt entsprechend ihrer Größe zwischen 1—2 m. Der Talboden ist aufgeschottert, anstehendes Gestein tritt nicht zutage.

3. Mit der Verengung des Tales tritt eine vollständige Änderung ein. Eindeutige Niederterrasse-reste sind zwischen Haustadt und Oberrödinghausen nicht vorhanden.

4. Zwischen Oberrödinghausen und Menden gibt es vermutlich NT-Reste, aber diese lassen sich infolge der Umgestaltung des Geländes durch die Industrie nicht kartieren. Das gleiche gilt für den Stadtbereich von Menden. Unterhalb Menden ist im Talboden eine Aufwölbung erkenntlich, die von der Hönnne in einem tiefen Bett durchflossen wird. Dabei handelt es sich vermutlich um Niederterrasse-schotter, die sich infolge der Verkleidung durch Tallehne nicht gegen die Bildungen des Alluviums abgrenzen lassen.

Die Mittelterrasse. Die Mittelterrasse der Ruhr, die mit steilem Hang zur Talaue abfällt, ist zweistufig entwickelt. Die Terrassenreste in 20 bis 25 m über dem Fluß sind nach Woldstedt¹⁶⁾ vor dem großen Eisvorstoß der Saale-Vereisung, die in 10 m Höhenlage befindlichen nachher gebildet worden. „Die MT ist überall der eigentliche fluvioglaziale Horizont im Ruhrtal; auf weite Strecken ist sie sicher etwas jünger als das Eis¹⁷⁾.“ — Neben dem Rhein ist die Ruhr der einzige Fluß des Rheinischen Schiefergebirges, den das Eis erreicht und überschritten hat. „In der 2. (Haupt)-Vereisung wurde die ehemalige Austrittsstelle der Ruhr aus dem Gebirge nördlich Witten durch Endmoränen verschüttet und der Fluß gezwungen, sich nach Westen hin einen neuen Weg zu bahnen¹⁸⁾.“ Durch die Stauwirkung des Eises mußten, wie aus den Feststellungen Grupes¹⁹⁾ an der Weser hervorgeht, mächtige MT-Schotter angehäuft werden. Tatsächlich erreichen die MT-Schotter an der Ruhr auch eine Stärke von ungefähr 10 m. Von Norden her drang das Eis in der Nähe von Fröndenberg fast bis an die Ruhr heran, so daß das Ruhrtal hier einwandfrei als Eisrandtal, also in gewissem Sinn als Urstromtal zu bezeichnen ist. Die MT-Schotter sind an der Ruhr von einer Lößlehmedecke überlagert, „die stark von Gehängeschutt durchsetzt ist und 5—10 m Stärke erreichen kann“²⁰⁾ (S. 482). Hierdurch wird sehr leicht die Tatsache erklärt, daß die Schotter selten an die Oberfläche treten. Die Reste der oberen MT haben nach Kukuk geringere Ausdehnung als die der unteren Stufe.

16) Woldstedt, Eiszeitalter, 1929.

17) Steinmann, Ruhrterrassen, 1925, S. 39.

18) Goebel, Ruhrgebiet, 1918, S. 207.

19) Grupe, Wesergebiet, 1912.

20) Kukuk, Geologie, 1938, S. 482.

An der Hönne zeigen sich die genannten Symptome in abgeschwächter Weise. Die MT ist im Gegensatz zur NT am deutlichsten ausgebildet im Flußabschnitt zwischen der Quelle und Balve. Hier setzt bereits oberhalb Neuenrade eine Terrasse mit Schottern ein, die der relativen Höhenlage entsprechend als obere Mittelterrasse angesehen werden muß. Die Bearbeitung der auf den Feldern verstreut liegenden Schotter ist noch sehr gering, was wohl eine Folge des kurzen Transportweges ist. Da es sich ausschließlich um Gesteine handelt, die in unmittelbarer Nähe anstehen, ist eine Unterscheidung zwischen Flußschottern und Gehängeschutt nicht immer möglich, eine Schwierigkeit, die die Untersuchungen im gesamten Oberlauf beeinträchtigt. Nach dem geologischen Blatt Altena soll ein weiterer Terrassenrest (d_3), welcher der unteren MT entsprechen würde, im Stadtbereich von Neuenrade vorhanden sein.

Das eigentliche Verbreitungsgebiet der Mittelterrassen beginnt unterhalb des Bahnhofs Neuenrade. Die Verebnungen beiderseits der Hönne sind mit mehr oder minder steinig-sandigen Lehmen in ziemlicher Mächtigkeit bedeckt, in denen Flußschotter häufig zu finden sind. Eine Abgrenzung zwischen oberer und unterer Mittelterrasse ist wegen der mächtigen Lehmdecke durchweg nicht möglich. Die Flächen gehen mit schwacher Neigung ineinander über. Eine Trennung ist erst von Höveringhausen an abwärts vorzunehmen. Hier heben sich die Stufen teilweise recht gut voneinander ab. Sie lassen sich entlang der beiden Nebenbäche in Garbeck und Höveringhausen eine Strecke weit flußaufwärts feststellen. Rechtsseitig sind nur noch kleine Reste der unteren Mittelterrasse durch Schotterstreu an den Hängen nachzuweisen. Wegen ihrer Bedeckung mit Löß sind die Terrassenflächen in diesem Flußteil ausnahmslos beackert.

Von der Gransauer Mühle an bis Balve erkennt man lediglich auf der rechten Seite des Flusses kleine Reste der unteren MT, linksseitig läßt sich in der zwar ziemlich mächtigen Lehmdecke nur eckiger Gesteinschutt finden. In dem Abschnitt von Balve bis Haustadt hat die Verbreitung der Mittelterrasse ein weit geringeres Ausmaß. An den mit $10-16^\circ$ Neigung einfallenden Hängen des Balver Waldes sind Schotter bis in beträchtliche Höhe, sogar bis in das Niveau der Hauptterrasse hinein zu finden. Aber eine Abgrenzung der Terrassen gegeneinander nach morphologischen Gesichtspunkten läßt sich im allgemeinen nicht durchführen. In einem der wenigen Aufschlüsse des Hönnetales, in der Ziegeleigrube unterhalb Balve, befinden sich über den stark verwitterten Tonschiefern der Honseler Schichten in der ungefähr 30 cm mächtigen Deckschicht zahlreiche verschleppte Flußgerölle. Die Abgrenzung der Mittelterrasse gegen die Talaue bzw. die Niederterrasse ist dagegen meistens gut möglich. An der rechten Seite der Orle ist ein Rest der unteren Mittelterrasse sichtbar, während linksseitig ein Rest der oberen Mittelterrasse vorhanden ist. Auch der Boden der Balver Höhle liegt im Niveau der unteren MT, hier 8—10 m über dem Fluß.

Zwischen Helle und der Gaststätte Sanssouci liegt links der Hönne ein Rest der unteren MT. Darüber folgt, durch einen Knick abgesetzt, die obere MT. Doch haben die Verebnungen, wie fast alle um den Balver Wald gelagerten Schotterflächen, eine etwas stärkere Neigung, als das bei Terrassen im allgemeinen der Fall ist. Ob das eine Folgeerscheinung der

Heraushebung des Remscheid-Altenaer Sattels ist, bedarf noch eingehender Untersuchungen.

Rechts der Hönne sind im Ortsbereich von Volkringhausen zwei Mittelterrassenreste durch Schotterstreu feststellbar. Ein Aufschluß an der Straße, einige 100 m entfernt davon, zeigte jedoch unter einer mächtigen, fast steinlosen Lehmdecke nur eckigen Gesteinsschutt. An der Einmündung des Grübecktales fällt links von der Straße nach Eisborn ein Terrassenrest mit Lößlehmdecke mit deutlicher Stufe zum NT-Niveau ab. Von der Reckenhöhle an abwärts befinden sich rechts der Straße noch kleine Flächen in der Höhe der unteren Mittelterrasse, die mehr oder minder geneigt sind und Schotterstreu tragen.

In dem ganzen Flußabschnitt Haustadt-Oberrödinghausen ist nur ein Vorkommen sicher nachweisbar, es handelt sich hier um eine gleithangartig ausgebildete Fläche links der Hönne in der Flußschlinge unterhalb des Binoler Tunnels.

Erst in Oberrödinghausen, am Fuße des Eichenberges „Im Hagen“, konnte eine Terrassenfläche auf Grund von Schotterfunden eindeutig festgestellt werden; es ist nach der Höhenlage wohl die obere Mittelterrasse. Rechts der Hönne waren unterhalb des Kalkbruches an der Einmündung des Asbecktales bei Ausschachtungsarbeiten Schotterlagen in der Höhe der unteren MT aufgeschlossen. Es handelt sich dabei um mittelgroße Schotter von Bohnen- bis Eigröße, eingebettet in lehmiges Material. Die Terrassenunterkante war nicht aufgeschlossen, die Oberkante durch künstliche Aufschüttung des Steinbruches verdeckt.

Weiter flußabwärts gibt es nur geringe Vorkommen der MT. Da das Flußtal von hier bis zur Mündung beträchtliche Breite besitzt, ist anzunehmen, daß die MT-Schotter bis auf kleine Reste wieder ausgeräumt sind. Indessen lassen sich gerade diese geringen Reste zum Teil auf Grund einer Steilkante zur Talauwe hin durch Schotterstreu gut nachweisen, wie z. B. rechts der Hönne zwischen „Arche Noah“ und dem Kapellenberg. Weniger klar ausgeprägt sind die Verebnungen bei Hüingsen und in der Horlecke.

Die petrographische Zusammensetzung der Schotter hat sich nunmehr erheblich geändert. Neben die im Ober- und Mittellauf bis Oberrödinghausen vorherrschenden Grauwackensandsteine und -schiefer treten vor allem Gesteine der Kulmformation, die von der Hönne zwischen Oberrödinghausen und Hüingsen durchbrochen worden ist. Der einzige wirklich gute Aufschluß im gesamten Untersuchungsgebiet befindet sich in der Grube der Städtischen Ziegelei von Menden zwischen der Ösemündung und Radestaken, links der Hönne. Hier handelt es sich eindeutig um eine Ablagerung fluviatilen Materials. Über einer dunkelgrau bis schwarzen Unterlage aus Geröllen befinden sich Schichten von lehmigem Ton mit helleren und dunkleren Streifen von Löß bis Lößlehm und feinen Sanden. Die Oberkante reicht bis an das Niveau der oberen MT, der Gesteinssockel war jedoch nicht aufgeschlossen.

In der 500 m flußabwärts liegenden Grube der Sanderschen Ziegelei dagegen herrschen wieder andere Verhältnisse. Hier werden die stark verwitterten grauen, sandigen Schiefertone des flözleeren Oberkarbons abgebaut. Fluviatiles Material habe ich nicht gefunden; lediglich in der

ungefähr 30 cm mächtigen Deckschicht befinden sich, genau wie bei der Ziegeleigrube in Balve, vereinzelte Schotter, die auch durch Abspülung verschleppt sein können. Klarer sind dagegen die Verebnungen unterhalb Menden beiderseits der Hönne; sie münden ohne Geländeknick in die untere bzw. obere MT der Ruhr ein.

Zusammengefaßt ergibt sich für die Mittelterrassen folgendes: Die Verbreitung der MT-Flächen ist eng an den heutigen Flußlauf gebunden. Im Oberlauf zwischen Neuenrade und Balve sind die ehemaligen Talböden der MT-Zeit am klarsten erhalten. Die Terrassenreste zeigen eine große Ausdehnung, wenn auch eine Abgrenzung der beiden Stufen gegeneinander nicht immer möglich ist. — Kleinere Vorkommen befinden sich noch zwischen Balve und Haustadt, während das enge Erosionstal zwischen Haustadt und Oberrödinghausen terrassenlos ist. — Im Unterlauf zwischen Oberrödinghausen und der Mündung sind die MT-Reste in Verebnungen und Schottern wieder klar nachzuweisen; jedoch erscheint bei dem hier ziemlich breiten Flußtal die Vermutung berechtigt, daß von den ehemals beträchtlichen MT-Schottern nur noch geringe Reste vorhanden sind. — Die Mittelterrassen der Hönne stehen mit denen der Ruhr in direkter Verbindung.

Die Hauptterrasse. Bei den vorliegenden Untersuchungen kommt der Hauptterrasse die größte Bedeutung zu. Sie ist nachweislich die älteste Hönne-Terrasse, da sich Schotterflächen höheren Alters nicht feststellen lassen. Morphologisch tritt die Hauptterrasse aber nicht so sehr in Erscheinung, obgleich ihre Reste die größte Verbreitung aufweisen. Sie befinden sich vornehmlich auf der weiten Hochebene des Massenkalkes, lassen sich aber wegen der weitgehenden Verschwemmung der Schotter nur zum Flußtal hin an den steil abfallenden Hängen klar abgrenzen. Die Höhenlage schwankt zwischen 40 und 80 m über dem Fluß, und damit ist die Höhendifferenz an der Ruhr, die 45—50 m beträgt, teilweise bis zu 30 m überschritten. Dieser Umstand birgt mehrere Probleme in sich.

Die Schotter gleichen denen der jüngeren Terrassen. Lediglich der prozentuale Anteil des verwitterungsbeständigen Materials ist entsprechend dem höheren Alter der Terrassen höher. Genaue, für alle HT-Reste gültige Aussagen bezüglich Zusammensetzung und Verwitterungsgrad der Schotter lassen sich jedoch nicht machen. Auch wechselt die Menge der Gerölle stark, es besteht eine gewisse Abhängigkeit von der Stärke der überlagernden Lehmdecke. Die Menge der Schotter nimmt vielfach zu mit der Verringerung der Lehmdecke.

Nach dem geologischen Blatt Iserlohn befindet sich ein erstes Vorkommen der Hauptterrasse im Quellgebiet auf dem Sporn zwischen Höveringhausen und Garbeck links der Hönne. Hier gibt es auch mehr oder weniger kantengerundete Gesteinsbruchstücke in nicht geringer Anzahl. Außerdem ist eine leichte Verebnung sichtbar. Gegenüber den weiter flußaufwärts gelegenen Flächen, die z. T. eine etwas stärkere Neigung zur Hönne hin aufweisen, lassen sich merkliche Unterschiede in der Ausbildung der Gesteinsstücke nicht feststellen. Man kann diese also m. E. auch als Hauptterrassen-Reste ansehen. Die Schotter zwischen Höveringhausen

und Garbeck haben eine Höhenlage von 50 m über dem Fluß. In gleicher Höhe liegt rechts der Hönne zwischen Galgenberg und Hahnenberg eine kleine muldenartige Fläche mit einzelnen aber sehr gut bearbeiteten Flußschottern. Demnach ist die Hönne zur Zeit der Bildung der Hauptterrasse bei Garbeck in SW-NO-Richtung geflossen, die heutige S-N-Richtung in diesem Gebiet und das Flußknie zwischen Frühlingshausen und Balve wären später angelegt, aber zur MT-Zeit bereits vorhanden gewesen. Von hier hatte das Flußbett der Hönne zur HT-Zeit folgenden Verlauf: rechts des heutigen Flußtales, unterhalb des Husenberges, und über die Höhe zwischen Borke und Hönne, oberhalb der Balver Höhle zu beiden Seiten des Weges, der von Balve nach Mellen führt. Schotter zeugen dort von kleineren Terrassenresten.

Nördlich des Glarbaches reichen Gerölle vereinzelt in eine Höhe von rund 300 m über NN und 70 m relative Höhe hinauf. Es scheinen Schotter des Glarbaches zu sein, zumal auch die im Mündungsdreieck von Hönne und Glarbach gelegene Kepplerhöhle zu einer solchen Annahme berechtigt, da sie zum großen Teil O-W-Erstreckung hat und eine Neigung zur Hönne hin aufweist²¹⁾.

Rechtsseitig der Hönne beginnt dann unterhalb der Borkemündung die Hauptverbreitung der HT. Hier liegen auf den Verebnungsflächen des Massenkalkes vor allem Schotter von Grauwacken, also Fremdgesteine, die eindeutig die Existenz eines ehemaligen Flußlaufes beweisen. Auf dem relativ kleinen Plateau zwischen dem Orletal und der Straße nach Beckum sind die Hauptterrasse Reste nicht in der Ausdehnung vorhanden wie weiter flußabwärts. Auch sind durch den Kalkabbau die Talränder sehr zerstört. Fest umrissener ist die Hauptterrasse auf der Hochfläche zwischen Beckum und Grübeck. Nur nach Osten zu sind die Schotter weit verschwemmt, was zusammen mit dem überlagernden Gängelehm die Grenze verwischt.

Von Volkringhausen an nimmt die Differenz zwischen Talaue und HT kontinuierlich zu bis Klusenstein. Während sie bei Garbeck und Balve 50 m beträgt — entsprechend der Ruhrhauptterrasse —, liegt sie bei Volkringhausen bei 60 m und bei Klusenstein sogar bei 80 m.

Unterhalb Binolen gibt es Reste der HT über der Feldhoffhöhle auch auf dem Westufer der Hönne. Die Flußschotter sind z. T. stark mit eckigem Gehängeschutt vermischt — was unterhalb der Höhen des Balver Waldes auch durchaus zu erwarten ist.

An Hand von Schottern ist die HT fast bis an die bewaldeten Höhen der Kulmgesteine zu verfolgen. Dann aber ist eine HT der Hönne flußabwärts nicht mehr vorhanden. Zwar gibt es in der Gegend von Menden in rund 50 m Höhe über der Hönne noch Hauptterrasse Reste, sie sind aber nach der Schotterzusammensetzung eindeutig Bildungen der Ruhr. Damit ist also das Flußbett der Hönne für die Altdiluvialzeit unterhalb Oberrödinghausen in der Richtung des heutigen Flußtales nicht nachweisbar.

Fassen wir kurz zusammen. Im Flußabschnitt bis Balve sind nur 3 sichere Vorkommen der Hauptterrasse nachzuweisen: ein HT-Rest links

²¹⁾ Lipperheide, Höhlen, 1923.

der Hönne zwischen Höveringhausen und Garbeck und zwei weitere am Galgenberg. Nach ihrer Lage zu urteilen, floß die Hönne zur HT-Zeit hier in SW-NO-Richtung. Von Balve an bis Haustadt befinden sich klar nachweisbare Reste nur rechts der Hönne auf dem Massenkalkplateau. Die größte Ausdehnung haben diese zwischen Beckum und Grübeck mit ganz eindeutigen Schottern. Zwischen Haustadt und Oberrödinghausen sind die Schotterflächen beiderseits des Flußtales vorhanden. Die Höhendifferenz zwischen Flußbett und HT beträgt hier 70—80 m, und auf Grund dieser Tatsache hat die HT ein beträchtlich geringeres Gefälle als der heutige Flußlauf. — Weiter flußabwärts ist keine Hauptterrasse der Hönne mehr vorhanden.

Diese Untersuchung ergibt also dreierlei:

1. Die Ausbildung und Erhaltung der Terrassenflächen rechtfertigt eine Einteilung des Flußlaufes der Hönne in die eingangs genannten 4 Abschnitte:

Für das Flußtal bis Balve sind die gut erhaltenen Mittelterrassenflächen, die z. T. Lößbedeckung aufweisen, charakteristisch. Von der HT sind nur kleine Reste vorhanden. Die NT läßt sich von der Talaue nicht genau trennen.

Im Flußabschnitt von Balve bis Haustadt sind alle Terrassen entwickelt, besonders deutlich ist die NT stellenweise zu erkennen. Reste der HT befinden sich nur rechts der Hönne.

Zwischen Haustadt und Oberrödinghausen fehlen NT und MT, dagegen sind beiderseits der Hönne Reste der HT gut erhalten.

Von Oberrödinghausen an abwärts ist die HT nicht mehr vorhanden, während vereinzelte Reste der MT gut zu erkennen sind. Ein Vergleich mit den Verhältnissen an der Ruhr rechtfertigt die Annahme, daß es sich bei der Aufschüttung der Talaue um NT-Schotter handelt (Abb. 3, Terrassenprofil).

2. Die Verbreitung der NT und MT ist eng an den heutigen Flußlauf gebunden. Die Richtung der Hönne ist damit seit der MT-Zeit unverändert geblieben. Für die Hauptterrasse dagegen müssen wir auf Grund der Schottervorkommen an Stelle der heutigen S-N-Richtung zwischen Höveringhausen und Frühlinghausen eine SW-NO-Richtung annehmen. Desgleichen läßt sich auf Grund von Terrassenresten eine Konstanz der Richtung des Flußlaufes seit der HT-Zeit von Klusenstein an abwärts nicht nachweisen, da in diesem Gebiet keine HT-Reste vorhanden sind.

3. Daß wir für die HT-Hönne von Klusenstein an abwärts einen anderen, genauer gesagt, einen längeren Lauf bis zur Mündung vermuten können, geht eindeutig aus dem Längsprofil der Terrassen hervor. Während die NT und die beiden MT einen ziemlich konstanten Abstand zum heutigen Wasserspiegel zeigen, nimmt der Abstand zwischen HT und Talaue flußabwärts sehr zu. Damit eröffnet sich für die Betrachtung ein neuer Problemkreis, auf den im Folgenden eingegangen werden soll.

Probleme und Deutungen. Die Tatsache, daß die HT ein vollkommen anderes Gefälle aufweist als die jüngeren Terrassen und der heutige Flußlauf, ferner das Fehlen der HT von Oberrödinghausen an flußabwärts bedingen die Frage, ob nicht die Hönnne zur Altdiluvialzeit, also z. Z. der Bildung der HT, von Klusenstein an eine andere Richtung innehatte als der heutige Flußlauf. Lehnt man die Möglichkeit einer Richtungsänderung ab, d. h. nimmt man an, daß die Mündung der Hönnne zur HT-Zeit ungefähr in derselben Gegend lag wie heute, so lassen sich die Unterschiede in den Gefällsverhältnissen zwischen der HT und den jüngeren Terrassen nur durch tektonische Bewegungen erklären. Es müßte also eine Hebung des Gebietes zwischen Volkringhausen und Oberrödinghausen gegenüber der Mündung nach der Zeit der Bildung der HT angenommen werden. Diese Annahme würde sich mit den Feststellungen Neumanns²²⁾ an der Lenne in etwa decken. Es ließe sich hiermit eine Hebung des Remscheid-Altenaer Sattels über den Lauf der Hönnne hinaus beweisen. Zu einem entsprechenden Ergebnis kann man bei Betrachtung der Gefällsverhältnisse des heutigen Flußlaufes gelangen. Die Steigerung des Gefälles zwischen Klusenstein und Oberrödinghausen ließe sich ebenfalls durch eine Hebung des Gebietes oberhalb Klusenstein erklären.

Nun würde die Aufbiegung der Hauptterrasse hier aber rund 30 m betragen. Nach Neumann²²⁾ ist an der Lenne eine Maximalhebung von 15 m festgestellt worden. Danach müßte die tektonische Bewegung, anstatt nach ONO hin auszuklingen, an Stärke zunehmen, und sie müßte dann auch an dem SO-NW gerichteten Teil der Ruhr nachzuweisen sein. Letzteres ist von Steinmann²³⁾ nicht festgestellt worden. Eine Verbiegung der HT infolge einer Hebung des Remscheid-Altenaer Sattels kommt also nicht in Frage. Auch das Fehlen jeglicher HT-Reste unterhalb Oberrödinghausen spricht gegen die Annahme einer Konstanz der Richtung, zumal gute HT-Vorkommen der Ruhr hier vorhanden sind.

Die Gefällssteigerung im heutigen Flußlauf zwischen Klusenstein und Oberrödinghausen stößt auf die Frage, ob der Gefällsknick nicht auch durch die unterschiedliche Härte der Gesteine des Kulm und Mittel- bis Oberdevon gegenüber den Schichten des Flözleeren bedingt sein kann. So wäre also die Möglichkeit einer Laufverlegung doch in Erwägung zu ziehen. Damit ergeben sich drei Fragen:

1. Welche Richtung kommt für den Flußlauf der Hönnne zur HT-Zeit in Betracht?
2. Welche Ursachen bewirkten die Laufverlegung?
3. Wie läßt sich die heutige Flußrichtung und speziell das Durchbruchstal bei Oberrödinghausen erklären?

Überschaut man auf der Hochfläche bei Horst stehend die muldenartige Einsenkung der Massenkalke mit der nach Norden und Nordosten angrenzenden Höhenzone der Oberdevon- und Kulmformationen, so gewinnt man den Eindruck, daß der Flußlauf der HT-Hönnne nicht nach NW in Richtung Lendringsen, sondern vielmehr nach W in Richtung Deilinghofen zu suchen sei. Diesen Eindruck habe ich durch Schotterfunde

²²⁾ Neumann, Großfaltung, 1935.

²³⁾ Steinmann, Ruhrterrassen, 1925.

zu erhärten versucht. Tatsächlich liegen auf dem gesamten Massenkalkplateau zwischen Klusenstein und Sundwig mehr oder weniger kanten-gerundete Bruchstücke devonischer Grauwacken in wechselnder Größe und Häufigkeit. Doch darf man wohl nicht alle diese Fremdgesteine als Flußschotter ansehen; denn in nicht allzu großer Entfernung stehen in den Höhen des Balver Waldes die Grauwacken an, und es ist daher ein großer Prozentsatz nichts anderes als Gehängeschutt. Andererseits fand ich zwischen Klusenstein und Deilinghofen östlich einer kleinen Doline Grauwacken in so großer Anzahl — während westlich der Doline in der mächtigen Lehmdecke Schotter in bedeutend geringerer Menge vorhanden waren —, daß man die transportierende Kraft eines O-W-verlaufenden Flusses annehmen muß. Dabei erklärt sich die Verringerung der Gesteine westlich der Doline leicht daraus, daß hier in den Spalten und Klüften des Massenkalkes das Wasser zum größten Teil versickerte und das Schottermaterial an Ort und Stelle liegenblieb. Nach Aussage der ansässigen Bevölkerung stand die Doline vor einigen Jahrzehnten noch in direkter Verbindung mit einem unterirdischen Wasserlauf, der allerdings ein Gefälle in Richtung Klusenstein hat. Östlich des Felsenmeeres bei Sundwig befinden bzw. befanden sich weitere Dolinen, die heute zum Teil zugeschüttet sind, so daß ein unterirdisches Höhlensystem in O-W-Richtung zwischen Klusenstein und Sundwig angenommen werden darf. Auch das Felsenmeer, dessen Entstehung vorwiegend auf den Einsturz von Höhlenkanälen zurückgeführt wird, hat vornehmlich O-W-Erstreckung. Vor dem S-N-gerichteten Teil befindet sich ein gut erhaltener Rest einer Hauptterrasse, die jedoch wohl als Bildung des Heppingser Baches angesehen werden muß.

Auf die Möglichkeit der Existenz eines O-W- bzw. W-O-fließenden Flußlaufes auf dem Massenkalkplateau zur Altdiluvialzeit wurde in der Literatur schon wiederholt hingewiesen. Goebel²⁴⁾ macht auf die Schotterreste zwischen Iserlohn und Letmathe aufmerksam und kommt zu dem Ergebnis, daß „zur jüngeren Tertiärzeit oder zur älteren Diluvialzeit dem Verlauf des milden Massengesteins folgend ein Flußlauf existiert hat, dessen Zuflußgebiet noch nicht im Süden, sondern westlich oder östlich lag. Läßt sich dies“, so heißt es weiter, „auf der ganzen Linie nachweisen, so ergibt sich hieraus, daß die in der Haupttrichtung S-N-fließenden Gewässer erst später entstanden sind.“ — Fuchs²⁵⁾ untersuchte die Schottervorkommen nach ihrer Höhenlage und stellte dabei fest, daß die Terrassenreste vom Felsenmeer bis zum Kallertal ein Gefälle nach Westen hin aufweisen und zwischen 230 und 270 m Meereshöhe lagen. „Sie wurden von Bächen abgelagert, die beim Austritt aus dem Gebiet der Honseler Schichten in das Massenkalkplateau in mehr oder weniger deutlicher O-W-Richtung flossen, heute jedoch nicht mehr vorhanden sind.“

Ist also somit die Annahme eines O-W-gerichteten Hönnelaufes nicht von der Hand zu weisen, so ergibt sich dabei erneut eine Schwierigkeit. Zwischen Klusenstein und Sundwig steigt das Gelände nördlich Deilinghofen auf 285 m NN an, die Mächtigkeit der auf dem Massenkalk auflagernden Lehmdecke beträgt dort ungefähr 5 m. Bei 8 m Tiefe liegt eine Bohrung

²⁴⁾ Goebel, Ruhrgebiet, 1918, S. 190.

²⁵⁾ Fuchs, Geol. Bl. Iserlohn, 1911, S. 46.

schon im Massenkalk. Unter Berücksichtigung der 5 m mächtigen Lehmdecke ist hier immer noch eine Höhe von 280 m zu verzeichnen, und damit liegt die tiefste Stelle der Massenkalkmulde bei Deilinghofen 20 m höher als der HT-Rest oberhalb der Feldhofhöhle. Es wäre also auch hier wiederum eine nach bzw. zur Zeit der Bildung der HT erfolgte Hebung des Gebietes anzunehmen, was das rückläufige Gefälle des HT-Flußtales zwischen Deilinghofen und der Feldhofhöhle erklärt. Nun zeigt aber ein Blick auf die geologische Karte 1 : 25 000, Blatt Iserlohn, daß sich gerade in diesem Gebiet ein von Bruchlinien begrenzter Horst befindet, der gegen die Umgebung hochgepreßt erscheint. Die Bruchlinien beginnen im Balver Wald und lassen sich über das Massenkalkgebiet und Urbecke weiter nach NW hin verfolgen bis in die Schichten des flözleeren Karbons. Da sich dieser Horst gerade in dem Gebiet befindet, in dem für die HT ein rückläufiges Gefälle zu verzeichnen ist, so lassen sich die Verhältnisse gut durch eine vermutlich ruckartige Hebung der Scholle erklären.

Damit erhält man bereits Antwort auf die zweite Frage, welche Ursachen die Laufverlegung bewirkt haben können. Mit dem Beginn der Hebung des gesamten Rheinischen Schiefergebirges im Postmiozän und der damit verbundenen Tieferlegung der Erosionsbasis sank der Grundwasserspiegel besonders im Massenkalkgebiet langsam aber ständig ab. Damit begannen die bis dahin zum großen Teil oberirdisch abfließenden Wasserläufe in den Spalten und Klüften des Massenkalkes zu versickern. Es bildete sich ein unterirdisches Höhlensystem im Niveau des jeweiligen Grundwasserspiegels. Ein oberirdischer Abfluß fand nur zu Zeiten besonderer Wasserführung statt, wenn die Flußschwinden die gesamte Wassermenge nicht zu fassen vermochten. Diese unterirdisch abfließenden Wasser der Hönne dürften wesentlich zur Bildung des Felsenmeeres beigetragen haben. — Die Hebung der Scholle im Raum Deilinghofen steht senkrecht sowohl zum Verlauf des oberirdischen Flußbettes als auch zur Richtung des Höhlensystems. Es wurde also gleichzeitig der oberirdische und der unterirdische Abfluß der Hönne gestört, was notwendig eine Stauung des Grundwassers östlich des Horstes zur Folge hatte.

Im Bereich der Kulm- und Oberdevongesteine, die die Massenkalkmulde umgeben, verlaufen die Verwerfungslinien senkrecht zum Streichen der Schichten. Zahlreiche Quellaustritte sind an diese Bruchlinien geknüpft. Auf dem geologischen Blatt Balve ist im Raum Oberrödinghausen eine Verwerfungslinie verzeichnet, die direkt im Flußtal der Hönne ausmündet. Es besteht daher m. E. die Möglichkeit, daß die im Massenkalk angesammelte Wassermenge hier wieder zutage trat. Das Vorhandensein der Höhle im „Hohlen Stein“ bei Oberrödinghausen steht mit dieser Ansicht in gutem Einklang (vgl. Lipperheide)²⁶⁾. In rückschreitender Erosion wurden dann die Höhen des Kulmbandes durchbrochen, und es erfolgte, eventuell unterstützt durch den Einsturz von Höhlenkanälen, der Durchbruch des Flusses durch die Felsen des Massenkalkes. Das Fehlen jüngerer Terrassen zwischen Haustadt und Oberrödinghausen spricht gleichfalls für die Annahme, daß der Abfluß der Hönne zeitweise durch Höhlenkanäle erfolgt sein muß.

²⁶⁾ Lipperheide, Höhlen, 1923.

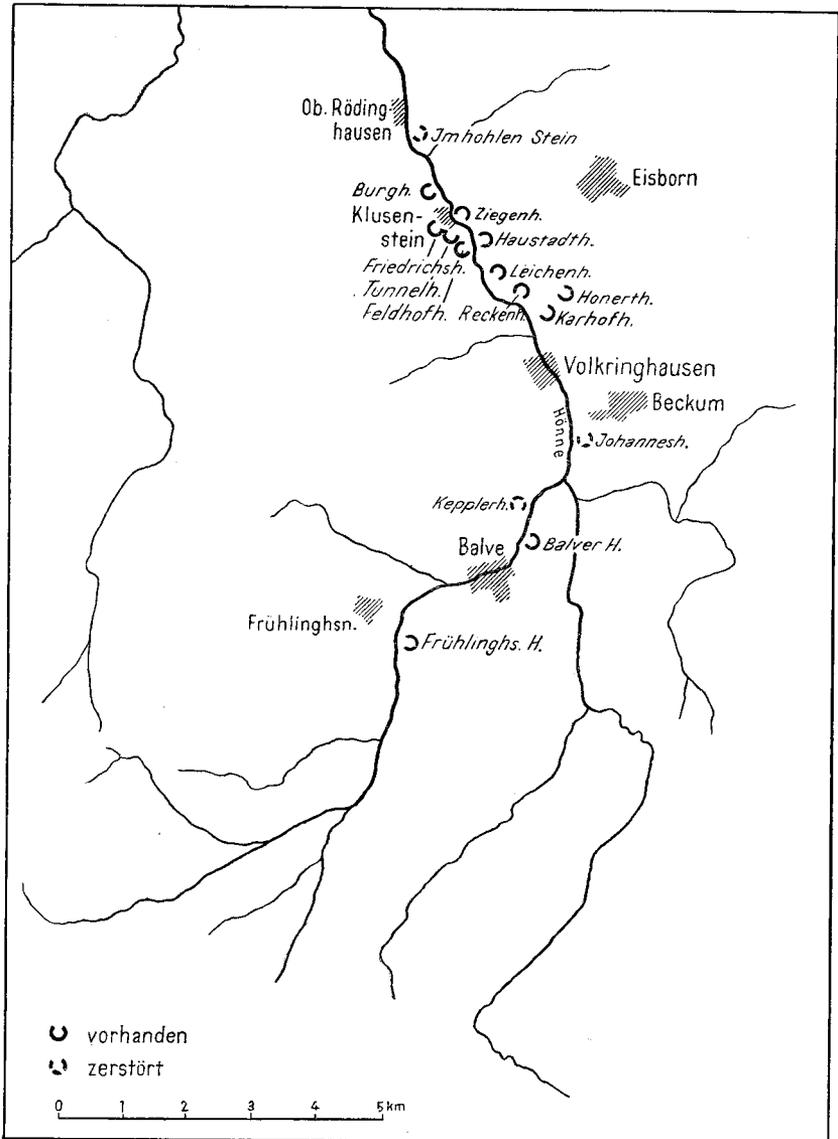


Abb. 5: Höhlen (nach Lipperheide, 1923)

Die ausgedehnten Reste der Hauptterrasse in dieser Gegend wurden abgelagert von dem noch vorwiegend oberirdisch abfließenden Flußlauf der Höhle. Ihre gute Erhaltung jedoch verdanken sie dem Umstand, daß in späterer Zeit hier kein oberirdischer Wasserlauf existierte und damit

eine Ausräumung der Schotter durch Seiten- bzw. Tiefenerosion nicht erfolgte.

Ob nicht zur jüngeren HT-Zeit und evtl. schon sogar früher ein Quellaustritt an der Verwerfungslinie bei Oberrödinghausen erfolgte, kann aus dem Fehlen der HT unterhalb Oberrödinghausen noch nicht geschlossen werden. Der hier entspringende Nebenfluß der HT-Ruhr hatte bis zu seiner Mündung nur einen recht kurzen Lauf, und es ist zu bedenken, daß die Hönne in dem entsprechenden Teil ihres Oberlaufes auch keine HT-Bildungen aufweist.

Zusammenfassend kommen wir zu folgendem Ergebnis.

1. Der Flußlauf der Hönne folgte zur HT-Zeit der Mulde des Massenkalkes und lag somit parallel zur Richtung von Lippe und Ruhr. Die Hönne war zu dieser Zeit ein Nebenfluß der Lenne. Die Einmündung in die Lenne erfolgte etwa in der Gegend Letmathe-Elsey.

2. Mit der Heraushebung des Rheinischen Schiefergebirges sank der Grundwasserspiegel besonders im Massenkalkgebiet erheblich ab. Dadurch versiegten die bis dahin oberirdisch abfließenden Gewässer. Es entstand ein Höhlensystem im Streichen der Schichten, das durch Erdfälle und speziell durch das O-W-gerichtete Felsenmeer bei Sundwig nachzuweisen ist. Der unterirdische, wie auch der episodisch oberirdische Abfluß wurden gestört durch das senkrecht zum Verlauf des Höhlensystems erfolgende Aufsteigen der Scholle im Raum Deilinghofen. Diese Hebung muß ruckartig erfolgt sein, denn mit einer langsamen Hebung hätte die Erosion des unterirdischen Wasserlaufes Schritt gehalten, und es wäre keine Störung der Flußrichtung eingetreten.

3. Durch die Hebung wurde das Grundwasser östlich des Horstes aufgestaut. Die Folge davon war ein Austritt bzw. verstärkter Abfluß durch die vielleicht bereits vorhandene Quelle bei Oberrödinghausen. Von hier aus erfolgte dann in rückschreitender Erosion der Durchbruch durch die Kettenreihe der Kulm- und Oberdevonformationen und die Bildung des klammartigen Tales in den Felsen des Massenkalkes. Der heutige Hönnelauf ist also ein durch Anzapfung entstandenes Verwachungsprodukt von zwei verschiedenen gerichteten, verschiedenen Hauptflüssen tributären und u. U. auch verschiedenen alten Flußläufen.

Da auch die Erosionsbasis des so entstandenen Flusses, die Ruhr, infolge der Schrägstellung der Rheinischen Scholle langsam absank, und da ferner die östlich Deilinghofen vorhandene Grundwassermenge nunmehr nach Klusenstein hin abfloß, ist einzusehen, daß das Höhlensystem heute eine Neigung nach Klusenstein hin aufweisen muß. Die Neigung ist also auf eine nachträgliche Auswaschung und Auflösung des Kalkes zurückzuführen.

In Zusammenhang mit diesen Überlegungen steht die Frage nach der Entstehungszeit der einzelnen Höhlen. Zweifellos dauert die Bildung von Höhlen auch in der Jetztzeit noch an, wie der streckenweise unterirdische Abfluß und der hohe Gehalt an gelöstem Kalk im Wasser der Hönne anzeigen. Umstritten ist jedoch die Frage, ob lediglich nach der Höhenlage des Höhlenbodens eine Altersbestimmung möglich ist. Von Lipperheide sind die bekannten Höhlen des Hönnetales zwischen Früh-

linghausen und Oberrödinghausen zusammenfassend behandelt worden (Abb. 5). Hier werden die Höhlen, da in etwa eine Periodizität in der Höhenlage zu erkennen ist, mit den Ruhrterrassen parallelisiert. Lipperheide nimmt an, daß die in ungefähr 10 m Höhe über dem heutigen Flußlauf befindlichen Höhlen (Frühlinghauser-, Balver-, Keppler-, Johannis- und Reckenhöhle) gleichaltrig sind mit der 10-m-Terrasse der Ruhr, also mit der unteren MT. Analog sollen die in 16—23 m relativer Höhe befindlichen Höhlen der oberen MT und die Höhlen mit einer Höhenlage von über 35 m über dem Flußlauf der HT entsprechen. Dabei muß aber berücksichtigt werden, daß die Bildung der Kanäle, vorausgesetzt, daß es sich um Fluß- und nicht um reine Sickerwasserhöhlen handelt, wie z. B. die Karhofhöhle, zwar im Niveau des Grundwasserspiegels erfolgte, daß jedoch der Stand des Grundwassers in Abhängigkeit steht zu den Schwankungen des Meeresspiegels, die während der Eiszeiten beträchtliche Ausmaße erreicht haben. Das trockene Klima der Glazialzeiten mußte sich überdies direkt auf den Stand des Grundwasserspiegels auswirken, zumal der Niederschlag als Eis und Schnee und durch die Gefronnis im Boden gebunden blieb, also nicht zur Erhöhung des Grundwasserstandes beitragen konnte. Für die Hochglazialzeiten ist also mit einem sehr niedrigen Grundwasserstand zu rechnen, während einem Ansteigen der Temperatur und der Niederschläge auch ein Ansteigen des Grundwasserspiegels entsprechen mußte. Es läßt sich daher m. E. eine Altersdatierung der Höhlen auf Grund der Höhenlage erst dann vornehmen, wenn erwiesen ist, daß der Grundwasserspiegel kontinuierlich bis auf den heutigen Stand abgesunken ist und keinen größeren Schwankungen unterworfen war. Lassen sich indessen keine Beweise dafür erbringen, daß Schwankungen im Grundwasserstand nicht aufgetreten sind, so kann man auf Grund der Höhenlage nicht entscheiden, welche von zwei verschieden hoch gelegenen Höhlen die ältere ist.

Es muß ferner neben der Höhe des Höhlenbodens auch noch die Höhe des gesamten Höhlenraumes berücksichtigt werden, da der Boden — wiederum ein kontinuierliches Absinken des Grundwasserspiegels vorausgesetzt — im Verlauf der Zeit durch Erosion tiefer verlegt ist. So hat z. B. der Boden der Balver Höhle eine Höhe von ungefähr 9 m über dem Fluß. Die Durchschnittshöhe der Höhle selbst beträgt insgesamt 11 m, Das ergibt eine Gesamthöhe von 20 m über dem Hönnespiegel. Die Höhlenbildung begann damit zu einer Zeit, als der Grundwasserspiegel 20 m höher lag als der heutige Hönnelauf. Daraus folgt, daß die Höhle ein größeres Alter besitzen muß als die obere MT, die hier eine relative Höhe von ungefähr 18 m besitzt. Folglich ist die Höhe nicht zu parallelisieren mit der unteren MT.

Eine einwandfreie Methode zur Bestimmung des Alters der Höhlen würde sich ergeben, wenn die verschiedenaltrigen Flußterrassen Unterschiede in der Schotterführung aufweisen würden. Da jedoch, wie bereits ausgeführt, keine Differenzierungen in der Ausbildung der Schotter der verschiedenen Terrassen zu erkennen sind, entfällt die Schotteranalyse zur Altersbestimmung der Höhlen im Hönnetal.

Nach Lipperheide enden die Höhlen ausnahmslos in einem steilen, z. T. senkrecht nach oben führenden Gang, unter dem sich fast immer ein Strudeloch befindet, d. h. daß das Wasser des in größerer Höhe befind-

lichen Flusses durch diesen Gang herabstürzte und dann im Grundwasserniveau abfloß. Das Flußtal befand sich also in der Höhe der Flußschwinde. Damit lassen sich aus der relativen Höhe der Flußschwinden Rückschlüsse auf das Alter der zugehörigen Höhle gewinnen. Diese Altersbestimmung kann sich indessen lediglich auf die Angabe eines Mindestalters beziehen, da ja auch durch Erosion die Höhe der Flußschwinde tiefer verlegt sein kann.

Die Höhlen sind also altersmäßig zu parallelisieren mit den Terrassen, in deren Niveau sich die Flußschwinden und nicht der Höhlenboden befindet. Lipperheide macht leider keine Angaben darüber, wie hoch bei den einzelnen Höhlen des Hönnetales die steil bzw. senkrecht nach oben führenden Gänge sind. Bei der Behandlung der Feldhofhöhle ist allerdings angegeben, daß die Höhle nach Süden hin zur Oberfläche ansteigt. Sie liegt 36,7 m über dem heutigen Flußspiegel. Daraus allein muß schon gefolgert werden, daß sie zur Zeit der Bildung der MT vorhanden war, da die Hönne bereits in einem tieferen Niveau floß. Gleiches gilt natürlich für die Ziegenhöhle mit 45 m relativer Höhe. Von Interesse sind in diesem Zusammenhang lediglich die Höhlen, die geringere relative Höhe besitzen als die HT, die sich also im MT-Niveau und darunter befinden.

Die Felswand mit der Feldhofhöhle enthält noch zwei weitere Höhlen: die Tunnelhöhle, 20 m über der Hönne und 16 m unterhalb der Feldhofhöhle und die Friedrichshöhle, die 24 m über der Hönne und 12 m unter der Feldhofhöhle liegt. „Da die Felssohlen“ (beider Höhlen) „in der Richtung zur Feldhofhöhle verlaufen und in ihrer Erstreckung eine starke Neigung aufweisen, kann man schließen, daß die Spalten in der Feldhofhöhle münden“ (Lipperheide). Danach wären die Höhlen von einem Flußlauf gebildet worden, der durch die Feldhofhöhle in ein tieferes Niveau floß. Der dem unterirdischen Flußlauf durch die Feldhofhöhle entsprechende oberirdische Fluß ist aber die HT-Hönne. Also müßten die in 24 bzw. 20 m relativer Höhe liegenden Höhlen unterhalb der Feldhofhöhle auch bereits zur HT-Zeit entstanden sein, in Abhängigkeit zu den Schwankungen des Grundwasserspiegels. Ob allerdings die Tunnel- oder die Friedrichshöhle die ältere von beiden ist, läßt sich aus den Angaben, daß die Spalten beider Höhlen in der Feldhofhöhle ausmünden, nicht entscheiden. Man kann erst dann die Friedrichshöhle als die ältere von beiden ansprechen, wenn erwiesen ist, daß die Tunnelhöhle über die Friedrichshöhle mit der Feldhofhöhle in Verbindung steht.

Zusammenfassend läßt sich also auf Grund der Überlegungen bezüglich aller Höhlen des Hönnetales folgendes feststellen. Eine grobe Bestimmung des Mindestalters der Höhlen kann zwar aus der Höhenlage des Höhlenbodens gewonnen werden, denn die Bildung der entsprechenden Höhle war abgeschlossen zu einer Zeit, da sich der Flußlauf bereits in einem Niveau befand, welches tiefer liegt als der Höhlenboden. Damit ist aber keine genaue Altersdatierung gegeben. Es muß mit Schwankungen des Grundwasserspiegels, in dessen Höhe die Höhlenbildung erfolgte, gerechnet werden. Daher ist also eine Parallelisierung von Terrassen und Höhlen lediglich nach der Höhenlage der letzteren nicht möglich.

Ist dagegen die relative Höhe der zur Höhle gehörenden Flußschwinde bekannt bzw. festzustellen, so ist das Alter der Höhle gleichzusetzen mit

dem des Flußtales, in dessen Niveau sich die Flußschwinde befindet. Trifft die Annahme Lipperheides zu, daß die Spalten sowohl der Tunnel- als auch der Friedrichshöhle in der Feldhofhöhle ausmünden, so müssen diese drei Höhlen alle zur HT-Zeit gebildet worden sein, wenn auch die Tunnel- und Friedrichshöhle jünger sind als die Feldhofhöhle. Bezüglich der übrigen Höhlen sind leider keine Angaben über die Höhenlage der Einstrudelungskanäle vorhanden. Deshalb ist ohne eine neue Untersuchung eine Altersbestimmung derselben nicht möglich.

IV. Zusammenfassung und Ergebnisse

1. Nach der Geländeform und der Verbreitung der Terrassen läßt sich das Flußtal der Hönne in vier Abschnitte einteilen. In dem flachen Muldental oberhalb Balve wirken die Verebnungsflächen der MT landschaftsbestimmend. Haupt- und Niederterrasse haben bezüglich der Geländeform keine Bedeutung.

Für den Abschnitt zwischen Balve und Haustadt ist ein vielfach asymmetrisch ausgebildetes Tal charakteristisch. Es sind Reste sämtlicher Terrassen vorhanden. Die Vorkommen der NT und MT befinden sich beiderseits des heutigen Flußlaufes, die HT ist nur links der Hönne auf dem Massenkalkplateau nachweisbar.

Zwischen Haustadt und Oberrödinghausen nimmt das Gefälle des Flusses zu. Die Hönne hat hier in einem klammartigen Tal die Felsen des Massenkalkes durchbrochen. Reste der NT und MT fehlen vollkommen, dagegen sind die Vorkommen der HT auf der Massenkalkhochfläche beiderseits des Tales gut erhalten.

Das Tal der Hönne von Oberrödinghausen an hat erhebliche Breite. Die umgebenden Höhen fallen durchweg mit einer Steilkante zur Talsohle ab, so daß eine flache Kastenform des Tales entsteht. In diesem Flußabschnitt sind die z. T. geringen Reste der MT durch Talleisten und Schotterflächen nachweisbar. Die Ausfüllung des Talbodens besteht vornehmlich aus Niederterrassenschottern.

2. Die NT und MT sind eng an den heutigen Flußlauf gebunden und weisen einen konstanten Abstand von der Talsohle auf. Die HT dagegen divergiert von Volkringhausen an flußabwärts sehr stark. Sie ist unterhalb Oberrödinghausen bis zur Mündung nicht mehr vorhanden. Diese Tatsache läßt auf eine Laufverlegung der Hönne schließen. Es wurde, belegt durch Schotterfunde, der Beweis erbracht, daß die Hönne zur HT-Zeit von Klusenstein an in W- bzw. WSW-Richtung floß und dabei der Mulde des Massenkalkes folgte. Die auf den geologischen Karten verzeichneten d_1 -Reste auf dem Massenkalkplateau lassen sich damit als HT-Vorkommen der Hönne und ihrer Nebenflüsse deuten. Dieser O-W gerichtete Fluß mußte nach der Geländeform und den Schottervorkommen zu urteilen, ein Nebenfluß der Lenne sein, dessen Mündung etwa in der Gegend von Letmathe-Elsey zu suchen ist.

3. Die Laufverlegung hatte tektonische Ursachen. Sie war bedingt:

a) durch die Schrägstellung des Rheinischen Schiefergebirges und das damit verbundene Absinken des Grundwasserspiegels speziell im Kalkgebiet,

b) durch die lokale Hebung einer kleinen Scholle senkrecht zum Verlauf des Flusses und des unterirdischen Höhlensystems. Das Aufsteigen dieses Horstes bei Deilinghofen erklärt die Aufwölbung der HT zwischen Sundwig und Klusenstein.

4. Die Verwerfungslinien, an denen häufig Quellaustritte erfolgen, verlaufen in der Gegend von Oberrödinghausen von SO nach NW, senkrecht zum Streichen der Schichtung und sind damit parallel dem Lauf der Hönne. Da überdies eine dieser Verwerfungslinien (vgl. Geologisches Blatt Balve) im Tal der Hönne ausmündet, ist die Vermutung berechtigt, daß hier evtl. schon zur HT-Zeit ein Nebenfluß der Ruhr existierte, der in rückschreitender Erosion, der Bruchlinie folgend, die Kettenreihe der Kulm- und Oberdevongesteine durchbrach und die im Massenkalk vorhandene Grundwassermenge nunmehr zur Ruhr hin ableitete. Die heutige Richtung der Hönne ist damit auf Anzapfung von seiten eines kleinen Nebenflusses der Ruhr zurückzuführen. Die Bildung des Tales zwischen Haustadt und Oberrödinghausen ist evtl. unterstützt worden durch den Einsturz von Höhlenkanälen.

5. Die zahlreichen Höhlen im Hönnetal sollen nach Ansicht von Lipperheide zu identifizieren sein mit den in entsprechender Höhenlage befindlichen Terrassen. Diese Ansicht kann ich, da mit Schwankungen des Grundwasserspiegels während der Eiszeit gerechnet werden muß, nicht teilen. Vielmehr sind die Höhlen altersmäßig gleichzusetzen mit den Terrassen, in deren Niveau die Einstrudelungskanäle ausmünden. Bezüglich der Höhenlage der entsprechenden Flußschwinden sind noch keine Untersuchungen angestellt worden. Lipperheide gibt lediglich an, daß die Spalten der Tunnel- und Friedrichshöhle in der Feldhofhöhle ausmünden. Trifft diese Angabe zu, so sind Tunnel- und Friedrichshöhle ebenso wie die Feldhofhöhle zur HT-Zeit entstanden. Daraus ergibt sich, daß für diese Zeit mit einem Absinken des Grundwasserspiegels von wenigstens 16 m gerechnet werden muß, wenn auch die Grundwasserschwankung ein geringeres Ausmaß gehabt haben wird, da, bedingt durch die langsame Hebung des Rheinischen Schildes, der ursprüngliche Stand wohl nicht wieder erreicht wurde.

Literatur

- Fuchs, A.: Erläuterungen zum geologischen Blatt Altena. Berlin 1923.
- Fuchs, A.: Erläuterungen zum geologischen Blatt Iserlohn. Berlin 1911.
- Goebel, F.: Die Morphologie des Ruhrgebietes. Verh. d. Naturhist. Ver. d. Rheinl. u. Westf. 73, Bonn 1918.
- Gruppe, O.: Die Flußterrassen des Wesergebietes und ihre Altersbeziehungen zu den Eiszeiten. Z. d. dtsh. geol. Ges. 1912.
- Krusch, P.: Erläuterungen zum geologischen Blatt Menden. Berlin 1911.
- Kühne, F.: Erläuterungen zum geologischen Blatt Neheim. Berlin 1938.
- Kukuk, P.: Geologie des Niederrheinisch-Westfälischen Steinkohlengebietes. Berlin 1938
- Lipperheide, C.: Die Höhlen des Hönnetales. Diss. Münster 1923.
- Müller-Wille, W.: Die Naturlandschaften Westfalens, Westf. Forschg. V, Münster 1942.
- Soergel, W.: Die Ursachen der diluvialen Aufschotterung und Erosion. 1921.
- Neumann, G. K. L.: Fragen zum Problem der Großfaltung im Rheinischen Schiefergebirge. Z. d. Ges. f. Erdk. Berlin 1935.
- Paeckelmann, W.: Erläuterungen zum geologischen Blatt Balve. Berlin 1938.
- Steinmann, G.: Die diluvialen Ruhrterrassen und ihre Beziehung zur Vereisung. Verh. d. Naturhist. Ver. d. Rheinl. u. Westf., Bonn 1925.
- Woldstedt, P.: Das Eiszeitalter. Stuttgart 1929.

Karten

- Meßtischblätter Altena, Balve, Iserlohn, Menden, Neheim, Plettenberg.
- Reichskarte 1 : 100 000, Großblatt 83.
- Geologische Spezialkarte 1 : 25 000, Blätter Altena, Balve, Iserlohn, Menden, Neheim, Plettenberg.
- Geologische Karte 1 : 100 000, nördliches Sauerland-Bergisches Land (A. Fuchs).

HERMANN HAMBLOCH

Naturräume der Emsandebene

mit 6 Abbildungen

Inhalt

I. Objekt und Aufgabe	37
II. Analyse und Beschreibung	41
Untergrund und Relief S. 41, Hydrographie und Standort- qualität S. 46	
III. Synthese und Gliederung	53
Literatur	57

Abbildungen

1. Lage des Untersuchungsgebietes	38
2. Schichten und Ablagerungen	42
3. Geländeformen	44
4. Bodenfeuchtigkeit	48
5. Die natürlichen Standorte	Anhang
6. Kleinste Naturräume	54

I. Objekt und Aufgabe

Das Untersuchungsgebiet ¹⁾ ist ein Ausschnitt aus dem Bereich der Meßtischblätter Nr. 3915 (Bockhorst), Nr. 3916 (Halle/Westf.), Nr. 4015 (Harsewinkel) und Nr. 4016 (Gütersloh). In der naturlandschaftlichen Gliederung Müller-Willes gehört es zum Ostmünsterland ²⁾. Ausgenommen ist dabei die südwestliche Ecke, die in das Kernmünsterland ragt, und ein Stück des Bielefelder Osnings im Nordosten. Als das ehemalige Reichsamt für Landesaufnahme den Gedanken der naturlandschaftlichen Gliederung in der Absicht aufgriff, sie für alle Teile Deutschlands durchzuführen, ersetzte man in den Richtlinien für die Bearbeiter den Begriff der Naturlandschaft durch den der naturräumlichen Einheit ³⁾. Nach dem Kriege wurde die begonnene Arbeit in Westdeutschland vom Amt für Landeskunde weitergeführt, und 1954 erschien die Karte der naturräumlichen Gliederung Deutschlands im Maßstab 1:1 000 000, in der das Ostmünsterland eine Haupteinheit darstellt. Im Rahmen der Geographischen Landesaufnahme 1:200 000 werden diese Haupteinheiten in kleinere Naturräume aufgespalten. Die Topographische Übersichtskarte des Deutschen Reiches dient dabei als Grundlage. Abgesehen von den bisher bearbeiteten Blättern liegt aber noch eine Reihe weiterer Untergliederungen von Haupteinheiten vor, wobei meist spezielle Probleme und Fragestellungen eine Rolle spielen ⁴⁾. Für das Ostmünsterland erscheint eine derartige Untersuchung insbesondere aus methodischen Gründen reizvoll. Muß doch hier die naturräumliche Gliederung, die im allgemeinen die Bedeutung der Oberflächenformen stark betont, in einem sehr schwach reliefierten Gelände durchgeführt werden. Der Begriff „naturräumliche Einheit“ wird im Folgenden vermieden und stets durch „Naturräume“ ersetzt; denn Räume lassen sich differenzieren, während dies dem Wesen der Einheit widerspricht (Abb. 1).

Die Differenzierung kann bei dem gemäßigten humiden Naturraum der Nordhalbkugel beginnen und über das mitteleuropäische Tiefland zur Westfälischen Tieflandsbucht und weiter zu deren Naturräumen absteigen. Es kann aber auch eine Integration von kleineren zu immer größeren Räumen vorgenommen werden ⁵⁾. Die differenzierende und die integrierende Methode schließen sich gegenseitig nicht aus; denn so wie eine erste Gliederung allein aus der umfassenden Kenntnis des gesamten Raumes erfolgt, wird die endgültige Festlegung von Grenzen das Ergebnis einer Überprüfung sein, die, vom Inhalt des umgrenzten Gebietes ausgehend, bei den kleinsten Räumen beginnt.

1) Gekürzte Dissertation, die im Geographischen Institut der Universität Münster auf Anregung von Herrn Professor Dr. Müller-Wille entstand und von der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät angenommen wurde. Tag der mündlichen Prüfung war der 26. Juli 1956.

2) Müller-Wille, Naturlandschaften Westfalens, 1942.

3) Landeskundliche Darstellungen zu den Blättern der Topographischen Übersichtskarte des Deutschen Reiches, 1943.

4) Paffen, Natürliche Landschaft, 1953. Weitere Arbeiten s. Meynen, Handbuch, 1953, S. 18—31.

5) Paffen, Ökologische Landschaftsgliederung, 1948.

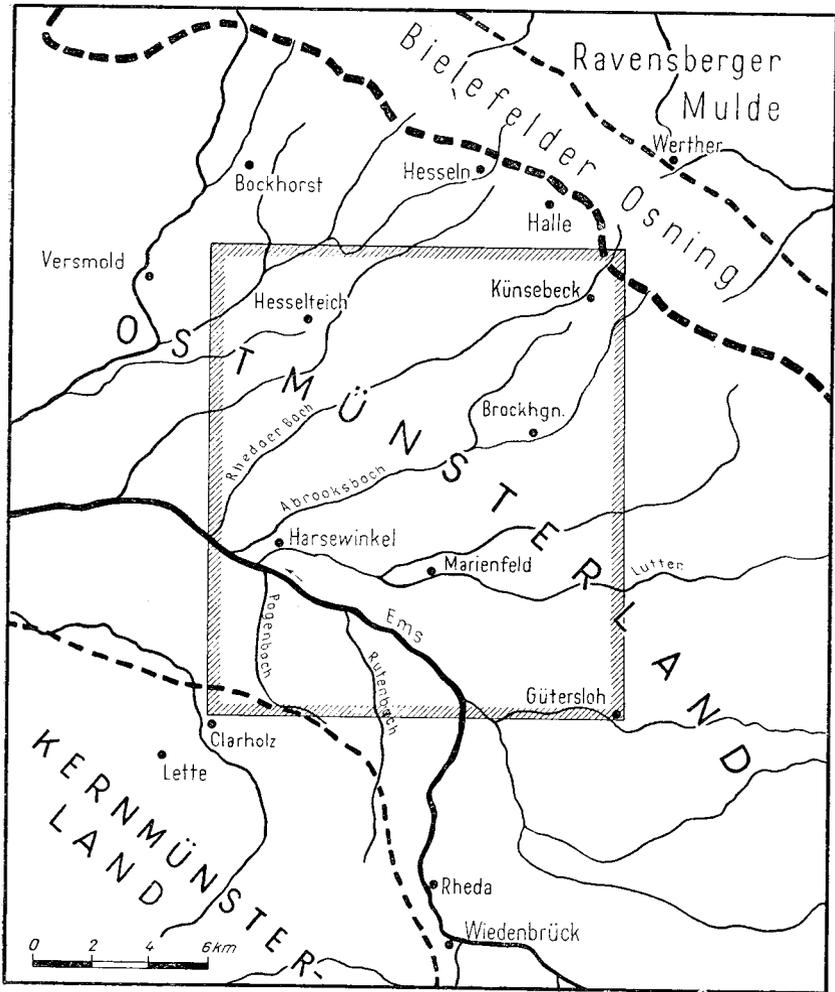


Abb. 1: Lage des Untersuchungsgebietes

Bei der Differenzierung taucht indessen die Frage auf, wie weit sie getrieben werden kann. Sicherlich hängt es nicht nur von der Flächengröße eines Gebietes ab, ob dieses als kleinster Naturraum gefaßt wird. Vielmehr soll ja die Abgrenzung nach dem Gesamtcharakter der Landesnatur vorgenommen werden⁶⁾. Das bedeutet ein Doppeltes: einmal die Homogenität der physiogeographischen Ausstattung eines Raumes, zum andern die Verschiedenheit benachbarter Räume in Zügen, die den Gesamtcharakter entscheidend bestimmen; denn andernfalls wäre eine zur Grenzziehung zwingende Differenzierung nicht gegeben.

⁶⁾ Schmithüsen, Einleitung im „Handbuch“, 1953, S. 5.

Die Untergliederung eines Naturraumes in Teilräume gelingt also nur, wenn diese, soweit sie benachbart sind, charakteristische Unterschiede in ihrer physiogeographischen Struktur aufweisen. Die endgültige Entscheidung darüber, wo ihre Grenzen liegen, kann daher nur auf Grund einer Detailuntersuchung erfolgen. Sie liefert gleichzeitig das Kriterium dafür, ob der Naturraum noch in kleinere, untereinander verschiedene zerfällt, oder in immer wiederkehrende Typen und Gruppen von Strukturelementen, bei denen es sich um nichts anderes handelt als um die Fliesen Schmithüsens⁷⁾, ein Begriff, der in jüngster Zeit immer mehr mit dem des Physiotopten gleichgesetzt wird.

Im Folgenden erfährt Schmithüsens Definition eine Abwandlung, wenn es heißt: Physiotope sind die Strukturelemente kleinster Naturräume, topographische Bereiche, die auf Grund der Gesamtwirkung ihrer physiogeographischen Ausstattung in ihrer ökologischen Standortqualität annähernd homogen sind. Demgegenüber lautet die Definition bei Schmithüsen⁸⁾: „Fliesen sind die naturräumlichen Grundeinheiten der Landschaft . . .“, im weiteren bleibt sie unverändert.

Für die abweichende Formulierung sind mehrere Gedanken leitend. Einmal soll für die Physiotope der Begriff der naturräumlichen Grundeinheit vermieden werden. Zwar treten sie in einem charakteristischen Gefüge zu einem kleinsten Naturraum zusammen, und Räume dieser Größenordnung bilden wieder das Gefüge der nächsthöheren. Indessen, die Physiotope sind ihrem Wesen nach Typen, die kleinsten Naturräume aber bereits Individuen. Die Westfälische Tieflandsbucht, das Ostmünsterland, die Senne oder die Emstalung tragen unwiederholbare, mithin individuelle Züge. Der Typ eines Physiotopten aber kann sich in den Grenzen eines solchen Raumes beliebig oft wiederholen. Als Charakteristikum der „Kleinlandschaft“ stellt auch Troll dies Zerfallen in Standortseinheiten dar, die ökologisch homogen sind und im Gefüge wiederholt vorkommen⁹⁾. Der Übergang vom Physiotop zum Naturraum ist also der Übergang vom Typischen zum Individuellen. Daher erscheint es sinnvoll, diesen Schnitt auch begrifflich herauszustellen.

Ferner ist aus der Definition der Begriff Landschaft entfernt worden, als deren kleinste Einheiten die Physiotope z. B. noch bei Fraling bezeichnet werden¹⁰⁾. Einheiten, die ein Ganzes aufbauen, sind aber in ihrem Inhalt auch vom Inhalt des Ganzen her bestimmt. Physiotope sind jedoch nur Elemente eines Naturraumes, Landschaftszellen müßten m. E. auch nach anthropogeographischen Gesichtspunkten differenziert sein. Zweifellos treten bei der Gliederung eines Raumes in (Kultur-) Landschaftszellen sachlich wie methodisch ungleich größere Schwierigkeiten auf als bei der physiotopischen Gliederung. Schmithüsen hielt jene daher 1949 bei dem damaligen Stand der landeskundlichen Forschung noch für unmöglich¹¹⁾. Für den Ennepe-Ruhr-Kreis machte v. Kürten den Versuch einer Differenzierung¹²⁾. Ausgehend von den Grenzproblemen, die schon Granö, Maul und Passarge untersuchten, ent-

7) Schmithüsen, Fliesengefüge, 1948.

8) Schmithüsen, Fliesengefüge, 1948, S. 79.

9) Troll, Die geographische Landschaft, 1950.

10) Fraling, Lahntalung, 1950, S. 5.

11) Schmithüsen, Grundsätze der naturräumlichen Gliederung, 1949.

12) v. Kürten, Ennepe-Ruhr-Kreis, 1954.

wickelte dann Windler eine Methodik der Landschaftsgliederung, deren Berücksichtigung aller, auch der kulturgeographischen Elemente, einen Schritt vorwärts bedeutet¹³⁾.

Für die Abgrenzungsfragen bei Physiotope ist der unveränderte Teil der Physiotope-Definition, nämlich die Verknüpfung der „Gesamtwirkung der physio-geographischen Ausstattung“ mit der „ökologischen Standortqualität“ von großer Wichtigkeit. Denn erst dadurch, daß der Physiotope als ein annähernd homogener Standort definiert wird, ist die Möglichkeit gegeben, zur Festlegung seiner Grenzen neben den Fakten des „abiotischen Seinsbereiches“ (Paffen, 1953) auch andere Grenzbildner heranzuziehen: an der Schwelle zum Organischen stehend den Bodentyp, der Rückschlüsse auf die Verbreitung von natürlichen Pflanzengesellschaften zuläßt, vor allem aber standortsgebundene Florenelemente.

Freilich gelingt die Feldkartierung von Standorteinheiten nicht immer¹⁴⁾, so daß hier und da die Grenzgürtelmethode, wie Schultze sie anwendet, helfen muß¹⁵⁾. Um die Physiotope eines Raumes kartographisch fixieren zu können, bleibt daher die Kartierung der physio-geographischen Fakten unerläßlich. Der erste Schritt ist also ein rein analytischer. Die physiotope Gliederung ergibt sich dann aus der Synthese bestimmter grenzbildender Erscheinungen und Kräfte.

Nun hat sich immer wieder erwiesen, daß die Bodenplastik eine wichtige Rolle spielt. Auch in einem schwach reliefierten Gebiet zeigt sich, wenn auch nicht die Dominanz, so doch die unabdingbare Bedeutung der Oberflächenformen. Nicht nur wegen der physiognomisch starken Wirkung, sondern auch wegen der Bedeutung für die Ökologie (Wasser- verhältnisse, Hangneigung, Exposition) erscheint es daher gerechtfertigt, von der Bodenplastik als einem ersten ordnenden Prinzip her bestimmte kleinräumige Typen auszusondern. So wenig das aber wegen der Berücksichtigung nur eines Faktums eine Synthese ist, so wenig handelt es sich bei einer bodenplastischen Differenzierung bereits um eine physiotope Gliederung. Um sie zu erhalten, muß wenigstens ein weiteres Ordnungsprinzip hinzukommen. Im Hinblick auf die Standortqualität wird das im allgemeinen die Bodenart oder die Bodenfeuchtigkeit sein.

Von entscheidender Bedeutung für die Abgrenzung der Physiotope ist die Genauigkeit der Kartierung von Standorteinheiten einerseits und der Analyse physio-geographischer Fakten andererseits. Jedoch liefert auch gerade die eingehendste Analyse meist Grenzsäume, in denen die Grenzen der Physiotope verlaufen und nicht ohne Willkür linear festgelegt werden können. So bleibt ein Rest von Subjektivität bei jeder Gliederung bestehen. Liegt dann jedoch die Karte der Physiotope eines Raumes vor, so ist die Interpretation des Gefüges die zweite Aufgabe; denn jede Physiotopkarte läßt ein bestimmtes Gefüge der „Strukturelemente“ erkennen, das sich ändert, wenn die Grenzen eines Natur- raumes überschritten werden. Es wird einmal durch die auftretenden Physiotypen, zum andern durch ihr räumliches Zueinander bestimmt.

¹³⁾ Windler, Geographische Grenzziehung, 1954.

¹⁴⁾ Vgl. Schultze, Raumgliederung in naturbedingten Landschaften, 1956, und das Nachwort von Meynen zu diesem Aufsatz.

¹⁵⁾ Schultze, Naturbedingte Landschaften, 1955, S. 28.

II. Analyse und Beschreibung

Untergrund und Relief. Die Lage des Untersuchungsgebietes am Rande der Westfälischen Bucht spiegelt sich im geologischen Aufbau wider¹⁾. Im allgemeinen bilden die ungestört lagernden Schichten der oberen Kreide den tieferen Untergrund. Nur randlich treten sie im NO steil aufgebogen zutage. Dabei bleiben Emscher und oberstes Turon von diluvialen Ablagerungen überdeckt. Die schmale Egge, die mit Höhen bis zu 235 m ü. N.N. noch zum Untersuchungsgebiet gehört, wird gegen den Hauptzug des Osnings durch eine Einsattelung abgetrennt. Mergel und Pläner des Cenomans bauen den nach NO exponierten Hang auf, der sich zu dieser Einsattelung neigt. Sie werden von kammbildenden Kalkschichten abgelöst. Der graue bröckelige Mergel mit seiner tonig verwitterten Oberkrume und der graue Wasserkalk des Pläners stehen im Gegensatz zum weißen Fettkalk des obersten Cenomans, der die Grundlage der Künsebecker Kalkindustrie bildet. Die Klüftigkeit des Gesteins ist besonders groß im Pläner und Kalk. Die Labiatius-Schichten des untersten Turons sind ebenfalls graue Mergel, darüber liegen die festeren Kalke der Lamarcki-Schichten, die aber als Kammbildner in viel geringerem Maße in Frage kommen als die Cenomankalke. Endlich folgen die mergeligen Scaphitenschichten (Abb. 2).

Saaleeiszeitliche Vorschüttsande, mit Plänerschottern aus dem Osnung durchsetzt, lagern im tieferen Untergrund des Flachlandes. Ob hier im Gebiet des nordwestlichsten Senneausläufers ähnliche Verhältnisse herrschen wie zwischen Augustdorf und Haustenbeck, bleibt noch zu untersuchen. Dort fand Lotze, daß die Vorschüttsande der Saaleeiszeit nicht direkt dem Emscher aufgelagert sind, sondern ältesten pleistozänen Sanden der „unteren Folge“²⁾. Im gesamten Flachland, der Egge nach Südwesten vorgelagert, stehen flächenhaft jüngere diluviale Ablagerungen an, unterbrochen nur vom Alluvium der Bachläufe und Dünen.

Die Vorschüttsande sind völlig, die Ablagerungen der Grundmoräne der Saalevereisung weitgehend von den Massen der Nachschütt- und Talsande überdeckt; doch sind diese an einigen Stellen soweit abgetragen, daß der Geschiebemergel zutage tritt. Er enthält sowohl nordische Geschiebe als auch Gerölle des Osnings und ist durch starke Auslaugung des Kalkgehaltes gekennzeichnet. Die Mächtigkeit der Grundmoräne beträgt stellenweise bis zu 15 m. Die Vermutung liegt nahe, daß sie, von den kartierten Vorkommen abgesehen, weite Flächen unter den Nachschüttsanden einnimmt. Bei diesen von den Schmelzwässern während des Osninghaltes abgelagerten Sanden und Kiesen unterscheidet Mestwerdt den eigentlichen Sander von einer Einebnungsstufe. Ersterer, zwischen 110 m und 150 m ü. N.N. als breites Band der Egge vorgelagert, besteht aus z. T. über 15 m mächtigen Lagen von Sanden, die ziemlich kies- und geröllfrei sind. Die Abtragung hat dann vermutlich schon am Ende der Saaleeiszeit begonnen. Parallel mit der rückschreitenden Erosion der

1) Die Beschreibung der geologischen Verhältnisse stützt sich neben eigenen Beobachtungen vor allem auf Mestwerdt, Erl. z. Geol. Karte, Blatt Halle (Westf.), 1921, ferner auf die unveröffentlichten Kartierungen der MTB Bockhorst, Harsewinkel und Gütersloh, die mir Herr Prof. Dr. E. Mückenhausen, Krefeld, freundlicherweise zugänglich machte.

2) Lotze, Sennediluvium, 1951, S. 97.

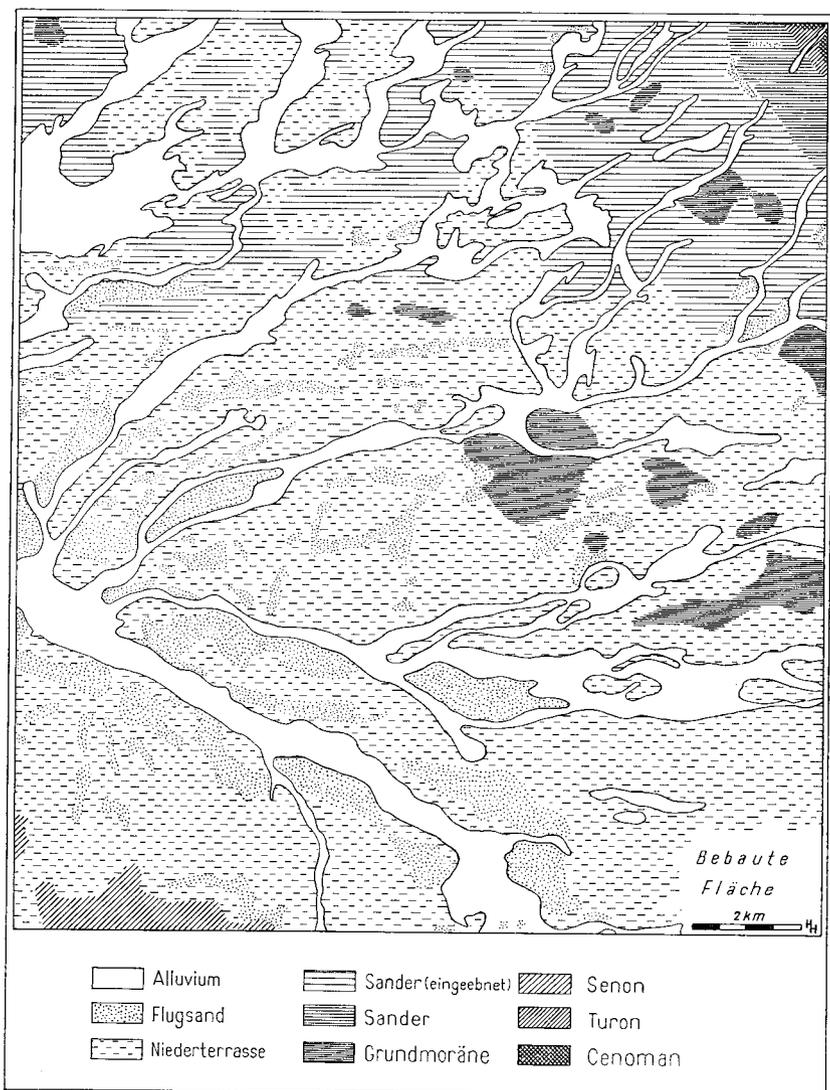


Abb. 2: Schichten und Ablagerungen

(nach A. Mestwerdt u. unveröff. Blättern des Geolog. Landesamtes, Krefeld)

Bäche ist die Einebnungsfläche immer weiter in Richtung zum Osnig ausgedehnt worden. Vom Sander unterscheidet sie sich einmal durch die geringere Mächtigkeit, zum andern durch eine leicht humose Oberfläche.

Die Grenze zwischen dem geschlossenen Verbreitungsgebiet der Einebnungsstufe des Sanders gegen die Talsande der „großen Emsterrasse“

folgt ungefähr der 85-m-Isohypse. Hesemann hat gezeigt, daß diese Terrasse weichseleiszeitlichen Alters und damit als Niederterrasse anzusprechen ist³⁾. Der Sander hat ursprünglich weiter gereicht, wie die eingeebneten Reste beweisen, die bis in die Hesselbachniederung zu verfolgen sind. Links der Ems sind ältere Schichten durch Abtragung der Niederterrasse nur am Südwestrand des Gebietes herauspräpariert worden, wo Geschiebelehm auf den obersten Schichten des Senons lagert, die hier als tonige Mergel ausgebildet sind. Die weite Fläche der Emsandebene hat im Untersuchungsgebiet eine Höhenlage zwischen 60 m und 85 m ü. N.N.

Jüngere Ablagerungen als die Sande der Niederterrasse sind sowohl äolischer wie fluvialer Art. Ältere, späteiszeitliche Flugsanddecken finden sich zu beiden Seiten der Ems. Vielfach leichte Bodenwellen bildend, dienten sie früh als Ackerland und tragen heute z. T. eine mittelstarke Plaggenauflage. Jüngere nacheiszeitliche Flugsanddecken sind nicht nur im Bereich des Dünengehügels anzutreffen. Geringmächtige Ablagerungen finden sich südlich des Rhedaer Baches in der Beller Mark, ihr Verbreitungsgebiet ist ausgedehnter als das der Dünen. Diese treten besonders am rechten Emsufer in Erscheinung. Indessen sind die mit der genauen Datierung der Dünen zusammenhängenden Fragen nicht restlos geklärt.

Die heutigen Bachläufe sind begleitet von alluvialen Ablagerungen, bei denen Sand, Kies, Ton und Humusschichten abwechseln. Derartige Ablagerungen finden sich auch dort, wo als Folge von Begradigungen jetzt kein Wasserlauf mehr vorhanden ist, sie zeigen das Überschwemmungsgebiet der Bäche vor der Regulierung an. In der Hochwasseraue der Ems sind nach den Regulierungs- und Meliorationsarbeiten die Kolke, Altwasserschlingen und Sumpfstellen verschwunden. Einige Moorniederungen im übrigen Bereich tragen eine Oberschicht aus Torf und humosen Sanden des Alluviums.

Die Bodenarten der Sandgruppe dominieren im Untersuchungsgebiet. In den von Sander-, Talsand- und Flugsandflächen überdeckten Teilen treten reine Sandböden, längs der Bäche und in den Emswiesen anlehmgige bis lehmige Sande auf. Anmoorige Stellen sind ebenfalls übersandet, und lediglich dort, wo die Grundmoräne verwittert und im Oberboden entkalkt ist, kommen Böden der Lehmgruppe vor, allerdings ohne daß die Bodengüte merklich variiert. Sie übersteigt im allgemeinen nicht die geringen Werte, die mit Bodenzahlen unter 35 charakterisiert sind. Im äußersten Südwesten ist allerdings eine deutliche Grenze festzustellen. Hier, im Bereich der feinsandigen schwarzbraunen Lehme über den tonig mergeligen Schichten des Senons, ist auch die Bodengüte erheblich besser, die Bodenzahlen steigen bis 45. Dadurch gewinnt die Bodenart für die Standortqualität und für die Abgrenzung der Physiotope zum ersten Mal an Bedeutung, die Grenze zum Kernmünsterland ist erreicht. Lehmige Böden herrschen auch vor an den Hängen und auf den Kuppen und Rücken der Egge. Das Gebiet der geschlossenen Lehmverbreitung im NO deckt sich jedoch nicht mit dem der anstehenden Kreide. Der steinige, aus Mergeln und Kalkstein entstandene Verwitterungsboden er-

³⁾ Hesemann, Große Emsterrasse im Münsterland, 1950.

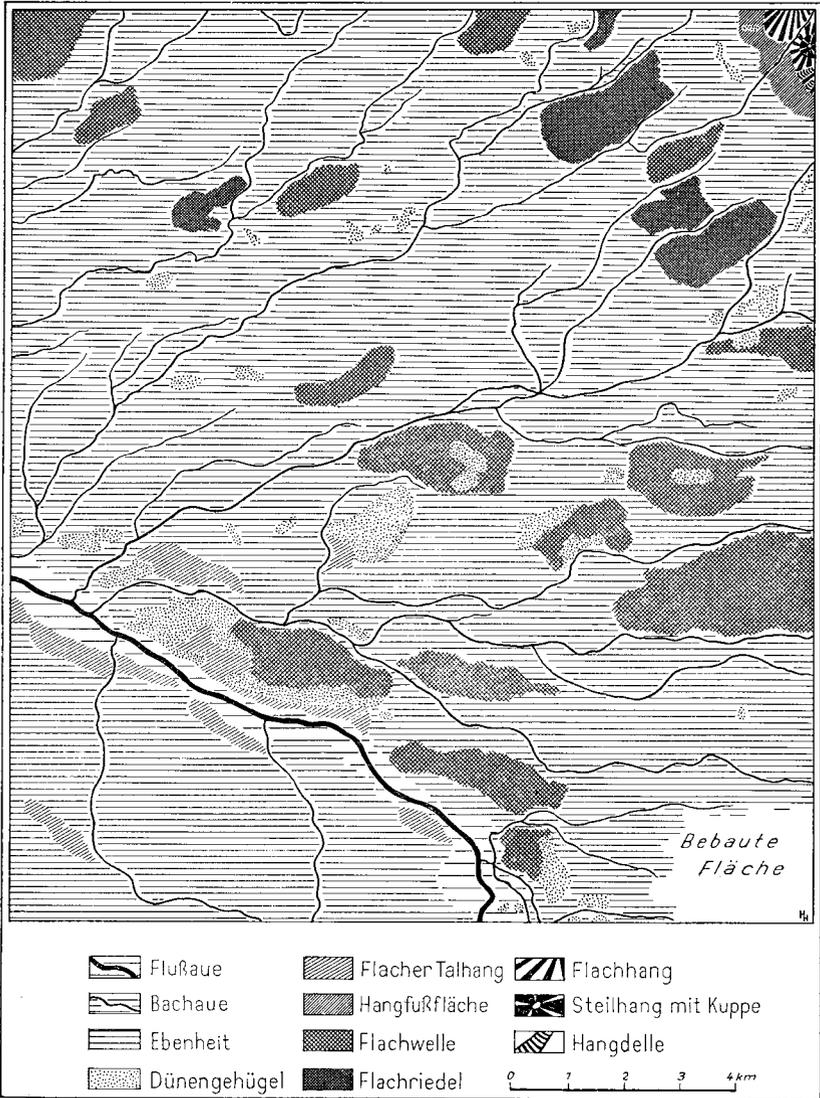


Abb. 3: Geländeformen

reicht erst bei größerer Hangneigung und über klüftigerem Gestein einen Grad der Entkalkung, der seine Einstufung in die Lehmgruppe rechtfertigt.

Der Untergrund bedingt in starkem Maße die Geländeformen. Klar tritt zunächst die Grenze zwischen Flachland und Hügelland hervor.

Sie wurde dort gezogen, wo im NO Flachhänge von wenigstens 4° Neigung zum Kamm der Egge aufzusteigen beginnen und folgt weitgehend der 140-m-Isophyse. In einem Grenzsäum zwischen 130 und 150 m ü. N.N. ändert sich außerdem nicht nur der geologische Aufbau; auch Bodenart und Bodentyp, Bodenfeuchtigkeit und Bodengüte, kurz die gesamte Standortqualität sind einem deutlichen Wechsel unterworfen. Bei einer Hangneigung über 4° beginnt auch auf größeren, unbewachsenen Flächen leichter Gerölltransport und Runsenbildung im Boden nach stärkeren Regenfällen (Abb. 3).

Die Flachhänge sind im Bereich des anstehenden Turons ausgebildet, während an den aus kalkigen Schichten des Cenomans aufgebauten Hängen meist oberhalb der 180-m-Isophyse Böschungswinkel von 15° überschritten werden. Hier ist es berechtigt, von Steilhängen zu sprechen. Sie werden nicht mehr landwirtschaftlich genutzt. Der Kamm der Egge ist aufgelöst in kleine Kuppen, Rücken und Dellen; letztere sind auch in die Flachhänge eingemuldet. Zerstört werden die natürlichen Geländeformen durch Steinbrüche im Cenomankalk. Der Künsebach hat, mit einer Talkante gegen die Hänge abgesetzt, einen ebenen Talboden von variierender Breite geschaffen.

Dem kleinräumigen Wechsel der Formen des Hügellandes steht ihre viel großflächigere Ausbildung im gesamten Flachland gegenüber. An die von Kreidegeröllen bedeckten Hänge, die über das Gebiet der anstehenden Kreide hinaus in die Sanderzone reichen, schließt sich in durchschnittlich 600 m Breite eine Hangfußfläche an, deren Neigung von 2° bis 3° im Gelände bereits weniger deutlich ist. Hier haben sich aber die Bäche noch mit einer sehr viel ausgeprägteren Talkante eingeschnitten als in den anschließenden Ebenheiten. Weiter nach SW wird mit dem Überschreiten der Quellreihe das Netz der Bachläufe dichter. Zwischen den Tiefenlinien sind Flachwellen und Flachriedel ausgeprägt, deren Flanken und Stirnen, noch im Bereich größerer Erosionskraft der Bäche gelegen, Neigungswinkel über 4° aufweisen. Im gesamten übrigen Gebiet nördlich der Lutter nehmen jedoch Ebenheiten den größten Teil der Fläche ein. Das Auftreten einiger Flachwellen ist meist an die niedrigen, von Geschiebemergel gebildeten Rücken gebunden. Die wenigen Dünen erheben sich kaum über das Niveau der Terrassensande.

Bewegter wird das Relief erst rechts der Ems. Flache Talhänge ziehen sich aus der Flußaue zum Terrassenrand hinauf, der von Dünenfeldern mit kuppigen und welligen Formen besetzt ist. Die Dünen erreichen eine Höhe von 10 m über der Niederterrasse. Auch die Flachwellen sind zwischen Ems und Lutter ausgeprägt. Links des Flusses leitet der Anstieg aus der Aue zu einer größeren, von Pogen- und Rutenbach durchflossenen Ebenheit über.

Eine markante Talaue besitzt nur die Ems. Die Bachläufe sind teils flach eingemuldet, teils von Uferkanten begleitet; häufig handelt es sich indessen nur um begradigte Wasserläufe, in deren näherer Umgebung bei Meliorationsarbeiten alle Spuren früherer Bachbettverlagerungen (alluviales Rinnensystem) verschwunden sind.

Hydrographie und Standortqualität. Der Wasserhaushalt und die Bodenfeuchtigkeit hängen ab von den zur Verfügung stehenden Niederschlagsmengen, der Art der Speicherung des Wassers im Boden und von den Abflußverhältnissen. In der Emsandebene fällt erheblich weniger Niederschlag als im Hügelland ⁴⁾, wo im Bereich des Schichtwechsels zwischen Kalken und Mergeln ein Teil des Wassers in den Kalkklüften gespeichert wird; der größere Teil aber fließt, wie eine Untersuchung bei Brackwede gezeigt hat, über den wasserundurchlässigen Mergeln ab und tritt in die diluvialen Sande über. Die größere Niederschlagsmenge des Hügellandes kommt also indirekt dem Grundwasserreservoir des Flachlandes wieder zugute. Die Bäche im nördlichen Teil des Gebietes entspringen auf der Fußfläche des Osnings, z. T. auch an Quellhorizonten zwischen den Eggen; im südlichen Teil kommt die Ems mit ihren rechten Zuflüssen aus der Senne, die linken stammen aus den Beckumer Bergen.

Abgesehen von den Talböden mit reichlichem Grundwasser sind die Wassermengen im Hügelland nur mäßig bis gering und erst in größerer Tiefe anzutreffen. Aber auch ein kleinräumiger Wechsel ist charakteristisch. Die täglich gewinnbare Wassermenge wird mit 20—1000 m³ angegeben ⁵⁾. Ganz anders sind die Verhältnisse im Flachland. Emschermergel bildet überall in größerer Tiefe den wasserstauenden Untergrund, darüber liegen die kiesreichen Vorschüttsande als ausgezeichnete Grundwasserträger. Damit ist zwar die Wasserversorgung bei Bohrungen bis in diese Schichten gesichert — die täglich gewinnbare Wassermenge liegt über 500 m³ —, bei der herrschenden Tiefe aber für Aussagen über die Bodenfeuchtigkeit noch nichts gewonnen; denn für die Feuchtigkeitsverhältnisse ist die Ausbildung höher liegender Grundwasserstockwerke entscheidend. Im allgemeinen spricht man von trockenen, mäßig trockenen, mäßig feuchten und feuchten bis nassen Böden. Für die Anwendung dieser relativen Skala braucht man jedoch feste Bezugspunkte. Von Besonderheiten bestimmter Bodentypen abgesehen, ist zumindest auf Sandböden der Grundwasserspiegel entscheidend. Aber sein Stand wechselt mit den Jahreszeiten, er ist im Frühjahr am höchsten und soll im Interesse einer guten Durchlüftung des Bodens bei ruhender Vegetation möglichst sinken.

Eigene Messungen wurden zu Beginn der Vegetationsperiode im Frühjahr 1955 gemacht. In den durchschnittlich in einer Tiefe von 60—80 cm drainierten Wiesen längs der Bachläufe sank das Grundwasser nicht unter 100 cm Tiefe. Wiesen mit einem Grundwasserstand zwischen 50 und 100 cm waren in den Bodenschätzungskarten dadurch gekennzeichnet, daß ihre Wasserverhältnisse mit „gut“ bis „mittelmäßig“ angegeben werden. Als zu naß charakterisierte Wiesen hatten einen Grundwasserspiegel, der weniger als 50 cm unter Flur lag. Bei Grabungen im Ackerland wurde der Spiegel in einer Tiefe von 120—150 cm erreicht. In den Flugsandgebieten stellte sich bei 200 cm noch kein Wasser ein, es liegt bei kuppigen Dünen z. T. 7 m unter der Oberfläche. Daher erschien die folgende Skala gerechtfertigt:

⁴⁾ Harsewinkel 742 mm, Brockhagen 759 mm, Hessel 807 mm und Werther 842 mm.

⁵⁾ Nach der Hydrogeologischen Übersichtskarte, 1:500 000, Blatt Hannover.

nasse Böden: Grundwasserspiegel weniger als 50 cm unter Flur
feuchte Böden: Grundwasserspiegel 50—100 cm unter Flur
mäßig feuchte Böden: Grundwasserspiegel 100—150 cm unter Flur
mäßig trockene Böden: Grundwasserspiegel 150—200 cm unter Flur
trockene Böden: Grundwasserspiegel mehr als 200 cm unter Flur⁶⁾.

Die nach dieser Skala gezeichnete Karte der Bodenfeuchtigkeit (Abb. 4) beruht einmal auf einem Netz von über 100 Grabungen und Bohrungen. Durch die Anpassung an die Angaben der Wasserverhältnisse für Grasland in den Bodenschätzungskarten wurde außerdem versucht, die Relativität auszugleichen, die darin liegt, daß die gemessenen Werte nur für den — allerdings entscheidend wichtigen — Zeitpunkt des Beginns der Vegetationsperiode gelten.

Allein nach den gemessenen Grundwasserständen wäre jedoch die Grenzziehung keineswegs möglich gewesen. Sie geben nur einen ersten Anhalt. Bei den Geländebegehungen mußten daher weitere Kriterien berücksichtigt werden. Eine wichtige Rolle spielen die Stufen von 40—80 cm, selten über 100 cm Höhe, mit denen häufig das Ackerland vom Grasland abgesetzt ist. Plaggenhieb hier und Auflage der Soden dort haben allmählich diesen Niveauunterschied geschaffen. Derartige Stufen sind sichere Grenzen zwischen Böden verschiedener Feuchtigkeit. Aber auch die Beachtung von Florenelementen ist aufschlußreich. Auf Wiesen und Weiden lassen Vorkommen von Winkelsegge (*Carex remota*), Sumpfssegge (*Carex paludosa*), Schlüsselblume (*Primula elatior*) und Kriechendem Hahnenfuß (*Ranunculus repens*) auf feuchte Böden schließen, die stehende Segge (*Carex unricata*) bevorzugt trockenere Standorte. Unter Wald können Buschwindröschen (*Anemone nemorosa*), Sauerklee (*Oxalis acetosella*) und Farnkräuter als Anzeiger für Feuchtigkeit gelten, während die Callunaheide (*Calluna vulgaris*), Heidelbeere (*Vaccinium myrtillus*) und Drahtschmiele (*Dschampsia flexuosa*) trockene und versauerte Böden lieben.

Das gesamte Untersuchungsgebiet wird von schmalen Bändern feuchter Böden längs der Ems und ihrer Nebenbäche durchzogen (Abb. 4). Vernähte Stellen sind selten. Der hohe Grundwasserstand der Gleyböden in diesem alluvialen Rinnensystem beruht auf dem Stau des Geschiebemergels, vor allem aber auch auf der Staunässe über alluvialen, undurchlässigen Ablagerungen in geringer Tiefe. Mit Einschluß des Emschers sind an solchen Stellen drei Grundwasserstockwerke zu unterscheiden. Parallel zur Abdachung verläuft im NO in der Sanderzone ein bodentrockener Streifen. Hier ist der Grundwasserspiegel in 15 m Tiefe noch nicht erreicht, steigt dann aber langsam an. Trockene Böden treten im übrigen nur in den Flugsandgebieten auf. Die mäßig feuchten Böden werden meist durch das obere Grundwasserstockwerk über Geschiebemergel bedingt. Die Quellreihe im NO beruht wahrscheinlich auf der Verengung des eigentlichen Grundwasserträgers, des Sandes, durch diese Mergelschichten. In den Niederungsgebieten des nordwestlichen Bereiches ist indessen ein natürlicher hoher Grundwasserstand ohne stauende Schicht vorhanden. Der größte Teil der Emssandebene besitzt mäßig trockene Böden. Im

⁶⁾ Diese Skala wurde gestützt durch Ergebnisse der Messungen absoluter Bodenfeuchtwerte. Vgl. dazu Uhlig, Untersuchungsobjekt Bodenfeuchte, 1956.



Abb. 4: Bodenfeuchtigkeit

Hügelland sind die Talböden feucht, das übrige Gelände dort ist einem raschen Wechsel zwischen allen Feuchtigkeitsstufen unterworfen.

Bodenfeuchtigkeit und Grundwasserstand, Bodentyp und Standortqualität stehen in engem ökologischen Zusammenhang. Im Hügelland herrscht der Typ der schwarzbraunen bis braunen Mullrendzina vor. Bei der Verwitterung der kalkigen Schichten der oberen Kreide entsteht Lehm (oder auch toniger Lehm und Ton, wenn das Ausgangsmaterial mergeliger ist), und es entwickelt sich unter Buchen- und Eichen-Hainbuchenwald

Profil 1, Braune Mullrendzina ⁷⁾:

A₀: 2 cm vorjähriges Laub

A₁: 40 cm schwachhumoser, brauner Lehm

C: mergeliger Kalkstein mit nach unten abnehmendem Verwitterungsgrad.

In den Talböden finden sich zwischen den lehmigen Ablagerungen, die hier mehr gelblich als braun sind, Sande und Kiese. Für die dem Osning vorgelagerte Sanderzone liefert eine Sandgrube das

Profil 2, Podsolige Braunerde:

A: 15 cm schwarzbrauner, schwachhumoser Sand

B: 10 cm rostfarbene Orterde

C: mehr als 10 m mächtige fluvioglaziale, hellgelbe und nach unten dunkler werdende Sande.

Der Typ des mehr oder weniger stark podsolierten Bodens findet sich überall im Untersuchungsgebiet, solange nicht eine Abwandlung durch Staunässe über Geschiebemergel oder alluvialem Lehm auftritt. So sind z. B. die Moorniederungen gekennzeichnet durch

Profil 3, Anmooriger Gley:

g: 30 cm schwarzbraune, anmoorige Humusdecke

C: 10 cm alluvialer, blaugrauer Lehm; dann gelbbrauner, weißgrau werdender Sand.

Unter Grünland, entlang der Bachläufe, sind vorwiegend die drei folgenden Profile zu beobachten:

Profil 4, Podsolgley:

A₁: 9 cm schwarzbrauner Sand

A₂: 10 cm Bleichsand

B: 10 cm schwarze Orterde

C: Gelblicher Sand mit Grundwasserflecken;

Profil 5, Podsolierter Staunässegley:

A₀: 5 cm Humusschicht

A₂: 5 cm schwach gebleichter Sand

B: 10 cm Orterde

C: 70 cm gelblichgrauer Sand mit starker Staunässe in den letzten 30 cm, dann bläulichgrauer Geschiebelehm mit braun-gelben Staunässeflecken;

Profil 6, Gleypodsol über Anmoor:

A: 5 cm Bleichsand

B: 30 cm Orterde

C: 90 cm schwarzer, nasser Sand (anmoorige alte Rinne), dann Geschiebelehm.

Typisch für Ackerland in feuchteren Lagen ist

Profil 7, ein schwach ausgeprägter, podsoliger Staunässegley über Geschiebelehm wie bei Profil 5, jedoch mit einer Plaggenauflage von rd. 60 cm.

⁷⁾ Es handelt sich im Folgenden um Durchschnittsprofile aus mehreren Aufnahmen.

Am weitesten verbreitet sind vor allem in den trockeneren Teilen der Emssandebene

Profil 8, Stark ausgeprägter Podsol:

- A: 10—15 cm Bleichsand
- B: 10 cm schwärzlich bis rostfarbener Ortstein
- C: hellgrauer bis gelblicher Sand;

Profil 9, Schwach ausgeprägter Podsol:

- A: 10 cm mäßig gebleichter Sand
- B: 8 cm schwarzbraune Orterde
- C: gelblichgrauer Sand.

Auch über diesen Profilen findet sich häufig eine Plaggenauflage von 60—70 cm Mächtigkeit. Die markantesten Podsolprofile weisen die Dünenfelder auf, bei jungen Überwehungen nicht selten in doppelter Ausbildung.

Profil 10, Rankerpodsol über starkem Podsol:

- (A₁): 1—2 cm Streu
- (A₂): 5 cm Bleichsand
- (B): geringe Ansätze von Ortstein
- (C): 10 cm hellgelber Sand einer jungen Anwehung
- A₁: 8 cm schwarzer Sand
- A₂: 10 cm Bleichsand
- B: 5 cm Ortstein, stark verfestigt
- C: gelbbrauner, älterer Flugsand, mit rostfarbenen, scharf abgesetzten Bändern.

Die eingeklammerten Buchstaben beziehen sich auf das junge Profil des Rankers über einem älteren typischen Bleicherdeprofil.

Eine exakte Kartierung der Pflanzengesellschaften bzw. der Möglichkeiten, die der jeweilige Standort bietet, wäre für die physiologische Gliederung des Untersuchungsgebietes äußerst wertvoll, denn sie würde zwangsläufig auf einer genauen Kenntnis der gesamten ökologischen Vorgänge beruhen müssen. Sie liegt jedoch für das Ostmünsterland noch nicht vor. Immerhin können einige, wenn auch gröbere Aussagen getroffen werden, die Licht auf Fragen der Standortqualität werfen. Der Benennung und Einteilung der Gesellschaften liegt das Schema von Tüxen zugrunde⁸⁾.

Im Hügelland stockt auf einem Teil der Hänge und Kuppen Buchenwald, und zwar handelt es sich um die Subassoziation des Krautbuchenwaldes mit den Frühjahrspflanzen Buschwindröschen (*Anemone nemorosa*) und Bärenlauch (*Allium ursinum*) in der Krautschicht. Größere Flächen mit Bingelkraut (*Mercurialis perennis*) waren gerade dort zu beobachten, wo Niederwaldwirtschaft herrscht, wie es auch Burrichter beschreibt⁹⁾.

Das charakteristische Bodenprofil des Krautbuchenwaldes ist die bereits beschriebene Mullrendzina. Auf diesen Standorten würde sich nach

⁸⁾ Tüxen, Pflanzengesellschaften NW-Deutschlands, 1937.

⁹⁾ Burrichter, Meßischblatt Iburg, 1953.

Burrichter der Buchenwald überall dort wieder ansiedeln, wo er vernichtet oder unter anthropogenem Einfluß degeneriert ist. Das Auftreten von priemelreichen Eichen-Hainbuchenwäldern unterhalb der Buchenstufe betrachtet Burrichter ausschließlich als eine Folge der Niederwaldwirtschaft. Auch diese Subassoziation stockt auf Böden mit Mullrendzina-profil. Die Grenze zwischen Buchen- und Eichenstufe liegt bei 200—300 m ü. N.N. und ist bei der vorliegenden kleinräumigen Untersuchung als Höhengrenze nicht zu fassen. Wohl aber tritt bei Südexposition der Buchenwald zugunsten der Eichen-Hainbuchenwälder zurück. Halbtrockenrasen bedeckt die Südhänge, auf denen der Wald völlig vernichtet wurde.

Im Gegensatz zum Hügelland sind im übrigen Untersuchungsgebiet nur noch Relikte natürlicher Waldgesellschaften vorhanden. Heideflächen entstanden vor allem dort, wo der sehr labile und leicht degenerierende Eichen-Birkenwald vernichtet und jeder neue Waldanflug durch Viehverbiß und Plaggenmahd verhindert wurde. Die Bildung der Podsolböden unter der starke Rohhumusmengen liefernden Callunaheide ist eine bekannte und oft beschriebene Tatsache. Auch nach der Aufforstung mit Nadelhölzern geht die Podsolierung, wenn auch schwächer, weiter. Dagegen führt „die natürliche Wiederbewaldung der Zwergstrauchheiden über ein Birkenbuschstadium . . . zum trockenen Stieleichen-Birkenwald“¹⁰⁾, der ohne Zweifel ursprünglich große Flächen auf den ärmeren Sandböden der Emssandebene eingenommen hat, während Reste des Eichen-Hainbuchenwaldes auf den feuchteren und lehmigeren Standorten zu beobachten sind. *Calluna vulgaris* und *Vaccinium myrtillus*, für die Krautschicht des trockenen Stieleichen-Birkenwaldes typische Pflanzen, finden sich als Relikte auf trockenen Standorten mit Podsolprofil. Auf Gleypodsolon waren einzelne Vorkommen von *Erica tetralix* festzustellen, die zur Krautschicht des feuchten Eichen-Birkenwaldes zählt. Reste des Eichen-Hainbuchenwaldes mit *Anemone nemorosa*, *Oxalis acetosella* und *Arum maculatum* sind noch vorhanden; das Areal dieser drei Charakterpflanzen ist aber ausgedehnter, sie kommen häufig auch in der Krautschicht von Mischwäldern vor, wenn die Bodenfeuchtigkeit ausreicht.

Im Bereich der Bachläufe und der Flachmoorniederungen mit nährstoffarmen Gleyböden treten Sumpfdotterblume (*Caltha palustris*) und Goldweiderich (*Lysimachia vulgaris*) als Relikte des Erlenbruchwaldes in Erscheinung. Auch die Erle selbst ist nicht selten, vor allem in den feuchteren Gebieten an der Lutter und im NW. Zum Osningvorland hin stellt sich der Erlenauenwald ein, und der Bacheschenwald stockt auf den rascher durchflossenen Talauen der Egge.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß das Hügelland gegen das Flachland einerseits, und hier die trockenen und feuchteren, die sandigen und lehmigeren Bereiche andererseits deutlich nach ihrer Standortqualität für die natürliche Vegetation differenziert werden können. Im Flachland ist eine weitgehende Übereinstimmung der Verbreitung der feuchteren Böden mit dem Vorkommen des Erlenbruch- und Erlenauenwaldes zu vermuten. Auf mäßig feuchten, insbesondere lehmigen Böden hat der

¹⁰⁾ Burrichter, Meßtischnblatt Iburg, 1953, S. 75.

Eichen-Hainbuchenwald, auf trockenen Sandböden der Eichen-Birkenwald seinen natürlichen Standort. Damit wird die Aussagekraft der edaphisch-hydrologischen Verhältnisse für die physiologische Gliederung unterstrichen.

Die heutige Nutzflächenverteilung ist für die erstrebte Abgrenzung der Physiotope nicht ohne Bedeutung und gibt hier und dort wertvolle Hinweise. Die Buchenbestände des Hügellandes haben charakteristischerweise in den letzten sechzig Jahren kaum an Fläche verloren. Hier spielt die stärkere Hangneigung des Standortes eine wichtige Rolle, weil sie die Umwandlung in Ackerland nicht ratsam erscheinen ließ. Im Flachland ist die heutige, gegenüber dem Ende des 19. Jahrhunderts stark zurückgegangene Waldfläche in ihrer Verbreitung nur z. T. durch die Standortqualität, stellenweise auch durch Besitzgrenzen bedingt. Der Mischwald stockt vor allem auf Böden der Grundmoräne, ebenso die Fichten, während die Kiefern auf den ärmeren Flugsanddecken wachsen. Doch kommen sie auch auf besseren Böden vor und sind dort durch schlankeren Wuchs ausgezeichnet, sobald keine verfestigte Ortsteinschicht die Wurzeln bei der Durchdringung des Bodens hemmt. Auf die Bedeutung der Grenzen zwischen Ackerland und Grünland wurde bereits hingewiesen.

Klimatisch gesehen ist eine Differenzierung der Standortqualität nur im Großen möglich, insofern nämlich die bereits klar herausgestellte Grenze zwischen Flachland und Hügelland erneut betont wird. Das gelingt am besten durch eine phänologische Tabelle, für die mir die Unterlagen von der Geographischen Kommission für Westfalen, Münster, freundlicherweise zur Verfügung gestellt wurden.

Das Klima im Jahresablauf

Datum oder Wert im Mittel	Flachland	Hügelland
Letzter Schneefall	10.—13. April	15. April
Letzter Frost	Ende April	Anfang Mai
Beginn Tagesmittel 10° C.	27.—29. April	1.—5. Mai
Beginn der Apfelblüte	Ende April/Anf. Mai	um 10. Mai
Niederschlagsmenge in der Hauptvegetationsperiode	200—210 mm	220 mm
Beginn der Winterroggenblüte	Ende Mai/Anf. Juni	5.—10. Juni
Beginn der Winterroggenernte	20.—25. Juli	Anfang August
Julitemperatur	16°—17,3° C.	15°—16° C.
Sommertage	25—28	20
Fruchtreife der Roßkastanie	1.—5. Oktober	Ende September
Ende Tagesmittel 10° C.	6.—11. Oktober	1.—5. Oktober
Erster Frost	20.—28. Oktober	15. Oktober
Erster Schneefall	16.—19. November	15. November
Januartemperatur	0,5°—1,3° C.	0,0°—0,5° C.
Frosttage	75	80

III. Synthese und Gliederung

Die Physiotope des Untersuchungsgebietes — mit Ausnahme der südwestlichen und der nordöstlichen Ecke — werden abgegrenzt als Bereiche, die den gleichen Feuchtigkeitsgrad besitzen und von gleicher Geländeform sind. Diese Synthese schafft Strukturelemente von annähernd homogener Standortqualität. Die Oberflächenformen fallen nicht nur für das äußere Bild des Naturraums ins Gewicht, sie geben auch erste Anhaltspunkte für Bodenart und Hydrographie. Die eingehende Analyse der Feuchtigkeitsverhältnisse ermöglicht darüber hinaus eine weiterreichende Differenzierung, bei der natürliche Standortseinheiten gefaßt werden.

Aber die bei der Synthese zu berücksichtigenden Fakten bleiben nicht immer die gleichen. Für den Clarholzer Raum gewinnt die Bodenart, der Wechsel von Sand- zu Lehmboden, so an Bedeutung, daß hier die Grenzziehung auf Grund von drei Erscheinungen vorgenommen werden mußte. Im Hügelland der Künsebecker Egge bleibt die Gliederung auf die Geländeformen beschränkt. Art und Anzahl der für die Synthese wesentlichen Fakten können also wechseln. Ist die Entscheidung nach den Ergebnissen der Analyse und der Bedeutung für die Standortqualität getroffen, so liefert die Kombination der Faktengrenzen die Karte der Physiotope (Abb. 5, Anhang). Die Signatur läßt außer der Bodenplastik und dem Feuchtigkeitsgrad auch noch die Bodenart erkennen.

Im Flachland treten siebzehn Physiotope auf. Sechs von ihnen gehören zur Gruppe der nassen bis feuchten Physiotope, je vier sind mäßig feucht und mäßig trocken, zur trockenen Gruppe zählen nur drei. Außerdem wird die zusätzliche Differenzierung nach der Bodenart vorgenommen. Im Hügelland werden fünf Physiotope unterschieden. Als tabellarische Zusammenstellung kann die Legende von Abb. 5 angesehen werden, aus der die Möglichkeit der Zusammenfassung nach Gruppen hinsichtlich der Feuchtigkeit abzulesen ist. Die Beschreibung der Physiotope soll jedoch nach einem andern Gesichtspunkt erfolgen. Fraling unterscheidet zwischen Physiotopen der Talkette, der Flächenkette und solchen mit Zwitterstellung¹⁾. Nun sind im Untersuchungsgebiet, vom Emstal und vom Hügelland abgesehen, keine Täler ausgebildet. Dennoch ist der Gegensatz zwischen den in linearer Erstreckung den Bächen folgenden und den mehr flächenhaft zwischen dem Geäder der Tiefenlinien auftretenden Physiotopen deutlich. Wenn also auch nicht von einer Talkette im eigentlichen Sinn die Rede sein kann, so sollen doch zunächst die Physiotope längs der Linien des Gewässernetzes beschrieben werden.

Die Flußaue der Ems, begleitet von flachen Talhängen und hügeligen Dünenfeldern, ist nur wegen der erfolgten Melioration der Wiesen und der Regulierung des Flusses als ein einheitlicher Physiotop abzugrenzen. Kolke, Altwasserschlingen, Sumpfstellen und Ausuferungen sind verschwunden und haben Wiesen und Weiden mit guten Grundwasserhältnissen Platz gemacht. Wiesenmergel und Gleyböden herrschen vor. Die Grenzen decken sich etwa mit denen des Überschwemmungsbereiches. Mit der Flußaue wird bewußt ein anthropogen geformter Komplex als Physiotop bezeichnet; denn er stellt heute in seiner physiogeographischen

¹⁾ Fraling, Lahntalung, 1950.

Ausstattung einen einheitlichen Standort dar, an dessen Stelle eine rekonstruierte Naturlandschaft zu kartieren wenig sinnvoll erscheint. Führt die Tätigkeit des Menschen dagegen zu einer völligen Überdeckung der natürlichen Verhältnisse, wie es etwa bei größeren, dicht bebauten Gebieten der Fall ist, so sind diese aus der physiotopischen Gliederung herauszunehmen. In Westdeutschland machen derartige Flächen, unter Einschluß von Parkanlagen, Friedhöfen usw., nicht einmal 4% der Gesamtfläche aus. Von einer Durchlöcherung der naturräumlichen Gliederung kann also beim Aussparen dieser Bereiche nicht die Rede sein.

Die Bachläufe sind entweder flach eingemuldet oder von Kanten in wechselndem Abstand gesäumt (Bachauen). An der Grenze zum Hügelland treten siebartige Formen mit planierten, sich plötzlich verengenden Talböden und künstlich steil gehaltenen Wänden auf. Vernäßte Stellen und nasse Gleyböden sind selten, da der Abfluß in den regulierten Betten rasch erfolgt. Das gilt auch für die Wasserläufe, ständig durchflossene Gräben, die in ihrer Umgebung weder Hohlformen noch Alluvionen besitzen. Anmoorige Rinnen, von den Bächen vor der Begradigung benutzt, begleiten heute deren Lauf. Tonschichten haben hier häufig Staunässe zur Folge. Die Verbreitung der Gleyböden dieser ehemaligen Überschwemmungs- und Mäandrierzonen bestimmen, wo deutliche Hohlformbildungen fehlen, die Grenzen dieser Physiotope, auf denen Relikte des Erlenbruch- und Erlenuenwaldes selten geworden sind und einer intensiven Graslandnutzung Platz machen. Die Moorniederungen dagegen sind noch heute z. T. mit Erlenbruchwald bestanden. Hier konnten durchweg nasse Gleyböden beobachtet werden. Diese Physiotope leiten ihrer Stellung nach bereits zu denen der Flächenkette über, da sie nicht alle mit dem Gewässernetz in Verbindung zu bringen sind.

Unter den flächenhaften Physiotopen stehen die Ebenheiten an erster Stelle. Auf Grund ihrer weiten Verbreitung bestimmen sie das Gesamtbild des Untersuchungsgebietes. Der Unterschied zwischen mäßig feuchten und mäßig trockenen Ebenen kommt indessen physiognomisch weniger zum Ausdruck, denn auch der Wechsel von Waldflächen und Ackerland ist nicht unbedingt daran gebunden. Nur bei den kleinen Restbeständen der natürlichen Vegetation kann man feststellen, daß der Eichen-Hainbuchenwald die feuchteren Standorte bevorzugt. Hier ist auch die Podsolierung der Böden weniger stark. Die trockenen Sandebenen im Osningsvorland sind von äußerst geringer Standortqualität. Ärmliche, stark verunkrautete Äcker und Ödländereien bestimmen ihr Bild. Lehm Böden sind selten und haben nur um Clarholz stärkere Bedeutung für die Bodengüte, so daß hier eine mäßig feuchte Lehmebene mit Braunerdeprofilen gegen die nördlich anschließende Sandebene mit podsolierten Böden abzugrenzen war.

Mäßig feuchte und mäßig trockene Talhänge leiten von der Emsaue in das Niederterrassenniveau über. Auch am Pogenbach und nördlich der Lutter tritt dieser Physiopot auf und spielt teilweise für Orts- und Hoflage eine Rolle.

Die stärker geneigte, extrem trockene Hangfußfläche bei Künsebeck ist ein Ausläufer der Senne. Hier sinkt der Grundwasserspiegel auf seinen tiefsten Stand im ganzen Untersuchungsgebiet, hier kommen auch

die schlechtesten Böden vor. Flachwellen und Flachriedel haben meist Grundwasserstände, die ihre Einstufung als mäßig trocken bedingen, zumal der Wasserspiegel dem Niveau der Flur von tieferen zu höheren Lagen nie im gleichen Abstand folgt. Vor allem bei Stauansässen über Geschiebelehm treten jedoch auch mäßig feuchte Böden auf, so z. B. nördlich von Gütersloh. Podsolierte Böden herrschen vor, sie tragen meist eine Plaggenauflage, da diese Physiotope fast ausschließlich schon früh als Ackerland genutzt wurden. Das Dünengehügel mit seinen trockenen, ortsteinreichen Flugsandböden kann in kuppigen Formen von relativer Höhe ausgebildet sein. Flache, weitgestreckte Wellen stellen die Ausläufer dar. Diese waren z. T. schon in vorgeschichtlicher Zeit Ackerland und tragen Plaggenauflage, während die kuppigen „Brinke“ mit Kiefern und Birken bestanden sind. Die Heide, die so stark zur Versauerung des Bodens beigetragen hat, mußte hier fast überall der Aufforstung weichen. Vielfach ist es gerade im Zusammenhang mit der Heidevernichtung und Wiederbewaldung zu jungen Überwehungen auf den Dünen gekommen.

Im Hügelland ist die Talau des Künsebachs gegen die Flachhänge abgesetzt. Die Wiesen mit ihren Gleyböden sind durchweg feucht und natürlicher Standort des Bacheschenwaldes. Die Flachhänge werden noch als Ackerland genutzt, zumal die Bodengüte des lehmigen Verwitterungsbodens hier bedeutend besser ist als die des armen Sandbodens der Hangfußfläche. In Südexposition kommen aber auch Halbtrockenrasen vor. Die Steilhänge und Kuppen sind mit Eichen, Haibuchen und Rotbuchen bewaldet. Angaben über die Feuchtigkeitsverhältnisse sind wegen des raschen Wechsels der klüftigen und stauenden Schichten schwer zu machen. Das gilt auch für die flach eingemuldeten Hangdellen, in deren oberen Partien sich nach starken Regenfällen Wasser ansammelt, jedoch bald versickert.

Die räumliche Anordnung aller dieser verschiedenen Physiotope zu einem charakteristischen Gefüge ermöglicht die Differenzierung des Arbeitsgebietes in kleinste Naturräume. Es wurde bereits erwähnt, daß Physiotope ihrem Wesen nach Typen sind, die — physiognomisch und ökologisch nahezu gleichwertig — beliebig oft auftreten. Den kleinsten Naturräumen haftet indessen bereits etwas Individuelles an. Freilich liegt diese Unterscheidung weniger im objektiven Sachverhalt als im subjektiven Urteil begründet. Jeder Raum der Erdoberfläche läßt sich, unabhängig von seiner Dimension, einmal als Typ und einmal als Individuum betrachten. Dem wurde nun auch bei der Gliederung in kleinste Naturräume dadurch Rechnung getragen, daß zu der nach morphologischen, edaphischen und hydrologischen Gesichtspunkten gewählten Benennung noch die Lagebezeichnung tritt (Abb. 6). Der landschaftlich-individuelle Charakter auch des kleinsten Naturraums wird so durch die Einmaligkeit der Lage betont.

Dort, wo Flachhänge und tief eingeschnittene Talauen, Steilhänge, Kuppen und Hangdellen auftreten — Physiotope, die im gesamten übrigen Untersuchungsgebiet fehlen — verläuft die Grenze zwischen Flachland und Hügelland, die als Grenze erster Ordnung bezeichnet werden soll und bis zu der die Künsebecker Egge reicht. Eine zweite Grenze von besonderer Bedeutung folgt im Südwesten ein Stück dem Pogenbach und

erreicht nördlich von Clarholz den Kartenrand. Im Gegensatz zum übrigen Untersuchungsgebiet ist die Abgrenzung hier nach drei Fakten vorgenommen worden: Bodenplastik, Bodenfeuchtigkeit und Bodenart; denn bis hier erstreckt sich von Südwesten her die Letter Lehmebene. Es handelt sich um eine Grenze zweiter Ordnung. Ein Vergleich mit Abb. 1

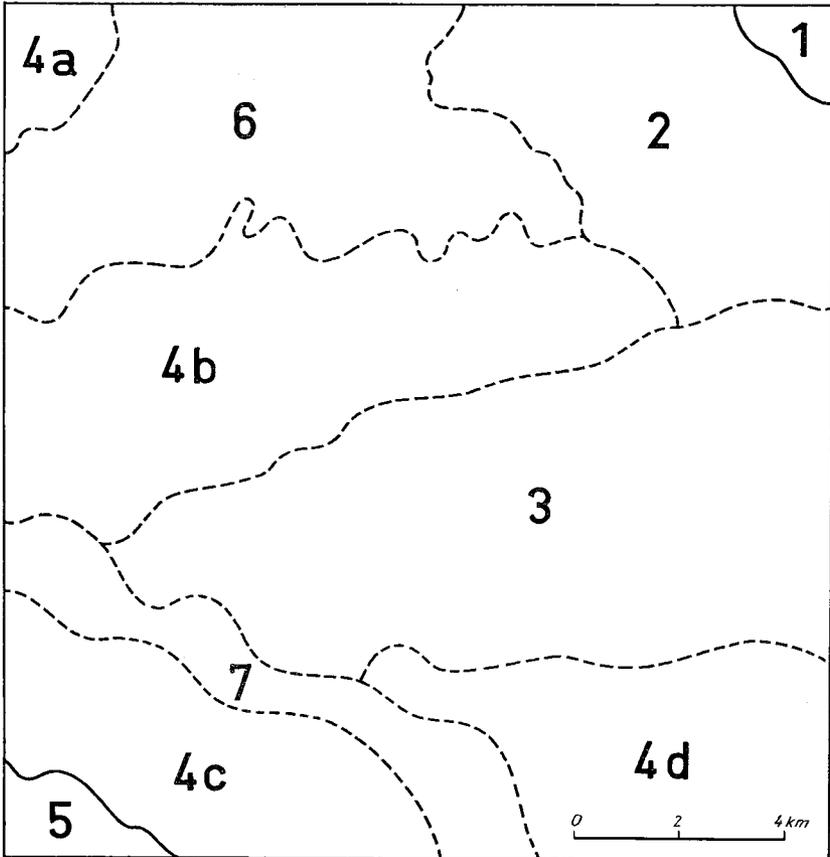


Abb. 6: Kleinste Naturräume

- | | |
|------------------------------|-----------------------------|
| 1 Egge bei Künsebeck | c bei Heerde |
| 2 Geriedel bei Künsebeck | d bei Gütersloh |
| 3 Flachwellen bei Marienfeld | 5 Lehmebene bei Lette |
| 4 Sandebene | 6 Niederung bei Hesselteich |
| a bei Versmold | 7 Flußtal bei Harsewinkel |
| b in der Beller Mark | |

zeigt, daß die Grenze erster Ordnung zwei „Gruppen von Haupteinheiten“ i. S. der naturräumlichen Gliederung Deutschlands trennt (Westfälische Bucht und Weserbergland), während die Grenze zweiter Ordnung zwischen den „Haupteinheiten“ Ostmünsterland und Kernmünsterland verläuft. Im Ostmünsterland liegen die übrigen Naturräume. An die Lehm-

ebene grenzt, bis zum Flußtal reichend, die trocknere Sandebene bei Heerde, deren Grenze im Süden der Verbreitung des Sandbodens, im Norden dem Niederterrassenniveau folgt. Der Anstieg zur Terrasse ist nicht überall gleich deutlich ausgeprägt. Die rechtsseitige Grenze des Flußtals folgt ebenfalls der Terrassenkante und der Scheitellinie der Flachwellen. Ebenheiten, wellige Formen, die an Grundmoränenrücken gebunden sind, und kuppige Dünen stehen im Raum um Marienfeld in dauerndem Wechsel. Dieser Bereich umfaßt außer trockenen Böden auch ausgedehnte alluviale Bachauen. Die über den Kartenrand nach Südosten hinaus reichende Gütersloher Sandebene zeichnet sich ebenso wie die nördlich des Abrooksbachs gelegene Beller Sandebene durch große Eintönigkeit der Formen aus. Die Niederung bei Hesselteich wird von Physiotopen der feuchten Gruppe bestimmt. Weite Graslandflächen und Reste einst verbreiteter Flachmoore kennzeichnen ihr Bild. Im äußersten Nordwesten ragt noch ein Zipfel der Versmolder Sandebene in das kartierte Gebiet. Der Linie, längs der die geschlossene Verbreitung der Sandstufe beginnt, folgt die Grenze des Künsebecker Geriedels mit größerer Reliefenergie im Bereich der wachsenden Erosionskraft der Bäche. Die der Künsebecker Egge vorgelagerte Hangfußfläche kann als Fortsetzung der Riedelflächen betrachtet werden.

Im Rahmen der Geographischen Landesaufnahme im Maßstab 1 : 200 000 werden die kleinsten Naturräume zu größeren Komplexen zusammengeschlossen. So hat die physiotopische Gliederung, von eventuell zugrunde liegenden speziellen Fragestellungen abgesehen, den Zweck, als Vorstufe für die Geographische Landesaufnahme einen Überblick über die vorkommenden Strukturelemente eines Raumes zu geben und sinnvolle Gliederungsprinzipien sichtbar werden zu lassen.

Literatur

- Burrichter, E.: Die Wälder des Meßtischblattes Iburg. Abhdl. Landesm. f. Nat. Prov. Westf., 3, 1953.
- Fraling, H.: Die Physiotope der Lahntalung bei Laasphe. Westf. Geogr. Stud., 5, Münster 1950.
- Hesemann, J.: Über die stratigraphische Stellung der großen Emsterrasse im Münsterland. Geol. Jahrb., 64, 1950, S. 633—641.
- Kürten, W. v.: Die landschaftliche Struktur des Ennepe-Ruhr-Kreises, Schwelm 1954.
- Lotze, F.: Zur Stratigraphie des Sennediluviums. Neues Jahrb. Geol. u. Paläont., 1951.
- Mestwerdt, A.: Erläuterungen zur Geol. Karte Bl. Halle (Westf.), Berlin 1921.
- Meynen, E., und Schmithüsen, J.: Handbuch der naturräumlichen Gliederung Deutschlands. 1. Lieferung, Remagen 1953.
- Meynen, E.: Nachwort zum Aufsatz Nr. 16 ds. Verzeichnis.
- Müller-Wille, W.: Die Naturlandschaften Westfalens. Westf. Forschg., V, 1942, S. 1—78.
- Paffen, K. H.: Ökologische Landschaftsgliederung. Erdkunde, II, 1948, S. 167—173.

- Paffen, K. H.: Die natürliche Landschaft und ihre räumliche Gliederung. Forsch. z. dt. Landeskd., Bd. 68, Remagen 1953.
- Schmithüsen, J.: „Fliesengefüge der Landschaft“ und „Ökotopt“. Ber. z. dt. Landeskd., 5, 1948, S. 74—83.
- Schmithüsen, J.: Grundsätze für die Untersuchung und Darstellung der naturräumlichen Gliederung von Deutschland. Ber. z. dt. Landeskd., 6, 1949, S. 8—19.
- Schmithüsen, J., und Meynen, E.: Handbuch der naturräumlichen Gliederung Deutschlands. 1. Lieferung, Remagen 1953.
- Schultze, J. H.: Die naturbedingten Landschaften der DDR. PM. Erg. Heft Nr. 257, Gotha 1955.
- Schultze, J. H.: Methoden der Raumgliederung in naturbedingten Landschaften. Ber. z. dt. Landeskd., 16, 1956, S. 69—79.
- Troll, C.: Die geographische Landschaft und ihre Erforschung. Stud. Generale, 1950, S. 163—181.
- Tüxen, R.: Die Pflanzengesellschaften Nordwestdeutschlands. Mitt. flor. soz. Arbeitsgem., 1937.
- Uhlig, S.: Untersuchungsobjekt Bodenfeuchte. Umsch. in Wiss. u. Technik, 1956, S. 434—437.
- Windler, H.: Zur Methodik der geographischen Grenzziehung am Beispiel der Kantone Schwyz, Zug und Zürich. Geogr. Helvetica, 1954, S. 129—185.
- Landeskundliche Darstellungen zu den Blättern der Topographischen Übersichtskarte des Deutschen Reiches 1 : 200 000. Ber. z. dt. Landeskd., 3, 1943, S. 1—7.

Karten

- Flurkarten verschiedenen Maßstabes der Gemeinden Brockhagen, Steinhagen, Amshausen, Künsebeck, Gartnisch, Bockel und Gütersloh.
- Deutsche Grundkarte 1 : 5000, z. T. mit den Ergebnissen der Reichsbodenschätzung. Blätter zwischen 3444 und 3460 (Hochwert), 5750 und 5770 (Rechtswert).
- Topographische Karte 1 : 25 000, Blätter Nr. 3915 (Bockhorst), Nr. 3916 (Halle/Westf.), Nr. 4015 (Harsewinkel) und Nr. 4016 (Gütersloh).
- Geologische Karte 1 : 25 000, Bl. Halle/Westf., bearb. v. A. Mestwerdt.
- Unveröffentlichte Geologische Karten 1 : 25 000, Blätter Bockhorst, Harsewinkel und Gütersloh.
- Topographische Übersichtskarte des Deutschen Reiches 1 : 200 000, Blätter Osnabrück, Detmold, Minden und Münster.
- Hydrogeologische Übersichtskarte 1 : 500 000, Bl. Hannover.

FRANZ RINGLEB

Das phänologische Jahr in Westfalen

Ein Beitrag zur Phytophäno-Geographie

mit 2 Abbildungen und 7 Tabellen

Inhalt

Einleitung	61
1. Aufgaben der Phänologie	61
2. Bisherige Beobachtungen	64
3. Ablauf phänologischer Phasen in Westfalen	67
Das phänologische Jahr	71
1. Auswertung phänologischer Karten	71
2. Versuch einer Bewertung, Räumliche Anordnung — Ursachen	77
3. Phytophänogeographische Typen	81
Typ Niederrhein S. 86, Typ Bucht S. 87, Typ Westfälisches Tiefeland 88, Typ Hügelland S. 89, Typ Bergland S. 90, Typ Mittelgebirge S. 91	
Pflanzenphänologische Typen und agrare Bodennutzung	91
Literatur	93

Tabellen

1. Mitteldaten phänologischer Phasen für ausgewählte Landschafts- gebiete	69
2. Stufen der Einzugstermine phänologischer Phasen	72
3. Phänologische Stufenfolge und Wertigkeit in Westfalen	23
4. Phänologische Stufenfolge und Wertigkeit im Münsterland	73
5. Phänologische Stufenfolge und Wertigkeit in ausgewählten Land- schaften	74
6. Reifedauer des Winterroggens	85
7. Abweichungen der Einzugstermine	86

Karten

1. Phänologische Wertigkeit	Beilage
2. Phänogeographische Typen	Beilage

Einleitung

1. Aufgaben der Phänologie

Die Phänologie als Lehre von den Erscheinungen behandelt im weitesten Umfange sämtliche Vorgänge der Natur, die mehr oder minder periodisch an den jahreszeitlichen Rhythmus des Jahresablaufes gebunden sind. Aus der Fülle der Erscheinungen haben die des pflanzlichen Lebens die größte Beachtung gefunden; die sog. Pflanzen- oder Phytophänologie. Systematische Beobachtungen, geleitet und ausgewertet von zentralen Diensten, und zahlreiche, gründliche Untersuchungen haben die Phänologie zu einem selbständigen Wissenschaftszweig gemacht. Über den neuesten Stand unterrichtet eingehend und ausführlich das 1955 von F. Schnelle erschienene Werk: Pflanzen-Phänologie¹⁾.

Neben dem großen biologischen Forschungsbereich, in dem die Pflanze und ihre physiologischen Prozesse im Mittelpunkt der Untersuchungen stehen, gibt es auch einen geographischen. Er ist dadurch gekennzeichnet, daß die räumliche Abwicklung der phänologischen Erscheinungen kartographisch dargelegt und das Klima als dominierender Faktor der Pflanzenentwicklung samt ihren räumlichen Differenzierungen angesehen wird. F. Schnelle nennt ihn Phänogeographie, und bei dieser Betrachtungsweise steht das Klima im Mittelpunkt, da nach allgemeiner Auffassung der mittlere Ablauf des phänologischen Jahres die Gesamtwirkung des Klimas spiegelt²⁾. Die Pflanzen und ihre Entwicklungsstadien oder Phasen gelten als Anzeiger (Indikatoren) des Klimas. Entsprechend der Klimadefinition als Durchschnittsverhalten der atmosphärischen Gegebenheiten über einen längeren Zeitraum werden daher nur vornehmlich die durchschnittlichen Termine der einzelnen Pflanzenphasen berücksichtigt. Dabei ist aber zu bedenken, daß die Pflanze unter der Einwirkung verschiedener Klimastufen steht: des Bodens-, des Mikro-, des Gelände- und des eigentlichen Makroklimas in etwa zwei Meter über dem Erdboden, welches wir allgemein als das Klima bezeichnen. Mit Einbeziehung der Klimastufen sind demnach in der Gesamtwirkung des Klimas alle Faktoren, die das Wachstum der Pflanzen beeinflussen, auch insbesondere die edaphischen Komponenten, enthalten³⁾. Auf die Bedeutung der Faktoren wird später noch eingehend hingewiesen. Aufgabe der Phänogeographie ist es weiterhin, ergänzende Unterlagen für Einteilung und Aufgliederung eines größeren Raumes in Landschaften zu erarbeiten und sie durch ihre phänologischen Eigenheiten zu charakterisieren. Dieser Aufgabe dient die folgende Untersuchung.

1) Lit. Nr. 44; allgemein bezieht sich im folgenden die Bezeichnung „Phänologie“ auf die Vorgänge im Pflanzenleben.

2) Z. B. H. Walter, Lit. Nr. 49, S. 75 ff. und F. Schnelle, Nr. 44, S. 91.

3) In kleineren Veröffentlichungen hat Verf. auf die phänologischen Beobachtungen in Westfalen, ergänzt durch methodische Bemerkungen, und auf den phänologischen Jahresablauf im Raum Westfalen hingewiesen — Lit. Nr. 31 und 32.

Aus der geschichtlichen Entwicklung der Phänologie als Wissenschaft und aus ihrem Wesen ergaben sich als Folge der räumlichen Erweiterung des Beobachtungsnetzes und der Untersuchungsmethoden die Beschränkung auf bestimmte geeignete Pflanzenarten und die Festlegung charakteristischer Entwicklungsstadien im Jahresablauf. Dementsprechend hat E. Inne (1859—1943), der wohl tatkräftigste Förderer der Phänologie in Deutschland, schon im Jahre 1895 phänologische Jahreszeiten durch Zusammenfassung der hervorstechendsten Wachstumsphasen typischer Pflanzenarten zu zeitlichen Mittelwerten aufgestellt, die auch heute noch anerkannt sind. Die phänologischen Jahreszeiten sind Vorfrühling, Erst- oder Mittfrühling, Vollfrühling, Frühsommer, Hochsommer, Spätsommer, Frühherbst, Herbst, der heute noch in Voll- und Spätherbst getrennt wird, und Winter. Die Einteilung beachtet das Verhalten der Vegetation, deren Wachstumsphasen in großen Räumen dieselbe oder nahezu dieselbe Reihenfolge zeigen, während die Termine der einzelnen Phasen des pflanzlichen Lebens häufig bereits von Ort zu Ort verschieden sind⁴⁾. Sie stützt sich im wesentlichen auf Holzpflanzen, auch wenn heute auf Grund der Beobachtung über große Räume hinweg andere Pflanzen mit ihren Phasen zur Kennzeichnung der Jahreszeiten dienen.

Der Vorfrühling als erste phänologische Jahreszeit bringt das Erwachen des pflanzlichen Lebens nach der Winterruhe. Er ist durch das Aufblühen jener Holzarten gekennzeichnet, die als Frühblüher lange vor der Belaubung schon am Ende des Februar und im März ihre Blüten tragen, sowie durch das Erblühen der Bodenflora in unseren Wäldern. Einige Arten seien genannt (etwa in zeitlicher Folge): Haselnuß (*Corylus avellana*), Schneeglöckchen (*Galanthus nivalis*), Frühlingsknotenblume (*Leucojum vernum*), Huflattich (*Tussilago farfara*), Schwarzerle (*Alnus glutinosa*), Salweide (*Salix caprea*), Buschwindröschen (*Anemone nemorosa*) und Leberblümchen (*Anemone hepatica*). Zum räumlichen Vergleich dient vor allem der Beginn der Schneeglöckchen-Blüte. In dieser Jahreszeit beginnen die Feldarbeiten, und an ihrem Ende steht die Aussaat des Sommergetreides.

Der nächste Zeitabschnitt, der Erstfrühling, bringt die Blättentfaltung vieler Holzpflanzen, z. B. Roßkastanie (*Aesculus hippocastanum*), Birke (*Betula verrucosa*), Rotbuche (*Fagus silvatica*), Linde (*Tilia grandifolia*) und Spitzahorn (*Aver platanoides*). Es blühen Schlehdorn (*Prunus spinosa*), Spitzahorn, Birke, Hainbuche (*Carpinus betulus*) und Esche (*Fraxinus excelsior*) sowie von unseren Obstbäumen Pfirsich (*Prunus persica*), Süßkirsche (*Prunus avium*), Früh- und Hauszweitsche (*Prunus domestica*) und Birne (*Pirus communis*), ferner Stachelbeere (*Ribes grossularia*) und Johannisbeere (*Ribes rubrum*) und bei den Gartenpflanzen z. B. Narzisse (*Narcissus pseudonarcissus*) und Tulpe (*Tulipa gesneriana*). Für den Beginn des Erstfrühlings ist die Blüte der Frühlings Schlüsselblume (*Primula officinalis*) allgemein charakteristisch. Zum räumlichen Vergleich eignet sich auch die Haferaussaat an der Wende vom Vor- zum Erstfrüh-

⁴⁾ Es gibt auch Beispiele für Umkehrungen in der Reihenfolge der Phasen, phänologischer Folgewechsel oder phänologische Interzeption genannt, bei Untersuchung verschiedener Gebiete. Einschränkungen in Hinsicht auf das phänologische Jahr zeigt z. B. M. Koenen, Lit. Nr. 21.

ling. Im Erstfrühling geht die Bestellung der Feldarbeiten weiter, vor allem mit Früh- und Spätkartoffeln; die Sommergetreidearten gehen auf, und die Futterrüben werden ausgesät. Mit dem Beginn der Birnenblüte neigt er sich dem Ende zu.

Als eigentlichen Frühling empfinden wir den Vollfrühling mit seiner überaus großen Anzahl blühender Pflanzen — auch noch vom Erstfrühling her — und mit dem satten Grün unserer Eichen- und Buchenwälder. Es wird jetzt die 10° Temperaturschwelle der Tagesmittel überschritten. Den Beginn dieser Jahreszeit kündigt die Blüte früher und mittelfrüher Apfelsorten (*Pirus malus*), beispielsweise der Landsberger Renette. Kurz danach blühen Flieder (*Syringa vulgaris*) und nun jene Holzarten, deren Blüten sich lange nach der ersten Belaubung entwickeln. Echte Vollfrühlingsblüher sind Wiesensalbei (*Salvia pratensis*) Maiglöckchen (*Convallaria majalis*), Goldlack (*Cheiranthus cheiri*), Wiesenglockenblume (*Campanula patula*), Aronstab (*Arum maculatum*), Pfingstrose (*Paeonia officinalis*), ferner Roßkastanie, Weißdorn (*Crataegus oxyacantha*), Eberesche (*Sorbus aucuparia*), Goldregen (*Cytisus laburnum*) und Quitte (*Cydonia vulgaris*). Es stäuben fast alle Nadelhölzer. Die Wintergetreidearten schossen, Futterrüben und Kartoffeln gehen auf. Mit dem Abblühen des Apfels und dem Beginn der Himbeer-Blüte (*Rubus idaeus*) endet der Vollfrühling.

Der Fr ü h s o m m e r beginnt mit der Winterroggen-Blüte (*Secale cereale*). Weinrebe (*Vitis vinifera*), Holunder (*Sambucus nigra*), Tollkirsche (*Atropa belladonna*) und viele Rosenarten entfalten ihre Blüten. Er ist die bekannte Heuschmuckenzeit, da nun auch die meisten Gräser blühen, es folgt der erste Schnitt der Wiesen. Winterweizen (*Triticum vulgare*), Sommergerste (*Hordeum vulgare*) und anschließend Sommerweizen (*Triticum vulgare*) schieben die Ähren. Am Ende der Jahreszeit zeigt der Hafer (*Avena sativa*) die ersten Rispen. Als Spätblüher entfaltet jetzt auch die großblättrige Linde ihre Blüten und leitet zum Hochsommer über.

Der H o c h s o m m e r ist die Reife- und Erntezeit für die Früchte des Beerenobstes (außer Weinrebe) und des Getreides, während bei den Bäumen lediglich die Linden — auch die kleinblättrige (*Tilia parvifolia*) ist jetzt erblüht — noch in voller Blüte stehen. Er setzt mit der Reife der Johannisbeere ein, im Höhepunkt steht die Winterroggen-Ernte, und an seinem Ausklang blüht das Heidekraut (*Calluna vulgaris*).

Der Sp ä t s o m m e r als kurze Übergangsjahreszeit bringt die Hafer- und Frühkartoffel-Ernte und die Reife der frühen Zwetschen und Pflaumen. Es erfolgt der zweite Schnitt der Wiesen.

Auch im H e r b s t, in der großen Reife- und Erntezeit, grünt und blüht noch die Pflanzenwelt. Zu den Arten, die vom Sommer her ihre Blüten tragen, kommen nun Herbstzeitlose (*Colchicum autumnale*) und Aster. Die Blüte der Herbstzeitlose leitet den Frühherbst ein. Im Vollherbst verfärbt sich allmählich das Laub, und der Winterroggen wird ausgesät. Die Winterroggen-Aussaet — Höhepunkt des Herbstes — eignet sich wieder gut zum räumlichen Vergleich. Mit dem Laubfall setzt der Spätherbst ein; er endet mit dem Abschluß der Feldarbeiten.

2. Bisherige Beobachtungen

Die phänologische Literatur im westlichen Deutschland zeigt für Westfalen eine auffallende Lücke. Während für Niedersachsen, für die Rheinlande und für Hessen bereits gute phänologische Karten auf Grund von Mitteldaten oder Beobachtungen einzelner Jahre in relativ großem Maßstabe vorliegen, gibt es für Westfalen immer nur noch die Ausschnitte aus Übersichtskarten von Mitteleuropa, von Deutschland, der ehemaligen Britischen Zone oder heute der Bundesrepublik, wie auch unsere kartographischen Darstellungen nebst Auswertung auf Ausschnitten derartiger Karten beruhen. Jedoch ist das phänologische Bild hier infolge der sich überschneidenden klimatischen Einflüsse, der orographischen Mannigfaltigkeit und überhaupt der ganzen naturräumlichen Ausstattung nicht minder abwechslungsreich; genügend Beobachtungen sind ebenfalls vorhanden. Allerdings ist das Material nicht gleichwertig, auch nicht an einer Stelle gesammelt, so daß noch ein Hinweis auf vorliegende Beobachtungen folgen soll.

Von 1883 bis 1942 sind Beobachtungen, zum größten Teil unter der langjährigen Leitung von E. Ihne nach seinen Richtlinien bis zu seinem Tode, in den „Phänologischen Mitteilungen“ gesammelt worden. Nach Ihnes Vorbild wurden auch die weiteren Netze in Deutschland aufgebaut. Diese Beobachtungen zeichnen sich durch ihre Einheitlichkeit aus, die durch die allgemein innegehaltene Instruktion nach dem Gießener Aufruf von Hoffmann und Ihne aus den Jahren 1882 und 1883 erreicht wurde. Es ist nicht möglich, hier alle Pflanzenarten und Phasen aufzuführen, die beobachtet werden sollen und können; sie gestatten jedoch, den phänologischen Jahresgang an jedem Beobachtungsort zeitlich noch weit genauer aufzugliedern, als es unten geschehen konnte. Bei den einzelnen Pflanzen ist jeweils angegeben, ob die Aufblühzeit — das Aufblühen ist durchweg am besten und sichersten zu beobachten —, der Beginn der Laubentfaltung, das allgemeine Belauben, der Anfang der Fruchtreife, der Erntebeginn, das allseitige Laubverfärben oder auch mehrere dieser Phasen aufzuzeichnen sind. Die Phänologischen Mitteilungen zeichnen sich noch dadurch aus, daß in ihnen die jeweils neue Literatur zusammengestellt und zum Teil besprochen ist; ferner enthalten sie kleine Aufsätze über besondere phänologische Probleme, meist aus der Feder Ihnes. Die Zahl der aufgeführten Stationen aus Westfalen ist jedoch gering, so daß sie für regionale Arbeiten nur zum Vervollständigen späterer Beobachtungen herangezogen werden können. Auf zwei langjährige Reihen ist besonders aufmerksam zu machen: Bielefeld von 1883 bis 1918 (außer 1916) und Hamm von 1917 bis 1940 (außer 1938). Die Reihe von Bielefeld wird für die weiteren Jahre ergänzt durch die Beobachtungen von E. Belers, die in den „Ravensberger Blättern für Geschichte, Volks- und Heimatkunde“ veröffentlicht sind, und der später zu erwähnenden Stationsnetze; diese langjährige Reihe hat daher für Westfalen eine besondere Bedeutung.

Ein forstlich-phänologischer Beobachtungsdienst bestand in Deutschland von 1885 bis 1894, über dessen Ergebnis Wimmenauer berichtet. Der Bericht enthält aus dieser Periode die Mitteldaten wichtiger Phasen von 15 Baumarten für zehn Orte Westfalens: Blattausbruch bei neun Holzarten,

erste Blüte bei sieben Waldbäumen, Fruchtreife bei den Eichenarten und die allgemeine Laubverfärbung.

Ein Phänologischer Reichsdienst wurde 1922 von der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft unter der Leitung von E. Werth geschaffen. Die Beobachtungen wurden für die Jahre 1922, 1923 und 1924 in „Jahreshefte des Phänologischen Reichsdienstes“ veröffentlicht; sie sind getrennt aufgeführt für landwirtschaftliche Kulturpflanzen, Obstgewächse, allgemeine und Einzelbeobachtungen. Die Zahl der mitgeteilten Orte ist noch gering: 1922 14, 1923 10 und 1924 8 Orte. Aber für die Jahre 1925 bis 1935 liegen aus sämtlichen Kreisen derartige Meldungen vor. Das Material befindet sich bei der Biologischen Zentralanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Berlin-Dahlem.

Ein Phänologischer Dienst wurde mit Beginn des Jahres 1936 vom Reichsamt für Wetterdienst durch Zusammenschluß der Netze der einzelnen Länder und Provinzen, soweit solche bestanden, bei weitgehender Vergrößerung der Stationsdichte ins Leben gerufen. Die Ergebnisse der Jahre 1936 und 1937 sind für Orte mit ausführlichen Beobachtungen in den „Wissenschaftlichen Veröffentlichungen“ des Reichsamtes für Wetterdienst in zahlreichen Tabellen abgedruckt. Die Tabellen bringen getrennt: wildwachsende Pflanzen (1936 19, 1937 25 Stationen), landwirtschaftliche Kulturpflanzen (1936 18, 1937 27 Stationen) und Obst (in beiden Jahren je 19 Stationen). Beigefügt sind Übersichtskarten bestimmter Entwicklungsstufen typischer Pflanzenarten. Diese Zahlen stellen nur 10 Prozent der Gesamtbeobachtungen dar; für Westfalen war daher die Zahl phänologischer Stationen auf etwa 250 angewachsen, aber es besteht keine Ausführlichkeit der Beobachtungen wie bei den Orten mit ihren veröffentlichten Ergebnissen. Ferner wurden im Reichsamt noch Meldebogen für Beobachtungen im Weinbau und von Unkräutern, Krankheiten und Schädlingen gesammelt. Das nicht veröffentlichte Material für 1936 und 1937 und weiter bis 1944 blieb erhalten und ist jederzeit in den Archiven des Deutschen Wetterdienstes, Bad Kissingen, einzusehen. In der geschilderten Form sind für die Jahre bis 1944 die Daten von etwas über 40 Orten durch F. Schnelle und F. Witterstein in den „Berichten des Deutschen Wetterdienstes in der US-Zone“ zusammengestellt⁵⁾, die unten zur Schilderung herangezogen werden. Auf diesen und weiteren Angaben beruhen Einzel- und Mittelwertskarten dieser Jahre⁶⁾.

Das Meteorologische Amt für Nordwestdeutschland und später der Deutsche Wetterdienst bemühten sich in den Nachkriegsjahren, wieder ein phänologisches Netz einzurichten und es weiter auszubauen, vor allem mit dem Ziel, längere Beobachtungsreihen an den gleichen phänologischen Stationen zu erhalten. 1950 war die Zahl der Stationen für Westfalen und Lippe bereits auf über 140 angestiegen⁷⁾. Für 1949 konnte unter Beibehaltung der Gliederung des Reichsamtes wieder eine begrenzte Anzahl im „Meteorologischen Jahrbuch“ veröffentlicht werden: 24 Stationen für die Beobachtungen an wildwachsenden Pflanzen und am Obst, 25 an landwirtschaftlichen Kulturpflanzen. Jetzt werden die Daten im „Deutschen

5) Lit. Nr. 42.

6) Lit. Nr. 41 und 43.

7) Siehe Karte in Lit. Nr. 31.

Meteorologischen Jahrbuch“ für die Bundesrepublik abgedruckt (seit 1953). Das Jahrbuch für 1955 enthält jeweils 20 oder 21 Orte für Beobachtungen an wildwachsenden, an Kulturpflanzen und an Obstarten; es sind nach Möglichkeit die gleichen oder benachbarte Orte bei dieser Einteilung berücksichtigt worden. Beigefügt sind Karten über Schneeglöckchen-, Apfel- und Winterroggen-Blüte sowie Roggen-Ernte.

Aus der kurzen Übersicht geht bereits hervor, daß die Unterlagen ausreichen, um auch in Westfalen regionale und spezielle Untersuchungen durchzuführen. Zu bedauern ist, daß es nicht möglich war und ist, das umfangreiche Material durch Veröffentlichung jedem zugänglich zu machen. Doch muß bemerkt werden, daß das Netz phänologischer Beobachtungsorte nicht die Konstanz meteorologischer Stationen aufweist. Zudem ist die Stationsdichte regional sehr unterschiedlich. Auch haben manche Beobachter nicht in jedem Jahr mit gleicher Genauigkeit ihre Aufzeichnungen gemacht, so daß vor allem zur phänogeographischen Auswertung noch manche kritischen Vorarbeiten zu leisten sind, ehe geeignete Karten mit größerem Maßstab vorgelegt werden können. In dem wohl bald erscheinenden Klima-Atlas für Nordrhein-Westfalen werden ebenfalls phänologische Karten enthalten sein.

Folgende Beobachtungen sind veröffentlicht: Phänologische Mitteilungen, herausgegeben von E. Ihne. Von 1884 bis 1900 in den Ber. d. Oberhessischen Ges. f. Natur- und Heilkunde in Gießen 24.—34. Jg.; von 1901 bis 1906 in den Abhdl. d. Naturhist. Ges. in Nürnberg XIV ff.; von 1907 bis 1942 in den Arbeiten der Landwirtschaftskammer für Hessen.

Jahresberichte der forstlich-phänologischen Stationen Deutschlands, Jg. 1—10, 1885 bis 1894, Berlin. Herausgegeben i. Auftr. d. Verw. forstlicher Versuchsanstalten von der Hessischen Versuchsstation zu Gießen. Hauptergebnisse von Prof. Dr. Wimmenauer in Bd. 1897 bearbeitet.

Phänologische Beobachtungen in Bielefeld. Bearbeitet durch E. Bellers in den Ravensberger Bl. f. Geschichts-, Volks- und Heimatkunde, z. T. auch in den Ber. d. Naturw. Ver. f. Bielefeld. Es liegen Einzelbeobachtungen wie auch Zusammenfassungen, soweit eingesehen, von 1901 bis 1933 vor. Auch Beobachtungen von H. E. Niemann, die sonst in den Phänol. Mitt. stehen, sind hier vereinzelt mitgeteilt.

Phänologischer Reichsdienst. Jahreshefte der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft 1922 bis 1924. Berlin 1924 und 1926.

Reichsamt für Wetterdienst. Ergebnisse phänologischer Beobachtungen in Deutschland 1936. Wiss. Abh. IV, Berlin 1938. Ergebnisse 1937. Wiss. Abh. VII, Berlin 1940.

Deutsches Meteorologisches Jahrbuch Britische Zone 1949—1952, Tl. I bis III, Meteorol. Amt f. NW-Deutschland, Hamburg.

Deutsches Meteorologisches Jahrbuch Bundesrepublik, Tl. III, 1953 ff. Deutscher Wetterdienst, Bad Kissingen.

Siehe auch Lit. Nr. 42.

3. Ablauf phänologischer Phasen in Westfalen

Die Daten der Schneeglöckchen-Blüte, der Hafer-Aussaat, der Apfel-Blüte, der Winterroggen-Blüte sowie dessen Ernte und Aussaat erfassen die wichtigsten Termine phänologischer Jahreszeiten. Mit ihnen sei zum Verständnis der folgenden Untersuchung ein kurzer Überblick über den Raum Westfalen gegeben⁸⁾. Phänologische Jahreszeiten haben keinen datumgebundenen Kalender wie die astronomischen. Auch ist zu beachten, daß die Termine der Phasen als Markierungen der Jahreszeiten einerseits an jedem Ort von Jahr zu Jahr wechseln und sie andererseits in jedem Jahr und folglich im langjährigen Durchschnitt von Landschaft zu Landschaft unter Einfluß der Faktoren, vor allem des Klimas, verschieden sind, mit ihnen die Jahreszeiten verschieden beginnen und enden und ihre Dauer deshalb wechselt. Es sei noch erwähnt, daß sich in Deutschland die Lage der Gebiete mit frühem und daher allgemein günstigem Beginn der einzelnen Phasen und somit der Jahreszeiten im Laufe des Jahres ändert. Die frühesten Gebiete liegen im Vorfrühling vor allem am Niederrhein und an der mittleren Ems, um sich dann von Jahreszeit zu Jahreszeit über Südwest und Süd nach Südosten und Osten zu verlagern. Entsprechend drehen sich ebenfalls die späten Gebiete von Nordosten über Nord, Nordwest und West nach Südwesten vom Vorfrühling bis zum Spätherbst. Daraus ergeben sich sehr unterschiedliche Andauerzeiten, d. h. für die Dauer der Jahreszeiten, für die Reifezeit, für die Zeitspannen zwischen den Phasen und für die Vegetationsperioden. Beispielsweise ist die Dauer der gesamten Vegetationsperiode am kürzesten im Nordosten, am längsten im Westen und Südwesten mit einem Unterschiedsbetrag von gut 50 Tagen. Dieses Verhältnis bleibt auch bei der Hauptvegetationszeit bestehen, jedoch unter Schwerpunktverlagerung auf den Westen und Nordwesten. Die Zeitspanne vom Ende des Hochsommers bis zum Spätherbst zeigt mehr die Tendenz einer Abnahme von Süd nach Nord, aber auch hier verfügt der Nordosten über die kürzeste Andauer⁹⁾.

Derartige Unterschiede im obigen Sinne sind in Westfalen nicht gegeben. Aber infolge der Übergangslage zwischen maritimem und kontinentalem Klima, wegen der reichen vertikalen Gliederung und bei der Vielfalt seiner Landschaften ist das phänologische Bild nicht minder abwechslungsreich. Beginn und Ende der pflanzlichen Phänomene sind stark von der Höhenlage abhängig als Folge der Temperaturabnahme mit steigender Seehöhe und auch der damit verbundenen Niederschlagszunahme; offene und geschützte Lage, Exposition gegen Sonne und Wind greifen ebenfalls gestaltend ein. Die Platten und Eggen des Weserberglandes und erst recht die Höhen des Sauerlandes erscheinen daher gegenüber der Westfälischen Bucht stets benachteiligt.

Der Vorfrühling zieht mit der Schneeglöckchen-Blüte bereits vor dem 20. Februar (Mittel 1936—1944) in günstig gelegene Landschaften Westfalens ein; hierzu gehören der Hellweg, das südliche und nördliche Münsterland, die Senne, die Paderborner Hochfläche und das untere Ruhrtal. Sie schließen sich den oben genannten Gebieten Deutschlands an

⁸⁾ Nach den Karten von F. Schnelle, Lit. Nr. 43.

⁹⁾ Nach F. Schnelle, Lit. Nr. 39 und 44, S. 132/3.

und verdanken diese Begünstigung dem wärmenden Einfluß des Golfstromes. In weiten Teilen des Weserberglandes verzögert sich der Vorfrühling bereits bis in das erste und im Hochsauerland sogar bis in das letzte Drittel des März. Jedoch schwankt gerade der Beginn dieser Jahreszeit erheblich von Jahr zu Jahr, so daß die Schneeglöckchen-Blüte Unterschiede bis zu 50 Tagen am gleichen Ort aufweist. In den nachfolgenden Jahreszeiten wird der Unterschied zwischen den Daten extremer Jahre für die einzelnen Phasen ständig kleiner und beträgt im Hochsommer etwa 25 Tage.

Der **E r s t f r ü h l i n g** beginnt mit der Hafer-Aussaat um den 20. März. Die begünstigten Landschaften sind nun neben dem Westhellweg vor allem die Talungen der größeren Flüsse; aber bis Ende März hat er auch in viele Kleinlandschaften der Westfälischen Bucht Einzug gehalten. Die Verspätung mit zunehmender Höhe umfaßt häufig noch den ganzen April.

Während die Gipfellagen des Hochsauerlandes oftmals noch eine dünne Schneedecke tragen und sich der Erstfrühling nur zaghaft bemerkbar macht, stellt sich schon in günstigen Lagen des mittleren und westlichen Hellwegs sowie des südwestlichen Münsterlandes noch Ende April mit der Apfel-Blüte der **V o l l f r ü h l i n g** ein. Bis zum 5. Mai hat er die gesamte Westfälische Bucht und bis zum 10. Mai das Weserbergland mit Ausnahme der Fürstenauer und Beverunger Platte erfaßt. Aber erst Ende Mai herrscht auch im Rothargebirge der Vollfrühling, der sich nun im Münsterlande schon seinem Ende zuneigt.

In einem kleinen Gebiet des nordöstlichen Münsterlands zwischen der Ems und dem Osning beginnt der **F r ü h s o m m e r** mit der Winterroggen-Blüte noch gegen Ende dieses Monats. Im übrigen Münsterland, in den Talungen der Lippe und Weser sowie im unteren Ruhrtal stäubt der Roggen Anfang Juni. In auffallender Weise ist der Hellweg benachteiligt, der von dieser Jahreszeit erst zwischen dem 5. und 10. Juni erfaßt wird.

Aber die sommerlichen Witterungsbedingungen lassen hier den Roggen schnell reifen, so daß er um den 20. Juli sowohl in der Soester Börde und auf dem Westhellweg als auch im Nordost- und Westmünsterland geerntet wird (**H o c h s o m m e r**). Diese Landschaften gehören damit noch zu den Frühdruschbezirken Deutschlands. Im übrigen Münsterland, im Ravensberger Hügelland und in der gesamten Wesertalung werden ebenfalls noch Ende Juli die Garben des Roggens eingefahren. Im Sauerland aber verzögert sich die Ernte stellenweise noch um 20 Tage.

Noch keine 30 Tage nach der Ernte beginnt in den Hochlagen des Sauerlandes schon die Winterroggen-Aussaat (**V o l l h e r b s t**), während im Unterland der Bauer damit noch bis Mitte Oktober warten kann; die Zeitspanne zwischen Ernte und Aussaat ermöglicht nur im Unterland einen ertragreichen Zwischenfruchtbau.

In den begünstigsten Landschaften Westfalens umfaßt demnach die Vegetationszeit, gerechnet vom Einsetzen des Erstfrühlings bis zum Vollherbst, 6½ bis 7 Monate. Dagegen stehen der Pflanzenwelt im Hochland nur rund 5 Monate für ihre Entwicklung zur Verfügung.

Diese Beschreibung können wir ergänzen durch Mittel­daten für bestimmte Landschaftsgebiete, die F. Schnelle in seinem Werk „Phänologie“ veröffentlicht hat ¹⁰⁾. Als Grundlage diente die naturräumliche Gliederung Deutschlands ¹¹⁾ bei Berücksichtigung phänologischer Verhältnisse, die nach Schnelle als repräsentativ für die Landschaftsräume angesehen werden können ¹²⁾. In unsere Tabelle 1 wurden alle Landschaftsgebiete aufgenommen, die innerhalb des von uns gewählten Kartenausschnittes liegen oder sich noch randlich anlehnen.

Tabelle 1 **Mittel­daten phänologischer Phasen für ausgewählte Landschaftsgebiete** (nach F. Schnelle)

Haupt­einheit	Mittlere Höhe (m)	Phasenbeginn			Winterroggen-		
		Schneeglöckchen-Blüte	Hafer-Aussaat	Apfel-Blüte	Blüte	Ernte	Aus-saat
Bourtanger Moor u. Weener Geest	0-50	14. 3.	17. 4.	18. 5.	12. 6.	6. 8.	24. 9.
Bersenbrücker Land	unter 50	27. 2.	29. 3.	8. 5.	3. 6.	27. 7.	5. 10.
Kalenberger Lößbörde	50-100	23. 2.	29. 3.	7. 5.	3. 6.	23. 7.	8. 10.
Ravensberger Land	100	2. 3.	2. 4.	8. 5.	2. 6.	27. 7.	16. 10.
Oberwälder Land (Südteil üb. 200 m)	200-300	19. 3.	7. 4.	12. 5.	9. 6.	30. 7.	24. 9.
Westhessische Senke (Eder-Fuldatal zw. Fritzlar u. Kassel)	200	24. 3.	29. 3.	6. 5.	2. 6.	22. 7.	3. 10.
Hellweg-Börden (Ostteil: Soest- Paderborn)	100-200	18. 2.	3. 4.	4. 5.	3. 6.	23. 7.	5. 10.
Untere Rheinmündung	unter 50	14. 2.	27. 3.	3. 5.	29. 5.	23. 7.	6. 10.
Kölner Bucht	40-100	19. 2.	25. 3.	28. 4.	28. 5.	18. 7.	0. 10.
Hoher Westerwald	400-500	24. 3.	13. 4.	22. 5.	16. 6.	12. 8.	22. 9.

Die Daten des Phasenbeginnes im Bourtanger Moor und auch im Bersenbrücker Land weichen besonders von unserer Schilderung ab. Im Bourtanger Moor entsprechen sie fast denen des Westerwaldes und sind fast durchweg ungünstiger als im Oberwälder Land. Im Bersenbrücker Land passen sie sich den Landschaften gleichen Niveaus schon an, tendieren aber immer zu späteren Einzugssterminen. Die gesamte Vegetationszeit, gerechnet von der Hafer- bis zur Winterroggen-Aussaat, dauert hier 200 Tage, eine Andauerzeit, die nur knapp in der Kölner Bucht noch erreicht wird und im Ravensberger Land mit 197 Tagen auch noch entsprechend hoch liegt. Sonst schwankt sie um 190 Tage und nimmt mit der Höhe ab: Oberwälder Land 170 und Westerwald 162 Tage, aber die kürzeste Vegetationsperiode hat das Bourtanger Moor mit 160 Tagen. Die Hauptvegetationsperiode, hier gerechnet von der Hafer-Aussaat bis zur

¹⁰⁾ Lit. Nr. 44, S. 167—169.

¹¹⁾ Lit. Nr. 24.

¹²⁾ Lit. Nr. 44, S. 172.

Winterroggen-Ernte, also den Aufgang, das Schossen, das Stäuben und die Reife der Sommergetreide erfassend, hat dagegen einen erheblich geringeren Schwankungsbereich. Im allgemeinen pendeln die Andauerzeiten um 115 Tage. Auffallenderweise hat die Periode die kürzeste Dauer nicht nur im östlichen Hellweg, sondern auch im Bourtanger Moor mit 111, die längste im Bersenbrücker Land mit 120 und im Westerwald mit 121 Tagen. Wegen der geringen Schwankungsbreite der Hauptvegetationsperiode weist die Andauerzeit zwischen Winterroggen-Ernte und -Ausfaat eine breitere Streuung der Werte auf; sie ist wichtig für den herbstlichen Zwischenfruchtbau (s. oben). 84 Tagen der Kölner Bucht, 80—81 im Bersenbrücker und Ravensberger Land stehen 56 im Oberwälder Land, 49 im Bourtanger Moor und 41 im Westerwald gegenüber.

Das phänologische Jahr

1. Auswertung phänologischer Karten

Grund- und Unterlage der Auswertung und Verarbeitung sind die schon erwähnten, von F. Schnelle entworfenen sechs phänologischen Mittelwertskarten, da das veröffentlichte Material an Einzeldaten zu wenig Stationen enthält und nur erst zur ergänzenden Vertiefung der Beschreibung dienen kann. Mit dem Beginn der Schneeglöckchen-Blüte, der Hafer-Aussaat, der Apfel-Blüte, der Blüte, der Ernte und der Aussaat des Winterroggens sind uns die Festpunkte des phänologischen Jahresablaufes gegeben (Mittel 1936—1944), die nicht nur zu einer eingehenden Beschreibung, sondern auch zu detaillierter Betrachtung und Untersuchung ausreichen. Jedoch sind mit dieser Pflanzen- und Phasenwahl auch Ungenauigkeiten gegeben, die erwähnt werden müssen. In der offenen Kulturlandschaft gewinnen wir mit ihnen ein genaues Bild des Ablaufes und der Verschiedenheiten in Landschaftsgebieten und ihren Kleinlandschaften. Jedoch in großen geschlossenen Waldgebieten, vor allem der Bergländer und der Gebirge, z. B. des Hochsauerlandes und des Wittgensteiner Landes, wird die Genauigkeit nicht den gleichen Grad aufweisen können, da Beobachtungen fehlen, die beim Entwurf der einzelnen Karten durch Inter- und Extrapolation überbrückt werden müssen. Aber die Sachkenntnis des Bearbeiters wirkt wieder ausgleichend, so daß zu starke Abweichungen nicht auftreten.

Wie beschrieben, zeigt uns jede dieser Karten die Begünstigung bzw. Benachteiligung eines Ortes oder einer Landschaft für die jeweilige Phase im Vergleich mit anderen Landschaften innerhalb des ersten und letzten Einzugsstermins. Vergleichen wir die Karten untereinander, so wird deutlich, wie äußerst modifiziert der phänologische Jahresablauf in den einzelnen Landschaften ist: es wechseln Gunst und Ungunst der Phasen in verschiedenem Rhythmus als Ausdruck der Mannigfaltigkeit der Faktoren. Zu der schon genannten Aufgabe dieser phänogeographischen Skizze tritt daher noch eine andere vorbereitende: durch eine spezielle kartographische Darstellungsart charakteristische Züge des pflanzlichen Geschehens hervortreten zu lassen, die einen deutlicheren Hinweis auf die Wirkfaktoren gestatten¹³⁾.

Im großen und ganzen stand in der Phänologie die Betrachtung der einzelnen Phasen im Vordergrund für größere Räume; es wurden lediglich für kleinere Gebiete und Landschaften die Phasen in ihrer zeitlichen

¹³⁾ Über kartographische Darstellungsarten in der Phänologie unterrichtet F. Schnelle, Lit. Nr. 44, S. 80—93, bei denen insbesondere die Anwendung auf die Praxis hin, d. h. die genaue Fixierung in Art und Ausdehnung einheitlicher Anbaugebiete für die Landwirtschaft, betont wird. Manche Darstellungsmöglichkeiten kommen auch in unseren Karten zum Ausdruck, z. B. die Andauer, im grundsätzlichen aber liegt bei uns eine Bewertung vor.

Abfolge verglichen und gedeutet, für Westfalen z. B. in der Beschreibung des Kreises Brilon¹⁴⁾. Ein allgemeines Prinzip zur kartographischen Veranschaulichung der gemeinsamen Züge, aber auch der Unterschiedlichkeit für alle dargestellten Phasen liegt noch nicht vor, abgesehen von Bewertungsprinzipien in Anwendung auf die Praxis. Hier hat H. Walter einen Hinweis gegeben¹⁵⁾. Nach seinem Vorschlag sind fünf Karten auszuwerten: Frostdauer und vier phänologische für Frühling, Frühsommer, Hochsommer und Frühherbst. Auf jeder Karte werden die vorhandenen Einzugsintervalle der Phasen mit Zahlen von 1 bis 4 oder 5 bezeichnet. Eine fünfstellige Zahlenfolge ist nach Walter ein kurzer und prägnanter Ausdruck für das Klima eines Ortes und dessen Umgebung. Damit aber dieser Vorschlag generell durchführbar ist, müssen die Einzugsintervalle — auch Stufen oder Zonen genannt — möglichst gleich bleiben (auch die Länge des Intervalles: 5, 7 oder 10 Tage). Je größer die Anzahl der Stufen bei einer kartenmäßigen Darstellung ist und je mehr Phasen kartographisch fixiert werden können, desto länger und auch komplizierter wird die Folge der Zahlen. Diese Folgen bezeichnen wir stets als **Stufenfolgen**¹⁶⁾.

Einige Beispiele aus den sechs Karten für den Raum Westfalen sollen die Methode erläutern. Die sechs Karten bedingen eine sechsstellige Stufenfolge. Im gewählten Kartenausschnitt sind bei den einzelnen Phasen folgende Stufen vorhanden (bei mehreren Phasen wurden die beiden letzten, also die spätesten Einzugsstufen bereits mit Rücksicht auf die kartographische Verarbeitung zusammengefaßt): Schneeglöckchen-Blüte 5, Hafer-Aussaat 5, Apfel-Blüte 6, Winterroggen-Blüte 5, Winterroggen-Ernte 7 und Winterroggen-Aussaat 5. Die ersten Zahlen bedeuten demnach frühe, die letzten späte Einzugsstufen der jeweiligen Phase (Tabelle 2; Benennung der Stufen wie bei F. Schnelle, Lit. Nr. 44).

Tabelle 2 Stufen der Einzugsstermine phänologischer Phasen

Stufe	Schneeglöckchen-Blüte	Hafer-Aussaat	Apfel-Blüte	Winterroggen		
				Blüte	Ernte	Aussaat
1.	bis 19. 2.	bis 26. 3.	bis 30. 4.	bi 30. 5.	bis 19. 7.	nach 17. 10.
2.	19. 2—1. 3.	26.—1. 3.	30. 4.—5. 5.	30. 5—4. 6.	19—24. 7.	7—17. 10.
3.	1—11. 3.	31. 3—5. 4.	5.—10. 5.	4—9. 6.	24.—29. 7.	27. 9.—7. 10.
4.	11.—21. 3.	5.—10. 4.	10.—15. 5.	9.—14. 6.	29. 7.—3. 8.	17. 9.—27. 9.
5.	nach 21. 3.	nach 10. 4.	15.—0. 5.	nach 14. 6.	3.—8. 8.	bis 17. 9.
6.	—	—	nach 20. 5.	—	8.—13. 8.	—
7.	—	—	—	—	nach 13. 8.	—

Bei den Herbstphasen sind frühe Termine ungünstig, spätere jedoch günstig, daher die umgekehrte Anordnung der Stufen. Im Kartenausschnitt liegen die günstigsten phänologischen Gebiete in der Nieder-

14) Lit. Nr. 28 c.

15) Lit. Nr. 49, S. 91 ff.

16) Andere Möglichkeiten der Bewertung hat F. Schnelle entwickelt — Lit. Nr. 38, 39 und 44, S. 15; hier wird auch die Methode von Walter erwähnt —, die vornehmlich auf die praktische Verwendung hin orientiert sind. Dabei wird auch auf die Pentade als Einzugsintervall zurückgegriffen, in unserer Untersuchung als Stufe bezeichnet.

rheinischen Bucht und im südlichen Teil der Niederrheinischen Tiefebene. Aus dieser Landschaft wurde die Stufenfolge von Homberg westlich der Ruhrmündung der Tabelle 3 beigelegt.

Tabelle 3 Phänologische Stufenfolge und Wertigkeit in Westfalen

Ort	Seehöhe (m)	Stufenfolge	Wertigkeit
Homberg	32	1 1 1 1 1 3	8
Dorsten	33	1 3 1 1 2 2	10
Minden	46	2 2 2 2 2 2	12
Münster	63	2 2 3 2 3 3	15
Höxter	96	3 3 3 3 3 4	19
Dortmund	120	1 2 1 3 2 2	11
Paderborn	125	1 3 3 2 3 2	14
Arnsberg	207	2 2 3 3 3 3	16
Siegen	230	2 3 3 3 4 3	18
Lüdenscheid	450	3 4 4 4 5 4	24
Brilon	450	4 4 5 4 5 4	26
Altastenberg	780	5 5 6 5 7 5	33

Diese Stufenfolgen repräsentieren aber nur den phänologischen Jahresablauf in der engeren Umgebung dieser Städte und Orte. Ihren Wechsel von Ort zu Ort zeigt Tabelle 4 mit Orten aus dem noch relativ einheitlichen Münsterland.

Schon hier hat jeder Ort eine andere Stufenfolge. Somit läßt sich zwar nach der Walterschen Methode das Klima eines Ortes kurz und bündig definieren. Es ist aber nicht möglich, wegen des raschen Wechsels mit seinen vielfältigen Kombinationen eine räumliche Übersicht zu geben; denn noch weit stärker ist natürlich der Wechsel im Weserbergland und erst recht im Südergebirge.

Tabelle 4 Phänologische Stufenfolge und Wertigkeit im Münsterland

Ort	Seehöhe (m)	Stufenfolge	Wertigkeit
Bocholt	25	2 2 2 2 3 3	14
Rheine	40	1 2 2 2 3 2	12
Saerbeck	46	2 2 3 1 2 2	12
Warendorf	55	2 2 2 2 2 3	13
Metelen	58	2 3 1 2 2 2	12
Münster	63	2 2 3 2 3 3	15
Schöppingen	90	2 3 2 3 2 2	14
Billerbeck	111	2 4 2 3 3 3	17

(Die Seehöhen wurden z. g. T. klimatischen Tabellen entnommen.)

Um trotz dieser Mannigfaltigkeit auf einer Karte den Zusammenhang aller sechs Phasen zu erfassen und darzustellen, wurde die Methode erweitert. Über die Karten wurde Millimeterpapier gelegt, und in jedes Quadratzentimeter wurden die Stufen der Phasen in der genannten Reihenfolge eingetragen. Der Versuch, aus diesem Kartogramm Gebiete gleichen Ablaufs auszusondern, scheiterte an der Vielzahl der Folgen und somit der Typen. In einfacher Weise aber ließ sich hieraus eine Wertig-

keitskarte entwerfen. Die Zahlen in den Quadraten wurden addiert. Jedes Quadrat wird jetzt nicht mehr durch eine Stufenfolge repräsentiert, sondern nur durch eine Wertigkeitszahl. Für die Orte der obigen Tabellen sind sie in der letzten Spalte angegeben.

Die Wertzahlen verwischen naturgemäß feinere Eigenschaften, jedoch treten auch bei den Angaben der Tabelle für das Münsterland noch manche graduellen Unterschiede hervor. Sie lassen auf einer Karte im räumlichen Vergleich die Gunst bzw. Ungunst der Landschaften und der Orte in Abhängigkeit von der Faktorenkette erkennen; die Orte bzw. Quadrate mit gleichen Wertzahlen wurden wie üblich durch Isol'nien verbunden. Die Addition der Stufenzahlen ergab selbst in den günstigsten phänologischen Landschaften — außerhalb Westfalens gelegen — nie den Wert sechs, weil in ihnen bei der Roggen-Aussaat im Herbst die zweite Stufe vorliegt. Die kleinste Wertzahl ist also sieben, die größte 33 (s. Altastenberg in der Tabelle). Für die kartographische Darstellung konnten folgende Stufen gewählt werden: 7, 8—10, 11—13, 14—16, 17—19, 20—22, 23—25, 26—28, 29—31 und über 31. Die Wertzahl 7 umfaßt also Gebiete, in denen alle oder fast alle phänologischen Phasen der ersten Stufe angehören, und die Wertzahl 31 jene, in denen sie zur letzten und vorletzten Stufe gehören. Die so gewonnene Karte schließt sich eng an die Darstellungsart der üblichen phänologischen Karten mit Isophanen an. Sie gehört zu den statischen Karten, in der die phänologischen Abläufe in der Summe ihrer Stufenfolgen veranschaulicht sind und die somit die gegebenen Fakten festlegt. Sie läßt durch die Summation Eigenheiten und Merkmale der Landschaften und in den Landschaften hervortreten.

Dieses Verfahren läßt sich auch auf die Daten anwenden, die dem Werk von F. Schnelle entnommen und in der Tabelle 1 für unseren Raum zusammengestellt sind. Während also unsere Untersuchung auf Angaben der Karten beruht, können wir an diesem Beispiel aufzeigen, daß es sich auf genauere fixierte Daten anwenden läßt. Wie die Karte ausweist (s. später), ordnen sich die Wertzahlen der Landschaftsräume zwanglos ein und stützen das Ergebnis.

Tabelle 5 **Phänologische Stufenfolge und Wertigkeit in ausgewählten Landschaften**

Haupteinheit	Mittlere Höhe (m)	Stufenfolge	Wertigkeit
Bourtanger Moor u. Weener Geest	0 — 50	4 5 5 4 5 4	27
Bersenbrücker Land	unter 50	2 2 3 2 3 2	14
Kalenberger Lößbörde	50 — 100	2 2 3 2 2 2	13
Ravensberger Land	100	3 3 3 2 3 2	16
Oberwälder Land	100 — 300	4 4 4 3 4 4	23
Westhessische Senke	200	2 2 3 2 2 3	14
Hellwegbörden	100 — 200	1 3 2 2 2 3	13
Untere Rheinmündung	unter 50	1 2 2 1 2 3	11
Kölner Bucht	40 — 100	1 1 1 1 1 2	7
Hoher Westerwald	über 500	5 5 6 5 6 4	31

Es bleibt aber die Forderung bestehen, die phänologische Vielgestaltigkeit kartographisch zu fixieren, um dem wirklichen Ablauf der Erscheinungen möglichst gerecht zu werden. In der Phänologie, Klimatologie und Agrarmeteorologie werden zum Erfassen der Unterlagen für das Wachstum der Pflanzen die Vegetationszeit und insbesondere die Hauptvegetationsperiode ausgeschieden. Während erstere, zwischen bestimmten Schwellenwerten, mehr oder minder mit dem Sommerhalbjahr übereinstimmt, umfaßt letztere jene Zeit, in der die Produktion pflanzlicher Substanz besonders stark ist mit Blüte, Belaubung und erster Fruchtreife. In der Klimatologie sind hierfür die Monate Mai bis Juli festgelegt, sofern nicht, falls genügend genaue Temperaturwerte für jeden Tag im Mittel vorliegen, Schwellenwerte zur Abgrenzung herangezogen werden, z. B. Überschreiten des Tagesmittels von 10° C. Diese sind, wie die phänologischen Daten, von Ort zu Ort verschieden und entsprechen den gegebenen Naturverhältnissen. Im phänologischen Jahresablauf gehören zur Hauptvegetationsperiode der Vollfrühling, der Früh- und der Hochsommer. Erfreulicherweise sind die Karten für Apfel-Blüte, Winterroggen-Blüte und -Ernte sehr gestuft und beruhen auf zahlreichen Beobachtungen.

In den Tabellen der Stufenfolgen geben die 3. bis 5. Zahlen die Verhältnisse der Hauptvegetationsperiode wieder. Schon ein kurzer Vergleich einiger Orte läßt die angegebene Bedeutung erkennen: Münster, Minden und Arnsberg sind hinsichtlich der Schneeglöckchen-Blüte und der Hafer-Aussaat als gleichwertig anzusehen, die drei Phasen der Hauptvegetationsperiode heben aber weitgehende Unterschiede hervor; entsprechendes gilt für Dorsten und Paderborn. Auch die Auswahl der Orte des Münsterlandes gibt ebenfalls charakteristische Verschiedenheiten wieder. Andererseits kommt aber auch jetzt Orten die gleiche Bewertung zu, die sich sonst unter Berücksichtigung der ersten Frühlings- und der Herbstphasen unterscheiden, z. B. Höxter und Arnsberg, Paderborn und Münster, Bocholt und Rheine. Ferner ergab sich bei der Durchsicht aller Stufenfolgen (ca. 900), daß schon rein von den Stufenzahlen aus gesehen, d. h. ohne die genannte Bedeutung der Hauptvegetationsperiode, diese Daten viele Merkmale in bezeichnender Weise erkennen lassen.

Für die dreistelligen Stufenfolgen wurde ein neues Kartogramm hergestellt. Dabei ergaben sich 56 verschiedene Folgen, die noch eine Generalisierung erforderten. Für die kartographische Verarbeitung kamen Stufen- und Rastersignaturen nicht in Betracht, da sie bei der Stufenkombination und der Vielzahl der Folgen ein zu verwirrendes Bild ergeben, auch noch bei farblicher Trennung. In zweifacher Weise wurden deshalb die Folgen geordnet, nach der Fläche und nach der Häufigkeit. Die sich bei diesem Verfahren als unbedeutend erweisenden Folgen wurden nach Lage und Merkmalen den benachbarten zugewiesen; hierdurch verringerten sie sich um die Hälfte. Diese Zahl ließ sich nicht mehr reduzieren, da sich die Folgen entweder zu geschlossenen größeren Gebieten anordnen oder Übergänge charakterisieren oder über den gesamten Raum in kleineren Komplexen verbreitet sind. Um jetzt die phänogeographischen Landschaften auszusondern, die also phänologisch in sich möglichst gleichwertig sind, bot sich folgende, aus dem Stoff und aus den verschiedenen Möglichkeiten der Gliederung der Folgen ergebende Methode an,

die auch den Ablauf der Phasen in der Hauptvegetationszeit erkennen läßt, also im wesentlichen dynamischer Art ist. Eine phänologische Bewertung der Folgen nach Gunst bzw. Ungunst wurde nicht gewählt, da in weiterer Schau, z.B. über ganz Deutschland, den Spielarten mehr Raum gegeben werden muß. Die Folgen sind zu Typen zusammengefaßt und diese vorerst mit großen Buchstaben bezeichnet.

Zum Typ A gehören die Gebiete, in denen bei mindestens zwei Erscheinungen für Westfalen die erste Stufe vorhanden ist. Das bedeutet, um es an dieser Stelle zu wiederholen: in ihnen beginnen die Apfel-Blüte vor dem 30. 4., die Winterroggen-Blüte vor dem 30. 5. und die Winterroggen-Ernte vor dem 19. 7. (einschließlich der Daten).

Zum Typ B gehören die Gebiete, in denen im allgemeinen bei zwei Phasen für Westfalen die zweite Stufe vorliegt, also die Apfel-Blüte zwischen dem 30. 4. und dem 5. 5., die Winterroggen-Blüte zwischen dem 30. 5. und dem 4. 6. sowie die Winterroggen-Ernte zwischen dem 19. 7. und dem 24. 7. beginnt.

Die durch diese Festlegung erfaßten Bereiche lassen sich in phänologischer Sicht als günstig und sehr günstig bezeichnen. Alle Faktoren, klimatische, bodenklimatische und edaphische, bewirken in ihrer Gesamtheit ein frühes Stadium im vegetativen Jahresablauf.

Zum Typ C rechnen wir die Gebiete, in denen meist zwei Erscheinungen in die dritte Stufe fallen, d.h. Apfel-Blüte zwischen dem 5. und 10. 5., Roggen-Blüte zwischen dem 4. und 9. 6. und Roggen-Ernte zwischen dem 24. und 29. 7.

Unter Typ D sind die Gebiete eingereicht, in denen bei zwei Erscheinungen im allgemeinen die vierte Stufe vorhanden ist: Apfel-Blüte zwischen dem 10. und dem 15. 5., Winterroggen-Blüte zwischen dem 9. und dem 14. 6. und Winterroggen-Ernte zwischen dem 29. 7. und 3. 8.

Phänologisch gehören zu C und D die Bereiche, in denen die Gesamtheit der Einwirkungen für den betrachteten Raum den Einzugsdaten der pflanzlichen Erscheinungen etwa die Mitte zwischen den bekannten extremen Terminen zuweist.

Zum Typ E zählen wir die Gebiete, in denen die Apfel-Blüte und die Winterroggen-Ernte meist in die fünfte Stufe, die Winterroggen-Blüte in die vierte Stufe fallen, d.h. der Beginn der Apfel-Blüte liegt zwischen dem 15. und dem 20. 5. und der der Winterroggen-Ernte zwischen dem 3. und dem 8. 8.

Zum Typ F schließlich gehören die Gebiete, in denen die Apfel-Blüte und die Winterroggen-Blüte in die letzte, die sechste Stufe, die Winterroggen-Ernte in die vorletzte oder letzte Stufe fallen; die Apfel-Blüte beginnt nach dem 20. 5., die Roggen-Blüte nach dem 14. 6. und die Ernte zwischen dem 8. und dem 13. 8. sowie nach dem 13. 8.

Die E- und F-Bereiche stehen also unter ungünstigen bzw. sehr ungünstigen Verhältnissen; die Mannigfaltigkeit der Einwirkungen bedingt in ihnen eine Verspätung bzw. zum Spätherbst hin eine Verfrühung im phänologischen Jahresablauf. — Zum Vergleich ziehen wir die Daten der Landschaftsräume nach Schnelle wieder heran, obwohl bei ihnen zu bedenken ist, daß die Werte aller Stationen, die innerhalb des Landschaftsraumes liegen, zu Landschaftsmitteln zusammengefaßt wur-

den¹⁷⁾. Die so gewonnenen Daten sollen nach F. Schnelle als repräsentativ für die Landschaftsräume angesehen werden. Es ergeben sich bei diesem Verfahren aufschlußreiche Unterschiede zu unserem, weil es die Aufgabe hat, auf phänogeographischer Basis zu einer Abgrenzung und Charakterisierung zu gelangen. So gehören die Hellwegbörden von Soest bis Paderborn nach den Daten von Schnelle zum Typ B, während bei uns der östliche Teil bereits zum Typ C zu rechnen ist. Ähnliches gilt vom Eder-Fulda-Tal, dem Typ B nach der naturräumlichen Gliederung zugehörend, aber nach unserer Festsetzung kommt hierfür nur die Fritzlarer Kammer in Betracht; das Fuldatale gehört zum Typ C. Bei anderen Landschaftsgebieten sind im großen und ganzen die Abweichungen gering, wie in der unteren Rheinniederung, in der Kalenberger Lößbörde und im Oberwälder Land, da einmal die Unterlagen beider Untersuchungen dieselben sind und zum anderen, wie später noch ausgeführt wird, viele Landschaftsgebiete der naturräumlichen Gliederung auch durch dieses Verfahren als Einheiten hervortreten. Weitgehend sind daher auch die Übereinstimmungen beim Bourtangener Moor (Typ E), beim Bersenbrücker Land (C), beim Ravensberger Land (C), bei der Kölner Bucht (A) und bei dem Hohen Westerwald (F).

Die unter diesen Festsetzungen entstandene Karte unterscheidet sich von phänologischen mit Linien gleicher Einzugsdaten dadurch, daß auf ihr die Landschaften jetzt durch gestufte Erscheinungsreihen in ihrer Bedeutung und ihrer Wertigkeit gekennzeichnet werden. Um dieses noch stärker auszudrücken, wurden in den Landschaftsräumen der Typen die Landschaftsteile hervorgehoben, die sich bei einer Phase oder manchmal auch bei zwei Phasen durch deutliche Verfrühung oder Verspätung abzeichnen. (Früheres Einsetzen der Phasen ist durch offene, späteres durch ausgefüllte Signaturen bezeichnet: bei der Apfel-Blüte durch Kreise, bei der Roggen-Blüte durch Quadrate und bei der Ernte durch Dreiecke.) Frühere oder spätere Einzugsdaten beziehen sich dabei auf die unter A bis F getroffenen Festsetzungen der Einzugsstufen der Phasen. Bei den Bereichen der Typen A bis D werden also stets Abweichungen von der 1., 2., 3. oder 4. Stufe bezeichnet, bei E von der 5. bei der Apfel-Blüte und Roggen-Ernte und von der 4. Stufe bei der Roggen-Blüte, bei F die Verfrühungen in bezug auf die letzte Einzugsstufe.

2. Versuch einer Bewertung

Räumliche Anordnung — Ursachen (Karte 1)

Die geschilderte Stufung der Wertigkeitskarte beruht auf der Überlegung, daß sie, im großen gesehen, vom kleinsten Wert 7 jeweils um sechs Werte fortschreitet, damit jede der sechs Phasen in die nächste Einzugsstufe gerückt ist. Am deutlichsten träte dieses Prinzip hervor, wenn im gewählten Kartenausschnitt Landschaften vorhanden wären, in denen die Einzugsdaten aller Phasen der 1. Stufe angehörten und somit der mögliche kleinste Wert 6 bei der Addition erscheinen würde. Als

17) Lit. Nr. 44, S. 172.

Hauptwertigkeitslinien sind also 7, 13, 19, 25 und 31 anzusehen. Da aber in Wirklichkeit, wie auch die vorstehenden Tabellen ausweisen, alle Zahlen von 7 bis 33 vorkommen, war eine weitere Teilung angebracht mit den Werten 10, 16, 22 und 28. Sie sind, wieder im großen und ganzen gesehen, in ihrer Bedeutung so aufzufassen, daß jetzt die Hälfte der Phasen in die nächste Einzugsstufe fortgeschritten ist. Die Stufen reichen aus, um die wichtigsten Merkmale und bedeutendsten Unterschiede im Raum vergleichend heraustreten zu lassen. Mit Einzelkarten verglichen zeigt sich dabei, daß manche graduellen Feinheiten deutlicher erscheinen.

Bei der Beschreibung und Erläuterung weisen wir auf die Ursachen hin. Grundsätzlich ist zu beachten, daß wir es mit pflanzenphänologischen Erscheinungen zu tun haben, die den mannigfaltigsten Einflüssen ausgesetzt sind. Selbst ein Faktor wirkt nicht immer gleich, d. h. sein Einfluß wechselt im Jahresablauf. Die Phasen enthalten daher, um es so auszudrücken, stets die Summe der Wirkfaktoren. Wird beim Erläutern ein Einfluß aus der Faktorenreihe als besonders bedeutsam genannt, so ist es ein dominanter, aber stets ist die Aussage im obigen Sinne einzu-schränken. Sie ist vor allem auch dann zu beachten, wenn die Einzugs-daten der Phasen als Indikatoren des Klimas betrachtet werden.

Der erste Eindruck, den die Karte vermittelt, ist das Widerspiegeln des Reliefs, also der Oberflächengestalt und der Höhenlage, und darüber hinaus der großen Naturlandschaften. Im Westen zeichnen sich die vom Klima begünstigten Landschaften, das Niederrheinische Tiefland und vor allem die Niederrheinische Bucht, mit Wertzahlen meist unter 10 ab. Ebenso deutlich tritt die nach Westen und Nordwesten und damit den atlantischen Einflüssen geöffnete Westfälische Bucht mit Werten von 10 bis 15 im Durchschnitt hervor. Weit ungünstiger erscheint demgegenüber das ebenfalls zum Norddeutschen Flachland gehörende Westfälische Tiefland, das noch am Nordrand der Karte mit wesentlichen Zügen erfaßt wird. Verlauf und Führung der Wertlinien umreißen das Weserbergland mit Zahlen, die fast überall über 15 liegen; es weist daher auch den tiefer gelegenen Landschaften bereits ungünstigere Verhältnisse im Vergleich zur Westfälischen Bucht zu. Höhenlage und Reliefenergie bedingen auch in phänologischer Sicht die Geschlossenheit, aber ebenso die Struktur des Südergebirges. Scharf ist nach Osten der Übergang zum Hessischen Berg- und Hügelland, dessen sich langhinziehende Senken den Verlauf der Wertlinien bestimmen. Ihr Offensein nach Süden im Verein mit geschützter Lage setzt diese Großlandschaft schon mit etwas kleineren Wertzahlen auch vom Weserbergland ab.

Weiterhin sind die Großlandschaften vielfältig nuanciert. Auf einige Besonderheiten und Merkmale sei hingewiesen. Am Niederrhein liegen die im Kartenbild überhaupt günstigsten Gebiete links und rechts auf den Terrassen des Stromes, während die Niederung etwas ungünstigere Verhältnisse hat. Von der Erft- bis zur Ruhrmündung und unterhalb Rheinberg wird diese Erscheinung noch durch den Verlauf der Wertlinien 10 unterstrichen. Die Terrassenböden trocknen schneller aus, vor allem, wenn in ihnen die sandige Komponente überwiegt; die Feuchtböden in der Stromniederung halten das Grundwasser länger, und dieses wirkt sich natürlich auf das gesamte Bodenklima und besonders auf die

Bodentemperaturen negativ aus. Feuchtböden bedingen allgemein Wachstumsverzögerungen, wie sie auch bei anderen großen deutschen Flüssen und an Mooren beobachtet werden ¹⁸⁾.

Die Wirkung feuchter oder nasser, insbesondere schwerer Böden zeigt sich auch in der Westfälischen Bucht, in der sich auf Grund ihrer Höhenlage bereits Baumberge und Beckumer Berge und auch Haard mit Recklinghäuser Landrücken abheben. Innerhalb der Bucht hat das Kernmünsterland mit seinen schweren Kleiböden höhere Werte als die umschließenden Landschaften mit sandigen Böden. In den Sandlandschaften zeichnet sich der Raum zwischen Saerbeck und Ostbevern (nördlich und nordöstlich von Münster) durch frühen Einzug des Früh- und Hochsommers aus mit der hier günstigsten Stufenfolge 1 2 2 1 2 2; der frühe Beginn des Erstfrühlings beruht auf der maritimen Beeinflussung unseres Winterklimas. Die sandige Davert stellt die Verbindung zwischen diesem Raum und dem Südwestmünsterland her, die Stufenfolge zwischen Amelsbüren und Rinkerode (südlich von Münster) sei als besonders charakteristisches Beispiel genannt: 1 2 3 2 2 3. Leichte, trockene Böden zeigen also frühere Daten als schwere, feuchte Böden.

Im Süden der Westfälischen Bucht erscheint der Hellweg auffallend begünstigt. In breitem Streifen zieht sich die Begünstigung die Emscher aufwärts — also den Kern des Industriereviere ersassend — und weiter nach Osten mit Ausläufern bis zur Paderborner Hochfläche. Mehrere Faktoren wirken hier zusammen. Im Industriegebiet bedingen die dichte Bebauung und die zahlreichen Werke eine Erwärmung der Umgebung. Diese bekannte klimatische Gegebenheit äußert sich auch phänologisch: in und am Rande der Großstädte beginnen Blüte, Belaubung und Reife der Pflanzen einige Tage früher als im freien Umland. Zu diesem anthropogenen Faktor kommt die räumliche Nachbarschaft zu den günstig gelegenen niederrheinischen Landschaften. So finden wir bei Oberhausen und Essen die Stufenfolgen 1 1 1 1 1 3 und 1 1 1 1 2 2, von Gelsenkirchen bis Herne 1 1 1 2 2 3. Für die gesamte Begünstigung am Hellweg mit Schwerpunkt in der Soester Börde — Stufenfolge 1 2 1 2 2 2 — ist aber die Lage entscheidend. Der Hellweg liegt zu den bei uns vorherrschenden südwestlichen Winden im Regenschatten des nordwestlichen Sauerlandes und des Bergischen Landes, d. h. im Vergleich zu den umliegenden Landschaften sind die Niederschlagsmengen geringer. Allgemein gilt in der Phänologie, daß geringere Regenmengen bei sonst gleichen Bedingungen begünstigend wirken. Diese beim Betrachten größerer Räume erkennbare Erscheinung zeigt sich vor allem landeinwärts, also mit zunehmender Kontinentalität. Inseln erhöhter Kontinentalität sind nun die Regenschattengebiete ¹⁹⁾. Sie zeichnen sich nicht nur durch kleinere Regenmengen aus sondern auch durch geringere Bewölkung, stärkere Einstrahlung, längere Sonnenscheindauer, durch einen anders gearteten Jahresgang der Niederschlagsmenge und der Bewölkung. Mit der Bezeichnung „Regenschattenlage“ ist also eine Faktorenreihe umschlossen, die insgesamt frühere Termine der Phasen im Jahresablauf bedingt. In gleicher Weise wirken auch die Kreidekalke, die zu warmen trockenen Böden

¹⁸⁾ Lit. Nr. 43, S. 1/6.

¹⁹⁾ Lit. Nr. 29 und 30.

neigen. Die gleiche Gunst der Lee- oder Regenschattenlage verstärkt auch im Eifelvorland und am Eifelrand die hier an sich schon günstigen Gegebenheiten der Zülpicher und Jülicher Börden.

Im Westfälischen Tiefland bestimmen zwei Faktoren Verlauf und Anordnung der Wertlinien: die Moore und die Leelage des Vorlandes des Weser- und Wiehengebirges. Die höheren Wertzahlen am Nordrand der Karte, vor allem die Zunge höherer Wertigkeit westlich der Ems, werden durch Moore hervorgerufen. Sie stellen extreme Naßböden dar, deren verzögerndes Moment bereits aufgezeigt wurde; aber Moorflächen sind darüber hinaus auch luftklimatisch benachteiligt. Es treten z. B. in ihrem Bereich Früh- und Spätfröste sehr häufig und mit extremen Daten auf. So wird noch im Ausstrahlungsgebiet des Bourtanger Moores westlich der Ems die Wertzahl 27 mit der Stufenfolge 4 5 5 4 5 4 erreicht. Nicht ganz so extrem sind die Verhältnisse nördlich des Wiehengebirges von der Weser bis westlich der Hunte, im Kern aber immer wieder mit größeren Moorflächen zusammenfallend, ebenso im Raum Hopsten—Vollage nordöstlich Rheine. Dazwischen finden wir sozusagen die Gegebenheiten, die in Nordwestdeutschland normal sind und die über die Bramscher Sandebene haseaufwärts auch noch in das Osnabrücker Hügelland eingreifen. Wegen des allgemein ungünstigeren phänologischen Jahresablaufes tritt um so deutlicher die bereits charakterisierte Auswirkung einer Regenschattenlage hervor mit Schwerpunkt zwischen Minden und Stadthagen — Stufenfolge 2 2 2 2 1 2 — und mit fast ebenso günstigen Ausstrahlungen nach Norden längs der Weser und nach Osten bis Hannover.

Ein dominierender Faktor ist, wie erwähnt, die Temperaturabnahme mit steigender Seehöhe, und so zeigen die Wertzahlen des Weserberglandes ein ständiges Auf und Ab. Je nach Höhenlage sind die Werte größer oder kleiner. Nur einige Beispiele zur Erläuterung: während Höxter im Wesertal die Wertzahl 19 hat, haben die benachbarten Weserplatten um 400 m Höhe die Stufenfolge 4 5 4 4 5 4 und die Wertzahl 26; Detmold 2 3 3 3 3 3 = 17, dagegen im Teutoburger Wald bei Völmerstod (über 450 m) 4 5 5 4 5 4 wie im Bourtanger Moor; Wesertal bei Vlotho 3 3 3 2 3 3 = 17, dagegen Lippisches Bergland bei Bösingfeld 4 5 5 3 5 4 = 26. Berücksichtigen wir die Tatsache, daß eine Reihe von Tiefenlagen im Weserbergland auch im Regenschatten sich befindet — Ravensberger Hügelland mit Bega-Talung (2 3 3 2 3 2 zwischen Herford, Salzuflen und westlich Lemgo), Steinheimer Mulde (3 4 3 3 3 3), Nethetalung und hier besonders das Brakeler Gesenke (3 4 3 3 3 4) und Warburger Börde (2 2 3 3 3 3) —, so erscheint es im ganzen erst recht benachteiligt. Dasselbe zeigt sich auch bei einem Vergleich der gesamten Oberweser mit den Talungen anderer Flüsse, sogar noch in der Rintelner Talung, die sich niederschlagsmäßig durch ein klar ausgeprägtes relatives Trockengebiet auszeichnet. Diese Ungunst mag einmal aus der verhältnismäßig schmalen Talung, zum anderen aus den Feuchtböden der Talniederung, die innerhalb der Talung recht breit entwickelt ist, zu erklären sein. Örtlich können nächtliche Kaltluftströme weiter benachteiligend wirken.

Im Südergebirge wirkt sich der Höhengradient der Temperaturabnahme noch stärker aus. Während das Ruhrtal bei Schwerte die Wert-

zahl 13 (2 1 3 2 3 2) hat, wird im Ebbegebirge die Zahl 30 (4 5 6 4 7 4) erreicht. Entsprechende Beispiele sind: Lennetal bei Werdohl 19 (3 2 4 3 4 3) — Homert 29 (4 4 6 5 6 4), Ruhrtal bei Meschede 19 (3 3 4 3 4 2) — Altastenberg 33, Möhnesee 16 (2 2 3 3 3 3) — Arnsberger Wald oberhalb Eversberg 26 (4 4 5 4 5 4). Das bedeutet, daß sich z. B. der Vollfrühling allgemein, ohne Berücksichtigung örtlicher Abweichungen, mit 100 m Höhenzunahme um 3 bis 4, der Frühsommer um rund 3 und der Hochsommer um 4 bis 5 Tage verspäten. Der Vollherbst verfrüht sich entsprechend mit der Höhe, während der Spätherbst mit Laubverfärbung und Laubfall meist innerhalb weniger Tage einzuziehen pflegt. Die Übergänge sind natürlich gleitend und lassen sich nicht mit gleicher Genauigkeit angeben. Die Unterschiede beim Verspäten der einzelnen Phasen werden durch den Jahresgang der klimatischen Faktoren, vor allem der Niederschlagshäufigkeit, der Niederschlagsmenge, der Windverhältnisse und auch des Höhengradienten der Temperatur, der im Winter am kleinsten, im Sommer am größten ist, hervorgerufen.

In Gebirgen und Bergländern kommt der Auslage oder der Exposition, d. h. der Sonnen- und Schattenseite, der windzu- und -abgewandten Seite, eine große Bedeutung zu, denn sie bedingt manche feinere Unterschiede in der Verteilung z. B. der klimatischen Elemente, in der Standortwahl der Pflanzen und im pflanzlichen Jahresrhythmus. Solche Feinheiten lassen sich nur bei großmaßstäbigen Karten oder durch geeignete Orte in gleicher Höhenlage bei verschiedener Exposition erfassen. Auffallend jedoch ist im Kartenbild, daß die Stufenflächen zwischen den Wertigkeitslinien im Westen und Südwesten des Südergebirges breiter ausgebildet sind als im Osten. Zum Teil kann diese Erscheinung mit der Oberflächengestalt und der gleichmäßigen Höhenlage der Berge im Westen zusammenhängen. Im Osten jedoch ist der Abfall der phänologischen Stufen sozusagen stärker als der Abstieg des Rothaargebirges zu den Hessischen Senken; diese phänologische Gunst im Gegensatz zum Westsauerland ergibt sich aus der Lage im Lee und der Exposition nach Osten und Süden, also auch den klimatisch allgemein begünstigten Richtungen.

3. Phytophänogeographische Typen (Karte 2)

Karte 2 grenzt Gebiete phänologischer Typen gegeneinander ab, die gleiche oder bestimmte festgelegte Stufen der Phasen der Hauptvegetationsperiode zusammenfassen. Es stehen also Gebiete einander gegenüber, in denen der phänologische Ablauf im ganzen später oder früher ist, jedoch auch die zeitlichen Abstände von Phase zu Phase sich ändern. Die Karte soll nicht mit der vorhergehenden verglichen werden, da Prinzip und Darstellungsart Divergenzen bedingen; sie ergänzen sich vielmehr sowohl durch das Herausheben der Hauptvegetationsperiode als auch durch die flächenhafte Darstellung ihrer Typen im Vergleich zur

Wertigkeitskarte mit der gesamten Vegetationszeit und mit ihrem Aufzeigen gradueller Unterschiede²⁰⁾.

Auf beiden Karten stimmen die großen und gemeinsamen Züge indessen überein, wie ohne weiteres ersichtlich ist, aber die Kennzeichnung ist verschieden. Während die Wertigkeitskarte durch das detaillierte, graduelle Prinzip und durch die Summation der Stufen viele und typische Eigenschaften in den Landschaften erkennen läßt, werden auf dieser Karte durch die klarere Typenbildung auch Landschaftsgebiete und Kleinlandschaften in sich deutlicher hervorgehoben. Die Mannigfaltigkeit wird aber auch hier berücksichtigt durch klares Abgrenzen und durch das Bezeichnen der Verfrühungen und Verspätungen in den Gebieten der Typen. Die schematischen Typenbezeichnungen A bis F lassen sich im Raum Westfalen nun wegen der räumlichen Geschlossenheit ihres Vorkommens oder wegen ihrer charakteristischen Verbreitung mit Landschaftsnamen oder mit Höhenstufen in etwa gleichsetzen. Es sind der Typ Niederrhein (A), Bucht (B), Westfälisches Tiefland (C), Hügelland (D), Bergland (E) und Mittelgebirge (F).

Vor Beschreibung und Erläuterung der Karte sei noch einmal auf die Bedeutung der benutzten Phasen hingewiesen. Zu den bereits oben aufgeführten und für diesen Jahresabschnitt wichtigen Gründen kommen noch phänologische und kartographische. Ganz allgemein eignen sich zur kartenmäßigen Darstellung vor allem solche Entwicklungsabschnitte der Pflanzen, die sich leicht und sicher beobachten lassen, wie das Erscheinen der ersten Blätter, das Öffnen der ersten Blüten oder auch der Beginn der Ernte unserer verschiedenen Feldfrüchte²¹⁾. Nun hat E. Ihne in den Erläuterungen zu seiner Karte des Frühlingseinzuges in Mitteleuropa²²⁾ die von ihm als Frühlingsdaten bezeichneten Angaben nicht aus den Durchschnittswerten einer Pflanzenart erschlossen, sondern vornehmlich aus den gut beobachtbaren Aufblühzeiten folgender Pflanzen: Johannisbeere, Schlehe, Sauerkirsche, Traubenkirsche, Birne, Apfel, Roßkastanie, Flieder (oder Syringe), Weißdorn, Goldregen, Eberesche und Quitte. Das aus den Durchschnittszeiten dieser Phasen sich ergebende Datum ist das Mitteldatum des ganzen Frühlings oder das Frühlingsdatum (Ihne). Das Mitteldatum er- und umfaßt also den Erst- und Vollfrühling, was nach Ihne vor allem deswegen sinnvoll ist, weil die Phänomene des gesamten Frühlings wegen ihres rasch nacheinander erfolgenden und sich nicht über einen zu großen Zeitraum ausdehnenden Eintritts eine sehr gute und geschlossene phänologische Gruppe bilden. Die Dauer zwischen dem ersten und letzten Phänomen beträgt nach Ihne für Bielefeld 32 Tage im Durchschnitt; dabei ist die Andauer zwischen dem Aufblühen der spätesten Pflanzen und ihrem Abblühen nicht berück-

²⁰⁾ Wie über Art und Anfertigungsprinzip dieser Karte schon ausgeführt und wie auch beim Vergleich beider Karten ersichtlich, lassen sich graduelle Unterschiede — wie durch die Führung der Isolinien — nicht erfassen. Aber auch hier hätte das Prinzip einen lückenlosen Übergang von Gebieten des Typs A zu denen des Typs F ergeben können, falls eine großmaßstäbige Darstellung möglich wäre. Beim vorliegenden Maßstab jedoch sind viele Übergänge so schmal oder kaum ausgebildet, daß es nicht sinnvoll ist, sie um des Prinzips willen aufzunehmen.

²¹⁾ Lit. Nr. 35, S. 98.

²²⁾ Lit. Nr. 14.

sichtigt. Ihne wies darauf hin, daß das von ihm abgeleitete Frühlingsdatum ungefähr in die Mitte des Frühlings und ebenfalls ungefähr mit dem Anfang der Apfel-Blüte zusammentrifft. Mit den Aufblühzeiten frühblühender Sorten des Apfels erfassen wir also nicht nur den Beginn des Vollfrühlings, sondern erhalten auch ungefähre Angaben für den Anfang des Erstfrühlings und die Dauer des Frühlings. In dieser Jahreszeit ist der klimatische Einfluß besonders gut zu fassen, und der Weg des Frühlingseinzuges in Mitteleuropa wird vor allem durch die Durchschnittstemperaturen des April von hohen zu tieferen Werten vorgezeichnet²³⁾, wobei die Blüte bei uns nach Überschreiten der 10—11°-Grenze der Tagesmitteltemperatur beginnt²⁴⁾.

Für den Früh- und Hochsommer war die Wahl charakteristischer Erscheinungen nicht schwer: wogende Roggenfelder mit dem stäubenden Korn an der Wende vom Vollfrühling zum Frühsommer, der Schnitt auf den Äckern im Hochsommer und die schwerbeladenen Erntewagen sind allgemein bekannte und überall anzutreffende Bilder unserer Kulturlandschaft. Roggen kann noch in beträchtlichen Höhen angebaut werden — die höchsten Erhebungen Westfalens liegen unter der Höhengrenze des Roggenanbaues. So gestattet der Roggen als unsere wichtigste Getreideart seiner allgemeinen Verbreitung wegen genaue Beobachtung an zahlreichen Orten. Für seine Phasen liegen daher besonders viele und lange Reihen vor²⁵⁾, und viele phänologische Untersuchungen beschäftigen sich mit diesen Aufzeichnungen²⁶⁾. Beginnende Winterroggen-Blüte bezeichnet den Anfang des Frühsommers. Diese Eindeutigkeit fehlt der Roggen-Ernte. In Landschaften mit frühem Beginn bezeichnet sie den Anfang des Hochsommers, jedoch in denen mit spätem Beginn fällt sie mit seinem Höhepunkt in etwa zusammen. Auch von der Größe der betrachteten Räume hängt es ab, welche dieser Bestimmungen vorzuziehen ist²⁷⁾, bei Schnelle gilt sie als eine typische Erscheinung der Mitte des Hochsommers²⁸⁾. Auch in den Schriften E. Ihnes kommt diese Unterschiedlichkeit der Anwendung zum Ausdruck.

Es ist nun von Interesse, für diese beiden Phasen mit ihrer verschiedenen räumlichen Struktur den Faktoren nachzugehen²⁹⁾. Als wichtigstes Ergebnis sei an dieser Stelle vermerkt, daß den Blühtermin die Tagesmitteltemperaturen der vorangehenden zwei bis drei Monate bestimmen, der Ernte-Beginn dagegen hängt von den Tageshöchstwerten der Temperatur und von der relativen Feuchte der vorhergehenden Wochen ab³⁰⁾. Allgemein gilt, daß zum Blühtermin mindestens die 14°-, nach neueren Untersuchungen für Deutschland die 15°-, für die Kölner Bucht sogar die 16°-Grenze der Tagesmitteltemperatur und zur Ernte die 18°-Grenze (Kölner Bucht) überschritten sein muß³¹⁾. Roggen-Blüte und -Ernte sind daher die Umwelt kennzeichnende Phasen und geeignet, Landschaften nach ihnen zu betrachten und abzugrenzen. Eingeschlossen ist noch ein praktischer Gesichtspunkt: die Phasen Apfel-Blüte und Rog-

²³⁾ S. auch Lit. Nr. 50, S. 191.

²⁴⁾ Lit. Nr. 35, S. 102.

²⁵⁾ Lit. Nr. 45, S. 5.

²⁶⁾ Lit. Nr. 6, 9, 15, 27, 34, 38, 39, 45, 46, 48 und 50.

²⁷⁾ Lit. Nr. 45, S. 5.

²⁸⁾ Lit. Nr. 43, S. 1/3.

²⁹⁾ Siehe z. B. Lit. Nr. 45, 46 und 50.

³⁰⁾ Lit. Nr. 50, S. 207/8.

³¹⁾ Lit. Nr. 35, S. 102, Nr. 39 und 44, S. 203.

gen-Ernte grenzen die Zeitspanne ab, in die die Hauptvegetationszeit der meisten landwirtschaftlichen Kulturpflanzen fällt. Wichtig ist für unsere Betrachtung im Raum Westfalen das Ergebnis, daß diese Zeitspanne trotz beträchtlicher Höhenunterschiede überall fast gleich lang ist. Im Mittel beträgt sie in den Landschaften der Typen A bis E rund 80 Tage und z. T. etwas mehr; nur in den phänologisch ungünstigsten des Typs F sind es je nach Auslage 75 bis 80 Tage, d. h. in den höheren Lagen nimmt die Dauer der Hauptvegetationszeit ab, wenn auch nur um wenige Tage (im Gegensatz zu Ostdeutschland). Diese Erscheinung ist den westlichen Mittelgebirgen eigen; denn der Raum zwischen Harz — Teutoburger Wald — Westerwald — Vogelsberg — Fichtelgebirge, der bei jeder kartenmäßigen Darstellung einzelner phänologischer Phasen infolge der mannigfaltigen Erhebungen beträchtliche Unterschiede aufweist, besitzt bei der Andauerzeit (zwischen Apfel-Blüte und Winterroggen-Ernte) keinerlei Differenzierung³²⁾.

Ergänzen wir diese Aussagen auf Grund der räumlichen Mitteldaten (nach F. Schnelle) der oben aufgeführten Landschaftsgebiete, so haben das Bourtangener Moor, das Bersenbrücker Land, das Ravensberger Land und der Osthellweg eine Hauptvegetationszeit von genau 80 Tagen; 79 Tage dauert sie im Oberwälder Land, 81 Tage in der Unteren Rheiniederung und in der Kölner Bucht. Eine vergleichsweise etwas stärkere Abweichung weisen die Westhessische Senke und die Kalenberger Börde mit 77 Tagen auf infolge der nach Osten zunehmenden Kontinentalität. Auffallenderweise weicht der Westerwald mit 82 Tagen von dieser Allgemeinerscheinung ab.

Beide Phasen verschieben sich also von Ort zu Ort, von Landschaft zu Landschaft in gleichem Maße ohne wesentliche Abhängigkeit von der Seehöhe; ein Ergebnis, das nicht von vornherein feststand. In den durch die Stufeneinteilung und ihrer Kombination erfaßten Typen kommt daher vornehmlich nur das diesem Prinzip zugrunde liegende Fortschreiten der Phasen von Landschaft zu Landschaft zum Ausdruck, weil im gesamten Raum mehr oder minder die Verzögerungen der Erscheinungen gleichsinnig und gleichmäßig erfolgen. Innerhalb der Typen sind daher früheres und späteres Einsetzen einer Phase als besonderes Merkmal wichtig.

Während die Andauer der Vegetationsperiode nur in den höheren Lagen sich verkürzt, also vor allem im Rothaar- und Astengebirge, ist bei der Zeitspanne zwischen Roggen-Blüte und -Ernte eine deutlichere Trennung der Typen gegeben: in denen von A bis D umfaßt sie rund 50 Tage und steigt in denen von E bis F auf 55 bis 60 Tage. In einer Karte der reinen Andauerzeit verläuft die Andauerlinie von 50 Tagen entlang des Mittelgebirgsrandes, so daß die Körner im Tiefland in weniger als 50 Tagen reifen, im Mittelgebirge brauchen sie hierfür dagegen mehr als 50 Tage³³⁾.

Gegenüber diesen Angaben aus der Periode 1930—1939 zeigen die Werte von A. Härle³⁴⁾ aus verschiedenen langen Beobachtungszeiten Abweichungen; für einige Orte seien die Werte der Reifedauer mitgeteilt³⁵⁾ (Tab. 6).

³²⁾ Lit. Nr. 35, S. 99.

³³⁾ Lit. Nr. 35, S. 99.

³⁴⁾ Lit. Nr. 9.

³⁵⁾ Lit. Nr. 9, S. 53 ff.

Enge Beziehungen zur Höhe sind aus ihnen nicht zu entnehmen, doch zeigen auch sie, von der relativ weiten Streuung im Unterland abgesehen, daß in höheren Niveaus kurze Reifezeiten selten sind. Auffallend ist

Tabelle 6 Reifedauer des Winterroggens

Ort	Kreis	Seehöhe (m)	Reifedauer (Tage)	Beobach- tungsjahre
Hohenholte	Münster	65	50	10
Ibbenbüren	Tecklenburg	60	51	8
Velen	Borken	60	51	7
Münster	Münster	60	52	8
Harsewinkel	Warendorf	65	53	8
Minden	Minden	60	51	19
Westerkappeln	Tecklenburg	70	52	8
Lippstadt	Lippstadt	90	53	6
Soest	Soest	105	50	11
Bielefeld	Bielefeld	110	50	40
Paderborn	Paderborn	120	51	13
Driburg	Höxter	220	52	5
Wünnenberg	Büren	300	52	10
Neuenheerse	Warburg	300	57	9
Iserlohn	Iserlohn	300	51	12
Siegen	Siegen	350	51	9
Lahnhof	Siegen	600	58	10

aber, daß im Tiefland die Reife stets 50 und mehr Tage dauert, ein Ergebnis, das mit unserer Auswertung besser übereinstimmt.

Nehmen wir auch hier noch einmal zum Vergleich die Mittel­daten der Landschaftsgebiete nach F. Schnelle: eine Reifezeit von 50 Tagen haben der östliche Hellweg, die Westhessische Senke und die Kalenberger Lößbörde, von 51 Tagen das Oberwälder Land und die Kölner Bucht, von 54 bis 55 Tagen die Untere Rheinniederung, das Ravensberger Land, das Bersenbrücker Land und das Bourtangener Moor; mit 57 Tagen hat der Hohe Westerwald seiner Höhe gemäß die längste Reifezeit.

Für die Reifezeit gilt deshalb im großen und ganzen dieselbe Feststellung wie für die Hauptvegetationsperiode hinsichtlich der Bedeutung der Stufen und der Typen A bis D, in den Gebieten der Typen E und F zögert sich die Reife hinaus bei einer Verkürzung der Vegetationsperiode, besonders im phänologisch ungünstigsten Gebiet, d. h. Vollfrühling und Fröhsommer folgen rasch aufeinander.

Diese Angaben und die Mittel­daten der Typen A bis F gewinnen an Anschaulichkeit durch einen Vergleich mit räumlichen Mittelwerten. Derartige räumliche Durchschnittsdaten hat F. Schnelle für Deutschland aus der Periode 1936 bis 1944 berechnet auf Grundlage von sieben charakteristischen Stationen mit guten, genauen Beobachtungen³⁶⁾. Nach diesen dauert die Hauptvegetationsperiode 76 und die Reife 50 Tage bei einem durchschnittlichen Beginn der Apfel-Blüte am 10. Mai, der Roggen-Blüte am 5. Juni und der Ernte am 25. Juli. Unter seinen Beobachtungsorten befindet sich am Niederrhein Kleve mit der Dauer der Vegetationsperiode

³⁶⁾ Lit. Nr. 38 und 41.

von 82 und der Reife von 52 Tagen; der Blühtermin des Apfels fällt auf den 1. Mai, der des Roggens auf den 31. Mai, und die Ernte beginnt am 22. Juli. Die Daten der Phasen in Kleve — den Verhältnissen des Typs B entsprechend — liegen früher als die des räumlichen Durchschnitts: Erst- und Vollfrühling sind besonders begünstigt (fast 10 Tage), jedoch bis zum Abschluß der Vegetationszeit nähern sie sich mehr und mehr; die Andauerzeiten sind demnach in unserem maritimgefärbten Klima länger, wie oben bereits ausgeführt wurde. Auf die Durchschnittsdaten für Deutschland bezogen zeigen die drei Phasen in den Typen A bis F das Verhalten (auch bei ihnen sind Durchschnittstermine mit Bezug auf den Typ genommen), wie es in Tabelle 7 veranschaulicht ist.

Tabelle 7 **Abweichungen der Einzugstermine**
(Gebietsmittel der Typen im Vergleich zum Mittel von ganz Deutschland)

Typ	Apfel-Blüte	Roggen-Blüte	Roggen-Ernte
A	12 Tage früher	8 Tage früher	8 Tage früher
B	7 Tage früher	3 Tage früher	3 Tage früher
C	2 Tage früher	2 Tage später	2 Tage später
D	3 Tage später	7 Tage später	7 Tage später
E	8 Tage später	7 Tage später	12 Tage später
F	16 Tage später	15 Tage später	17-25 Tage später

Bei F ist eine breitere Streuung der Daten vorhanden, aber nur für den besonders großen Verzug der Roggen-Ernte ist ein entsprechender Vermerk aufgenommen.

An dieser Stelle und in bezug auf die geschilderten Zusammenhänge sei noch einmal auf die Wahl und auf die Kombination der Phasenstufen hingewiesen. Einmal ließen sie sich so kombinieren, daß die Typen A und F festgelegt wurden mit den ersten bzw. letzten im Kartenausschnitt vorkommenden Stufen. In ihren Verbreitungsgebieten können dann nur Verspätungen bzw. Verfrühungen einzelner Phasen auftreten. Zum anderen konnte aber auch ein mittlerer Typ (C oder D) bestimmt werden, dessen Kombination möglichst geringe Abweichungen aufwies. Dann hätten sich auch in den Gebieten von A und F Verfrühungen bzw. Verzögerungen ergeben. Die erste Möglichkeit erschien als die bessere. Demzufolge treten bei der Roggen-Ernte in den hier behandelten Gebieten der Typen A bis E auch nur Verzögerungen auf. Beim Typ A verspätet sich außerdem noch die Roggen-Blüte. In den Gebieten von B und C verfrühen und verzögern sich beide Blühphasen, in denen von D und E jedoch tritt die Apfel-Blüte nur später und die Roggen-Blüte nur früher ein. Verfrühen und Verspäten sind abweichende Merkmale in den Gebieten der Typen und charakterisieren Landschaftsgebiete und Kleinschaften. Die obige Zusammenstellung gibt auch in anderer Form ein Bild von der Geschlossenheit der Stufen und Typen, das jetzt durch ihre Häufigkeit und ihre räumliche Verbreitung variiert wird, wie die Karte ausweist.

Typ Niederrhein. Am geschlossensten erscheint im Kartenbild das Gebiet des Typs A, das sich aus der Kölner Bucht unter stetigem Verbrei-

tern bis zur Mitte der Niederrheinischen Tiefebene erstreckt und hier noch randlich in die Westfälische Bucht entlang der unteren Lippetalung eingreift; hier verspätet sich aber bereits die Roggenernte.

Typ Bucht. Fast die gesamte Westfälische Bucht und das Vorland des Weser-Wiehengebirges um Minden gehören zum Typ B, der innerhalb Westfalens den größten Raum einnimmt. Die phänogeographische Geschlossenheit der Westfälischen Bucht wird noch dadurch betont, daß sich nur randlich die obere Haarstranglehne, die Paderborner Hochfläche und die Sandebenen am Fuß des Teutoburger Waldes absetzen und lediglich die Baumberge und Beckumer Berge zum Typ C gehören. Hier wie auch im Mindener Vorland und an den Stemmer Höhen hält der Vollfrühling seinen Einzug in der ersten Pentade des Mai, der Frühsommer beginnt Anfang Juni, und der Hochsommer steht zu Beginn des letzten Julidrittels in voller Entwicklung. Jedoch im Nordwesten des Münsterlandes, in der Meteler Sandebene, und im Südwesten, in der Lembecker Sandebene, an der Hohen Mark und an den Borkenbergen, wie auch im Kern des Ruhrreviers und von hier weiter nach Osten über Hamm bis zu den Beckumer Bergen ausgreifend blühen die Apfelbäume bereits Ende April, während sich die Roggen-Ernte teilweise verspätet (Ausnahme Meteler und Lembecker Sandebene), so daß die Hauptvegetationsperiode das Mittel überschreitet. Später beginnt die Ernte auch in der Ahauser Sandebene mit Weseker Geest, an den Rheiner Höhen und weiter nach Süden über das Hollicher Feld längs des Altenberger Landrückens zum Lüdinghauser Land und im Osten im Beckumer Land mit oberer Emstalung. Flächenhaft geringfügiger sind die Verzögerungen der anderen Phasen: bei der Apfel-Blüte die Fußfläche entlang dem nordwestlichen Osning von Bevergern bis Iburg, das Kernmünsterland um Münster und die Bochumer Lösebene (vereinzelt südlich der Emscher), bei der Roggen-Blüte die Osterwicker Platte westlich der Baumberge und auffallenderweise der Hellweg bei Soest und Dortmund. In diesen Landschaften aber beginnt die Ernte zur normalen Zeit dieses Typs, so daß die Reifezeit und auch die Vegetationsperiode sich verkürzen. Im bereits oben erwähnten Sandgebiet zwischen Saerbeck und Ostbevern rechts der Ems blüht der Roggen noch im Mai, aber die Reife verzögert sich, so daß die Ernte zur gleichen Zeit wie in den umliegenden Landschaften erfolgt.

Einige genaue Daten mögen die Erläuterung unterbauen³⁷⁾. In Ahaus, auf der Grenze zwischen den Gebieten späterer Roggen-Blüte der Osterwicker Platte und späterer Ernte der Sandebene gelegen, fallen der Blühtermin des Apfels auf den 1. Mai, also recht früh am Anfang der Stufe, und der des Roggens auf den 4. Juni, dem letzten Tag der Stufe, die Ernte aber verspätet sich um zwei Tage gegenüber der Stufe und beginnt am 26. Juli. Die Vegetationsdauer beträgt 86 und die Reifezeit 52 Tage. Aus dem Ostmünsterland sind uns zwei Beobachtungsorte mitgeteilt: Oelde mit der Apfel-Blüte und Köllentrup mit den Roggenphasen. Oelde gehört zum Typ B, dagegen Köllentrup in 120 m Seehöhe schon zum Typ C der Beckumer Berge. Der Apfel blüht in Oelde am 2. Mai auf, der

³⁷⁾ Diese Angaben sind Mittel aus verschiedenen Jahren der Beobachtungszeit 1936 bis 1944, Lit. Nr. 42. Leider sind die Phasen nicht gleichmäßig an allen Orten beobachtet worden, so daß mehrere Beobachtungsorte, falls vorhanden, herangezogen werden mußten.

Roggen fängt in Köllentrup am 6. Juni an zu stäuben, und am 27. Juli beginnt sein Schnitt. Alle Daten entsprechen den Stufen und damit den Typen. Sowohl Münster im Kernmünsterland als auch Lengerich am Osning liegen in Gebieten mit verspäteter Apfel-Blüte: in Wolbeck bei Münster öffnen sich die Apfelblüten am 6. und in Lengerich am 7. Mai; dagegen fallen die beiden anderen Phasen in die Stufen: Roggen-Blüte in Münster am 2. Juni und in Lengerich am 31. Mai, Ernte in Münster am 24. und in Lengerich am 20. Juli. Beide Erscheinungen liegen demnach in Lengerich recht früh zu Beginn der Stufen; trotz Verzugs des Vollfrühlings liegt also im Nordostmünsterland die Roggen-Ernte so früh, daß im Vergleich zum Nordwestmünsterland (Ahaus) die Vegetationsperiode um 12 Tage kürzer ist, die Reifezeit aber nur um zwei Tage

Im westfälischen Anteil des Mindener Vorlandes sind nur örtlich Verspätungen der Phasen vorhanden: bei der Apfel-Blüte auf der Hartumer Platte sowie an den Stemmer Höhen, bei der Roggen-Ernte in der Wesertalung zwischen Weser- und Wiehengebirge. So beginnt z. B. südlich der Stemmer Höhen die Apfel-Blüte in Herringhausen (Kreis Wittlage) etwas verspätet am 8. Mai, die Roggenphasen (1. Juni und 20. Juli) entsprechen in Nieder-Mehnen, Kreis Lübbecke, dem Typ.

Typ Westfälisches Tiefland. Der Typ C ist dem Westfälischen Tiefland eigen und greift von Nordwesten tief in das Weserbergland ein über das Osnabrücker und Ravensberger Land durch die Bega- und Werretalung zum Detmolder Hügelland und bis in die Steinheimer Mulde. Er folgt der Wesertalung aufwärts mit Einschluß des Pyrmonter Beckens und verbreitert sich entlang der Diemel in der Warburger Börde; inselartig ist sein Vorkommen im Brakeler Gesenke. Ferner gehören zu ihm die schon genannten Gebiete der Westfälischen Bucht; von der Haar-Höhe stößt er in den Unnaer Hellweg vor und begleitet die Randflächen des Südergebirges im Nordwesten, Westen und Süden und erfaßt durch die Siegtalung noch die Siegener Kammer. In diese Landschaften zieht der Vollfrühling mit dem Aufblühen des Apfels in der 2. Pentade des Mai ein, einen Monat später beginnt der Frühsommer, und um den 27. Juli hat der Hochsommer mit dem Schnitt des Roggens seinen Höhepunkt erreicht.

In vielen Kleinlandschaften ist der Typ rein ausgeprägt. Als Beispiele betrachten wir die Daten von Paderborn und Letmathe, da für sie alle Angaben vorliegen. An beiden Orten beginnt die Blühphase des Apfels recht früh mit dem 5./6. Mai, während sie in Hemer, ebenfalls wie Letmathe im Kreise Iserlohn gelegen, auf den 7. Mai fällt. Wie die Karte ausweist, liegt Paderborn in der Nachbarschaft eines Gebietes mit früherer Roggen-Blüte im Bereich der Senne, entsprechend beginnt sie am Anfang der Stufe, am 5. Juni, in Letmathe an ihrem Ende, am 9. Juni. Jedoch an beiden Orten wird der Roggen fast zu gleicher Zeit geerntet: bei Paderborn am 26. und bei Letmathe am 25. Juli.

In manchen Landschaften sind aber auch charakteristische Abweichungen vorhanden. Eine solche ist die Apfel-Blüte in den Baumbergen, die hier weitgehend mit den umliegenden Landschaften übereinstimmt. Die entsprechende Erscheinung tritt auch am Unnaer Hellweg und zwischen

den Ochtruper und Bentheimer Höhen auf. Um Unna blühen die Apfelbäume am 2. Mai; weiter östlich liegt Gut Kump, das nach unserer Karte zum Typ B gehört, übereinstimmend mit den Roggenphasen am 4. Juni und 20. Juli. Nur selten verspätet sich der Vollfrühling: im Westfälischen Tiefland vereinzelt am Rande größerer oder in kleineren Moorflächen, aber auch randlich in der Warburger Börde. Verbreitet dagegen ist das frühere Einsetzen der Roggen-Blüte — z. B. in Lage am 3. Juni —, so daß in diesen Landschaften die Zeitspanne zwischen ihr und der Apfel-Blüte sich fast um fünf Tage vermindert und noch mehr, wenn diese Erscheinung mit verspäteter Apfel-Blüte in den genannten Landschaften des Westfälischen Tieflandes einhergeht. Frühere Roggen-Blüte haben: das Bersenbrücker Land und hier vor allem die Bramscher Sandebene, die Plantlünner Sandebene rechts der Emstalung, im Osnabrücker Land besonders die Hase-Talung, das Ravensberger Land, das Mindener Vorland (in dieser Phase übereinstimmend mit dem Teil dieses Landschaftsgebietes, der zum Typ B gehört), strichweise die Weser- und Diemel-talung, die Vermolder Sandebene und die Senne. Eine Verzögerung der Roggen-Blüte ist wiederum recht selten: einen größeren Raum finden wir lediglich im Bentheimer Land in Nachbarschaft des Bourtanger Moores. Hier verspätet sich auch stellenweise die Ernte; wir können daher bei einem Vergleich mit anderen Moorflächen feststellen — auch bei Berücksichtigung der Verhältnisse des Typs D im südlichen Diepholzer und Barenburger Land —, daß im betrachteten Raum die Verzögerung nur bei und in der Nähe von größeren Mooren eintritt wie auch beim Großen Moor südwestlich des Dümmer Sees. Größere und geschlossene Gebiete mit späterem Ernte-Beginn sind im Vergleich zur Westfälischen Bucht und zum Typ B kaum vorhanden; meist handelt es sich um randliche Erscheinungen zu höher liegenden Niveaus: am Wiehen- und Weser-gebirge, am Teutoburger Wald — so hat z. B. auch Lage erst die Ernte Ende Juli bis Anfang August —, an den Höhen und Platten des Weserberglandes und am Südergebirge, hier auch in der Siegener Kammer.

Örtliche Varianten, die nicht von der kartographischen Darstellung erfaßt werden, sind naturgemäß auch vorhanden. Als Beispiel für eine derartige Abweichung vom regionalen Verhalten sei der auf der Paderborner Hochfläche gelegene Ort Brenken, Kreis Büren, herausgenommen. Hier blüht der Apfel am 14. Mai — ein Mittel aus vier Jahren; bei diesem Mittel fehlen vor allem die Jahre 1936 und 1939, die im großen und ganzen ein dem Durchschnitt entsprechendes Verhalten aufweisen; die Roggen-Blüte setzt am 5. Juni ein, die Ernte beginnt dagegen früher als im Stufendurchschnitt: am 23. Juli, 1939 war es am 25. Juli.

Typ Hügelland. Der Typ D ist nach seiner Verbreitung ein colliner Typ. Der Vollfrühling fällt in die dritte Pentade des Mai, der Frühsommer zieht wieder um vier Wochen später ein, und der Ernte-Beginn greift bereits auf den August über. Er ist vor allem im Weserbergland an die Höhen gebunden, ebenso umfaßt er fast allseitig die ersten Höhenstufen des Südergebirges, greift aber auch in dessen Talungen ein; so folgen in Schwelm auf der Grenze des West-Sauerlandes zum Bergischen Land in etwas geschützter Senkenlage die Phasen mit folgenden Daten aufeinander: 15./16. Mai, 11. Juni und 2. August. Auf der Warsteiner Hoch-

fläche fällt der Blühtermin des Apfels auf den 12. Mai (Warstein). Jedoch auch im Westfälischen Tiefland hat dieser Typ aus den schon mehrfach genannten Gründen noch eine größere Verbreitung; es folgt dabei im südlichen Diepholzer und Barenburger Land zwischen dem Großen und dem Uchter Moor auf die häufige Verspätung der Apfel-Blüte ein früheres Stäuben des Roggens. Frühere Blühtermine des Roggens sind weiterhin kennzeichnend für die Höhen und Platten des Weserberglandes und für die Talungen der mittleren Lenne und der oberen Ruhr — um Nuttlar am 7. Juni, die Ernte verspätet sich hier bis zum 6. August. Ein gleiches gilt noch für die Iserlohner Kalksenke, die Balver Platte und die Hochflächen beiderseits des Oberlaufes der Wupper — in Balve beginnt die Roggen-Blüte am 7. Juni, die Ernte entspricht mit dem 3. August der Stufe. Frühere Apfel-Blüte, spätere Roggen-Blüte und frühzeitiger Erntebeginn sind im westfälischen Bereich bei diesem Typ, da er vor allem ein Typ des Hügellandes ist, nicht vorhanden. Dagegen verspätet sich die Apfel-Blüte auf den Bergplatten bei Brakel bis ins Driburger Hügelland; die Roggen-Ernte verspätet sich aber auf den Weserplatten. Sonst gilt für die Ernte wie beim Typ C, daß sie sich vorzugsweise mit zunehmender Höhe verzögert: zur Briloner Hochfläche, zum Sorpe-Bergland, zum Balver Wald und zu den Hochflächen längs der Volme.

Typ Bergland. Der Typ E ist dadurch festgelegt, daß in seinem Verbreitungsgebiet der Roggen zur selben Zeit blüht wie in dem des Typs D; die Blüte des Apfels fällt in die vierte Pentade des Mai, die Roggen-Ernte geht bis zum 8. August. Trotz des weiten Spielraumes verzögert sich die Ernte noch häufig, während es andererseits bei der Roggen-Blüte noch kleinere Gebiete mit früheren Einzugsdaten gibt. Nach seiner Verbreitung ist er ein Typ, der die Höhen von 350/400 - 550/600 m einnimmt, modifiziert durch Aus- und Schutzlage, wie z. B. im Lippischen Bergland. Aber auch in anderen Landschaften bedingen die dort wirkenden Faktoren ein Einordnen in diesen Typ wie im Bereich des Bourtanger Moores. Verbreitet ist der Typ im Süd-, West- und Ost-Sauerland. An der Homert und an den Saalhauser Höhen verspätet sich die Apfel-Blüte, während sich, von der Lenne-Talung ausgehend, zur Lüdenscheider Flachmulde hin und in den Attendorner Senken die Blüte des Roggens verfrüht. Seine Ernte verzögert sich an der Ebbe, in der Neuenrader Flachmulde, im Lister-Bergland und längs des Olpetales. Mit diesen Landschaften umklammert der Typ E das Asten-Gebirge, die Rothaar, die Ederkopfhöhen und die Kalteiche mit Ausstrahlungen zur Egge und zu den Plackweg-Höhen.

Hier seien ebenfalls einige genauere Angaben eingefügt. Um Schmalenberg am Oberlauf der Lenne in rund 300 m Seehöhe stäubt der Roggen um den 10. Juni, der Schnitt kann im Mittel am 5. August einsetzen. Um Hilchenbach (360 m) und Littfeld (320 m) am Rande der Siegerner Kammer zur Rothaar ist der Blühtermin des Apfels der 20. Mai, im benachbarten Vormwald, südöstlich von Hilchenbach, blüht der Roggen am 13. Juni, die Ernte verzögert sich bis zum 12. August. Erwähnt sei noch der Ort Niederdresselndorf (340 m) in geschützter Tallage ostwärts der Kalteiche: hier blüht der Apfel schon am 15. Mai, auch die Roggen-Blüte

setzt mit dem 7. Juni recht früh ein; gegenüber diesem frühzeitigeren Aufblühen entspricht der Erntebeginn mit dem 7. August dem Stufen-durchschnitt.

Typ Mittelgebirge. Der Typ F, den wir in unserem Raum als den Mittelgebirgstyp bezeichnen können, nimmt vornehmlich die Höhen über 550/600 m ein. In seinen Landschaften beginnt die Apfel-Blüte erst in der letzten Dekade des Mai und liegt im Durchschnitt um den 26.; die Roggen-Blüte setzt im Mittel um den 20. Juni ein, und die Ernte beginnt um den 20. August. Diese Mitteldaten ergeben sich aus den Zusammenfassungen der letzten Höhenstufen der Phasen. Im allgemeinen fallen die Aufblühzeiten je nach Höhen- und Auslage in die zweite Hälfte des Juni und die Ernte in die zweite Hälfte des August. Wegen der schon einmal erwähnten stärkeren Abhängigkeit des Erntebeginns von der Höhenlage sind die randlichen Partien in den Gebieten dieses Typs und die Tal-lagen mit früheren Daten ausgezeichnet, also schon in die dritte Pentade des August fallend.

Pflanzenphänologische Typen und agrare Bodennutzung

Die phänogeographischen Typen lassen sich in ihrer Aussage recht eindeutig und vor allem greifbar durch die landwirtschaftliche Bodennutzung belegen, und zwar durch die Feldpflanzengesellschaften im Ackerland; denn Feldarbeiten und Auswahl der Nutzpflanzen sind eng an den phänologischen Jahresablauf gebunden. Dabei ist zu berücksichtigen, daß die landwirtschaftliche Bodennutzung auch noch von anderen Faktoren abhängt wie Bodenart und -struktur, betriebswirtschaftliche und arbeits-technische Möglichkeiten³⁸⁾.

Im ganzen gesehen hat Westfalen ein günstiges Wintergetreideklima und bietet dem Zwischenfruchtbau ein gutes Wachstum, weil Herbst und Frühjahr recht lang und auch feucht sind. Lediglich im Hochsauerland, auf den Plackweg-Höhen und auf der Egge, in den Landschaften der Typen E und F, sind diese Voraussetzungen nicht mehr gegeben. Außerdem ist die Gunst in den Landschaften des collinen Typs unterschiedlich je nach Verspätung oder Verfrühung der einzelnen Phasen.

Im Kernmünsterland (Typ Bucht) dominiert mit rund zwei Dritteln der Fläche der Getreideanbau im Ackerland. Es folgen als Begleitkulturen in unterschiedlicher Stärke der Hackfrucht- und dann der Futterbau. Im Sand- wie im Kleimünsterland (Grevener Sandebene mit früher Roggen-Blüte und Nottulner Kleihügel mit später Roggen-Ernte) werden von der Getreidefläche gut zwei Drittel mit Wintergetreide bestellt. Dabei handelt es sich je nach der Bodenart überwiegend um Roggen auf Sand und viel Weizen im Klei. Ebenso ist im Sandgebiet die Hackfruchtfläche größer mit dominierendem Kartoffelanbau, während im Kleigebiet der Futterrübenanbau gleich stark ist und außerdem der Futterbau eine größere Fläche einnimmt.

³⁸⁾ Die Feldpflanzengesellschaften wurden den drei bisher veröffentlichten Kreisbeschreibungen für Westfalen entnommen, da hier genaue Angaben auf Gemeindebasis vorliegen und damit eine eindeutige Zuordnung zu den Typen möglich ist. Lit. Nr. 28 a—c.

Im Ostmünsterland (Typ Westfälisches Tiefland mit früher Roggen-Blüte), in den Kleinlandschaften um Paderborn, zeigen die Feldpflanzengesellschaften eine ähnliche Zusammensetzung. Die Getreidefläche beträgt zwar nur die Hälfte des Ackerlandes und die Hackfrucht rund ein Viertel, dafür ist die Anbaufläche für Futterpflanzen größer (10 — 15 Prozent). Auch hier werden sowohl auf dem lehmigen Boden der Geseker Unterbörde als auch auf dem sandigen der Mittleren Senne von der Getreidefläche rund zwei Drittel mit Wintergetreide bestellt, jedoch wiederum Roggen und Weizen auf Lehm- und überwiegend Roggen auf Sandboden. Desgleichen überwiegt der Kartoffelanbau in der Senne gegenüber gleich starkem Futterrübenanbau in der Börde.

Zwischen- und Nachfruchtbau sind zur Erweiterung der Futtergrundlage allgemein üblich. Bei der Unter- oder Stoppelsaat erfolgt die Ernte noch im Herbst, beim Winterzwischenfruchtbau erst Anfang Mai. In den Typen B und C ist also die Vegetationszeit so lang, daß nach Ernte der Hauptfeldfrüchte und vor Bestellung der Felder mit Hackfrüchten noch genügend Zeit für die Entwicklung einer nutzbaren Zwischenfrucht bleibt.

In den Landschaften des Hügellands (colliner Typ) herrschen ebenfalls noch ähnliche Feldpflanzengesellschaften, die je nach Bodenart einförmig oder vielfältig sind. Die Größe der Getreidefläche im Ackerland schwankt zwischen zwei Drittel in den Oberbörden und 50 Prozent in den Randlandschaften des Hochsauerlandes. In gleicher Staffelung gewinnt der Futterbau an Fläche und belegt im Ruhrtal bei Bigge und Olsberg eine größere Anbaufläche als die Hackfrucht. Zwischenfruchtbau aber ist nur noch in jenen Landschaften möglich, in denen die Apfel-Blüte spät liegt und die Roggen-Ernte termingemäß Anfang August einsetzt wie im Eggevorland oder auf der Kansteiner Hochfläche. Verspätet sich die Roggen-Ernte, wie etwa auf der Briloner Hochfläche, so ist der Zwischenfruchtbau nicht mehr gebräuchlich.

In den Höhenlandschaften (Typ Bergland) zeigen die Feldpflanzengesellschaften schon eine andere Zusammensetzung. Auf den Plackweg-Höhen und im Padberger Bergland werden vom Ackerland rund die Hälfte mit Getreide bestellt und ein Drittel mit Futterpflanzen. Dabei hat sich der Anbau von Wintergetreide auf etwa 50 Prozent verringert, so daß Sommer- und Winterfrucht gleich stark vertreten sind, und zwar vorwiegend durch Roggen und Hafer.

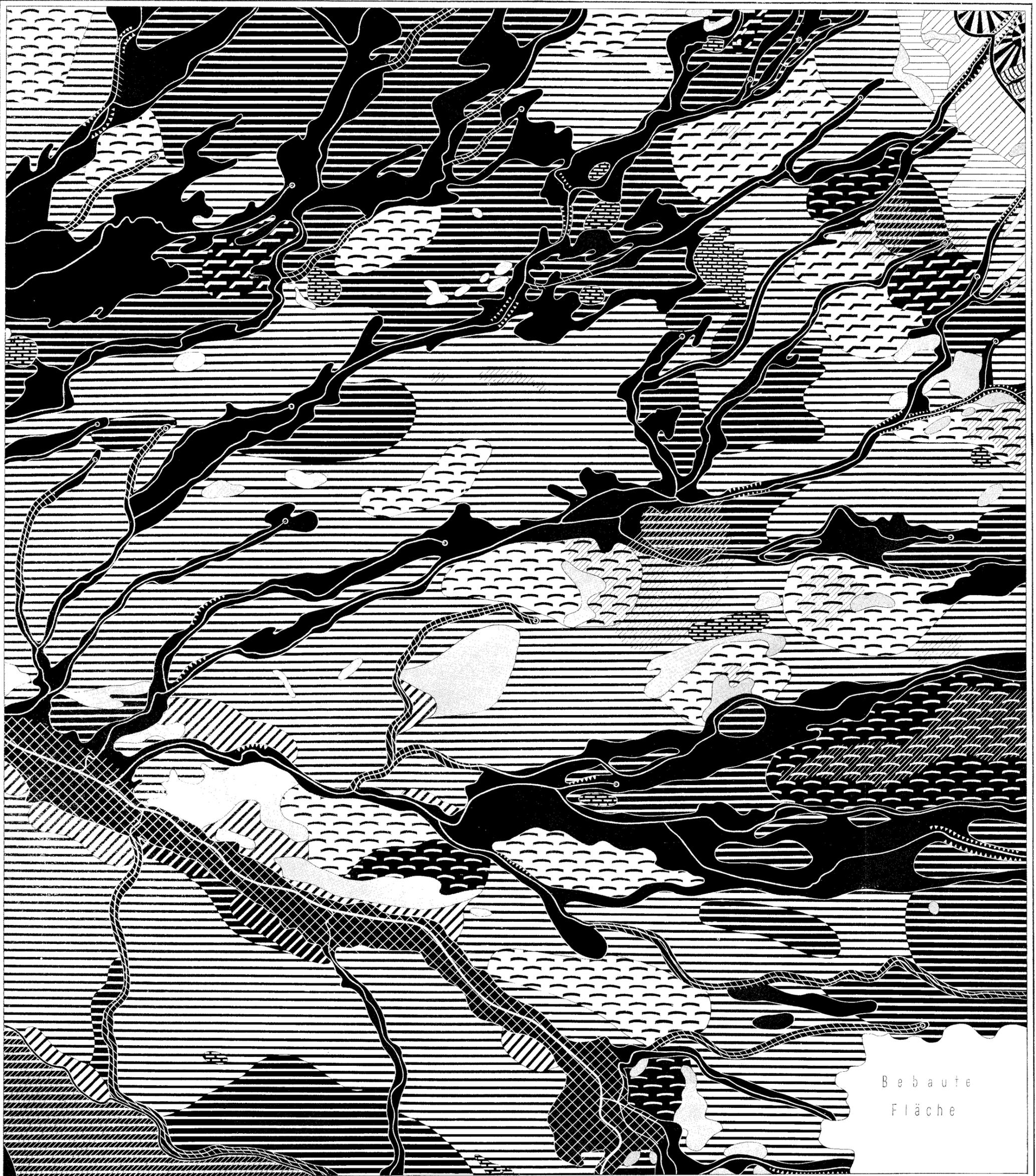
Im Astengebirge (Typ F) hat sich die Umstellung zum Mittelgebirgstyp innerhalb der Feldpflanzengesellschaft auf Sommerfrucht und witterungsbeständige Pflanzen in starkem Maße vollzogen. In der Winterberger Hochmulde werden im Ackerland Futter- und Getreidebau fast gleich stark betrieben, jedoch steht der Futterbau flächenmäßig stets an erster Stelle und kann in manchen Jahren bis zu zwei Drittel des Ackerlandes belegen. In geringem Umfang werden noch Hackfrüchte (um 10 Prozent), ausschließlich Kartoffeln, angebaut. In der Getreidefläche entfallen nun zwei Drittel bis drei Viertel auf Sommerfrucht, meist Hafer, während sich als Winterfrucht lediglich der Roggen behauptet.

Literatur

1. Arzt, Th., und Ludwig, W.: Alte Probleme der Phänologie in neuer Beleuchtung. Naturw. Rdsch. 2, 1949, S. 450.
2. Baumgartner, A.: Methodisches zur Darstellung des Witterungseinflusses auf den Verlauf der Pflanzenentwicklung; erläutert an den phänologischen Beobachtungen 1947 in Bad Kissingen. Met. Rdsch. 3, 1950, S. 217.
3. Berg, H.: Bedeutung und Grenzen der Phänologie für die Klimatologie. Ber. d. Dt. Wetterd. i. d. US-Zone Nr. 42, 1952, S. 358.
4. Boer, W.: Witterung und Pflanzenwachstum. Abh. d. Met. Dienstes d. DDR Nr. 14, 1952.
5. Bos, H.: Begriff und Zukunft der Phänologie. Acta Phänol. I, 1932, S. 11.
6. Franz, G.: Die Phänologie des Winterroggens in Niederland, Schleswig-Holstein und Mecklenburg. Diss. Halle 1913.
7. Günther, S.: Die Phänologie. Münster 1895.
8. Hann, J., und Knoch, K.: Handbuch der Klimatologie, 1. Bd., Allg. Klimalehre. Stuttgart 1952, S. 92.
9. Härle, A.: Blüte- und Erntezeiten von Winterroggen und Winterweizen in Deutschland. Mitt. a. d. Biol. Reichsanstalt f. Land- u. Forstwirtschaft, H. 57, Berlin 1938.
10. Hesse, W.: Karte der Vegetationsperiode. Ang. Met. 4, 1953, S. 276.
11. Hiltner, E.: Die Phänologie und ihre Bedeutung. Naturwissenschaft und Landwirtschaft, H. 8, Freising-München 1926.
12. Holdfleiß, P.: Agrarmeteorologie. Die Abhängigkeit der Ernteerträge von Wetter und Klima. Berlin 1930.
13. Ihne, E.: Über phänologische Jahreszeiten. Naturw. Wochenschrift (Potonié) X, 1895, S. 37.
14. Ihne, E.: Phänologische Karte des Frühlingseinzuges in Mitteleuropa. Pet. Geogr. Mitt. 51, 1905, S. 97.
15. Ihne, E.: Der Eintritt von Blüte und Ernte des Winterroggens im Großherzogtum Hessen. Arb. d. Dt. Landw. G., H. 161, Berlin 1909, S. 19.
16. Ihne, E.: Welche praktische Anwendung hat bis jetzt die Pflanzenphänologie gefunden? Phänol. Mitt. 1927, Arb. d. Landw.-Kammer für Hessen, H. 43, Darmstadt 1928.
17. Kämpfert, W.: Zur Phänometrie. Wetter und Klima 1, 1948, S. 40.
18. Kessler, O.: Zur Phänologie des Rheinlandes. Karten der Jahre 1934 und 1935. Reichsamt f. Wetterdienst, Wiss. Abh. IV, H. 3, Berlin 1938.
19. Knoch, K., u. a.: Der heiße und trockene Sommer 1947. Ber. d. Dt. Wetterd. i. d. US-Zone Nr. 7, 1949.
20. Knörzer, A.: Neue Ergebnisse phänologischer Beobachtungen im Deutschen Reich. Pet. Geogr. Mitt. 85, 1939.

21. Koenen, M.: Gibt es ein phänologisches Jahr? Ann. Met. 6, 1953/54, S. 129.
22. Lundegardh, H.: Klima und Boden in ihrer Wirkung auf den Pflanzenbau. Jena 1930.
23. Maercks, H.: Die Abgrenzung und Kennzeichnung der Jahreszeiten nach meteorologisch-phänologischen Daten. Met. Rdsch. 7, 1954, S. 140.
24. Meynen, E., Schmitthüsen, J., u. a.: Vierzonenverwaltungskarte von Deutschland mit naturräumlicher Gliederung. Amt für Landeskunde und Hessisches Landesvermessungsamt, Wiesbaden 1951.
25. Morgen, A.: Die Bedeutung der Phänologie für die Landeskunde. Ber. z. Dt. Landeskunde (Stuttgart) 11, 1952, S. 497.
26. Müller-Wille, W.: Die Naturlandschaften Westfalen. Westf. Forsch. 5, 1942, S. 1.
27. Plagens, M.: Die phänologischen Verhältnisse von Pommern. Diss. Greifswald 1933.
- 28a Geldern-Crispendorf, G. von: Der Landkreis Paderborn. „Die Landkreise in Nordrhein-Westfalen“, Reihe B: Westfalen, Bd. 1, Köln-Münster 1953.
- 28b. Müller-Wille, W., in Gemeinschaft mit E. Bertelsmeier, H. F. Gorki, H. Müller: Der Landkreis Münster. „Die Landkreise in Nordrhein-Westfalen“, Reihe B: Westfalen, Bd. 2, Köln-Münster 1955.
- 28c Ringleb, A.: Der Landkreis Brilon. „Die Landkreise in Nordrhein-Westfalen“, Reihe B: Westfalen, Bd. 3, Köln-Münster 1957.
29. Ringleb, F.: Die thermische Kontinentalität im Klima West- und Nordwestdeutschlands. Met. Rdsch. 1, 1947/48, S. 87.
30. Ringleb, F.: Zur Einteilung West- und Nordwestdeutschlands in Niederschlagsgebiete. Met. Rdsch. 3, 1950, S. 123.
31. Ringleb, F.: Phänologische Beobachtungen in Westfalen. Natur und Heimat 11, 1951, S. 82.
32. Ringleb, F.: Landschaft und Pflanzenwelt im Rhythmus der Jahreszeiten. Westf. Heimatkalender 1956, Münster 1955, S. 55.
33. Rosenkranz, F.: Grundzüge der Phänologie. Wien 1951.
34. Schnelle, F.: Phänologische Studien über die Winterroggenernte während einer Eisenbahnfahrt. Biokl. Beibl. d. Met. Z. 6, 1939, S. 18.
35. Schnelle, F.: Phänologische Andauerkarten von Europa. Kühn-Archiv 60, 1943/44, S. 98.
36. Schnelle, F.: Phänologische Karten von Niedersachsen. Arch. Landes- u. Volkskunde Niedersachsens 16, 1943, S. 153.
37. Schnelle, F., und Hoffmeister, J.: Klimaatlas von Niedersachsen. Prov.-Inst. f. Landesplanung u. niedersächs. Landesforsch. Hannover-Göttingen Rh. K, Bd. I, 1945.
38. Schnelle, F.: Phänologische Charakterisierung typischer Klimagebiete Europas. Pet. Geogr. Mitt. 91, 1945, S. 3.
39. Schnelle, F.: Studien zur Phänologie Mitteleuropas. Ber. d. Dd. Wetterd. i. d. US-Zone Nr. 2, Bad Kissingen 1948.
40. Schnelle, F.: Methoden und Möglichkeiten einer phänologischen Klimatologie. Ann. Met. 4, 1951, S. 97.
41. Schnelle, F., und Uhlig, S.: Beiträge zur Phänologie Deutschlands I. Ber. d. Dt. Wetterd. i. d. US-Zone Nr. 39, Bad Kissingen 1952.

42. Schnelle, F., und Witterstein, F.: Beiträge zur Phänologie Deutschlands II. Ber. d. Dt. Wetterd. i. d. US-Zone Nr. 41, Bad Kissingen 1952.
43. Schnelle, F.: Beiträge zur Phänologie Deutschlands III. Ber. d. Dt. Wetterd. Nr. 1, Bad Kissingen 1953.
44. Schnelle, F.: Pflanzen-Phänologie. Probleme der Bioklimatologie Bd. 3, Leipzig 1955.
45. Schrepfer, H.: Blüte- und Erntezeit des Winterroggens in Deutschland nebst Anhang über den phänologischen Herbst. Arb. d. Dt. Landw.-Ges. H. 321, Berlin 1922.
46. Schrepfer, H.: Begriff, Methode und Aufgaben der Pflanzenphänologie. Das Wetter 41, 1924, S. 65.
47. Schrepfer, H.: Zu Egon Ihnes 75. Geburtstag. Geogr. Anz. H. 15, 1934.
48. Seemann, J.: Die klimatisch-phänologischen Verhältnisse für Zwischenfruchtbau nach Winterroggen in Nordwestdeutschland. Met. Amt f. NW-Deutschland, Hamburg 1949.
49. Walter, H.: Einführung in die Phytologie. III. Grundlagen der Pflanzenverbreitung. Stuttgart 1949.
50. Werth, E., und Mansfeld, K. und R.: Untersuchungen über den Einfluß der Witterung auf Phänologie von Apfelbaum und Winterroggen. Mitt. aus d. Biol. Reichsanstalt f. Land- u. Forstwirtschaft H. 25, 1924.



Bebaute
 Fläche

Physiotope des Flachlandes

- | | | | | | | |
|-----------------|-----------------------|---------------------|-------------------------|-------------|---------------------------------|---------------|
| Naß bis feucht: | Bachaue mit Uferkante | Bachlauf mit Quiche | Alluviales Rinnensystem | Wasserlauf | Flußaue | Moorniederung |
| Mäßig feucht: | Ebene | Flacher Talhang | Flachwelle | Flachriedel | | |
| Mäßig trocken: | Ebene | Flacher Talhang | Flachwelle | Flachriedel | lehmige Physiotope | |
| Trocken: | Ebene | Hangfußfläche | Dünengehügel | | alle übrigen Physiotope: sandig | |

0 500 1000 1500 2000 m

Physiotope des Hügellandes

- | |
|---------------------|
| Talau mit Talkante |
| Flachhang |
| Steilhang mit Kuppe |
| Hangdelle |

Abb. 5: Die natürlichen Standorte