

BONNER GEOGRAPHISCHE ABHANDLUNGEN

Herausgegeben vom Geographischen Institut der Universität Bonn
durch Prof. Dr. Carl Troll

Heft 1

Reinhold Weimann

Fragen des Wasserhaushalts im Mittelrheingebiet

1947

Reprinted with the permission of Verlag Ludwig Röhrscheid GmbH, Bonn

JOHNSON REPRINT CORPORATION
New York

JOHNSON REPRINT COMPANY LTD
London

BONNER GEOGRAPHISCHE ABHANDLUNGEN

Herausgegeben vom Geographischen Institut der Universität Bonn
durch Prof. Dr. Carl Troll

Heft 1

Reinhold Weimann

Fragen des Wasserhaushalts im Mittelrheingebiet

1947

Reprinted with the permission of Verlag Ludwig Röhrscheid GmbH, Bonn

JOHNSON REPRINT CORPORATION JOHNSON REPRINT COMPANY LTD.
111 Fifth Avenue, New York, N.Y. 10003 Berkeley Square House, London, W. 1

Fragen des Wasserhaushalts im Mittelrheingebiet

Fragen des Wasserhaushalts im Mittelrheingebiet

dargestellt insbesondere am Beispiel der Nahe
mit 16 Abbildungen

von Dr. Reinhold Weimann

Zur Einführung: Geographie und Landschaftsforschung
von C. Troll

Reprinted with the permission of Verlag Ludwig Röhrscheid GmbH, Bonn

JOHNSON REPRINT CORPORATION JOHNSON REPRINT COMPANY LTD.
111 Fifth Avenue, New York, N.Y. 10003 Berkeley Square House, London, W. 1

THE UNIVERSITY OF CHICAGO

PHILOSOPHY DEPARTMENT

PHILOSOPHY 101: INTRODUCTION TO PHILOSOPHY

WINTER 2024

LECTURE 1: THE PHILosophical Method

LECTURE 2: THE PHILosophical Method

LECTURE 3: THE PHILosophical Method

Zur Einführung.

Geographie und Landschaftsforschung.

Mit der vorliegenden Abhandlung von Dr. *Reinhold Weimann* wird die bisher unter dem Titel „Beiträge zur Landeskunde der Rheinlande“ erschienene Schriftenreihe, die 1922 von *Alfred Philippson* begründet, seit 1933 von *Leo Waibel* und seit 1939 von dem Unterzeichneten herausgegeben wurde, fortgeführt. Die Titeländerung soll einer geplanten Erweiterung des Inhalts Rechnung tragen, insofern neben Arbeiten zur rheinischen Landeskunde auch weiter gespannte und allgemeine geographische Studien Aufnahme finden sollen.

Die Geographie, die noch manchmal den Ruf genießt, eine bloße Beschreibung der Länder und eine Aufzählung ihrer Berge, Gewässer, Grenzen, Siedlungen und Produkte zu sein, als welche sie in Topographien des 18. und auch noch des frühen 19. Jahrhunderts vielfach gepflegt wurde, ist seit etwa einem Jahrhundert durch den Ausbau ihrer Fragestellungen und ihrer Methodik zu einem Wissensgebiet angewachsen, das an Weite und Vielseitigkeit des Blickfeldes nicht seinesgleichen hat. Auf den Ausbau der physischen Geographie, der durch die Fortschritte der Naturkunde des 19. Jahrhunderts erst ermöglicht wurde, ist seit *Fr. Ratzel* das Lehrgebäude der Kultur- und Anthropogeographie gefolgt, an dessen Gefüge wohl noch lange weitergearbeitet werden muß. Als äußerst fruchtbar hat sich dabei das Bestreben erwiesen, die *Landschaft* in den Mittelpunkt der Geographie zu stellen und die vorgeschichtliche und ge-

schichtliche Entwicklung von der Natur- zur Wirtschafts- und Kulturlandschaft zu untersuchen. Das Werden der Kulturlandschaften ist aber nur zu verstehen, wenn neben den natürlichen, physikalischen und biologischen Wechselbeziehungen, die wir in dem Begriff der Landschaftsökologie zusammenfassen, auch die wirtschaftlich-soziologischen Arbeitsprozesse und die geistigen Bindungen berücksichtigt und mit den Ergebnissen der Geistes- und Wirtschaftswissenschaften in Einklang gebracht werden. So hat die heutige Geographie ihre Mittelstellung zwischen Natur-, Geistes- und Wirtschaftswissenschaften bezogen und sucht in enger Tuchfühlung mit den einschlägigen Nachbarfächern ihre Gesamtaufgabe zu erfüllen, die Erscheinungen der Erdhülle zu ihren örtlichen Verschiedenheiten und ursächlichen Wechselbeziehungen zu erfassen. Sie gliedert sich dabei von selbst in allgemeine Bestrebungen der zeitgenössischen Wissenschaft ein.

In der Naturforschung unserer Tage ist das Streben nach einer zusammenschauenden, ganzheitlichen Landschaftsforschung außerordentlich lebendig, gleichzeitig damit das Bestreben, diese Landschaftsforschung den Bedürfnissen der Landeswirtschaft, der Landschaftspflege und der Landschaftsplanung nutzbar zu machen. Dabei werden die Grenzen der naturkundlichen Grundfächer, die sich aus der hergebrachten Wissenschaftspflege in der Abgrenzung der Hochschulfakultäten und Institute, der Lehrpläne und Lehrbücher zunächst erhalten haben, und von denen aus sich in den letzten Jahrzehnten eine starke Aufspaltung in Teildisziplinen vollzogen hatte, bewußt überschritten. Gerade Fragenkomplexe und Wissenszweige, die im Grenzbereich zweier oder mehrerer Grundwissenschaften liegen, genießen heute eine besondere Beachtung.

Zu den Teilgebieten einer modernen Landschaftsforschung gehören im besonderen die folgenden Wissenszweige: die **Bodenkunde**, die die Abhängigkeit der Verwitterungsböden von Gestein, Klima, Bodenwasser, Pflanzendecke und menschlicher Bodenkultur untersucht; die **Geomorphologie** oder die Lehre von den Oberflächenformen der Erde, durch die die Erscheinungen des geologischen Baues erst in die Landschaft hineingestellt werden; die

topographische Pflanzengeographie, die die Vegetationskartierung pflegt, und die Pflanzensoziologie, die Lehre von den Pflanzengemeinschaften und ihrer Entwicklung in Sukzessionsreihen; die Biozönologie, die das Pflanzen- und Tierleben in ihrer gegenseitigen Abhängigkeit und Harmonie als Lebenseinheiten zu verstehen trachtet; die Mikrostratigraphie und Mikropaläontologie, die vor allem mit Hilfe der Pollenanalyse und auf Grund der Pflanzen- und Tierverbreitung der Gegenwart die junge, eiszeitliche und nacheiszeitliche Landschaftsgeschichte aufhellt; die Mikro-, Boden- und Agrarklimatologie, die sich mit den klimatischen Verhältnissen in den unteren Luftschichten, im Bereich der Vegetationsdecke, an der Bodenoberfläche und im Boden befassen, also das für die Pflanzendecke wirksame Klima untersuchen; die Hydrologie und Wasserhaushaltskunde, die die Wasservorräte, den Wasserkreislauf und die Wasserbilanz auch als Grundlage für den Nutzwasserverbrauch erforschen; die Limnologie, die sich mit Physik, Chemismus und Biologie der Binnengewässer beschäftigt und von der aus auch die Biozönologie ihren Ursprung genommen hat; die Agrarökologie, Forstökologie und Agrargeographie die das Verständnis für die land- und forstwirtschaftliche Ausnutzung der von Standort zu Standort wechselnden Naturbedingungen vermitteln. Die Zusammenarbeit all dieser Wissenszweige führt von selbst zur naturkundlichen Landschaftsforschung, zur Landschaftsökologie. Das modernste Forschungsmittel einer solchen ganzheitlichen Landschaftsökologie ist die Luftbildforschung, genauer gesagt die wissenschaftliche Ausdeutung des in Luftbildern und Luftbildplänen festgehaltenen geschlossenen Landschaftsbildes. Die großen Erfolge der Luftbildforschung für Forstwissenschaft, Bodenkunde, Pflanzengeographie, Lagerstättenkunde und Archäologie beruhen ja darauf, daß im Luftbild nicht die Einzelfaktoren der Landschaft, sondern ihr Zusammenklang im Vegetationsbild und aus dem räumlich-topographischen Gefüge des Pflanzenkleides auch der standörtliche Wechsel der einzelnen Landschaftsfaktoren sichtbar werden.

Was die Geographie in all diese Wissenszweige besonders einzutragen hat, ist einmal das Verständnis für die standörtliche Differenzierung der Naturerscheinungen, wobei den besten Ausgangspunkt die Geomorphologie und die Vegetationskunde zu bilden vermögen, außerdem aber auch den Brückenschlag von den naturwissenschaftlichen Teildisziplinen zu den Geisteswissenschaften auf dem Wege über eine einwandfreie Charakterisierung und Abgrenzung der natürlichen Landschaften der Länder. Die praktisch-wissenschaftliche Bedeutung einer so gepflegten Landschaftskunde betrifft namentlich drei Gebiete: die Landwirtschaft, die Forstwirtschaft und die Wasserwirtschaft.

Die landwirtschaftliche Bodennutzung und Kulturartenverteilung ist bisher von der Agrarwissenschaft entweder vom Einzelbetrieb her mit den Gesichtspunkten der landwirtschaftlichen Betriebslehre oder aber von den Verwaltungseinheiten (Kreisen, Gemeinden) her mit Hilfe der statistischen Erhebung betrachtet worden. Das wirkliche Verteilungsbild, die Gliederung und Struktur der Agrarlandschaft, werden aber erst verständlich, wenn neben den ökonomischen Bindungen auch die mindestens ebenso wichtigen ökologischen Bindungen an den Wechsel der Standorte berücksichtigt werden. Dies erstrebt die Agrarökologie bzw. die Agrargeographie durch die Beobachtung und Kartierung der landwirtschaftlichen Nutzflächen, wie sie seit etwa zwei Jahrzehnten entwickelt werden. Für die vielseitigen Agrarlandschaften des Landes Nordrhein-Westfalen ist eine solche geschlossene Nutzflächenkartierung jüngst in Angriff genommen worden.

Auch die moderne Forstwirtschaft ist nicht mehr denkbar ohne forstliche Bodenkunde, forstliche Vegetationskunde und Mikroklimatologie, die sich ja erst aus der Forstwissenschaft heraus entwickelt hat. Auch die Luftbildaufnahme ist aus der Forsttaxation nicht mehr wegzudenken. Die Forstpflge, die auf besonders lange Sicht zu arbeiten hat, muß noch mehr als die landwirtschaftliche Bodennutzung auf die natürlichen Wuchsbezirke, also auf die kleinsten Landschaftseinheiten, die Biotope der Biologen, eingestellt werden. Es ist kein Zufall, daß die besten Arbeiten über Landschafts-

forschung und Landklassifikation im britischen Empire in neuerer Zeit gerade aus forstlichen Luftbildarbeiten in Burma, Rhodesien und in England hervorgegangen sind.

Ähnliches gilt schließlich auch von der *Wasserwirtschaft*, deren geographische Erforschung in hoch entwickelten Kulturländern eine immer größere Bedeutung erlangt, je mehr die Wasservorräte wirtschaftlich ausgenutzt und je mehr durch die Intensivierung der Landwirtschaft, durch Wasserkraftgewinnung und künstliche Wasserstraßen, durch die wachsende Bevölkerung und die Industrialisierung immer neue Wasserverbraucher oder wenigstens Wassernutzer in den Wasserkreislauf eingeschaltet werden. Auch die wasserwirtschaftliche Forschung kann für regionale Studien die Bodenkunde, Vegetationskunde, Agrar- und Forstökologie nicht mehr entbehren und muß ihre Berechnungen auf natürliche Landschaften gründen. Die vorliegende Arbeit geht methodisch in diese Richtung. Weitere Studien, die auch die dichtest besiedelten und industrialisierten rheinischen Landschaften zum Gegenstand haben, befinden sich im Geographischen Institut der Universität Bonn in Arbeit.

Schließlich muß die landschaftskundliche Naturforschung auch für Fragen der *historischen Landeskunde* herangezogen werden. Unsere Landschaften sind ja längst nicht mehr Naturlandschaften, sondern sind in Jahrtausende alter Beeinflussung durch Völker und Kulturen zu Kulturlandschaften umgewandelt worden und auch als solche fortlaufenden Wandlungen unterworfen. Die heutige Landschaftsstruktur und das heutige Landschaftsbild sind aus der Gegenwart heraus allein nicht verständlich, sondern nur auf dem Hintergrund der historischen Wandlungen. Zum Verständnis dieser Wandlungen ist die ökologische Landschaftsbetrachtung gewissermaßen als naturgeographische Gesamtsicht unentbehrlich. Bei historischen Landschaftsstudien hat man dabei immer wieder die Erfahrung gemacht, daß durch die zunehmende Landnutzung natürliche Landschaftsgrenzen keineswegs verwischt werden, ja daß vielfach natürliche Unterschiede der Landschaften gerade durch die landwirtschaftliche Spezialisierung, die der moderne Verkehr ermöglicht hat, erst recht unterstrichen werden. So hat die Landschafts-

ökologie die Aufgabe, der Vorgeschichte, der Siedlungsgeschichte, Wirtschaftsgeschichte und z. T. auch der Kunstgeschichte das Verständnis für die Landschaften und den Landschaftswandel unserer Heimat zu erschließen. Die im Vorstehenden umrissenen und ange deuteten Fragen mögen in der hier begonnenen Schriftenreihe im Mittelpunkt stehen, ohne allerdings ganz daran gebunden zu sein.

C. Troll.

Bonn, Juni 1947.

Inhaltsübersicht

Einführung von C. Troll	
Geographie und Landschaftsforschung	V
Einleitung	XIII
I. Höhengliederung, Klima und Abfluß	1
1. Morphologische Gliederung des Nahegebietes	3
2. Klimatisch-hydrologische Gliederungen	5
a) kontinental-atlantische Einflüsse	5
b) Einflüsse der Höhengliederung	10
c) Niederschlagsverhältnisse	14
d) Trockenheit und Abfluß	18
e) Auswaschung und Abschwemmung	20
II. Gestein, Abfluß und Grundwasser (Hydrogeologie)	24
1. Die Hunsrücksholle mit Hunsrückshiefer und Taurusquarzitkämme	25
2. Die Nahesenke mit Eruptivgestein, Rotliegendem, Steinkohlenformation und Hauptbuntsandstein	27
3. Zusammenfassung und Vergleiche	29
4. Grundwasser und Quellen in den verschiedenen Ge- steinsarten	32
5. Geologisch-hydrologische Vergleiche aus anderen Rheingegenden	41
III. Boden und Wasser	44
1. Taurusquarzitböden	47
2. Böden des quarzitischen Gehängeschutts	48
3. u. 4. Böden der Eruptivgesteine	48
5. Schwach bis mäßig gebleichte, rostfarbene Waldböden auf mittlerem Buntsandstein u. Waderner Schich- ten des Oberrotliegenden	49
6. Böden auf Hunsrückshiefer	50
7. Mäßig gebleichte, braune Waldböden, vorwiegend auf Kuseler Schichten des Unterrotliegenden	50
8. Mäßig gebleichte, braune Waldböden auf Löss und Lösslehm	51
9. Karbonatböden auf Phylliten und Corbicula- bzw. Hydrobientkalken	52
10. Ungebleichte braune Waldböden auf Löss	52
11. Degradierete Steppenböden, vorwiegend auf tertiären Tonen	52
12. Braune Steppenböden auf Löss	52

13. Organische Naßböden im Pfälzer Gebrüch auf Buntsandstein	54
Vergleiche mit anderen Rheingebieten	54
IV. Das Wasser in Wiese, Wald und Feld	56
1. Die Waldverteilung auf Buntsandstein, Taunusquarzit, Quarzporphyrkuppen, übrigen Eruptivgesteinen, Hunsrückschiefer und Rotliegendem, rheinhessischen Steppenböden	58
2. Das Grünlandnetz	62
3. Die Feldpflanzengemeinschaften	66
a) Gerste-Luzerne	70
b) Hafer- (Weizen, Rotklee)	74
c) Roggen-Kartoffel	77
Vergleiche mit anderen Rheingegenden	81
V. Das Wasser und die Pflanzengesellschaften	84
1. Kurze Übersicht über das Nahegebiet	86
a) Pflanzengesellschaften des trockenen Halm- und Hackfruchtackers, der Hungerbrachen und bodensauren Wälder	86
b) Eichen-Hainbuchenwälder und Pflanzengesellschaften der schwachsandigen bis lehmigen Äcker	88
c) Eichen-Elsbeerenwälder und Steppenheiden	88
2. Beispiele aus dem Nahegebiet	90
3. Zum übrigen Rheingebiet	102
a) Hangrichtung	102
b) Übersicht nach geologischen Gesichtspunkten	104
1. Die kalkarmen Flugsande	104
2. Ältere Terrassenschotter	106
3. Buntsandsteingebiete	107
4. Bimssteinböden	108
5. Quarzitrücken des Devons	113
6. Kalkhaltige Decksande um Mainz	114
7. Kalkböden in Eifel und französischen Moselgebieten	115
8. Basaltböden der Laacher Vulkane	118
9. Löss- und Lösslehmgebiete	118
10. Keuperlandschaften	120
Schluß	123
Schriftenverzeichnis	124

Einleitung.

Eine durchgearbeitete rheinische Hydrologie, wie sie der vorliegenden Untersuchung zuerst als Ziel vorgeschwebt hatte, kann nur in einer engen Zusammenarbeit mit den rheinischen Universitätsinstituten geschaffen werden, weil hierzu alle Naturwissenschaften herangezogen werden müßten: Das Wasser als das „Blut der Landschaft“ (*Tüxen*) zwingt ja zur geographisch-ökologischen Denkweise, man kann den großen „Blutkreislauf“ nur im Zusammenhang mit seinem Körper, der Landschaft verstehen, die im Gestein ihre Grundlage hat und von Klima, Boden- und Pflanzendecke ihr Antlitz erhält. Es handelt sich daher auch in der vorliegenden Arbeit nicht um eine Hydrologie des Rechenschiebers, mit der allein auch die reine Wasserwirtschaft heute nicht mehr ganz auskommt, sondern um einen aus Vorarbeiten zur wasserwirtschaftlichen Planung heraus entstandenen Versuch, die tausend Verflechtungen des meteorischen, des fließenden und versinkenden Wassers, also des gesamten Wasserhaushaltes mit der rheinischen Landschaft zu verstehen und darin ein „sinnvoll gegliedertes und bewegtes Ganzes“ (*Thienemann* 1941) zu erkennen.

Obwohl diese Untersuchungen schon nach 2 Jahren (1943) infolge der Kriegsverhältnisse abgebrochen werden mußten, seien hier doch schon die Ergebnisse niedergelegt, weil ja eine rheinische Hydrologie in unserem Sinne überhaupt noch nicht vorliegt, es aber um so dringender erscheint — auch im Hinblick auf die künftige Gestaltung der rheinischen Wasserwirtschaft selbst — mit den dazu erforderlichen Vorarbeiten zu beginnen. Das mag besonders noch dadurch gerechtfertigt sein, daß sich das Nahegebiet geradezu als ein

Angelpunkt für die rheinische Hydrologie erwiesen hat. In diesem kleinen Stück der rheinischen Landschaft ist fast alles enthalten, was man braucht, um es bei einer Bearbeitung der übrigen Rheinlande anzuwenden. Deshalb reicht das Material, welches vorwiegend für die Nahe zusammengestellt wurde, eher schon zu einem Entwurf einer rheinischen Hydrologie als zu einer Monographie des Nahelandes.

Koblenz, August 1943.

Nachtrag.

Inzwischen sind für die großräumige Wasserwirtschaftsplanung gewisse Schwierigkeiten entstanden. An den wissenschaftlichen Grundlagen jedoch, wie sie hier schon 1943 niedergelegt, aber erst kurz vor Kriegsende zum Druck freigegeben wurden, änderte sich nichts, und die wasserwirtschaftliche Planung sucht nun erst recht — und sei es nur vorbereitend — in noch engerer Zusammenarbeit mit der Forschung neue Wege und Ziele. Gerade die naturwissenschaftlich-geographischen Methoden sind geeignet, naturgemäße und einfache Mittel zu finden, die wenig Geld kosten, oft aber um so wirksamer sind. Z. B. könnte eine naturgemäße Aufforstung nach pflanzensoziologischen Gesichtspunkten, auch auf dem Wege über die Waldbrache, wesentliches Hilfsmittel der notwendigsten Wasserspeicherung werden.

Gerade diejenigen Dienststellen, mit denen die wasserwirtschaftliche Planung schon während und durch die vorliegende Untersuchung Fühlung genommen hatte, stellten inzwischen einen Teil ihrer Arbeitskräfte in den Dienst der allgemein hydrologischen und wasserwirtschaftlichen Forschung, so vor allem die Landesplanungs-gemeinschaft, in deren Auftrag die Zweigstelle Düsseldorf des Reichsamtes für Bodenforschung unter Leitung von Prof. Kegel die geologischen Vorarbeiten zur Feststellung der Wasservorräte durchführen läßt (hydrogeologische Karten, Grundwasserdienst, Bodenkarten, Speichermöglichkeiten), sowie

das Geographische Institut der Universität Bonn das unter Leitung von Prof. *Troll* besonders den schwierigen Fragen des augenblicklichen und künftigen Wasserbedarfs in den verschiedenen Wirtschaftszweigen (Land- und Forstwirtschaft, Industrie- und Trinkwasserverbrauch, Wasserkraftnutzung und Schifffahrt) nach geographischen Gesichtspunkten nachgeht. Aus der Gegenüberstellung von Vorrät und Bedarf (Einnahme und Ausgabe) erstet die eigentliche wasserwirtschaftliche Planung. Es ist zu hoffen, daß sich weitere Mitarbeiter im Rahmen einer überregionalen Raumforschung, z. B. zur Bearbeitung der schwierigen und immer dringender werdenden Fragen um die weiße Kohle zusammenfinden. Deren Aufgabe dürfte es werden, die einzelnen wissenschaftlich erarbeiteten Grundlagen für das ganze Rheinstromgebiet zusammenzufassen und damit den z. Zt. getrennten rheinischen Wasserwirtschaftsverwaltungen doch noch die Möglichkeit zu geben, in gemeinsamer Arbeit eine vernünftige Wasserwirtschaftsplanung am Rhein zu verwirklichen.

Düsseldorf, Juli 1946.

The first part of the report is devoted to a general
 description of the country and its resources. It
 is followed by a detailed account of the
 various districts and their respective
 characteristics. The author then proceeds to
 discuss the political and administrative
 organization of the country, and finally
 concludes with a summary of the main
 findings of the survey.

London, 1850.

I. Höhengliederung, Klima und Abfluß.

Das Niederschlagsgebiet der Nahe ist in jeder Hinsicht ein Kernstück der rheinischen Landschaft. Diese kleine Fläche von 4000 km², d. i. etwa der 40. Teil des ganzen Rheingebietes, vereinigt ungefähr alle großen Gegensätze des Bodens, des Klimas und des Wasserhaushaltes und damit auch der Pflanzengesellschaften und der Feld- und Pflanzengesellschaften, die in den eigentlichen Rheinlanden über-

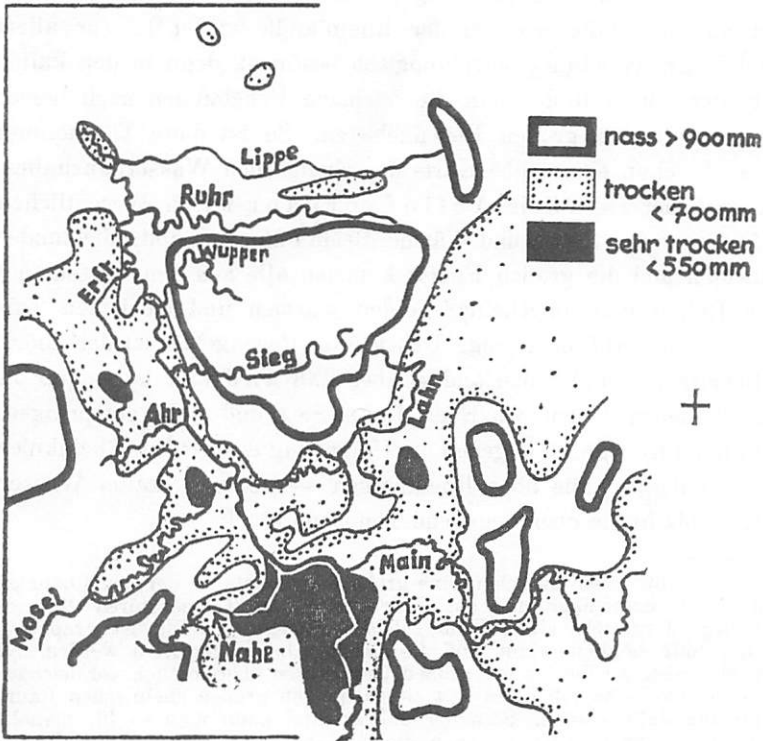


Abb. 1: Grobe hydrologische Übersicht über die unteren Rheinlande.

haupt vorhanden und möglich sind. Unveränderliche Grundlage einer solchen Mannigfaltigkeit ist die Höhengliederung. In den großen NW-streichenden Quarzitkämmen des Hoch- und Idarwaldes, in den eigentlichen Quellgebieten der Nahe, übersteigt z. B. der Erbeskopf mit 816 m fast das gesamte Rheinische Schiefergebirge, denn selbst im Sauerland und der hohen Eifel sind es nur kleinere Flächen, welche die 700 m-Grenze überschreiten. Dagegen greift die untere Nahe ab Kreuznach in Form einer schmalen Zunge (80 bis 100 m NN in Abb. 2) in das Rheintal und nimmt somit noch Anteil an den rheinischen Tiefländern, denn die niederrheinische Bucht liegt nur 40 m tiefer und die noch nähere oberrheinische Tiefebene nur 30 m höher als Bingen.

Solche morphologischen Gegensätze spiegeln sich in fast allen geographischen Gliederungen der Rheinlande wieder¹⁾. Vor allem ist die Wärmeverteilung morphologisch bestimmt, denn in den kalten Inseln der Abb. 1 findet man die höchsten Erhebungen noch besser wieder als in den großen Regengebieten. So ist diese Darstellung aber auch schon eine grobe Karte des rheinischen Wasserhaushaltes, denn auch der eigentliche Abflußvorgang ist im Wesentlichen eine Funktion von Regen und Wärme. Beide Faktoren sind miteinander verflochten und die großen Flüsse kommen alle aus den nassen und kalten Höhen und umgekehrt: in den warmen und trockenen Talbreiten ist der Abfluß gering. Das größte Regengebiet ist der Block des Bergischen- und Sauerlandes, aber naß und kalt ist es nur in seinen östlichen Teilen, wo Eder, Lahn, Sieg und Ruhr entspringen. Warm und trocken ist dagegen die Umgebung des großen Rheinknies von der unteren Nahe über Rheinhessen — wo z. B. kaum Wasser fließt! — bis in die oberrheinische Tiefebene hinein.

¹⁾ Vgl. Abb. 1, sie ist schon eine grobe Klimakarte, in der das 40jährige Mittel der Niederschläge und das Jahresmittel der Temperaturen übereinandergelegt dargestellt sind. Eine solche Zusammenstellung ist graphisch allerdings nur möglich, wenn bloß die Extreme herausgegriffen werden. So lassen sich aber am besten die großen Gegensätze übersichtlich veranschaulichen, und die Nahe soll dabei erst einmal in den großen rheinischen Raum nur hineingestellt werden. Statt der Jahresmittel kann man — für manche Zwecke noch vorteilhafter — auch die Andauer einer bestimmten Temperatur (z. B. von 10 Grad) in Tagen und die Niederschläge der Vegetationsperiode in ähnlicher Form übereinandergelegt darstellen. Unterlagen beim Reichsamt für Wetterdienst und den Finanzämtern.

Auch einzelne nahe beieinander liegende Flußtäler sind grundverschieden: das Siegtal ist warm und feucht, das Ahrtal ist warm und trocken. Hier wird noch Wein gebaut, dort nicht mehr. Bei ganz ähnlichen Temperaturverhältnissen liegt das Siegtal mehr an der regen-auslösenden Luvseite des Bergischen Landes, das Ahrtal dagegen im Regenschatten der hohen Eifel, ein Unterschied der sich auch im Abfluß zu erkennen gibt. Selbst die phänologischen Karten spiegeln solche klimatischen Unterschiede wieder: Raps und Schneeglöckchen blühen im Ahrtal eher auf als an der Sieg.

Ähnliche Gegensätze vereinigt nun das Nahegebiet auf kleinstem Raum. Naß und kalt ist es im hohen Idarwald, warm und trocken im niedrigen Hügelland um Kreuznach und Bingen:

1. Morphologisch-hydrologische Gliederung des Nahegebietes²⁾.

a) Die großen und hohen Quarzitkämme des Idar-Hoch- und Soonwaldes im eigentlichen Bergland bedingen allein schon durch das starke Gefälle den reinen Gebirgsflußcharakter der oberen Nahe. Diese selbst und fast sämtliche ihr von Norden zufließenden Bäche (Traunen-, Steinau-, Schvoll-, Sies-, Idar-, Fisch-, Grafen- und Guldenbach) sind durch rasch abfließende Hochwasserfluten, tief eingeschnittene Täler mit reichlicher und grober Geschiebeführung gekennzeichnet.

b) Dagegen sind die von Süd- und Südosten zufließenden Gewässer Glan, Lauter, Alsenz und Odenbach wegen ihrer ruhigeren und ausgeglicheneren Wasserführung bekannt. Wenn hier einmal Hochwässer auftreten, dann fließen sie nur langsam ab und bedingen auch größere Überschwemmungen gerade wegen ihres geringen Gefälles und der damit verbundenen stärkeren Mäanderbildung. Das betrifft besonders Glan-, Lauter und Alsenz, deren Täler etwa durch die Höhenlinien 200-300 m NN begrenzt sind, welche noch keinen der Pfälzer Hügel überschreiten. Sie führen lauter- und glanaufwärts lückenlos sogar bis in die große Niederung des Pfälzer Gebrüchs zwischen Kaiserslautern und Homburg. Diese Senke ist sicher von

²⁾ Vgl. Tabelle 1, Gewässernetz auf Abb. 16 b, Höhengliederung auf Abb. 2.

großem Einfluß auf die ruhige Wasserführung und bei Homburg bildet sie die schwächste Stelle in der gesamten Wasserscheide des Nahegebietes, an der Überleitungen ins Saargebiet (und umgekehrt) ohne Schwierigkeiten durchzuführen wären. Vom Pfälzer Wald schneidet die Wasserscheide der Nahe nur' einen schmalen Streifen mit ganz kleinen Bächen ab, der daher wasserwirtschaftlich von geringerer Bedeutung sein muß.

c) Apfel- und Wiesbach (sowie der untere Gulden- und Ellerbach) sind die eigentlichen Gewässer der tiefen Stufe (100 bis 200 m NN, Abb. 2). Im Gegensatz zu der schmalen Zunge des untersten Nahetales (80—100 m NN) ist sie schon etwas wellig ausgebildet, umfaßt auch schon eine größere Fläche und ist klimatisch wie bodenkundlich besonders begünstigt. In schmalen Talzungen greift diese Stufe nahe- und glanaufwärts weit ins Hügelland hinein; daher ist das Gefälle im Oberlauf dieser Bäche nicht einmal gering. Ihre Wasserführung entspricht dem aber gar nicht (vgl. w. u. Abb. 7), sie ist die geringste und trägste im Rheingebiet!

d) Umgekehrt fallen H a h n e n - und S i m m e r b a c h mit ihrem schwachen Gefälle ganz aus der Reihe der Nordbäche heraus, sie bilden überhaupt eine charakteristische Sonderstellung, indem sie in den großen Block des Rheinischen Schiefergebirges breite Keile hineintreiben. Sie durchbrechen gar die großen Quarzitkämme und weiten sich in zwei sanften Mulden mit schwacher Neigung über die große Fläche des Hunsrückschiefers aus. Obwohl der Simmerbach nur 5 m und der Wiesbach dagegen fast 11 m Gefälle pro km im Oberlauf hat, ist die Wasserführung sowohl nach der Menge, als auch nach der Ausgeglichenheit fast umgekehrt. Man kommt hier mit der reinen Morphologie nicht mehr aus und muß die Grundlagen des Abflußvorganges daher mehr noch in geologischen und klimatischen Gliederungen suchen.

Wegen des viel flacheren Gefälles dieser beiden Bäche im Hunsrück ist es auch berechtigt, den Oberlauf der Nahe nur bis Kirn oder sogar nur bis zur Einmündung des Fischbaches zu rechnen. Auch Küster (1905) schloß den Hahnenbach vom Oberlauf aus, weil dieser als erster weit über den Kamm der Quarzitücken hinausgreift und damit die Wasserscheide so weit nach Norden ausbiegt. Die übliche

Definition Oberlauf gleich Strecke stärkster Erosion und Unterlauf gleich Strecke der Ablagerungen läßt sich im Nahegebiet schon deshalb nicht anwenden, weil das Gefälle zu häufig wechselt.

2. Klimatisch-hydrologische Gliederung^{*)}.

Eine eingehendere Darstellung der klimatischen Verhältnisse ist nicht nur für die Beurteilung der landwirtschaftlichen Wassermangelflächen und Bewässerungen, sondern auch einfach deshalb unentbehrlich, weil die Hydrologie eigentlich nichts anderes ist als eine allerdings verwickelte Verflechtung der Faktoren Wärme, Regen und Wind, wenn auch zum großen Teil erst auf dem Wege über Boden und Pflanze.

a) Kontinental-atlantische Einflüsse.

Das Klima des Nahegebietes kann nur verstanden werden, wenn man die Nahe in die drei westdeutschen Klimabezirke hineinstellt, wie das unter Anwendung der Werthschen u. a. Grundlagen in Abb. 3 geschehen ist (*Werth* 1927). Danach gehört der untere, insbesondere der rheinhessische Teil der Nahe in den rheinischen Klima- und Vegetationsbezirk. (Nr. 3.) Er ist selbst innerhalb Deutschlands durch größte Trockenheit und Wärme gekennzeichnet und fällt daher auch mit dem xerothermen Vegetationsgebiet I. Ordnung fast genau zusammen. (Nr. 5, nach *Schwickerath* 1936). Dieses engere Stromgebiet des Rhein-, Nahe- und Moseltales, das etwa bis Köln reicht, steht unter den Gegenwirkungen kontinentaler und ozeanischer Einflüsse: bei Köln beginnt der atlantische Klimabezirk (Nr. 1) mit dem atlantischen Vegetationsgebiet I. Ordnung (Nr. 2), von hier erhält auch das untere Nahegebiet vor allem seine relative Wintermilde, denn das atlantische Klima ist ja in erster Linie durch milde Winter und ständig mit Feuchtigkeit geschwängerte Luft gekennzeichnet. Die Unterschiede der relativen Luftfeuchtigkeit sind insgesamt und regional gesehen mehr als 80% am Niederrhein gegen 75—77% an der unteren Nahe. Maxima der relativen Luftfeuchtigkeit liegen nach den alten Karten von *Hellmann* auch noch in den Quellgebieten der Ruhr, Lahn und Sieg, im November und Dezember ganz besonders auch am

^{*)} Vorwiegend unter Benutzung des Handbuches der Klimakunde, Bd. II Tabellen, herausgegeben vom Reichsamt für Wetterdienst.

Niederrhein. Ähnliches gilt von den Karten der Bewölkung und der trüben Tage.

Überhaupt rückt die eigentliche Abgrenzungslinie zum winterharten binnenländischen Klimaraum sogar bis auf die Ostseite der oberrheinischen Tiefebene und ist mithin auch vom Nahegebiet noch weit genug entfernt! (Vgl. in Abb. 3, Nr. 9 die Grenzlinie zwischen den wahren mittleren Januartemperaturen von -1 bis über $+1$ auf der atlantischen und von -1 bis -4 Grad auf der kontinentaleren Seite, nach *Brockhaus*.) Kleine kältere Inseln befinden sich nur noch auf den höheren Erhebungen des Hünserücks und der hohen Eifel. — Andererseits zeigt sich der kontinentalere Charakter des rheinheissischen Raumes auch schon in den mittleren Jahresminima der Temperatur, die bei Geisenheim Alzey und Schloß Böckelheim -14 Grad, in Kleve, Köln und Aachen dagegen nur rd. -11 Grad betragen. Nach den Karten von *Werth* greift die -14 Grad-Isotherme allerdings bis über Worms hinaus. Doch die im übrigen Reichsgebiet mit dieser atlantisch-kontinentalen Grenzlinie sehr übereinstimmende Arealgrenze der atlantischen Glockenheide bleibt hier weit zurück! Sie liegt noch nördlich der Mosel und geht erst rechtsrheinisch ein Stück in den Taunus hinein. — Die Winter sind also auf jeden Fall auch schon an der Nahe deutlich kälter als in Köln, und das geht auch aus der Zahl der Frost- und Eistage hervor: Frosttage am Niederrhein 44 bis 70, an der unteren Nahe 72—78, Eistage 9 bis 12 gegen 14 bis 17 an der unteren Nahe!

Andererseits kommt der günstigere Einfluß des kontinentaleren Südens z. B. in der wahren mittleren Julitemperatur zum Ausdruck, deren 18° -Isotherme weit über Bingen hinaus bis nach Köln reicht und ebenfalls mit dem xerothermen Vegetationsgebiet, ungefähr auch mit den Weinbaugrenzen zusammenfällt. (Nr. 5). Vor allem aber sind im unteren Nahegebiet auch die mittleren Jahreschwankungen der Temperatur von wesentlich kontinentalerem Charakter als am Niederrhein. Den Übergang zum Binnenlandklima mit den heißeren Sommern und kälteren Wintern zeigen noch besser die Linien gleicher Jahreschwankungen der Temperatur. (Nr. 6), die im 40jährigen Mittel nach dem atlantischen Raum zu von 18 auf 16° abnehmen, und etwa die 18 Grad-

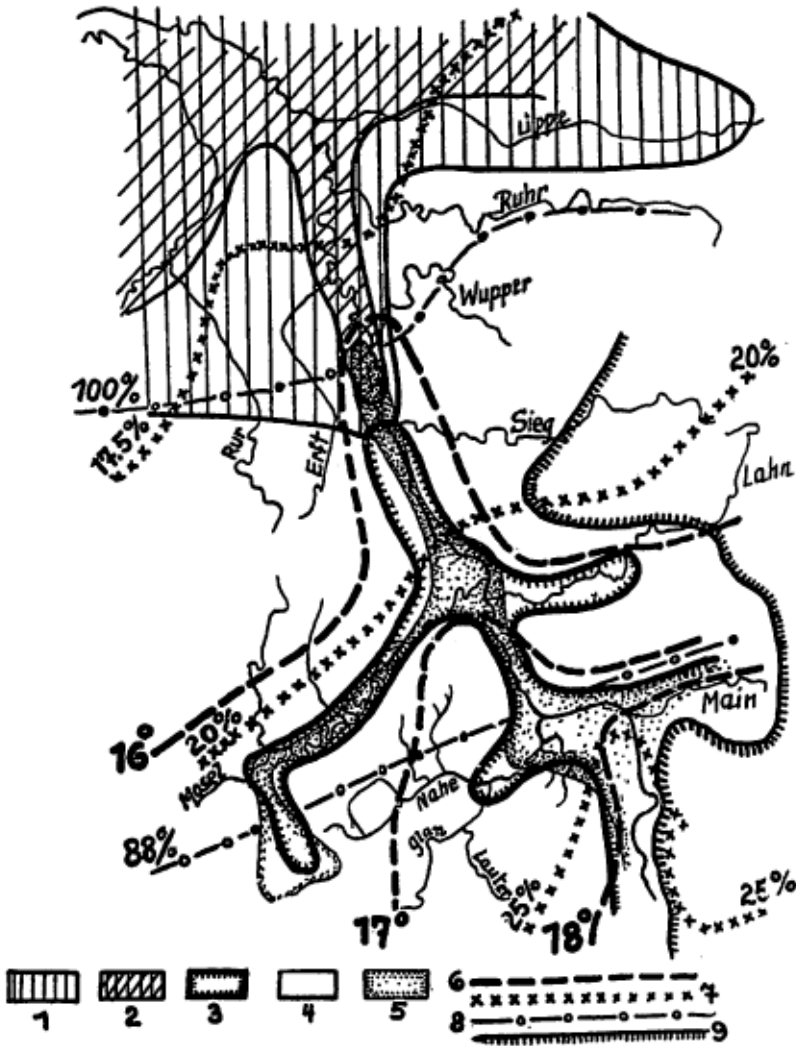


Abb. 3: Klimakarte des unteren Rheingebietes. Nr. 1 atlantischer Klimabezirk, Nr. 2 atlantisches Vegetationsgebiet I. Ordnung, Nr. 3 Rheinischer Klimabezirk, fast genau zusammenfallend mit dem xerothermen Vegetationsgebiet I. Ordnung, Nr. 4 Klimabezirk des Berg- und Hügellandes, Nr. 5 wahre mittlere Julitemperatur (18 Grad-Isotherme), Nr. 6 mittlere Jahreschwankung der Temperaturen (16–18 Grad C.) Nr. 7 Linien des Kontinentalitätsgrades 17,5 bis 25%, Nr. 8 Kaltlufteinbrüche, Nr. 9 Grenzlinie der wahren mittleren Januartemperatur von -1 bis +1 auf der atlantischeren Seite (s. Text).

Linie scheidet innerhalb Deutschlands den kontinentalen vom atlantischen Raum. Dabei wird allerdings wieder ein Einbiegen der Linien in das eigentliche Stromgebiet und somit auch eine gewisse Abhängigkeit von der Höhenlage erkennbar. Im Gegensatz dazu verlaufen die eigentlichen Kontinentalitätslinien viel ausgesprochener quer zum Stromgebiet, weil bei diesen Linien außer der Jahreschwankung der Temperatur auch die geographische Breite formelmäßig berücksichtigt wurde. (Nach Schrepfer 1925, Nr. 7⁴). Hier zeigt sich am deutlichsten, wie auch das Nahegebiet schon an eine Zone höheren Kontinentalitätsgrades heranreicht. (25 gegen 17,5% am Niederrhein, der Höchstwert in Deutschland beträgt rd. 35%.)

In den Frühjahrsmonaten kommen aus Nordwesten und Norden allerdings auch ungünstige Einflüsse zur Geltung. Das zeigt sich in Kaltlufteinbrüchen gerade während der kritischen Monate April, Mai und Juni (Breucher 1929). Doch mögen die Linien (Nr. 8) veranschaulichen, daß dieses Einfließen kalter Luft am Rheinischen Schiefergebirge stark gestaut wird, weshalb es in Frankfurt und Bingen, mithin an der Nahe, auch in dieser Zeit gewöhnlich mehrere Grad wärmer ist als in Kleve und Aachen: nach Breucher gelangten von 180 Kälteeinbrüchen zwar 100% bis an die obere Linie Aachen-Köln, aber nur 88% nicht einmal ganz bis zur Nahe (Nr. 8 untere Linie). Diese Kaltlufteinbrüche im Frühjahr verhindern jedenfalls nicht, daß an der unteren Nahe und am Oberrhein der Vollfrühling schon am 22.—28. April einkehrt, also so früh wie sonst nirgends in Deutschland.

Der sommerwarme Charakter des kontinentaleren Nahegebietes zeigt sich sehr ausgeprägt in der Zahl der Sommertage, an denen die Temperatur 25° und der heißen Tage, an denen sie 30° übersteigt. Während am Niederrhein nur 25—28 Sommertage im 40jährigen Mittel erscheinen, sind es im Nahegebiet und im rheinhessischen Raum schon zwischen 38 und 47! Der Unterschied der heißen Tage liegt im Extrem sogar zwischen 4 und 11. Auch die Sonnenscheindauer muß an der unteren Nahe viel größer sein als am Niederrhein, denn schon in Geisenheim beträgt sie jähr-

⁴) Trotz Verbesserung der Schrepferschen Formel durch Chr. Maisel haben sich die Linien nicht wesentlich geändert.

lich über 350 Stunden mehr als in Bonn (Bedeutung für den Weinbau).

Der halb kontinentale Charakter des unteren Nahegebietes kann nicht ohne Einfluß auf den Abflußvorgang sein. Wie die kälteren Winter hier im Vergleich zum Abfluß am Niederrhein wirken, ist aber schwer zu entscheiden. Der hier schon öfter und länger gefrorene Boden verhindert stärkere Versickerung und fördert damit das eine

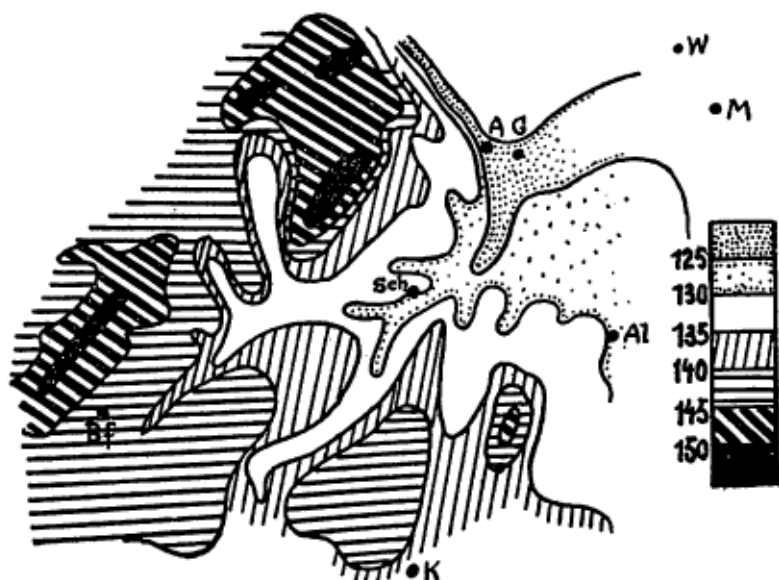


Abb. 4: Phänologische Karte des Nahegebietes, Vollblüte des Flicders 125 bis 150 Tage nach dem 1. 1. 1935, entsprechend Abständen von 5 zu 5 Tagen vom 5. bis 30. 5. 1935 (s. Text).

Mal die Verdunstung, das andere Mal aber auch den Abfluß, wenn es z. B. stärker und plötzlich auf den noch harten Boden regnet. Insgesamt aber ist wohl die Verdunstung auch schon im Winter, besonders die des Schnees an klaren Tagen, in der trockeneren Luft sicher größer als am Niederrhein. Das können erst Vergleichsabflußmessungen etwa an den Gewässern der unteren Erft und unteren Nahe später erweisen. Ganz sicher ist der Verlustfaktor in dem deutlich wärmeren Sommer der unteren Nahe (s. Juliisotherme 18°!) und auch gerade auf den guten Böden, die nicht so viel versickern lassen,

besonders groß. Die hohen Sommertemperaturen bewirken hier stärkste Verdunstung der sommerlichen Niederschläge, so daß für Speisung von Quellen und Grundwasser kaum etwas übrigbleibt und die Trinkwassermangelgebiete Rheinhessens auch schon eine Folge des Klimas sind. Der außerordentlich geringe Abfluß im Apfel- und Wiesbach ist zu einem guten Teil sicher schon auf die kontinentalere Lage zurückzuführen.

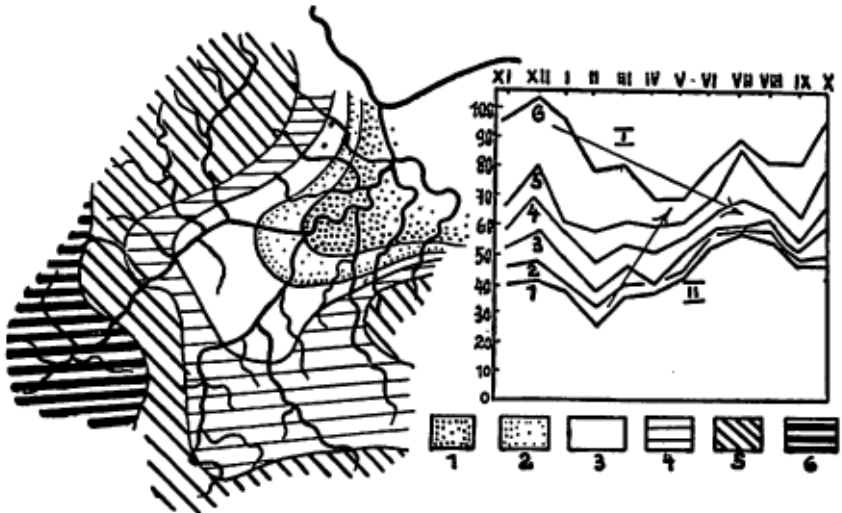


Abb. 5: Verschiedene Typen der Niederschlagsganglinien in regionaler Verteilung (s. Text).

b) Einflüsse der Höhengliederung

Eine genauere klimatische Gliederung des Nahegebietes wird aber die noch viel größeren Gegensätze zwischen hoher und tiefer Lage anschaulich machen. Es sind in diesem kleinen Raum beinahe die großen Gegensätze des mitteleuropäischen Klimas vereinigt und daraus ergibt sich das bunte und krasse Bild des Wasserhaushaltes. (Vgl. w. u. Abb. 7.) Diese klimatische Gliederung ist durch zahlenmäßige Wiedergabe nur der Mittel- und Extremtemperaturen weniger vorhandener Wetterstationen keineswegs gut zu erkennen. Umso besser veranschaulicht eine phänologische Karte die verschiedenen Zonen des Wärmeklimas. Es wurde dazu die Vollblüte des Flieders gewählt (Abb. 4 nach Kessler 1938.) Man kann aber ebenso gut

die Zeit der Haferernte oder dergl. nehmen (Phänologische Karten des Reichsamtes für Wetterdienst 1938.) An den einzelnen Farben dieser Karte läßt sich geradezu verfolgen, wie die der Fliederblüte entsprechende Wärme naheaufwärts innerhalb von 25 Tagen bis zu den Höchsterhebungen gleichsam hinaufkriecht, wobei sich auch das raschere Fortschreiten in Nebentälern verfolgen läßt, z. B. in der Mulde des Hahnen- und Simmerbaches. Es sind bei diesem kartenmäßig dargestellten Aufblühen außerdem auch die kleinklimatischen Einflüsse eingeschaltet, welche z. B. von wärmeverzögernden nassen oder von wärmebeschleunigenden trockenen Böden ausgehen. Auch Muldenfröste gehören dazu. Solche scheinen z. B. das Aufblühen des Flieders im Simmer- und Hahnenbachtal in der Zeit vom 15. bis 20. Mai verzögert zu haben, denn hier ist der zugehörige Streifen sehr schmal im Gegensatz zu dem des weit offeneren Gebietes zwischen Nahe und Glan.

Mit Hilfe dieser phänologischen Darstellungen lassen sich die einzelnen Temperaturdaten der wenigen Wetterstationen annähernd sogar kartenmäßig ergänzen: Man kann daher die folgenden klimatischen Gegenüberstellungen von Zahlen aus dem unteren Nahegebiet (Schloß Böckelheim-Sch, Alzey-Al, Aßmannshausen-A, Geisenheim-G) zu solchen aus dem obersten Nahegebiet (Birkenfeld-Bf) mit einiger Sicherheit auf die zugehörigen phänologischen Zonen der Abb. 4 übertragen, zumal ja die phänologische Karte fast auch als Spiegelbild der morphologischen Karte erscheint.

Das Jahresmittel der Temperatur beträgt für Birkenfeld (das aber mit 395 m NN noch 400 m unter den höchsten Quarzitzkämmen gelegen ist) 7,4°, für die untere Nahe 8,9—9,5°, ein Unterschied, der im kontinental-ozeanischen Gegensatz überhaupt nicht erscheint. Nur auf dem Feldberg und der Hohen Eifel ist das Jahresmittel noch um 2—3° niedriger. Dagegen ist das mittlere Jahresminimum von —17° an der oberen Nahe noch um mehr als 2° tiefer als an den höchsten Stellen der rheinischen Mittelgebirge! (Z. B. Feldberg.) Hier macht sich wohl wieder der südöstliche binnenländische Einfluß geltend, denn Rodtmüllenbach im Bergischen Land zeigt bei ähnlicher Höhenlage (410 m NN) nur —12,9° als Folge des ozeanischen Einflusses. Da ist selbst das untere Nahegebiet noch wesentlich win-

terkälter (—14 bis —13,9°). Der Unterschied von ca. 3° zwischen oberer und unterer Nahe wird sich wieder ungefähr im Sinn der phänologischen Karte staffeln. (Abb. 4.) Dasselbe gilt vor allem von den Daten des ersten und letzten Frostes und der Dauer der frostfreien Zeit: Birkenfeld hat mit nur 139 frostfreien Tagen wohl die kürzeste Vegetationsdauer im gesamten mittelhheinischen Raum! An der unteren Nahe kommen dagegen die Werte von 182 (Aßmannshausen) bis 195 (Alzey) schon dem Koblenzer und Kölner Maximum von 230 wesentlich näher. Der besonders niedrige Wert der oberen Nahe ist gewiß durch die kontinentalere und hohe Lage bedingt. Dem entspricht auch das späteste Datum des letzten Frostes (20. Mai) und das früheste des ersten Frostes (7. Oktober), während an der unteren Nahe, insbesondere bei Alzey die Verhältnisse wieder umgekehrt liegen (Staffelung ungefähr nach Abb. 4).

Ähnlich groß sind die Gegensätze in der Zahl der Frosttage (113 gegen 72), der Eistage (23 gegen 14—17) und der Schneetage (33 gegen 19—23 bzw. 26). Auf Schneekarten des Wasserwirtschaftsamtes Kaiserslautern treten die Höhenzüge — selbst der kleine Donnersberg — fast ebenso deutlich hervor wie auf den Regenkarten. Mit all diesen Gegensätzen, insbesondere den Daten des letzten Frostes, hängt auch der große Unterschied im Eintritt des Vollfrühlings zusammen, der sich nach einer Karte von Ihne (1905) ungefähr so staffelt wie z. B. die Fliederblüte. An der unteren Nahe kehrt er schon am 22.—28. April, d. h. um vier Wochen früher ein als im Idarwald. Daß auch die Zeit der Schneeschmelze des 40jährigen Mittels im Idarwald zwei bis drei Wochen später erfolgt als in den Tiefenlagen, vermindert die Zahl der Hochwasserkatastrophen ganz sicher außerordentlich!

Dagegen überschreitet der Unterschied der relativen Luftfeuchtigkeit (80 gegen 75%) nicht den besonders kennzeichnenden Gegensatz zwischen kontinentalem und atlantischem Klimabezirk (Niederrhein). Immerhin ist er fast genau so groß, so daß die Verdunstung im unteren Nahegebiet allein schon aus diesem Grunde wesentlich gesteigert sein muß und mithin zu dem außerordentlich geringen Abfluß des Apfel- und Wiesbaches beiträgt

An der oberen Nahe und überhaupt in den höheren Mittelgebirgslagen wirkt die Mehrzahl der klimatischen Faktoren einer Verdunstung stärker entgegen als in den Talbreiten: die größere Kälte im Jahresmittel, die größere Luftfeuchtigkeit und größere Zahl schneefreier Frost- und Eistage, mithin auch die kürzere Vegetationsdauer! Vielleicht ist es nur die Schneeverdunstung, die hier oben

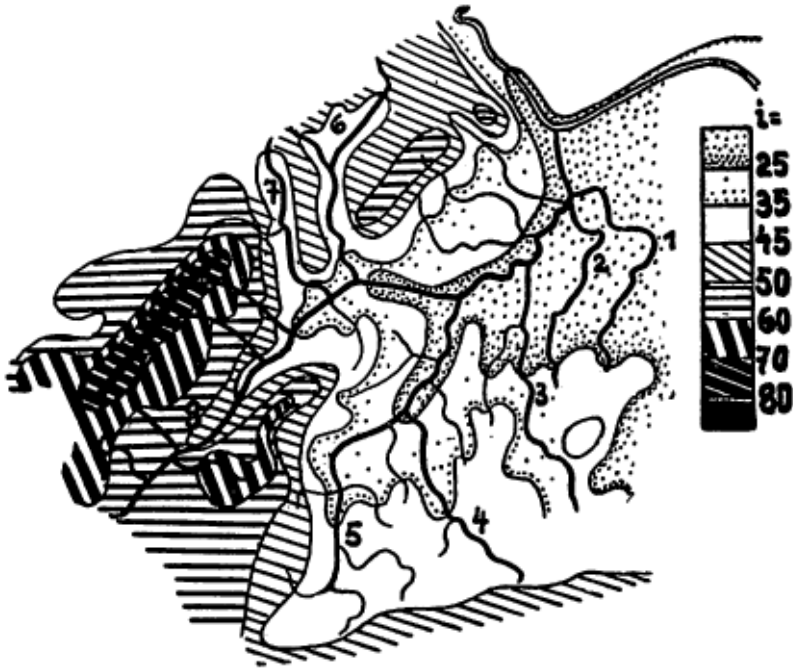


Abb. 6: Trockenheitsindex nach Reichel (s. Text). Nr. 1 Wiesbach, 2 Apfelbach, 3 Alsenz, 4 Lauter, 5 Glan, 6 Simmerbach, 7 Hahnenbach, 8 Nahe.

bisweilen größer sein könnte als in den tieferen Lagen; aber sie wird kaum von sehr großem Einfluß auf den Abfluß sein, denn erstens ist die Zahl der Schneetage im Durchschnitt nur um etwa 10 Tage höher und zweitens sind die Perioden der klaren sonnigen Wintertage auch noch am Mittelrhein überhaupt sehr selten. Wenn einmal Schnee fällt, so dauert es gewöhnlich nicht lange, bis es hineinregnet und dann spielt die Schneeverdunstung ganz sicher keine Rolle mehr,

vielleicht allein schon wegen der hohen Luftfeuchtigkeit. Der winterliche Abfluß an der oberen Nahe (Idar-Oberstein Abb. 7) wird dies alles wesentlich unterstreichen: Oft genug fließt im Monatsmittel der gesamte Niederschlag ab. —

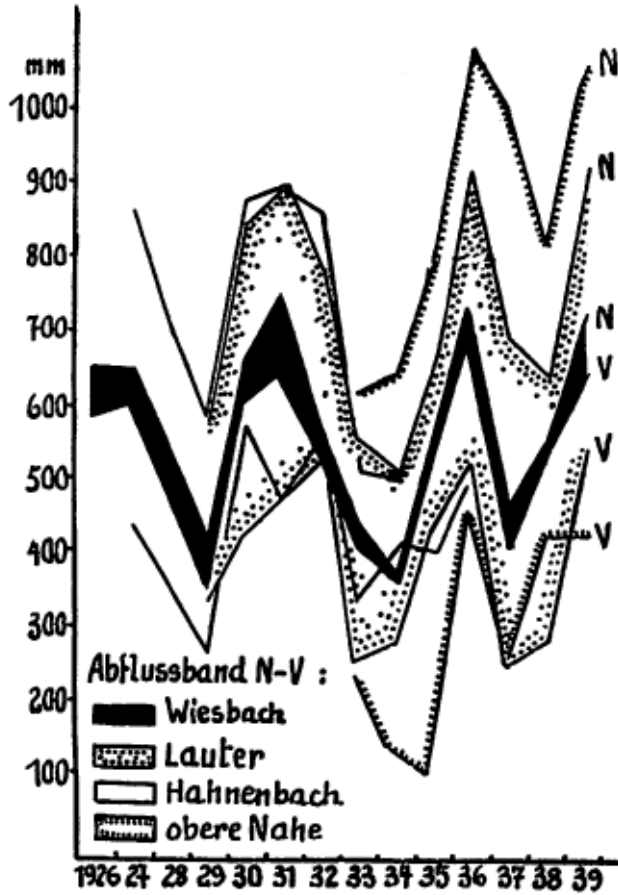


Abb. 7: Niederschlag, Abfluß und Verlust im Nahegebiet (s. Text).

c) Niederschlagsverhältnisse.

Auch die Verteilung der Niederschläge im Jahresmittel der 40jährigen Beobachtungsreihe zeigt deutlich ihre Abhängigkeit von der Geländegestaltung, wobei sich hier wieder solch außerger-

wöhnliche Gegensätze in dem kleinen Raum zwischen oberer und unterer Nahe herausgebildet haben, wie sie in den mittleren und östlichen Teilen Deutschlands kaum anzutreffen sind. Der rheinhessische Teil am unteren Apfelbach, Wiesbach und an der untersten Nahe hat mit 500 mm Niederschlag — in Kreuznach gehen die Werte

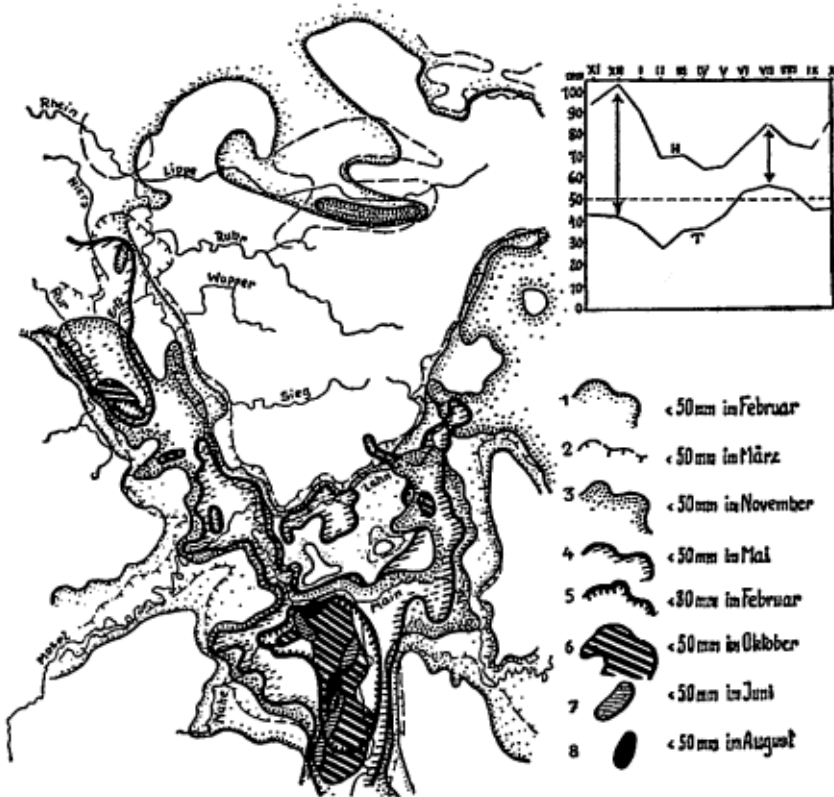


Abb. 8: Trockenflächen mit 50 mm Niederschlag monatlich, rechts nach der Größe geordnet. Oben rechts die beiden Haupttypen der Niederschlagsganglinien H für Höhengebiete und T für Tal- und Beckengebiete (s. Text).

in trockenen Jahren sogar auf 275 mm herunter — nahezu halb arides Klima! Er gehört zu den trockensten Teilen Deutschlands. Dagegen entspringt die oberste Nahe in den regenreichen Waldgebieten des Idar- und Hochwaldes, wo schon 1000 mm im Jahre fallen. Hier liegt der Herd der eigentlichen Hochwässer der Nahe. Ein klei-

ner Teil dieser 1000 mm wird vielleicht durch die weiträumige Waldbedeckung bedingt sein, in großen Zügen ist aber die dem Gelände so deutlich angepaßte Regenverteilung auf Luv- und Leewirkung der größeren Erhebungen zurückzuführen, daher die große Ähnlichkeit von Höhen- und Regenkarte. Insbesondere erscheinen die hohen SW—NO verlaufenden Quarzitkämme in den Regenkarten deutlich wieder. Aber sogar der kleine — auch bei gutem Wetter so oft in Dunst gehüllte — Donnersberg bildet eine ausgesprochen regenreiche Insel (Vgl. die Karten des 40jährigen Mittels, herausgegeben vom Reichsamt für Wetterdienst.) Daß der Soonwald weniger Regen bekommt als der Idarwald, beruht vor allem auf der vorherrschenden Südwestrichtung der regenbringenden Winde, die den größten Teil ihrer Niederschläge schon am Idarwald abladen. Infolgedessen erscheint der ganze Kreis Simmern nördlich vom Soonwald schon als Vorstufe eines Regenschattengebietes. — Von größter Bedeutung für den Wasserhaushalt, insbesondere für den Abfluvorgang und für den Wasserverbrauch in der Landwirtschaft ist die jahreszeitliche Verteilung der Niederschläge. Zwei Typen treten deutlich hervor (Abb. 5):

Typ I. Die Kurven Nr. 5 und 6 von Regenstationen der niederschlagreichen Gebiete sind durch sehr hohes Wintermaximum (X—I), Minimum im Mai und kleines sommerliches

Zu Abb. 9: Vereinfachte geologisch-hydrologische und Bodentypenkarte. Nr. 1 Taunusquarzit, Nr. 2 Quarzitschutt, in beiden nur Wald auf grusartigen Böden. — Nr. 3 und 4 flachgründige Böden auf kalkärmeren Porphyrt und Porphyrit (3) oder kalkhaltigerem Melaphyr (4). — Nr. 5a rostfarbene und schwach bis mäßig gebleichte Waldböden, vorwiegend auf Waderner Schichten (w) des Oberrotliegenden, Nr. 5b stärker gebleichte rostfarbene Waldböden auf mittlerem Buntsandstein, Nr. 5c dasselbe mit sandigem Gebirgsschutt. — Nr. 6 Hunsrücksschiefer, a mit meist tonig verwitterten Schieferböden, b mit tiefgründigerer lehmiger Verwitterung. — Nr. 7 schwach bis mäßig gebleichte braune Waldböden, meist auf Kuseler (k), geringere Flächen auch auf Lebacher (l) und Tholeyer Schichten (t) des Unterrotliegenden, auf Kreuznacher Schichten (K) des Oberrotliegenden, Ottweiler Schichten (c) des Oberkarbons, sowie auf Melaphyr (M) und Diabas (D) und südlich bis östlich Bingen auch auf diluvialen Sand und Flugsand (s). Nr. 8 Lößinseln auf Buntsandstein (in 5b) und Hunsrücksschiefer (in 6). — Nr. 9 Dunkle Karbonatböden, a auf Phylliten, b auf Corbicula- und Hydrobientkalken (b1). — Nr. 10 Ungebleichte braune Waldböden auf Löß. Nr. 11 degradierte Steppenböden, vorwiegend auf Cyrenmergeln (by) und Septarienton (bs). Nr. 12 braune Steppenböden auf Löß. Nr. 13 Organische Naßböden auf Buntsandstein. — Stufen der Durchlässigkeit: A sehr schlecht, B stark wechselnd, C mittelgut, D sehr gut.

Maximum im Juli gekennzeichnet. Die eigentlichen Hochwässer fallen daher fast nur auf den Winter, insbesondere in die Zeit der Schneeschmelze.

Typ II. Diese Kurven gehen allmählich in feiner Abstufung in die Jahreskurven der niederschlagarmen Gebiete über (Nr. 1 und 2), die durch ein ausgesprochenes Sommermaximum (VI—VIII) gekennzeichnet sind. Die regenärmste Zeit liegt hier nicht mehr im Mai, sondern im Februar, und das Wintermaximum ist viel niedriger als das der Sommermonate.

Die Erklärung für diesen Gegensatz liegt nach *Böttcher* (1941) darin, daß das Kondensationsniveau im Sommer höher liegt als im Winter, sodaß die eigentliche Stauwirkung der Gebirge abgeschwächt wird. Der Regen kommt dann erst in größerer Höhe zur Auslösung und infolgedessen bleibt für die Regenschattengebiete mehr übrig. Das aber bedeutet für die rheinhessischen Trockengebiete eine überaus wichtige, ausgeglichene Verteilung der Niederschläge: die guten Böden halten die zwar geringere Winterfeuchtigkeit zunächst einmal lange fest und dann steigen die Niederschläge schon von März an langsam und stetig bis zu einem Sommermaximum von 50—60 mm in den Monaten Juni bis August! Dies ist schon ein erster Grund dafür, daß in dem regenarmen unteren Nahegebiet ähnlich wie in anderen Trockengegenden Deutschlands (z. B. Magdeburger Börde) keine eigentlichen landwirtschaftlichen Wassermangelflächen vorhanden sind. Darin liegt aber kein Widerspruch zur mangelhaften Trinkwasserversorgung in den rheinhessischen Teilen.

Die wichtige jahreszeitliche Verteilung der Niederschläge wurde in ähnlicher Form wie bei *Böttcher* (1941) auch kartenmäßig übersichtlich zusammengefaßt (Abb. 5). In den punktierten Zonen sind die Niederschläge nach den Kurven Nr. 1—2 des Typ II mit dem ausgesprochenen Sommermaximum, dagegen in den schraffierten Zonen nach den Kurven Nr. 4—6 des Typ I mit Wintermaximum verteilt. Zwischen den Extremen 1 und 6 liegen in guter Abstufung die Uebergangstypen. Auch diese Abbildung zeigt wieder eine gewisse Uebereinstimmung mit den phänologischen, Gelände- und Regenkarten, ein Zeichen dafür, daß auch die jahreszeitliche Verteilung der Niederschläge im wesentlichen geländebedingt ist.

d) Trockenheit und Abfluß.

Die Trockenheit eines Gebietes ist umso größer, je kleiner die Niederschlagssumme bei kleiner Zahl der Regentage und je größer die Temperatur ist, denn bei geringer Regenhäufigkeit ist die Verdunstung und Versickerung kleiner, der oberflächliche Abfluß also größer. Bei gleicher Regenmenge, aber größerer Häufigkeit der Regenfälle hält dagegen der Boden mehr zurück. Für den Wasserhaushalt des Bodens ist die Reichelsche Formel des Trockenheitsindex

$$i = \frac{4 N \cdot p}{(t + 10) 30} \quad \text{bzw. } i = \frac{n \cdot p}{(t + 10) 120}$$

(Reichel 1929) daher eine bessere Grundlage als der einfache Regen-

faktor $R = \frac{n}{t}$ von Lang (1915). Für die kartenmäßige Darstellung des reinen Abflußvorganges würde dagegen besser der einfache Regenfaktor verwendet oder vielleicht noch zweckmäßiger der Faktor p in den Nenner der Reichelschen Formel gestellt, denn der Abfluß ist ja umso geringer, je größer die Regenhäufigkeit bei gleicher Regenmenge ist. Es wäre also zweckmäßig, die vom Reichsamt für Wetterdienst herausgegebenen Karten des Trockenheitsindex für hydrologische Zwecke entsprechend dem 40jährigen Mittel umzuarbeiten nach einer Formel, die p im Nenner führt. Ganz gewiß wäre er dann auch für rein wasserwirtschaftliche Zwecke noch besser zu gebrauchen, z. B. zur Abschätzung der Verlustgröße bei Vergleichen hydrologisch sehr verschiedener Gebiete. In dem kleinen Gebiet der Nane scheint nun das Gesamtbild der Karte dadurch nicht wesentlich geändert zu werden, denn nach der Durchsicht einiger Jahre, z. B. 1934, 1937, wächst mit der Regenmenge im Gebirge im allgemeinen auch die Zahl der Regentage um einen geringen Betrag von etwa 3 im Monatsmittel. Die gewaltigen regionalen Unterschiede in der Regenmenge und Temperaturverteilung würden also nur abgeschwächt, aber nicht grundsätzlich anders im Kartenbild erscheinen. Es sei daher die Karte für das 40jährige Jahresmittel des Trockenheitsindex — die der Vegetationszeit ist kaum anders — mit den Abflußverhältnissen im Nahegebiet verglichen. (Abb. 6 und 7.) Auch diese Karte des Trockenheitsindex erscheint wieder

als getreues Spiegelbild der Höhengliederung, womit aber keineswegs auch eine Uebereinstimmung der Höhenzonen mit den Gefällsstufen gegeben ist. Der Wiesbach (1) hat z. B. nicht viel weniger Gefälle wie der Hahnenbach (7) (Tabelle 1).

Mit dieser Karte der Trockenheit stimmt nun das regionale, sehr krasse Bild des Abflußvorganges⁵⁾ am besten überein (Abb. 7): Apfel- und Wiesbach fließen in der trockensten Zone ($i = 25$) und haben daher das schmalste Abflußband, d. h. die Niederschläge werden von der Verdunstung fast ganz aufgezehrt. Daher ein (schon auf den Meßtischblättern erkennbar) weitmaschiges Gewässernetz. — Die Lauter und der Hahnenbach (beide zur Zone $i = 25 - 45$ gehörig) haben ein mittelbreites, die oberste Nahe (in den nasesten Zonen von $i = 50 - 80$ gelegen) ein außerordentlich breites Abflußband. Dabei greift die untere Linie des Bandes, also die des Verlustes weit unter die der jeweils vorigen Zone herab (Nahe < Hahnenbach, Lauter < Apfelbach). Das heißt, es fließt an der oberen Nahe nicht nur deshalb mehr ab, weil es stärker regnet, sondern auch deshalb, weil weniger verdunstet. Der Trockenheitsindex als Synthese der wichtigsten klimatischen Faktoren n , p und t entscheidet über den Abfluß. Höhengliederung und Trockenheit erscheinen nun spiegelbildlich sehr gleich, der Abfluß ist also rückwärts über die klimatische Gliederung der Trockenheit doch wieder nicht nur unmittelbar durch das Gefälle, sondern auch mittelbar im Grunde wieder rein morphologisch bedingt. Es werden sich daher in morphologisch und klimatisch ähnlich begünstigten Teilen des Rheinlandes, z. B. für die Selz im Mainzer Becken, für die Nette im

⁵⁾ Der Abfluß wurde in mm vom Niederschlag abgezogen, daher ergibt die untere Linie des Bandes jeweils die Größe des Verlustes, der im wesentlichen nur aus der Verdunstung besteht, da Versickerung den Abfluß höchstens verzögert, aber nicht verkleinert. Die Abflußmengen sind auf Grund der amtlichen Messungen bei NW, MW und HW für jeden Wasserstand berechnet. Abfluß und Niederschlag ist in mm angegeben, daher die verschiedene Größe der Einzugsgebiete nicht störend. Nach dem neuesten Stand der Abflußmengenmessungen sind die Jahresmittelwerte in mm sogar folgende:

Apfelbach	30 mm
Wiesbach	33 "
Alsenz	130 "
Lauter	284 "
Glan	255 "
Nahe (Oberstein)	585 "

Maifeld, für die Zuflüsse der unteren Erft und vielleicht sogar für die der oberen Niers am Niederrhein ähnlich geringe Abflußpenden ergeben wie für die Gewässer der unteren Nahe. Niers und Wupper sind bekanntlich außerordentlich verschieden in ihrer Wasserführung.

e) Auswaschung und Abschwemmung.

Damit gerät man nun über Abfluß und Trockenheitsindex von der reinen Wasserwirtschaft schon mitten in die Bodenkunde hinein, denn in allererster Linie ist es dieser von Temperatur und Niederschlag geregelte Wasserhaushalt, der über das Schicksal des Bodens entscheidet. Die für die Bodenkunde so bedeutungsvolle Penksche Klimagliederung gründet sich ja sogar ganz besonders auf die Wasserführung der Flüsse. Das schmale Abflußband und der niedrige Trockenheitsindex zeigen am besten, daß wie uns in der Kreuznacher Gegend wirklich schon einem halb ariden Klima nähern, in dem der größte Teil der Niederschläge bis auf einen kleinen Rest verdunstet. (Abb. 7.) Dagegen geht in dem ausgesprochen humiden Gebiet der obersten Nahe nur ein kleiner Teil der Niederschläge den Gewässern verloren. Folge ist: Die Wasserbewegung im Boden ist hier oben vorwiegend abwärts gerichtet und führt als Sickerwasser zur Speisung des Grundwassers und der Flüsse. Die Nährstoffe der Bodenkrume werden deshalb an der oberen Nahe stark ausgewaschen und die so wichtigen Feinbestandteile abgeschwemmt. Ganz anders in den semihumiden, wenn nicht halb ariden Teilen der unteren Nahe im Rheinhessischen! Wenn die Wasserbewegung im Boden hier auch nicht immer aufwärts gerichtet ist (wie in einem Wüstenklima mit völliger Verdunstung), so doch stark gehemmt. Der Boden hält die geringen Wassermengen, die der Verdunstung entgehen, fest, er wird bei weitem nicht so ausgewaschen. Die Bodenlösungen bleiben nährstoffreich und konzentriert. Diese Beziehungen zwischen Wasserhaushalt und Boden zeigen sich noch verfeinert, wenn man ihre „Raum-Zeitgestalt“ betrachtet, wenn man z. B. die jahreszeitliche Verteilung der Niederschläge im obersten und untersten Nahegebiet vergleicht. In den Höhengebieten der Nahe fallen die Hauptniederschläge im Winter, in der Kreuznacher Gegend aber — langsam ansteigend — im Hochsommer. Umso mehr fallen sie hier unten der sommerlichen Verdunstung anheim,

erstens wegen der größeren Wärme, zweitens wegen der inzwischen entwickelten Vegetation. Die Auswaschung ist also auf ein Minimum reduziert und dabei sind aber die Niederschläge im trockenen Rheinhessen jetzt, wo die Pflanze das Wasser gerade braucht, nicht viel geringer, als auch auf den Höhen des Rheinischen Schiefergebirges! Trotz der hier relativ größten Trockenheit des Jahresmittels innerhalb der rheinischen Flußgebiete ist der Wasserhaushalt der rheinhessischen Böden also auch in seinem jahreszeitlichen Verlauf hervorragend! Dazu kommt noch Folgendes: In einem reinen Wüstenklima fällt die hydrolytische Spaltung der Silikate ganz aus, daher fehlen dort die für die wasserhaltende Kraft der Böden so wichtigen feinen Tone und die wegen ihrer Fähigkeit zum Basenaustausch für die Landwirtschaft so wichtigen Austauschzeolithe. Hier aber im Mainzer Becken sind die Niederschläge doch wenigstens so ausreichend an Menge und günstig in ihrer Verteilung, daß von jenen lebenswichtigen Stoffen einerseits eine genügende Menge gebildet und andererseits nicht zu viele weggeschwemmt werden. Die wasserhaltende Kraft der Böden — und damit der Abfluß — ist also auch auf dem Wege über die Ton- und Zeolithbildung vom Klima abhängig. — Die umgekehrten Verhältnisse liegen im Einzugsgebiet der oberen Nahe: hier fallen die meisten Niederschläge ausgerechnet in der kalten und vegetationslosen Zeit und zwar in solchen Mengen (bis 1200 mm), daß die dortigen Schiefer- und Eruptivböden durch die Abschwemmung ausgesprochen flachgründig, und die der Sandsteine mehr und mehr ausgelaugt, beide aber ihrer Feinbestandteile und Nährstoffe beraubt werden. Zumindest gilt das für die Höhen- und Kuppenlagen. Die Böden werden hier also so durchlässig, daß die Niederschläge größtenteils versickern und mithin der Verdunstung entgehen, oder aber sie stürzen rasch zu Tal unter Mitnahme der feinerdigen Bestandteile.

Alle Faktoren, welche die Verdunstung fördern, hemmen die Bodenzerstörung und umgekehrt. Man müßte aber die jahreszeitliche Verteilung der Temperatur viel genauer untersuchen (eine Bearbeitung des rheinischen Wärmeklimas ist inzwischen im geographischen Institut der Universität Bonn von *Keller* durchgeführt worden.) Wichtig wären Vergleichsquerschnitte durch ganze Flußgebiete, etwa vom

Idarwald nach Bingen für nasse und trockene Jahre und hinsichtlich der feineren klimatischen Unterschiede, z. B. der Schneeverdunstung! Es ist auch für die Bodenzerstörung natürlich nicht einerlei, ob sich einzelne heftige oder viele leichtere Regenfälle über die Monate verteilen. Nach den Klimatabellen des Reichsamtes für Wetterdienst scheint das rheinhessische Gebiet in dieser Hinsicht allerdings nicht günstiger gestellt zu sein, denn den geringeren Regensmengen entspricht auch eine etwas geringere Anzahl von Regentagen.

Eine Darstellung gerade der besonderen winterlichen Trockenheit in den Regenschattengebieten ist großräumig gesehen sehr anschaulich, wenn man wieder nur die Extreme herausgreift und z. B. nach den Karten des Reichsamtes für Wetterdienst diejenigen Gebiete aufträgt, die weniger als 50 mm Niederschlag im Monat erhalten. Dann ist es möglich, den ganzen Jahresgang — und damit die klimatische Dynamik des Rheingebietes — in einer farbigen Karte zu überschauen. Diese Trockenflächen sind im Winter am größten (Abb. 8, Nr. 1—3), besonders im Januar, Februar, März und April, aber auch schon im November und Dezember. Nach dem Sommer zu werden sie immer kleiner und verschwinden sogar im Juli selbst im Mainzer Becken was alles mit der Jahresganglinie T übereinstimmt (Abb. 8. Nr. 4, 6, 7, 8 und Ganglinien T und H oben rechts). Grob gesehen ist diese Karte überhaupt eine regionale Darstellung der Kurve T, also des Sommertyps der Regenganglinien in den Tälern und Becken, denn die Kurve H der Höhegebiete geht im allgemeinen in den hohen Lagen gar nicht unter 50 mm herunter. Deren Gebiete treten also hier nicht in Erscheinung. Die kleinen Trockenflächen des Sommers sind gleichzeitig auch die Kerngebiete der winterlichen Trockenheit (vgl. Nr. 5 mit 6, 7, 8): Hier aber liegen gerade die fruchtbarsten, weil tiefgründigsten und nährstoffreichsten Böden mit dem günstigsten Wasserhaushalt (Rheinhessen, Wetterau, Goldene Aue, Maifeld, Erftgegend und Soester Börde). In den extrem trockenen Flächen (Rheinhessen und Wetterau), wo es im Wintermittel weniger als 30 mm monatlich regnet, da sind sogar die berühmten Steppenböden mit der guten Schwarzerde! Trotz des trockenen Klimas benötigt die Land-

wirtschaft hier weniger künstliche Wasserzufuhr als in den höheren Lagen der rheinischen Mittelgebirge.

Ein Teil der großen winterlichen Differenz zwischen T und H besteht nun allerdings aus Schnee und weil dieser in den Höhenlagen länger liegenbleibt, wird hier ein Teil mehr verdunsten und das würde die Bodenzerstörung in den Höhenlagen wieder mildern. Es sei aber an die Gründe auf Seite 13/14 erinnert, die dafür sprechen — vor allem der gemessene Abfluß selbst —, daß vom Schnee nicht allzuviel hier oben mehr verdunstet als unten auch. Wenn die Temperaturen um 0 Grad herum liegen, wird unten sogar mehr verdunsten als oben, denn in Kreuznach ist es fast immer um einige Grad wärmer als in Birkenfeld. Wie oft aber regnet es in den Schnee herein und das fördert ein flächenhaftes Abspülen und auch das Durchspülen ganz besonders, dann nimmt der Boden die eigentliche Winterfeuchtigkeit in sich hinein. Es bleibt ganz sicher ein großer nichtverdunstender Teil der Differenz H—T im Winter übrig, zumal es ja besonders in den Monaten Oktober, November, März und April, wenn die Differenz H—T immer noch sehr groß ist, im allgemeinen weniger schneit als regnet. In der winterlichen Trockenheit der Regenschattengebiete darf man vielleicht einen der wichtigsten Gründe der Bodenfruchtbarkeit erkennen!

Tabelle I
Annäherungswerte des Gefälles im Oberlauf.

	100 m auf:	200 m auf:
Traubach	4—5 km	—
Schwollbach	7 .	—
Idarbach	8 .	13 km
Fischbach	4 .	9 .
Guldenbach	8 .	16 .
Simmerbach	20 .	34 .
Hahnenbach	11 .	26 .
Glan	30 .	82 .
Lauter	20 .	65 .
Alsenz	20 .	44 .
Apfelbach	11 .	32 .
Wiesbach	9 .	33 .

II. Gestein, Abfluß und Grundwasser.

(Hydrogeologie Abb. 9).

Das Gewässernetz der Nahe breitet sich über zwei schon seit dem Oberkarbon gegeneinander bewegliche Großschollen aus, die in ihrem geologischen Aufbau von jeher sehr voneinander abweichen: Die von Norden der Nahe zufließenden Bäche sind alle in die schon seit dem Unterdevon aus dem Meer emporgewölbte Hunsrückscholle des Rheinischen Schiefergebirges eingebettet (Abb. 9 Nr. 1, 2, 6), während sich die Nahe selbst mit all ihren von Süden kommenden Nebenflüssen in einer trogartigen alten geologischen Mulde, in der Saar-Nahesenke vereinigt. Diese war schon seit dem Oberkarbon ein Gebiet relativer Einbiegung und sammelte vor allem die permischen Sedimente des Rotliegenden in Mächtigkeiten bis zu 3000 m (Nr. 5a und 7). Die Trennungslinie a/b, welche der Gesamtrichtung der Nahe etwa entspricht, ist gleichsam Gelenkzone zwischen den beiden sich vertikal gegeneinander verschiebenden Großschollen, wie auch bevorzugtes Eruptionsventil für die großen Magmamassen, die sich in der Permzeit zwischen die Rotliegend-Schichten unterirdisch einpreßten oder oberflächlich ergossen und die heutige Hauptverbreitung der Vulkangesteine (3 u. 4) an der Nahe begründeten (nach Reichrath).

Die Talfurchen der von Norden kommenden Bäche auf der Hunsrückscholle sind schon sehr alt, wie aus mittelloligocänen Ablagerungen in den Terrassen z. B. des Guldenbaches hervorgeht. Überhaupt scheinen sich alle diese Gewässer schon zu dem Netz einer tertiären Urnahe gesammelt zu haben mit hydrographischen Gegensätzen, die in der geologischen Verschiedenartigkeit der beiden Großschollen begründet waren und trotz der erst viel später erfolgten Tieferlegung in die verschiedenen Terrassenstufen bis heute erhalten geblieben sind: Seit dem Ausgang des Tertiärs begann vor allem die Hunsrückscholle mit der eigentlichen Hebung, und so mußten sich die Nordbäche der Nahe teils in dasselbe härteste Gestein ähnlich schroff und steil einsägen wie der Rhein und die unterste Nahe bei Bingen oder die Saar zwischen Mettlach und Saarburg. Die Aufbiegungen alter Talböden beweisen diluviale Hebungen der Hunsrückscholle von mehr als 200 m und die schroffsten, klippenreichsten Talschluchten

im Gewässernetz des Hunsrücks entstanden dort, wo sich der Rhein und seine Nebenflüsse in gegenseitiger Abhängigkeit voneinander in das harte Gestein des Taunusquarzites einschneiden mußten, jenes hohen und gradlinigen Kammes, der sich von der Mettlacher Saarschleife über Idar- und Soonwald bis zum östlichen Taunus hinzieht (1).

Aber auch große Teile der ehemaligen Nahesenke wurden in der jüngeren geologischen Zeit gehoben, so daß der Muldencharakter heute nicht mehr stark in Erscheinung tritt. Dabei hobelte sich die Nahe in die langsam aufsteigenden Vulkangesteine ähnlich schroff ein wie die Hunsrückbäche in den harten Taunusquarzit. Außerhalb dieser die Nahesenke durchbrechenden Eruptivmassen, die sich als Härtlingsreste aus Porphyr und Melaphyr decken- oder kuppenförmig aus der sanftwelligen Landschaft herausheben, wurde die Saar-Nahesenke im wesentlichen aber nur mit lockeren und weicheren Sedimenten des Rotliegenden (5 a u. 7) und Buntsandstein (5 b, c) ausgefüllt. Ein ansehnlicher Teil der unteren Nahe gehört sogar schon zum Mainzer Becken, in dem ebenfalls feines und lockeres Material der Tertiär- und Diluvialzeit abgelagert wurde. (10—12 und 7 s). So prägt sich schon in der Festigkeit der Gesteine ein scharfer Gegensatz zwischen den beiden Großschollen aus, der sich auch hydrologisch bemerkbar machen muß:

1. Die Schichten der Hunsrücksscholle wirken im wesentlichen beschleunigend auf den Abfluß:

a) Das gilt vor allem für den Hunsrücksschiefer (6), in dessen Bereich sich die meisten nördlichen Bäche der Nahe entwickeln. Er ist ein fast völlig undurchlässiges Gestein, das als ursprünglich feiner dunkler Tonschlamm in großer Meerestiefe abgelagert und durch den Gebirgsdruck in undurchlässigen harten Schiefer verwandelt wurde. Die Wasseraufnahmefähigkeit beträgt 0,5% des Gesamtvolumens (Lüdecke 1899). Auch die Zahl der Klüfte und Risse, die vielfach sogar tonig ausgefüllt sind, ist im ganzen sehr gering. Dieses schwer angreifbare Gestein verwittert auf den immer wieder ausgewaschenen Höhen- und Steillagen nur sehr schlecht zu flachgründigen, steinigen und kalkfreien, aber vielfach tonigen und sandarmen Lehmböden. In den Muldenlagen dagegen

ist der Hunsrückschiefer zwar tiefgründiger, leidet jedoch infolge seines starken Ton- und Lehmgehaltes im allgemeinen sehr unter Vernässerungserscheinungen, so daß er auch hier ebenso wie die flachgründigen Hänge und Kuppen von starken Niederschlägen nur wenig aufnehmen kann.

Die hydrologische Wirkung der großen Schieferflächen ist eine unausgeglichene Wasserführung als Folge der geringen Wasseraufnahmefähigkeit: Vor allem ist die Niedrigwasserführung der Bäche so gering, daß zur Triebkraftausnützung umfangreiche Stauanlagen mit Sammelbecken erforderlich sind. Um so höher sind die Hochwasserwellen und umso rascher fließen diese ab. So wird z. B. berichtet (*Kaiser-Böhlitz*), daß ein Wolkenbruch im Gebiet des Hahnenbaches am 4. August 1875 schon nach 24 Stunden die Nahe bei Kreuznach um 3 m ansteigen ließ. Auch die Nahe selbst ist also von dieser Unausgeglichenheit stark mitbetroffen. Das zeigt sich sogar noch an den Pegeln der untersten Nahe in den großen Abflußunterschieden von 5 m³/sec. bei MNW und 290 m³/sec. bei MHW bzw. 1:11:700 für NNW:MW:HHW!

b) In dieser großen Schieferfläche wirken die schmalen und steilböschigen *T a u n u s q u a r z i t k ä m m e* (1) schon etwas ausgleichend auf die Wasserführung. Das gilt auch für ihren groben, von den Kämmen herabgeschwemmten und herabgestürzten Verwitterungsschutt, der ihren flacheren Hangfuß in Form von zungenförmigen *B l o c k s t r ö m e n* begleitet. Der Mangel an Glimmer und tonigen Schichten sowie an Bindemittel bedingt zwar eine große Festigkeit und Feinkörnigkeit, aber starke Zerklüftungen und besonders eine der Härte entsprechende äußerst geringe und sehr grobe grusartige Verwitterungskrume verursachen rasches Versickern der Niederschläge, die aber auch ebenso rasch wieder zutage treten. Diese Schichten sind daher im Zusammenhang mit der starken Bewaldung der eigentliche Spender für Nieder- und Mittelwasser der Hunsrückbäche, was schon daraus aus den geologischen Blättern zu erkennen ist, daß die meisten dieser Nahebäche (*Sötern-, Traun-, Steinau-, Schvoll-, Sies- und Idarbach*) mit fingerartig verzweigten Quellästen in die Schuttströme hineingreifen (vgl. z. B. Abb. 10). *Rhaunen- und Brühlbach* schmiegen sich sogar auf ihrer ganzen Strecke eng an die

Quarzschutttränder an. Zwischen den großen Blöcken und in den Klüften des bis über 700 m hohen Idarwaldes sammelt sich das hier besonders reichlich fallende Niederschlagswasser (bis 1200 mm), tritt aber in Überfallquellen über den stauenden Schichten des Hunsrück-schiefers verhältnismäßig rasch wieder aus, sammelt sich dann vor allem in den grobblöckigen Schuttströmen und vereinigt sich an deren spitzen Enden zu den genannten größeren Bächen.



Abb. 10: Gewässernetz im Taunusquarzschutt. Nr. 1 Taunusquarzschutt, Nr. 2 Taunusquarzitkämme, Nr. 3 Hunsrück-schiefer, Nr. 4 Rotliegendes, Nr. 5 Kies, Nr. 6 Alluviale Täler.

2. a) In der Nahesenke wirken einzig die vulkanischen Kuppen und Decken beschleunigend auf den Abfluß, auch reicht ihr Einfluß in der Hauptsache nur bis zum Pegel Oberstein. Die Porphyre und Melaphyre verwittern sehr schwer zu einer flachgründigen, oft nur 15—20 cm tiefen Dammerde. Ob ihre Klüftigkeit im allgemeinen tief reicht, ist nach vielen Aufschlüssen in dieser Gegend zu bezweifeln. Die Klüfte sind danach in größerer Tiefe durch den Gebirgsdruck fest geschlossen, so daß die durch eine sehr dünne und steinige Krume rasch eindringenden Niederschlagswasser

größtenteils auch ebenso bald in den Bächen wieder erscheinen, wenn sie an den steilen Hängen nicht überhaupt schon gleich oberirdisch abfließen. Brunnen in Melaphyr und Porphyry bei Oberstein zeigen trotz Entnahme von nur 1,5 l/s Absenkungen bis zu 15 m (Abb. 12), was sicherlich auch nicht für eine große Wasseraufnahmefähigkeit der Lavamassen spricht. Selbst in den tief eingeschnittenen Tälern des Grenzlagers befinden sich nur wenige Quellen, ebenfalls ein Zeichen für den stärkeren oberflächlichen Abfluß.

b) Die Schichten des Rotliegenden (5a u. 7) müssen dagegen im wesentlichen den Abfluß verzögern. Entscheidend ist dabei ihre außerordentlich große oberflächliche Verbreitung; denn das Netz der südlichen Zuflüsse der Nahe liegt zum größten Teil in dieser Formation eingebettet. Im allgemeinen entsprechen dem lockeren Aufbau und der weicheren Beschaffenheit der Konglomerate, Breccien, Arkosen, Sandsteine, Letten und Schiefertone des Rotliegenden flachgewölbte, breite und sanft abgedachte Hügelreihen, die von flachen Talmulden unterbrochen werden. Infolgedessen finden wir hier im allgemeinen leichtere, tiefgründigere und auch sandigere Böden als auf der Hunsrücksholle: die unteren und oberen Kuseler Schichten liefern lehmige bis tonig sandige Böden, die ähnlich wie die unteren Lebacher Schichten zu teils stark sandigen und tiefgründigen Böden verwittern, da sie aus weicheren bzw. lockeren Schiefern und Sandsteinen zusammengesetzt sind. Jedenfalls ist das Verhältnis von leichten zu schweren Böden mehr zugunsten der ersteren verschoben als nördlich der Nahe. Besonders verbreitet sind die Waderner Schichten des Oberrotliegenden, in denen Konglomerate und Sandsteine ganz zweifellos überwiegen. Alle anderen Gliederungen des Rotliegenden treten diesen dreien gegenüber flächenmäßig sehr stark zurück.

c) Auch die Schichten der Steinkohlenformationen (7c) um den Königs- und Hermannsberg scheinen tiefgründiger zu verwittern und sandiger ausgebildet zu sein als die des Hunsrückschiefers.

d) Viel wichtiger für die ausgeglichener Wasserführung der südlichen Nahebäche sind aber die Gebiete des Hauptbuntsandsteins (5b, c) — Kaiserslauterner Senke und Pfälzer Wald —, in

den sowohl Glan als auch Lauter und Alsenz mit zahlreichen Nebenbächen tief hineingreifen. Hier überwiegen ganz unstreitig Sandsteine und Konglomerate, die infolge Zurücktretens der kalkigen Bindemittel vorwiegend zu kiesigen und sandigen Böden tief verwittern. Es treten flache und breite Bergformen besonders hervor. Das meiste Niederschlagwasser versickert rasch und tief, so daß es erst langsam mit einem reichen Grundwasserstrom unter stark ausgeglichener Wasserführung in Glan, Lauter und Alsenz wieder zutage tritt. (Vgl. Lauterquelle Seite 36.) Auch die große Senke von Kaiserslautern wird als Torfmoorniederung über feinkörnigen Buntsandsteinablagerungen wie ein Schwamm das von den Höhen des Pfälzer Waldes vor allem unterirdisch herunter fließende Wasser sowie die örtlichen Niederschläge aufsaugen und erst langsam wieder abgeben.

e) Über die buntscheckig verteilten tertiären und diluvialen Ablagerungen vgl. Seite 36/37.

3. Zusammenfassung und Vergleiche. Die Gegensätze des harten und weichen Gesteins werden bei einer Fahrt entlang der Nahe besonders deutlich: ungefähr 14 mal wechselt bis zum Austritt des Flusses in das Mainzer Becken bei Kreuznach die Talbreite immer scharf an den Stellen, wo der Fluß aus weichen in harte Gesteine übertritt und umgekehrt. Die Felsen der permischen Eruptivgesteine treten immer unmittelbar und oft so dicht an die Nahe heran, daß für die Eisenbahn nur im Tunnel Platz bleibt. In Gebieten der lockeren Gesteine, insbesondere der Waderner, Lebacher und Kreuzbacher Schichten des Rotliegenden öffnet sich dagegen das Tal sofort wieder zu großer Breite, ist von Schotterterrassen erfüllt, von Löß ausgekleidet und macht den Blick frei für die sanften Hügelformen der Nordpfälzer Landschaft. In diesem Wechsel liegt wohl auch der anschaulichste Beweis für die ganz allgemeine lockere und weichere Beschaffenheit der Sedimente des Rotliegenden (vgl. auch den Guldenbach auf der geologischen Karte 1:200 000).

Die großen Gegensätze in der Wasserführung von Hunsrückscholle und der geologischen Nahesenke sind also kein Rätsel! Die folgende Tabelle, welche in die undurchlässigen und durchlässigen,

bezw. abflußbeschleunigenden und abflußverzögernden Schichten gegliedert ist, weist deutlich genug auf die geologische Ursache der gegensätzlichen Wasserführung im Gewässernetz der Nahe hin:

Tabelle 2

		Nahe bis Oberstein	Hahnen- bach	Gülden- bach	Simmer- bach	Glan	Lauter	Alsenz
abfluß- beschleunigend	Hunsrückschiefer	8	37	6	44	0	0	0
	Taunusquarzit	4	0	0	2	0	0	0
	Quarzitschutt	22	8	4	8	0	0	0
	Melyphyr, Diabas	16	0	0	0	8	1	1
	Porphyry	11	0	0	0	2	1	1
	Porphyrit	20	0	0	0	16	0	0
abflußverzögernd	Rotliegendes	10	(1)	0	0	126	12	45
	Steinkohlenformation	0	0	0	0	21	2	0
	Buntsandstein	0	0	0	0	46	27	6
	Pliozän	0	0	1	0	0	0	0
	Löss, Lösslehm	0	0	2	0	3	3	2

Die Zahlen der Tabelle geben die ungefähre Verteilung aller aus der geologischen Karte 1:200 000 zu entnehmenden Bäche auf die verschiedenen geologischen Schichten an.

Der geologische Untergrund beeinflußt also im Gegensatz zu den klimatischen Faktoren (s. S. 14) weniger die Menge als den jahreszeitlichen Verlauf des Abflusses. Z. B. verschluckt der durchlässige mittlere Buntsandstein bei verhältnismäßig dürrtger Vegetation einen großen Teil der Regenmengen besonders im Winter, den er dann erst nach Monaten in dauernd und stark fließenden Quellen wieder hergibt. Das zeigt besonders gut ein Vergleich der Lauter, deren Zuflüsse bis Unter-Sulzbach fast sämtlich aus Buntsandstein kommen, mit der obersten Nahe, die über Hunsrückschiefer, Taunusquarzit und Eruptivgestein zusammenfließt (Abb. 11). Die sommerlichen Abflußmengen der Lauter sind oft um vielfache größer, obwohl dann die Niederschläge hier meist geringer sind als an der obersten Nahe! Im Winter ist dagegen alles umgekehrt. Der nun vegetationsfreie Boden auf Schiefer, Quarzit und Eruptivgestein an der oberen Nahe läßt im Gegensatz zum Buntsandstein den größten Teil der Niederschläge abfließen, oft sogar restlos,

wenn auch erst auf dem Wege über die Verwitterungsklüfte. Dieser Umweg wirkt aber im Gegensatz zum langsamen Versickern in die Tiefen des Buntsandsteins scheinbar nur einige Tage verzögernd, denn er ist in den Monatssummen nicht wieder zu erkennen. Der Buntsandstein dagegen verschluckt einen großen Teil des Regens im Winter und gibt ihn erst im Sommer wieder her. Das zeigen die Ganglinien der Lauter deutlich genug. Die nicht abgeflossenen Reserven für den Sommer sind in den Wintermonaten (XII), I, II, III (IV) am Lauterpegel immer wesentlich höher als in Oberstein.

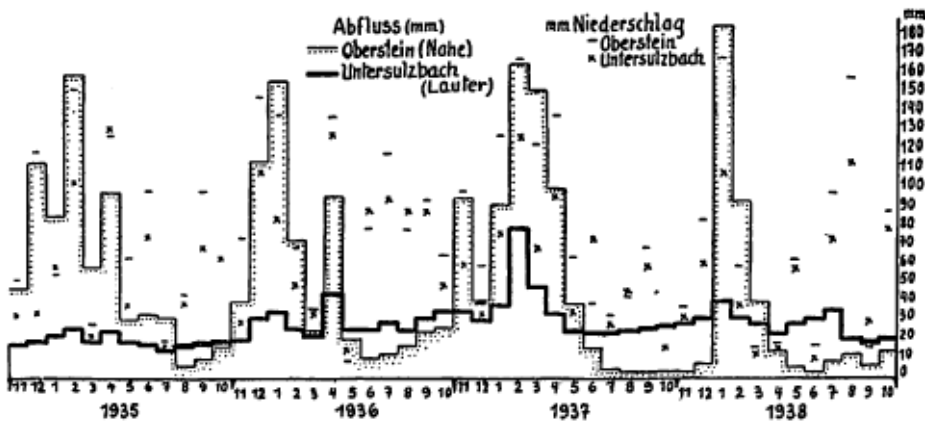


Abb. 11: Vergleich zwischen ruhiger und stark unausgeglichener Wasserführung (Lauter und oberste Nahe).

Diese großen Gegensätze zwischen ruhiger und wilder Wasserführung offenbaren sich besonders deutlich im Quotienten aus Maximum und Minimum der Monatsmittel eines Jahres (1937). Je größer derselbe, umso größer die Unausgeglichenheit.

	März (max)	September (min)	Quotient (max/min)
cbm./sec.			
Glan	6	1,2	5
Lauter	4	1,7	2
Oberste Nahe (Oberstein)	25	0,6	42
Mittlere Nahe (Martinstein)	52	2,5	21
Untere Nahe (Grolsheim)	84	5,0	17

Es zeigt sich hier, daß die untere Nahe von den aus Süden kommenden Gewässern der Pfalz zwar „beruhigt“ wird, daß sich aber die größere Unausgeglichenheit der oberen und mittleren Zuflüsse von Norden sogar noch in Grolsheim mit einem gegenüber Lauter und Glan noch vielfach erhöhten Quotienten bemerkbar macht.

Mit diesen Gegensätzen in der Wasserführung hängt auch eine verschiedenartige Geschiebeführung zusammen: Der Idarbach z. B., welcher sich wie ein Gebirgsbach mit steilerem Gefälle in die härteren und undurchlässigen Gesteine der Hunsrückscholle einsägen muß, löst von seinen felsigen Hängen natürlich mehr gröberes Geröll. Die Pegel der oberen Nahe wurden davon bisweilen verschüttet. Glan, Alsenz und Lauter bringen dagegen aus dem durchlässigen Buntsandsteingebiet und aus dem flachwelligen Hügelland der weicheren Rotliegendeschichten der Nordpfalz größtenteils nur sandig-lehmige Ablagerungen mit.

4. Grundwasser und Quellen. Nach dem Reichtum an unterirdischem Wasser können in Anlehnung an die geologischen Karten und unter Berücksichtigung der Grundwasserganglinien von 6 amtlich beobachteten Brunnen, der Entnahme- und Absenkungswerte von 30 Wirtschaftsbrunnen sowie nach Angaben in der Literatur etwa folgende Gebiete unterschieden werden:

a) Der Hunsrückschiefer muß als das wasserärmste, weil undurchlässigste Gestein angesehen werden. Seine Wasseraufnahmefähigkeit wird mit 0,5% des Gesamtvolumens angegeben (*Lüdecke* 1899) und die wenigen vorhandenen Klüfte sind auch meist noch tonig oder ganz dicht mit Quarz ausgefüllt. Gänge oder Adern mit Quarztrümmern erbohrt man nur selten. Sie liegen auch meist so tief und sind so dünn, daß es geradezu als ein Wunder gilt, wenn eine Tiefbohrung einmal mehr als 2 l/s. liefert. Im Durchschnitt geben die Hunsrückbrunnen etwa 0,5 l/s. Ähnliches gilt von Grauwacke- und anderen Tonschiefern. Überhaupt sind die unterdevonischen Schichten im Rheinischen Schiefergebirge ganz allgemein so wasserundurchlässig, daß sie nur verhältnismäßig wenige Quellen speisen, bezw. nur solche, deren Schüttung 0,3 l/s. selten übersteigt. In diese Größenordnung paßt z. B. auch die Schüttung der Simmer-

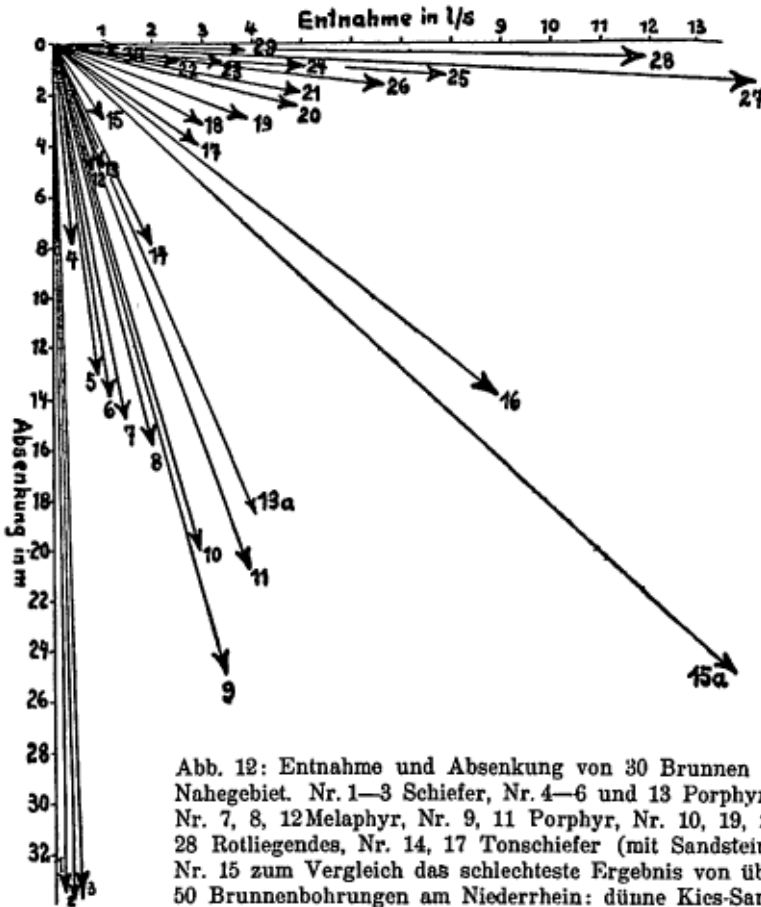


Abb. 12: Entnahme und Absenkung von 30 Brunnen im Nahegebiet. Nr. 1—3 Schiefer, Nr. 4—6 und 13 Porphyrit, Nr. 7, 8, 12 Melaphyr, Nr. 9, 11 Porphy, Nr. 10, 19, 27, 28 Rotliegendes, Nr. 14, 17 Tonschiefer (mit Sandstein), Nr. 15 zum Vergleich das schlechteste Ergebnis von über 50 Brunnenbohrungen am Niederrhein: dünne Kies-Sandschicht über oligocänem Tertiärsand, Nr. 16 Grauwacke, Nr. 18 Lehm, Sand und Kies, Nr. 20, 30 Sandstein, Nr. 23 Buntsandstein, Nr. 21 Diluvialschotter, Nr. 22—25 Kies, Nr. 29 Taunusquarzit, Nr. 15a und 13a Emscher Mergel (s. Text).

und Höllenbachquellen ungefähr hinein, welche die Ortschaften Laudert und Maisborn versorgen. Sie schwankt zwischen 0,3 und 0,5 l/s, gewöhnlich sogar nur zwischen 0,1 und 0,15 l/s. Für kleine Ortschaften reichen solche Mengen vielfach aus, aber für größere nicht

einmal in normalen Jahren. Da nun in Trockenjahren selbst 10 m tiefe Brunnen versiegen — 1934 trockneten im Hunsrück sogar mehr als 40 alte Brunnen teils von über 15 m Tiefe vollständig aus! — versucht man für größere Orte durch außerordentlich tiefe Bohrungen etwas mehr Wasser zu bekommen, so liefern die beiden über 60 m tiefen Brunnen von Simmern und Rheinböllen wenigstens 1—2,5 bzw. 0,5—1,2 l/s., wobei der Wasserspiegel aber von 4 auf 60, bzw. von 6 auf 70 m, also mehr als 60 m absinkt! Solche Brunnen im Schiefer zeigen überhaupt von allen in Abb. 12 verzeichneten die steilste Absenkungskurve und dazu noch bei einer durchschnittlichen Entnahme von nur 0,5—1 l/s. (Nr. 1—3). Die Darstellung zeigt also schon deutlich, wohin der Hunsrücksschiefer mit seiner außerordentlichen Grundwasserarmut eingestuft werden muß. Auch die natürlichen Schwankungen der Brunnenpiegel sind sehr groß, sie betragen z. B. für den Brunnen Argenthal mehr als 7 m innerhalb von neun Monaten (z. B. 1937).

b) Die Brunnen im Taunusquarzit sind zwar wenig zahlreich, da hier fast nur Forsthäuser liegen, aber sie scheinen sehr ergiebig zu sein. So wird für die 5 Brunnen der Gruppenwasserleitung Hunsrück I und II fast überhaupt keine Absenkung angegeben bei Entnahmen von 3—4 l/s. (Nr. 29). Daß der Taunusquarzit infolge seiner Klüftigkeit und Lage im niederschlagreichsten Gebiet der Nahe viel Wasser führt, ist bekannt. Auch liegen die Quellhorizonte der oberen Nahebäche — ab Fischbach — und eines Teiles vom Hahnenbachgebiet alle im Taunusquarzit. Für eine bessere Trinkwasserversorgung des Hunsrücks kommt daher wohl nur dieser Wasservorrat in Frage, den man nach dem Vorbild auf rechtsrheinischer Seite am zweckmäßigsten durch Stollen erschließen könnte, die z. B. für Wiesbaden jährlich 5 Millionen cbm Wasser aus demselben Gestein liefern! Stollen im Taunusquarzit geben bis zu 6 cbm, im weicheren Phyllit dagegen nur 0,1 bis höchstens 0,7 cbm Wasser pro Stollenmeter. (Michels 1933.)

c) Die Eruptivgesteine des Grenzlagers und der vulkanischen Einzelerhebungen in der Nordpfalz sind scheinbar nicht sehr klüftig, geschweige denn durchlässig und wasserreich. (Vgl. aber

auch *Drumm* 1933.) Die Absenkungen bei höchstens 4 l/s. sind sowohl in den Brunnen der Porphy- wie auch der Porphyrit- und Melaphyrgesteine außerordentlich stark. Das zeigen die neun Beispiele in Abb. 12. Die Klüftigkeit ist wohl geeignet zur raschen Versickerung der Niederschläge, aber sie reicht anscheinend nicht tief genug. Nach Aufschlüssen im Grenzlager sind sie 3—4 m unter der Oberfläche meist schon so eng, daß sie nur noch wenig Wasser aufnehmen können. Daher die großen Absenkungen bis zu 25 m! Es deckt sich das aber auch mit Angaben von *Stappenbeck* (1933), wonach die Wasseraufnahmefähigkeit von Melaphyr nur 0,5—0,8%, von Quarzporphyr 0—0,9%, von Porphyrit sogar nur 0,1—0,2% des Trockengewichts beträgt. Die durchschnittliche Ergiebigkeit soll in ähnlichen Deckenergüssen nur $\frac{1}{6}$ l/s betragen. Grundwasserganglinien sind für die Vulkangesteine der Nahe leider noch nicht vorhanden.

d) Ein kleines, aber echtes Karstgebiet bei Stromberg in mitteldevonischen Kalken im Bereich des Guldenbaches und inmitten einer Taunusquarzitumgebung sei als Besonderheit erwähnt. Hier finden sich auch die dazugehörigen Bachversickerungen und Höhlen sowie Quellen mit verschiedensten Temperaturen.

e) Das große Gebiet des Rotliegenden ist am schwierigsten zu beurteilen wegen seiner außerordentlich wechselvollen Wasserführung. Wenn die Nordpfalz auch im ganzen gesehen als Mangelgebiet für Trink- und Brauchwasser angesehen wird (*Reuter* 1938), so ist sie doch zweifellos besser gestellt als der Hunsrück. Die Verschiedenartigkeit der Wasserführung äußert sich schon in Abb. 12. Einige Brunnen zeigen bei stärkster Entnahme bis zu 14 l/s kaum 2 m und andere wieder bei nur 3 l/s. schon 20 m Absenkung. Es fehlen in diesem Gebiet auch die einheitlichen Grundwasserspiegel, weil die stauenden lettigen oder tonigen Lagen zu sehr zerstückelt sind. — Die Waderner Schichten des Oberrotliegenden werden aber im allgemeinen — wenigstens im westlichen Teil — gröberes Material führen. Hier sind daher sehr viele Brunnenversorgungen vorhanden! Aber auch die Kuseler Schichten des Unterrotliegenden sind immerhin wesentlich lockerer als die des Hunsrückschiefers. Im Ganzen

werden daher die großen Gebiete des Rotliegenden bei ihrer mannigfaltigen Ausbildung mehr Niederschlag zur Versickerung ins Grundwasser bringen als der Hunsrückschiefer und das würde auch in Anbetracht der großen Fläche selbst dann gelten, wenn die Schichten im Ganzen gesehen etwa nur $\frac{1}{2}$ gröber, lockerer oder klüftiger ausgebildet wären als der Hunsrückschiefer.

f) Erst der mittlere Buntsandstein saugt die größten Niederschlagsmengen in sich auf (s. Seite 22), und gibt sie in zahlreichen Quellen starker und gleichmäßiger Schüttung langsam wieder her: So liefert eine der gefaßten Lauterquellen, welche Kaiserslautern mit Wasser versorgt, durchschnittlich 87 l/s., bei höchster Tagesförderung aber 139 und als Spitzenleistung sogar 205 l/s.! (Vgl. damit die Simmerbachquellen des Hunsrücks mit nur 0,1—0,3 l/s.) Auch in trockenen Zeiten gibt der Pfälzer Buntsandstein hinreichend Wasser, weil seine Quellen nicht so von augenblicklichen Niederschlägen abhängig sind. Da aber tonige Zwischenlagen fehlen, liegt der Grundwasserspiegel im allgemeinen sehr tief, doch betrifft das nur den fast ganz unbesiedelten eigentlichen Pfälzer Wald, denn nach Norden schließt sich schon die große Kaiserslauterner Senke an, in der die oberen Buntsandsteinschichten so weit abgetragen sind, daß der Grundwasserspiegel hier noch im Mittelalter über die Oberfläche trat. Noch um 1540 bestanden hier „Woog“ genannte Teichflächen von mehr als 3 km Durchmesser. Heute ist der Grundwasserspiegel aber durch Dränung so weit gesenkt, daß nur noch einige sumpfige Stellen an die frühere Überflutung erinnern. Er steigt nur noch in den ganz nassen Jahreszeiten bis nahe an die Oberfläche.

Im mittleren Buntsandstein ist auch die Brunnenförderung erheblich größer als z. B. im Hunsrück. So liefern einige Kaiserslauterner Werksbrunnen, die mehr als 250 m vom Wasserlauf entfernt sind, bis zu 50 l/s.! Hier sind leider die Absenkungen nicht bekannt; aber nach einem ähnlichen Brunnen in Hütschenhausen, der ebenfalls mitten in der großen Senke gelegen ist, beträgt sie bei 6 l/s. nur etwa 1,5 m (Nr. 24).

g) Die tertiären Ablagerungen am Rand des Mainzer Beckens könnte man mit den diluvialen und alluvialen insofern zu-

sammenfassen, als hier allein schon durch das trockenere Klima die Verdunstung so gesteigert ist, daß die Speisung des Grundwassers und der Bäche dadurch stark eingeschränkt wird. Außerdem aber sind die tertiären Sande so fein, daß sie den Regen zum größten Teil überhaupt nicht erst ins Grundwasser herabsickern lassen. Die feinerdigen Steppenböden halten auch den Teil noch lange fest, der nicht sofort von der Pflanzendecke verbraucht wird. Aus diesen Gründen sind ausgesprochene Trinkwassermangelgebiete zu erwarten, Dränungen sind selten, der Abfluß von Wiesbach und Selz ist wohl der geringste im ganzen Rheinland und man hat beim Durchwandern Rhein Hessens überhaupt den Eindruck größter Armut an Bächen und Wiesentälchen. Nur zwei Grundwasserträger kommen für die Trinkwasserversorgung in Frage:

Die oligocänen Schtaichsande über Septarienton sind so feinsandig, daß sie kaum Wasser abgeben können. Auch veranlassen sie durch häufige Rutschungen oft mehr Schaden als Nutzen, wenn z. B. bei Gewitterregen einmal mehr Wasser als gewöhnlich durch die Trockenrisse der tonigen Cyrenmergel hindurch in diese Feinsande hineingelangt.

Wichtiger sind daher die höhergelegenen Auflagerungsflächen miocäner Kalke über den undurchlässigen Cyrenmergeln am Rand des rheinhessischen Plateaus. Vor allem sind die klüftigen Kalke und Mergel der Cerithien- und Corbicularschichten etwas wasserführend. Da sie hoch über den Dörfern gelegen sind, lassen sie sich viel besser ausnutzen, wenn auch die Wasserführung als solche weniger ergiebig ist. Die bekannten Quellen der Corbicularschichten geben z. B. selten mehr als 0,6 l/s., in trockenen Jahren sogar meist weniger als 0,1 l/s. ab (*Michels*, Erläuterungen zum geologischen Blatt Bingen) — Ganz besonders schlecht bestellt sind die rheinhessischen Dörfer auf Septarienton, der bei zwar hoher Wasserkapazität zu schwer, zäh und undurchlässig ist.

h) Von den diluvialen und alluvialen Ablagerungen des Nahegebietes (Löß, Lößlehm und Flußterrassen) kommen nur die Sande und Kiese der Terrassen für eine Wassergewinnung in Frage, da deren Porenvolumen bis zu 30% erreicht, während Lößlehm zu undurchlässig ist und der Löß allenfalls als gut durchfeuchtet ange-

sehen werden kann. Auf dem rechten Naheufer bewegt sich anscheinend vom rheinhessischen Plateau herunter ein mächtiger Grundwasserstrom in mehrere Meter mächtigen groben Naheschottern, die nach oben von rotem Lehm und lehmigem Sand abgeschlossen werden.

Nach der Beschaffenheit, insbesondere nach der Härte des Wassers läßt sich folgende Stufenreihe aufstellen. (Vgl. Tabelle 4 und umfangreiche Kalkgehaltstabellen bei *Lüdecke* 1899.)

Das härteste Wasser liefern ganz allgemein die kalkreichen tertiären Ablagerungen Rhein Hessens einschließlich der unteren Nahe, insbesondere gerade die Cerithien- und Corbiculakalke. Das Wasser der meisten Pumpwerke am Rand des Mainzer Beckens zeigt daher hohe Werte der Gesamt- und Karbonathärte, der gebundenen und halbgebundenen Kohlensäure, wogegen freie und erst recht natürlich überschüssige Kohlensäure zurücktritt. (Vgl. insbesondere Alzey, Offenheim, Kreuznach, Nieder- und Oberingelheim, in allen Anlagen keine Aufbereitung.)

Nach den Kalkgehaltstabellen *Luedekes* wären außerdem kaum noch sehr harte Wässer im Nahegebiet zu erwarten, es sei denn im Flugsandgebiet der kalkhaltigen Mainzer Sande. Da aber auch das Wasser in den Schottern des rechten Naheufers bei Büdesheim eine außergewöhnliche Härte von 30—35 Grad zeigt, wird angenommen, daß die kalkreichen Grundwässer des rheinhessischen Plateaus in diese Schotter herabströmen (*Michels*, Erläuterungen zu Blatt Bingen).

Über das Wasser aus den weit verbreiteten Schichten des Rotliegenden läßt sich vorläufig wieder kein allgemeines Urteil bilden, da weder Kalkgehaltsbestimmungen aus den geologischen Schichten noch Trinkwasseranalysen in ausreichender Zahl vorliegen. (Einziges Beispiel der Tabelle sind Flachbrunnen in Kusel mit mittlerer bis geringer Härte.) Doch sind kalkhaltige Schichten im Rotliegenden hier und dort vorhanden und bei Rehborn und Odernheim kommen sogar Kalksinterbildungen vor.

Selbst in den basischen Melaphyren und Diabasen, die bis zu 8% Kalk enthalten können, wäre noch ein mittelhartes Wasser zu erwarten. Die Porphyrite des Grenzlagers würden dagegen schon einer Übergangsstufe zur folgenden zuzurechnen sein:

Vor allem die Porphyre der übrigen Eruptivgesteine enthalten höchstens 0,7% Kalk, meist sogar noch viel weniger. Scheinbar liegen die Quelfassungen Birkenfeld und Idar-Oberstein (Tabelle 4) gerade in solchen kalkarmen Eruptivgesteinen. Das Wasser ist hier dementsprechend außerordentlich weich und teilweise sogar ausgesprochen sauer. (Vgl. Härte- und Kohlensäuregehalt.)

Die unterdevonischen Schichten verwittern nicht nur zu kalkarmen Böden, sondern liefern auch ein entsprechend weiches Grundwasser. Insbesondere gilt das für den Taunusquarzit; aber auch das Grundwasser des Hunsrückschiefers tritt mit ganz wenigen Ausnahmen in kalkarmen Quellen zu Tage oder wird als äußerst weiches Trinkwasser gefördert, so z. B. vom Wasserwerk Simmern. (Tab. 4.) Dieses Wasser ist außerdem auch verhältnismäßig reich an freier und überschüssiger Kohlensäure.

Das weichste Wasser wird immer aus dem mittleren Buntsandstein gewonnen. Es ist gewöhnlich so arm an gelösten Stoffen, daß es früher z. B. in Heidelberger Universitätslaboratorien an Stelle von destilliertem Wasser benutzt werden konnte. So fehlen auch im mittleren Buntsandstein des Pfälzer Waldes vor allem die kalkhaltigen Bindemittel. Die Pumpwerke Kaiserslautern, Ramstein, Rodenbach, Landstuhl und Homburg (Tab. 4) haben daher alle ein sehr weiches Wasser, dessen Gesamthärte 2,6° nur ausnahmsweise übersteigt. Der Gehalt an gebundener und halbgebundener Kohlensäure ist hier immer entsprechend gering (höchstens einmal 15 mg/l gegen mehr als 200 mg/l in den Wasserwerken des Mainzer Beckens), umso mehr überschüssige Kohlensäure ist natürlich vorhanden (bis zu 20 mg/l gegen 0 mg/l in den kalkhaltigen Wässern von Alzey usw.). Sie fehlt überhaupt nur, wenn z. B. mit Kalkwasser entsäuert wird. Obwohl nun Pirmasens und Zweibrücken schon im Gebiet des oberen Buntsandsteins liegen, dem das kalkige Bindemittel nicht fehlt, zeigen auch dort die Grundwasseranalysen dasselbe weiche Wasser mit überschüssiger Kohlensäure. Wahrscheinlich durchstoßen diese Brunnen nur eine dünne Decke des oberen Buntsandsteins und die Filter stehen daher doch wieder im Hauptbuntsandstein. Schon in den Talhängen ist ja diese mittlere Stufe hier fast überall angeschnitten.

Tabelle 4

Ort	Härte in Deutschen Graden			Kohlensäure in mg/l				Aufbereitung	Reaktion gegen Lackmus oder pH	Permanganatverbrauch	Kalk (ca O mg/l)	Magnesia (Mg O mg/l)	geologisches Gebiet
	Gesamthärte	Karbonathärte	Resthärte	in mg/l									
				frei	gebunden	halb gebunden	überschüssig						
Alzey T. B.	28,4	20,0	7,8	—	163	224	—	keine	—	—	—	—	Westrand des Mainzer Beckens. Tertiäre Ablagerungen
Offenheim D.	29,8	20,1	9,7	—	159	219	—	.	—	—	—	—	
Kreuznach Q. (Trollmühle)	21,6	16,5	5,1	50	130	179	0	.	6,9	4	149	53	
Niederangelheim B.	24,4	12,9	11,5	—	101	141	—	.	?	6	—	—	
Oberangelheim T. B.	13,9	12,2	1,7	—	96	133	—	.	7,0	4	84	40	
Niederangelheim W.	25,7	12,3	13,4	18	97	134	0	.	?	4	200	41	
Kusel F. B.	5,3	4,3	1,0	8	34	46	7	Verfärbung Enteisung	7,5	5	28	18	
Birkenfeld Q.	1,2	0,6	0,6	11	5	7	11	keine	7,2	10	—	—	Porphyrit? Porphyrit?
Idar-Oberstein Q.	1,4	0,6	0,8	11	5	7	11	.	8	—	—	—	
	1,4	0,8	0,6	18	6	9	18	teilw. Entsäuerung	5,7	1	—	—	
Simmern W.	1,4	0,6	0,8	18	4	6	18	keine (?) Verdüsung Enteisung	neutral	8	—	—	Hunsrück-schiefer
Kirchberg Q.	3	2,5	0,5	—	20	28	—		—	18	—	—	
Kaiserslautern Q. u. GW.	2	1,1	0,9	15	9	12	15	Kalkwasserentsäuerung	?	3	1	4	mittlerer Buntsandstein
Landstuhl Q.	1	0,4	0,6	—	3	4	—	keine	sauer	4	—	—	
Homburg W.	2,3	1,5	0,8	21	11	15	21	.	6,5	2	12	8	
Neustadt Q.	—	0,6	—	6	5	7	6	.	?	2	—	—	
Ramstein Q.	2,6	1,4	1,2	20	10	15	20	.	?	3	18	6	
Rodenbach Q.	2,2	1,0	1,2	1	8	11	1	Marmor-entsäuerung	?	—	—	—	
Pirmasens W.	2	0,5	2,5	0	4	6	0	Kalkwasserentsäuerung	9,0	1	29	1	
Rodalben Zweibrücken	1,8	0,9	0,9	23	7	10	23	Enteisung	6,2	2	14	3	

- Q. = Quelfassung
T. B. = Tiefbrunnen
F. B. = Flachbrunnen
W. = Wasserwerk
D. = Drainage

5. Geologisch-hydrologische Vergleiche aus anderen Rheingegenden. Aufschlußreich ist die gegensätzliche Wasserführung von Ahrbach und Trierbach (Abb. 13/14). Der erstere kommt auf karstartig ausgebildeten, also klüftigen mitteldevonischen Kalkmulden, teils auch aus Buntsandstein, der Trierbach dagegen aus undurchlässigem Schiefer, Tonschiefern und aus Grauwacken, die höchstens von kleinen Sandsteinbänken durchsetzt sind. Die obere Ahr versinkt nun stellenweise in

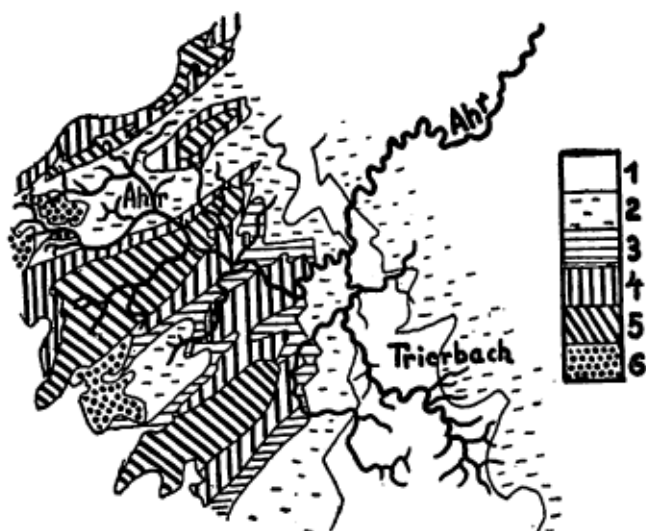


Abb. 13: Trier- und Ahrbach, ein Vergleich. Nr. 1 Schiefer mit Sandsteinbänken, Nr. 2 Tonschiefer und Grauwacke, Nr. 3 Kalksandstein, sandige Schiefer und Sandstein, Nr. 4 mitteldevonische sandige Mergelschiefer und Kalke, Nr. 5 mitteldevonische Kalke, Nr. 6 mittlerer Buntsandstein (s. Text).

den Klüften und der unterirdische Weg bis zum Pegel muß sehr weit oder die Klüfte und Spalten sehr eng sein, denn auch hier ist der Ausgleich zwischen Sommer- und Winterabfluß fast so auffallend wie im Buntsandstein des Beispiels der Lauter. Der ausgeglichene Ahrbach hat im Sommer mehr Abfluß als der Trierbach und umgekehrt der Trierbach im Winter. Nur bei den außergewöhnlich hohen Sommerniederschlägen des Jahres 1932 floß am Trierbach auch im Sommer einmal fast so viel ab wie am Ahrbach. Letzterer gab diesen anormal hohen sommerlichen Überschuß aber erst

im folgenden, sehr niederschlagsarmen Winter wieder her, sodaß auch diese Abweichung vom normalen Winter erklärlich ist. — Die Bewaldung entscheidet hier zweifellos nicht, denn gerade der unausgeglichene Trierbach kommt aus der stärkeren Bewaldung, wogegen die Kalkmulden des Ahrgebietes fast ganz unbewaldet sind!

Ähnliche geologisch bedingte Gegensätze bestehen auch zwischen manchen anderen rheinischen Flüssen, z. B. zwischen der wilden

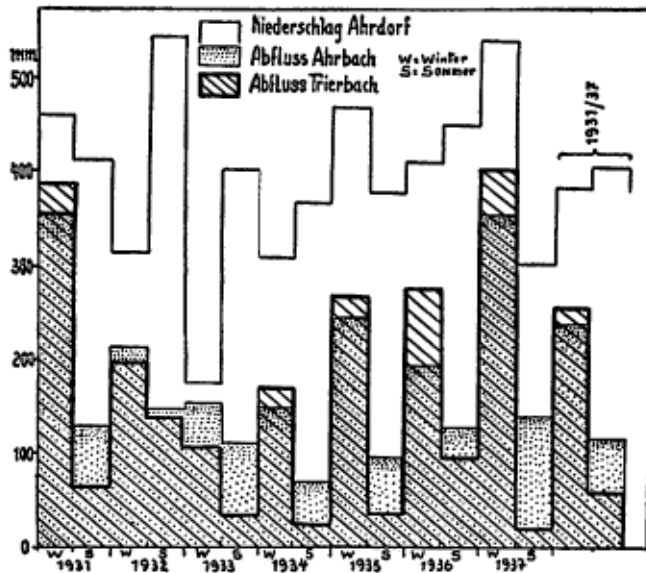


Abb. 14: Vergleich zwischen ruhiger und unausgeglichener Wasserführung. (Ahr- und Trierbach.) Abfluß und Niederschlag in mm.

Prüms, die aus devonischem Tonschiefer kommt und der viel ruhigeren Nims, die wieder in devonischen Kalkmulden und in Quellhorizonten des Buntsandsteins ihren Ursprung nimmt. (Vgl. Meynen 1928.) Die hydrographischen Erscheinungen der Karstgebiete sind auch in den anderen mitteldevonischen Kalkmulden zu erwarten, selbst in dem winzigen Gebiet bei Stromberg im Hunsrück, wo der Dörrebach (!) stellenweise ganz versickert, ebenso in der Sötenicher Kalkmulde (Versickerungen im Eschweiler Bach, Semmler 1930), sowie an der Alme südlich Paderborn (Stille 1903, Steinseifer 1916).

Auch die rheinischen Muschelkalklandschaften (z. B. im Saargebiet und in der nördlichen Eifel) neigen hier und dort zu Karstformen mit Trockentälchen und Versickerungsstellen. Ein verzweigtes Talnetz ist dann weniger stark entwickelt, nur in den Haupttälern fließen größere Bäche und Flüsse, welche dann aber die größere Ausgleichtheit der Wasserführung zeigen.

Nach dem charakteristischen Beispiel der Lauter ist die Wasserführung der übrigen rheinischen Buntsandsteingebiete an der Saar, in den Vogesen (obere Mosel), bei Bitburg (Nims) und an der oberen Erft (Roth-Blei-Neffelbach, vgl. den allgemeinen Wasserwirtschaftsplan für das Erftgebiet 1942) wahrscheinlich ebenso ruhig wie in außerrheinischen Sandgebieten, z. B. der Lüneburger Heide (*Uhle* 1896), sodaß hier Talsperren als Rückhaltebecken für Hochwasserfluten weniger erforderlich sein werden. Auch in den durchlässigen Sand- und Kiesablagerungen des Niederrheins können Bäche stellenweise versickern, wie z. B. in der Niederterrasse zwischen Köln und Bonn. Überhaupt ist ein dünnes und weitmaschiges Gewässernetz nicht so sehr klimatisch bedingt (wie an der unteren Nahe) als geologisch: Es ist typisch für durchlässiges Gestein wie für die ebenen Flächen des mittleren Buntsandsteins, z. B. für die Hochfläche nördlich Kyllburg (*Meynen* 1928). Die Quellhorizonte liegen hier tief — ähnlich wie in den Kalkgebieten. — Das Gegenstück dazu ist die bewegte Keuperlandschaft Lothringens und der südlichen Eifel. Sie weist große Taldichte und starken oberirdischen Abfluß auf als Folge der meist schwer durchlässigen Mergel und Tone. Auflösung in Hügel und kleine Bergformen ist die Folge (*Reichrath* 1937). Ähnliches wird aber — vielleicht in abgemilderter Form — für die weitaus größten Teile des ebenfalls stark zertalten Rheinischen Schiefergebirges, insbesondere für den Hunsrückschiefer gelten. Die bisher gemessenen Flüsse aus solchen Gesteinen, z. B. Prüms, Alf, Trierbach und obere Nahe zeigen alle den ausgesprochen raschen und wechselvollen Abfluß, wie er für den Pegel Idar-Oberstein geschildert wurde. Ähnliches gilt für Ruhr und Wupper im Gegensatz zur ruhigeren Lippe (*Krakhecken* 1939).

Die krassen Unterschiede in der Härte des unverschmutzten Grund- und Oberflächenwassers sind immer geologisch bedingt. Alle

Muschelkalkgegenden zeigen sehr hartes Wasser, z. B. im Bitburger Land, in der nördlichen Eifel und im Saargebiet, alle Buntsandsteinwässer sind dagegen sehr weich und selten von einer Gesamthärte, die 2,6 übersteigt. (Pfälzer Wald, Saargebiet, nördliche und südliche Eifel.) Aber auch das Alter der Schichten muß bei der Auslaugung eine große Rolle spielen; Bäche und Brunnen im Gebiet der verhältnismäßig jungen Lößablagerungen haben daher oft sehr hartes Wasser, z. B. in der Umgebung der Erft. Die ältesten sand-kiesigen Terrassen des Rheines, z. B. die großen Hauptterrassenflächen am Niederrhein haben ein ausgesprochen weiches, die viel jüngeren Ablagerungen der Niederterrasse dagegen ein sehr kalkhaltiges Grund- und Oberflächenwasser (vgl. Schwalm und Kendel, *Weimann* 1938, Abb. 1 mit zahlreichen Analysen von Grund- und Oberflächenwasser).

III. Boden und Wasser.

(Abb. 9)

Schon während der Entstehung des Bodens leistet das Wasser die Hauptarbeit bei der chemischen und physikalischen Verwitterung; insbesondere leitet es in der gesteinshydrolytischen Spaltung der Silikate die eigentliche Bodenbildung ein^{*)}.

Während nun aber im Wüstenklima das Wasser garnicht zur Wirkung kommt, weil alles Regenwasser verdunstet, ehe es den Boden durchziehen kann, muß in den semihumiden Steppenböden der unteren Nahe schon eine reichliche Bildung von Ton und Austauschzeolithen stattfinden: Durch die Hydrolyse entstehen zunächst verschiedenste Basen in Form von Hydroxyden (NaOH , KOH , CaOH^2 , MgOH^2), in Solform auch kolloidales AlOH^3 , FeOH^3 und SiO^2 , ausreichende Humusmengen adsorbieren die ausreichend vorhandenen basischen Verwitterungsprodukte und so geht der Humus in grobdisperse Form, also in gekrümelten Zustand über. Er kann nun keine „Schutzwirkung“ entfalten, weshalb die kolloidalen Verteilungen von AlOH^3 und FeOH^3 mit der Kieselsäure zu Ton und Austauschzeolithen koagulieren, den „Nährstoffkammern des Bodens“. Diese sind auch die besten Wasserspeicher!

^{*)} Vgl. zum Folgenden insbesondere *Stremme* 1926, *Wiegner* 1926, *Blanch* 1928, *Ramann* 1918, *Mitscherlich* 1923, *Kappen* 1929 und *Menke* 1940.

Das Wesen der humiden Böden an der mittleren und oberen Nahe ist dagegen in erster Linie durch den Auswaschungsvorgang gekennzeichnet, weil die Niederschläge die Verdunstung bei weitem überwiegen (s. Abb. 7). Auch die niedrigere Temperatur verstärkt hier den humiden Charakter und damit die abwärts gerichtete Wasserbewegung. Der Regen durchsickert den Boden bis zum Grundwasserspiegel, wobei verschiedenste Bestandteile des Oberbodens gelöst oder umgelagert und in den tieferen Schichten wieder abgelagert werden.

In den Übergangsböden der guten Braunerden an der mittleren Nahe können in trockenen Jahren aber zeitweise auch noch aride Bedingungen auftreten mit aufsteigender Wasserströmung.

In den extrem humiden Teilen der obersten Nahe entstehen natürlich ebenfalls kolloidale Zerteilungen der Aluminium- und Eisenhydroxyde sowie der Kieselsäure in Solform, aber die Zersetzung der reichlichen Humusmengen ist durch die Feuchtigkeit und niedere Temperatur (bis 1200 mm, bis 6° C.) so herabgesetzt, daß die Basen zu seiner Absättigung nicht mehr ausreichen. Er bleibt größtenteils in hochdispenser Form erhalten und schützt als saurer Rohhumus die Sole von Aluminium, Eisenhydroxyd und Kieselsäure vor gegenseitiger Ausfällung. Die feinen Zerteilungen, auch die feinen Tone werden somit im Solzustand erhalten und daher von den reichlichen Niederschlägen allmählich in die tieferen Horizonte herabgespült.

Auch nach der nichtkolloidchemischen Auffassung, z. B. nach *Kappen*, spielt das Wasser eine Hauptrolle in der Bodenbildung und Bodenzerstörung. Nicht nur die physikalische und chemische Verwitterung, sondern auch der langsame aber dauernde Verarmungsprozeß am Basengehalt geschieht in erster Linie wieder unter der Wirkung des hydrolytisch gespaltenen Wassers, das die Calciumionen durch Wasserstoffionen ersetzt. Danach muß die Bodenversauerung im humiden Teil der oberen Nahe besonders groß sein. Mit der Erhöhung der Durchlässigkeit führt diese Versauerung auch zu einer Verminderung der wasserhaltenden Kraft, die sich natürlich besonders schädlich in den schon ursprünglich lockeren Böden der geringeren Wasserkapazität auswirkt.

Nicht nur die Auswaschung, sondern auch die Abschwe-
mung als flächenhafte Abtragung, die Bodenabspülung als Denu-
dation i. e. S. verdirbt die Böden um so mehr, je stärker sie in den
humiden Teilen des Rheinischen Schiefergebirges den dauernden Ein-
flüssen des Regen- und Schmelzwassers ausgesetzt sind. Besonders
fließen im unbewachsenen Boden z. Zt. der Schneeschmelze die Fein-
bestandteile flächenhaft in feinsten Wasserrinnen ab und sammeln
sich in den Mulden. Neigung und Exposition spielen hierbei natürlich
eine ganz besondere Rolle.

Fast sämtliche von den Landwirtschaftsschulen angegebenen Was-
sermangelflächen haben Kuppenlage. Hier oben ist einerseits die Bo-
denzerstörung durch Abspülung und Auswaschung, andererseits aber
auch die Austrocknung durch Winde am stärksten. Die Böden sind
in erster Linie flachgründig. Nicht einmal Kaninchen finden hier
Platz, auf den Äckern stößt der Pflug oft an den Felsuntergrund.
Der Boden ist steinig, denn die Steine wachsen immer wieder her-
aus, weil sie vom Regen freigeschwemmt werden. In den Tälern und
Mulden dagegen werden die Feinbestandteile zu tiefgründigeren und
daher fruchtbareren Böden zusammenschwemmt. Auch die Gefahr
der Versauerung durch das viele Regen- und Schmelzwasser ist hier
oben besonders groß. Jede Krümelstruktur und Bodengare wird
immer wieder zerstört und die wasserhaltende Kraft auf ein Mini-
mum herabgesetzt. Die Böden werden nicht nur enttont, sondern auch
nährstoff- und kalkarm gemacht. Die Nitratbakterien können zumal
bei den niedrigen Temperaturen nicht mehr recht arbeiten, die Dünge-
bedürftigkeit steigt auf ein Maximum und das alles ist doch letzten
Endes Wirkung — und Ursache — des ungünstigen Wasserhaus-
haltes. Je flacher und ärmer an wasserhaltenden Feinbestandteilen
die Ackerkrume ist, um so leichter trocknet sie aus. Aus den Höhen-
gebieten der niederschlagreichen Schiefergebirge kommen immer die
größten Klagen über Trockenheit. Obwohl es hier zuviel regnet, muß
doch noch dafür gesorgt werden, daß künftig mehr davon im Boden
aufgespeichert wird. Man könnte auch sagen: weil es zu viel regnet,
muß Wasser gespart werden. Diese Verarmung der Böden zeigt sich
auch immer wieder in den Pflanzengesellschaften (S. 78).

Das kleine Land der Nahe umfaßt als Kernstück der rheinischen Landschaft mit all den morphologisch-klimatischen Gegensätzen fast auch die ganze Skala der Bodentypen, von der besten Schwarzerde bis zum gröbsten Sand- und steinigsten Gebirgsboden. Es ergibt sich dabei überhaupt eine wenn auch nur grobe Stufenreihe von den Böden mit schlechtestem bis zu solchen mit hervorragendem Wasserhaushalt. Da die strengen Tonböden, die das Wasser allzusehr festhalten, nur ganz untergeordnet vorkommen, ist die Stufenreihe der Naheböden ungefähr auch eine solche der wasserhaltenden Kraft: Die flachgründig-steinigen und grobkörnigen Böden lassen das Wasser allzu rasch versickern, ihre Kapazität ist gewöhnlich geringer als 40%, die feinkörnigen und tiefgründigen Steppenböden dagegen halten große Mengen des Wassers lange fest, insbesondere bei ihrem stärkeren Humusgehalt, der ja sogar die Wasserkapazität reiner Sandböden um ein Vielfaches steigern kann. Auch daher wieder der geringe Abfluß im rheinhessischen Gebiet an der unteren Nahe.

Unter den Stufen 1—4 sind größtenteils Hangbodentypen im Sinne *Stremmes* vereinigt (vgl. zum Folgenden Abb. 9). Es sind die Böden mit stark verkleinerten Horizonten, das Gestein schlägt hier immer wieder durch, die Ackerkrume ist steinig und die Abschleppmassen werden von den Gewässern verfrachtet. Solche Bergböden zeigen natürlich größte Neigung zum Austrocknen und daher eine außerordentlich geringe Getreidefähigkeit, die flächen- und ertragmäßig selbst für Roggen noch hinter derjenigen der rostfarbenen Waldböden zurückstehen muß.

1. Die Böden auf *Taunusquarzit* sind daher nur bewaldet bis auf einen ganz kleinen Rest bei Dachweiler. Die harten Quarzite liefern höchstens einen sandigen, sehr durchlässigen Grus ohne wasserhaltende Kraft bzw. überhaupt keine Ackerkrume; auch Höhenlage und steile Hänge verhindern schon jeglichen Ackerbau.

2. Auf dem quarzitschen *Gehängeschutt* sind ebenfalls nur ganz geringe Flächen dem Wald entrissen, an seinen flachen Hängen häuften sich die vom Kamm herunter gleitenden Quarzitblöcke so reichlich an, daß ein Ackerbau schon dadurch unmöglich ist. Der übrige lehmig-sandige Gehängeschutt ist wieder zu steilhangig.

3. u. 4. Sämtliche Eruptivdecken und -kuppen des Nahegebietes wurden auch noch zu den sehr schlechten Böden der 3. Stufe gerechnet, obwohl *Stremme* die Porphyrgesteine immerhin noch in die Gruppe der schwach bis mäßig gebleichten rostfarbenen Waldböden eingereiht, die Melaphyre sogar als die besseren Erubasböden ganz abge sondert hat. Besonders die mehr sauren und weit verbreiteten Porphy- und Porphyritgesteine liefern durchlässigere, grobkörnige Schutt- und Grusböden. Dagegen zerfallen die basischeren Melaphyrgesteine und Diabase aus kalk- und magnesiahaltigen Silikaten natürlich leichter als die quarzreicheren Porphyre und Porphyrite, ihre Zerklüftung geht daher etwas tiefer, sodaß sich auch Bäume und Sträucher leichter hineinzwängen können, aber zum Ackerbau sind sie trotzdem und zwar vorwiegend infolge ihrer bergigen Lage noch sehr wenig aufgelockert. Im Gebiet des Grenzlagers mögen daher die Melaphyre wohl im Aufbau vielleicht Erubasböden liefern, hier und dort vielleicht sogar mit feinkrümeligem steppenartiger Struktur, aber das Profil ist auch auf den ausgedehnten Hochflächen des Grenzlagers (außer vielleicht in wenigen Mulden) so flach, daß die Äcker trotz der relativ größeren Feinerdigkeit höchst steinig bleiben. Es sind allenfalls Wurmlöcher, aber wenig größere Tierlöcher vorhanden. Das Grenzlager ist auch landschaftlich infolge seines härteren Gesteins stark zerklüftet, so daß die abgeschwemmten Feinbestandteile weniger in sanften Mulden abgelagert als von den Gewässern weit verfrachtet werden. (Gegenbeispiel Hunsrückschiefer Seite 50.)

Es ist nach alledem nicht erstaunlich, daß uns fast sämtliche unbewaldeten Flächen der Eruptivunterlagen auch von der Landwirtschaft als ausgesprochene Wassermangelflächen angegeben wurden. Aus all diesen Gründen sind daher sogar die Melaphyrgebiete in einer ähnlichen Signatur der trockenen, bezw. leicht austrocknenden Böden in die Karte eingetragen worden. Das Niederschlagswasser sättigt die geringen Feinerdebestandteile der flachen Krume sehr rasch und dringt leicht und schnell in den klüftigen Untergrund oder fließt schon vorher oberflächlich ab. Die sauren Felsitporphyre verwittern sicherlich am schlechtesten. Man findet daher weder im Nohfelder Massiv noch auf den Kuppen des Königs-

bergs und des Donnersbergs nennenswerte Ackerflächen. Dasselbe gilt von den Kreuznacher Quarzporphyrkuppen.

5. Den extremen Typ VII der *Hazard'schen* Stufenreihe, nämlich den auf kiesigen Diluvialböden, der wegen seiner Trockenheit und Nährstoffarmut nur tief wurzelnde Kartoffeln und Lupinen trägt, finden wir im Nahegebiet höchstens noch auf den kleinen Lappen hochgelegener und ältester Terrassenstufen mit Schottergrund. Dagegen sind schon nach der *Stremme'schen* Karte schwach bis mäßig gebleichte rostfarbene Waldböden, denen in den ungünstigsten Fällen die typischen Roggenböden VI bei *Hazard* entsprechen, weit verbreitet. Hier liegen sie aber nicht auf diluvialem Kies oder scharfsandigem Granitgruß wie etwa in Sachsen, sondern fast ausschließlich auf dem Buntsandstein und dem westlichen Teil der Waderner Schichten des Oberrotliegenden. Dem entspricht die *Stremme'sche* Karte ziemlich genau.

Eigentlich noch schlechter als die flachgründigen Böden der Vulkangesteinskuppen sind die auf mittlerem Buntsandstein der Pfalz. Durch die Abschwemmung des nach Osten zu steiler werdenden Reliefs gehen diese Buntsandsteinböden am Ostrand des Pfälzer Waldes sogar in typische Gebirgsschuttböden über. Diese Buntsandsteinböden haben zwar eine gute Wärmeleitfähigkeit, auch sind sie sehr locker und daher leicht zu bearbeiten, aber die Niederschläge versickern so stark, daß die Böden nicht nur allzuleicht ausdörren, sondern auch ihre Nährstoffe bis auf geringe Restbestandteile ausgewaschen werden (Ackerzahl gewöhnlich unter 30!). Eine solche starke natürliche Dränung hat auch in der Pfalz leichtere Podsolböden geschaffen, wie sie ja in Sandgebieten besonders verbreitet sind. Wie weit die Bleichung und Rostbildung hier geht, ist noch nicht genügend untersucht. Jedenfalls ist die rote Ackerkrume auf den Böden des mittleren Buntsandsteins außerordentlich sandig und kalkarm. Wenn die Bleichung oft nicht so gut zu erkennen ist, so beruht das angeblich auch auf der intensiven primären Rotfärbung der Buntsandstein- und Waderner Schichten. Immerhin ist im Buntsandstein der Pfalz sogar eine schwache Ortsteinbildung allgemein festgestellt worden, selbst feste Ortsteinbänke aus Humusortstein kommen im Pfälzer Wald vor. (*Stremme* 1936.)

Auch die Waderner Schichten des Oberrotliegenden müssen im westlichen Teil sehr sandig ausgebildet sein, ganz im Gegensatz zu den Kuseler Schichten des Unterrotliegenden! Sie liegen ja auch viel näher am alten devonischen Hunsrückgebirge, aus dessen Schutt sie abgetragen sind. Dazu paßt folgendes: Hart an der Grenze vom Buntsandstein zu den Kuseler Schichten ändert sich nicht nur der Bodentyp, sondern auch die Häufigkeit und Größe der uns von den Landwirtschaftsschulen angegebenen Wassermangelflächen ganz außerordentlich. Beim Übergang von den Kuseler zu den Waderner Schichten ist der Wechsel zwar nicht ganz so auffallend, aber ein typisches Übergangsfeld nördlich des Glan vermittelt zu den wieder sehr großen und dicht beieinander liegenden Mangelflächen im Gebiet der Waderner Schichten.

6. Die weicheren Hunsrückschiefer zerfallen wesentlich leichter als die härtesten aus der schiefrigen Umgebung herausgestalteten Tauntsquarzitkämme. Uralte Ackerkultur ist die Folge ihrer lehmigen Verwitterung. Sie ist allerdings in den hochgelegenen und stärker geneigten Flächen sehr dürrig infolge der Abschwemmung. Wo aber die flachgründigen Äcker auf den Kuppen noch einigermaßen lehmig sind, da leiden sie unter dem raschen Wechsel von Nässe in niederschlagreicher Zeit bis zur raschen Ausdörrung an trockenen Tagen. Ganz anders die Täler und Senken! Hier sind — besonders in den schon mehrfach genannten großen Mulden des Hahnen- und Simmerbachtals — bis über 1 m tiefgründige Ton- und Lehm Böden weit verbreitet! Eine hohe Entwässerungskultur deutet schon auf den ursprünglich starken Wassergehalt dieser Böden. Landwirtschaftliche Wassermangelflächen liegen daher heute nur noch auf den hier nicht weit verbreiteten Hochflächen und Kuppen. (Nach Angabe der Landwirtschaftsschulen.)

7. Die mäßig gebleichten braunen Waldböden sind vor allem auf den Bereich der Kuseler Schichten verteilt. Das ist kein Zufall, sondern muß mit dem im Ganzen gesehen feinerdigen Charakter dieser geologischen Stufe des Unterrotliegenden zusammenhängen, denn auch *Stremme* betont, daß die braunen Waldböden auf den Übersichtskarten im allgemeinen doch mehr auf den Lehmgebieten hervortreten, also auf den Böden mit dem besseren

Wasserhaltevermögen und der entsprechend geringeren natürlichen Dränung. Das ist kein Widerspruch zu Seite 35, wo die Kuseler Schichten nur in Gegensatz zu dem ganz undurchlässigen Hunsrückschiefer gestellt wurden, hier aber zu dem sehr durchlässigen mittleren Buntsandstein und den mehr sandigen Waderner Schichten. Sie stehen in der vorteilhaften Mitte: die Auflockerung und Durchlüftung ist fast so gut wie im Buntsandstein, die wasserhaltende Kraft dagegen lange nicht so schlecht! Immerhin haben sie noch deutliche B-Horizonte und zwar von typisch braunrötlicher Farbe. Wassermangelflächen wurden hier fast nur für die steilhangige Umgebung der großen Quarzporphyrkuppen und für kleinste Kuppen bei Kusel angegeben. Die Böden werden eben längst nicht so weit ins Tal hinab verdorben wie etwa im Buntsandstein. Nach der unteren Nahe zu werden sie mehr und mehr sogar den Steppenböden ähnlich, weil Auswaschung und Bleichung im trockeneren Klima geringer ist. Hier sind selbst diluviale Sandgebiete den braunen Waldböden zugerechnet. Die Sande sind sogar kalkhaltig und haben meist eine feinsandige bis sandig-lehmige Oberfläche, denn im trockenen Klima des Mainzer Beckens werden selbst diluviale Sandböden weniger ausgewaschen und gebleicht.

8. Die im mittleren Buntsandstein und Hunsrückschiefer verstreuten Inseln der besseren Böden dieser Stufe sind weniger klimatisch als rein geologisch bedingt. Es sind Inseln von Löß oder lößartigem Lehm, die sich scharf aus der ärmlichen Umgebung herausheben, weil ihr Wasser- und Nährstoffhaushalt besser in Ordnung ist. Wenn sie nicht so klein wären, würde man den größeren Wohlstand der Bauern sogar schon im Dorfbild erkennen, wie das z. B. in den größeren Lößflächen nördlich des Vogelsberges, die ebenfalls mitten im Buntsandsteingebiet verstreut sind, sofort auffällt. Die größere Auswaschung im humiden Gebiet verhindert natürlich Steppenböden, aber immerhin entstanden hier mit scharfer Grenze gegen die kümmerliche Umgebung wenigstens leichte Weizenböden. Die Mehrzahl dieser auch in der geologisch-bodenkundlichen Karte der Abt. 9 herausgehobenen Lößflächen muß daher zu einer Bodengruppe gerechnet werden, die in den landwirtschaftlichen Erträgen doch wenigstens der folgenden Stufe entspricht: (Ackerzahl zwischen 40 u. 70.)

9. *Stremme* hat die unterdevonischen Phyllite als dunkle Karbonatböden eingetragen. Ohne Zweifel sind die Phyllite des großen Streifens am Südrand des Hunsrücks kalkhaltig. Dabei mag es dahingestellt bleiben, ob sie ursprüngliche Kalkphyllite sind, die durch Druckumwandlung (ohne Kohlensäureverluste) aus Mergeln oder gar tonigem Kalk hervorgehen, oder ob sie nur reich an Augitschiefern sind, bei deren Bildung die Kohlensäure allerdings durch Kieselsäure verdrängt wurde. Kalkhaltig sind aber sowohl die Augite als auch die eigentlichen Kalkphyllite. Ferner sind die Böden steinärmer als Folge der zarten Schieferung der Phyllite. Das alles zeichnet sich in Bodenart und Bodentyp deutlich ab, die Verwitterung ist tiefgründiger und feinerdiger. Sowohl im Gegensatz zu den nördlich liegenden Quarzitböden als auch zu den stark bewaldeten Flächen der sandigen Waderner Schichten im Süden ist hier altes Ackerland mit dichter Besiedlung schon auf den geologischen Karten festzustellen.

10. Die ungebleichten braunen Waldböden der Kreuznacher Gegend liegen auf Löß und sind sehr gut humos, daher gut durchlüftet und durchfeuchtet, auch zeigen sie schon ähnlich günstige Wurmkotstrukturen wie in Rheinhessen die braunen Steppenböden. Die Lößäcker werden also nach dem Mainzer Becken zu immer besser, je trockener das Klima wird: Im Buntsandsteingebiet der Pfalz und auf den regenreichen Höhen des Hunsrücks mögen sie stellenweise noch schwach gebleicht sein (8), um Kreuznach herum sind sie schon braune und ungebleichte Waldböden (10) und noch weiter östlich werden sie gar zu braunen Steppenböden (11, 12). In dieser Stufenreihe spiegelt sich zweifellos der große Einfluß des Klimas wieder.

11. und 12. Dagegen steht die Abstufung der braunen gegen die degradierten Steppenböden im rheinhessischen Gebiet ebenso sicher nur mit der Verteilung der Lößflächen einerseits und der mehr tonig ausgebildeten und feinerdereichen Tertiärböden andererseits im Zusammenhang. Das ist schon auf der Bodentypenkarte deutlich: alle braunen Steppenböden haben das Zeichen für Löß, die degradierten dagegen das für Tonböden. Noch besser erkennt man das bei einem Vergleich mit der geologischen Karte, die hier offenbar als Grundlage gedient hat. Beide Steppenböden zu-

sammen zeigen in ihrer westlichen Ausbreitung jedoch eine auffallende Übereinstimmung mit der Regenlinie 550 und damit schon kann der geringe Abfluß, die geringe natürliche Dränung des rheinhessischen Steppenbodengebiets sehr wohl zusammenhängen. Er ist schon an dem sehr weitmaschigen Gewässer- und Grünlandnetz zu erkennen. Diese rheinhessischen Tschernosemböden des trockenen Klimas haben trotzdem einen hervorragenden Wasserhaushalt (s. S. 17 u. 21): Vernässungserscheinungen sind hier selten. Doch auch *Stremme* führt die guten Eigenschaften der Steppenböden mit Recht nicht nur auf das Klima zurück, sondern auch auf den ursprünglichen Steppen-graswuchs und den ihm schon zugehörigen günstigen Wasserhaushalt. Auch wirkt der Boden selbst mit: der hier weitverbreitete Löß verbindet immer Durchlässigkeit (als Folge der Röhrenstruktur) mit einer trotzdem großen — kapillarbedingten — wasserhaltenden Kraft, denn er ist immer feinsandig-staubig und es fehlen jegliche die Kapillarität hemmenden, undurchlässigen Verdichtungshorizonte. Doch auch der Löß will vom Klima gut behandelt werden! (S. S. 52).

Ein sehr lehrreiches und typisches Bodenprofil für die vorwiegend braunen Steppenböden Rhein Hessens wurde z. B. bei Undenheim von *Wagner* (*Stremme* 1936) aufgenommen und zeigt alle Merkmale der guten Lößböden im Steppenbodengebiet: der 70 cm mächtige A-Horizont ist von kaffeebrauner Farbe und geht ganz allmählich ohne Verdichtungen in den C-Horizont über. Er ist gut humos, krümelig und zeigt zahllose mit gesprenkeltem Boden angefüllte Tierlöcher. Bezeichnend sind für A 3 grauweiße, schimmelige Kalkausscheidungen auf Krümeln und Wurmgängen. Hier sind die Tierlöcher mit kaffeebraunem Boden angefüllt und selbst im Übergangshorizont zu C befinden sich noch fingerdicke, senkrechte Wurmröhren sowie Tierlöcher.

Solche porösen und gut durchlüfteten Böden sind insbesondere wegen ihres guten Wasser- und Nährstoffhaushaltes seit Jahrtausenden in Kultur und wohl ursprüngliche Waldsteppe. Landwirtschaftliche Wassermangelgebiete im eigentlichen Sinne dürften hier nicht vorkommen, wobei Beregnungsflächen für intensivere Spezialkulturen natürlich nicht als ursprüngliche landwirtschaftliche Wassermangelgebiete angesehen werden können. Es ist allerdings auch möglich,

daß in dem seit jeher grünlandarmen Gebiet durch künstliche Bewässerung mehr Wiesen geschaffen oder daß in trockenen Jahren und Monaten die Weinberge mehr gespritzt werden müssen.

13. Die große Fläche des Pfälzer Gebrüchs ist ein in verschiedenste Buntsandsteinablagerungen teils eingegrabenes und teils aus diesem wieder zusammengeschwemmtes breites Tal anmooriger organischer Naßböden mit früher sehr hohem Grundwasserstand. Da die mittleren Buntsandsteine kalk- und nährstoffarme Böden liefern, müssen hier Hochmoorbildungen ursprünglich überwiegen, wie das auch die *Stremmesche* Karte zeigt. Der größte Teil des Profils dieser organischen Naßböden liegt ursprünglich dauernd unter Wasser; sie können erst nach der Entwässerung verbessert werden und es kann sein, daß diese anmoorigen Gebiete, die vorher bei der verhältnismäßig geringen Verdunstung der Sumpfpflanzen wie ein Schwamm das Wasser festhielten, jetzt — zumal bei wiederholtem Grasschnitt — das mehrfache an Wasser verbrauchen. Große Teile des Pfälzer Gebrüchs sind heute durch eine hoch entwickelte Entwässerungskultur sogar schon in Ackerland umgewandelt, welches sich zwar durch eine sehr sandige, aber auch schon dunkelbraune humose, also stark wasserhaltende Krume auszeichnet.

Die Nahe gab also fast alle Bodenbeispiele her, die man zur Übertragung auf eine rheinische Hydrologie benötigen würde:

1. Auch im übrigen Rheinischen Schiefergebirge sind die hochgelegenen Böden ähnlich leicht austrocknend wie an der oberen Nahe; insbesondere werden z. B. die lehmig-steinigen Grauwacke- und Tonschieferböden der weitverbreiteten Koblenz-Stufe unter einer ähnlichen Flachgründigkeit und daher unter Trockenheit in regenarmen, teils aber auch unter Vernässung in regenreichen Jahren leiden. Je kälter und nasser das Klima, umso eher werden auch Ortsteinbildungen und Podsolierungen um sich greifen, also ganz besonders z. B. im eigentlichen Sauerland (entsprechend Abb. 1), wo bis 80 cm mächtige Rohhumusdecken keine Seltenheit sind. Ähnliches gilt von den übrigen naßkalten Inseln dieser Karte in Abb. 1. Der eigentliche landwirtschaftliche Wassermangel des Sommers wird im Rheinischen Schiefergebirge also immer auf den Höhenlagen und besonders auf den Kuppen und Rücken gesucht werden müssen.

2. Im Vergleich dazu mögen alle Lößgebiete ruhig ausscheiden, denn selbst im trockensten Teil des Rheingebietes in Rheinhessen ist die Wasserkapazität im Löß allgemein ausreichend. Nach monatelanger Trockenheit ist der Wassergehalt der feinerdigeren Böden hier noch ums vier- und fünffache größer als der von Sandböden (Beispiele bei *Lüdecke* 1899).

3. Die Gebiete des mittleren Buntsandsteins der Rheinlande sind hydrologisch ganz besonders gleichwertig und können als Hauptträger der land- und forstwirtschaftlichen Wassermangelflächen angesehen werden (Saar, Vogesen, Pfalz, südliche und nördliche Eifel). Ähnliches gilt von den älteren Rheinterrassen, die besonders am Niederrhein weit verbreitet sind.

4. Es fehlen an der Nahe eigentlich nur die strengen Tonböden der in Lothringen und im Bitburger Land weit verbreiteten Keupergebiete mit ihrem besonders charakteristischen und extremen Wasserhaushalt. Die typischen Keuperböden sind so schwer, sie halten das Wasser so ungeheuer fest, daß sie oft genug mit sechs Pferden gepflügt werden müssen. Gerade wegen des schlechten Wasserhaushalts müssen die wenigen Stunden zur Bearbeitung ausgenutzt werden, in denen die Ackererde weder zu trocken noch zu naß ist (Stundenböden). Diese naßkalten Tonböden sind einerseits besonders bedroht von der Gefahr der Auswinterung des Getreides bei Kaltlufteinbrüchen aus Norden und Nordwesten, andererseits trocknen sie oberflächlich verhältnismäßig rasch ab, bleiben wenige Zentimeter darunter zunächst noch feucht und gummiartig zäh, um schließlich hart und brüchig zu werden. Dann zeigen sie die bekannten Trockenrisse, welche bisweilen mehrere Meter tief sein können. Pflügt der Bauer aber in zu nassem Zustand, so entstehen die bekannten „nassen Pflugbalken, die nach dem Wiederaustrocknen wie Zement zusammenbacken und mit keinem Gerät zu bearbeiten sind“ (*Münzinger* 1941). Ganz allgemein leiden diese Böden an zu großer Nässe, sodaß trockene Jahre gewöhnlich die besseren Ernten bringen. Folge all dieser unangenehmen Eigenschaften ist ein geringer Ernteertrag und einziges Mittel der Verbesserung ist Entwässerung der schweren Böden und anschließend verbesserte Humuswirtschaft, Auflockerung aus der Einzelkornstruktur zur Krümelung und Bodengare.

Zweifellos ist mit dieser Entwässerung und der darauffolgenden Humusverbesserung aber auch ein Wassermehrverbrauch für die Zukunft verbunden, der unter Umständen bei den großen Flächen in Rechnung gesetzt werden muß, weil er dem Abfluß entzogen wird. Da die Entwässerung zunächst aber auch einen stärkeren Abfluß bedingt, indem sie einen Wasserüberschuß beseitigt, ist die Frage des künftigen Mehrverbrauchs hier nicht ganz einfach zu beantworten.

IV. Das Wasser in Wiese, Wald und Feld.

Wasserhaushalt und wasserwirtschaftliche Planung ist eng verflochten mit der Bodennutzung: das bekannte Wort Friedrichs des Großen von der „Verdoppelung der Halme“ hat auch für die Wasserwirtschaft seine besondere Bedeutung, denn jeder neue Halm nimmt dem Flußlauf Wasser weg, dies allein schon durch die nahezu verdoppelte Verdunstung infolge der Verdoppelung der Halme. Jede landwirtschaftliche Verbesserung bringt also einen Wassermehrverbrauch mit sich; sie ist aber nicht nur durch künstliche Bewässerung, sondern vor allem auch durch verbesserte Humuswirtschaft zu erreichen. Diese bedingt schon an sich eine stark vermehrte Rückhaltefähigkeit für das Wasser. Man braucht ja nur eine kleine Menge Wasser durch je eine Probe sterilen Sandes und eines sehr humusreichen Sandes hindurchlaufen zu lassen: Der humusreiche hält das Mehrfache an Wasser zurück! Allein schon durch diese stärkere wasserhaltende Kraft vermag ein humusreicher Boden bessere Ernten zu bringen. Dieser künftige Wassermehrverbrauch in Land- und Forstwirtschaft ist unter Umständen so groß, daß er selbst bei größerer Planung von Triebwerken keineswegs übersehen werden darf. Das führt zu der weiteren Frage: Welcher Art sind die Böden, auf denen solche wesentlichen Verbesserungen der Ernten am ehesten zu erzielen sind? Wo liegen also die bisher schon öfter genannten landwirtschaftlichen Wassermangelflächen oder besser die Flächen des künftigen Wassermehrverbrauches? Manchmal fehlt es ja nicht einmal am Wasser, sondern nur an den nötigen Nährstoffen, weshalb die Pflanze das Wasser bloß nicht ausnützen kann. Wenn es ferner gelingen sollte, etwa durch Borsäuredüngung die Dürresistenz der Feldpflanzen auf trockenen Böden und damit die Ernte

dort im großen Umfang zu steigern (Boas 1937), so wäre auch damit — wie mit jeder Erntesteigerung ein Wassermehrverbrauch verbunden. Dazu darf behauptet werden, daß Dürrezeiten — insbesondere auf durchlässigen Böden — die Ernten mehr gefährden als Krankheiten!

Die typische Wassermangelfläche tritt uns besonders kraß z. B. in der Mark Brandenburg entgegen⁷⁾, die daher hier einmal zum Vergleich herangezogen werden muß: Endlose Sandflächen, die nur Roggen und Kartoffeln oder nur unermessliche Kiefernwälder tragen. Unter den Kiefern liegt eine dünne Nadelstreu auf dem Sande, kümmerlicher Wuchs in Wald und Feld! Der Hauptgrund ist der schlechte Wasserhaushalt des Bodens, denn dem durchlässigen humusarmen Sande fehlt es am Wasser, weil er es nicht festhalten kann. Diese land- und forstwirtschaftlichen Mangelflächen des Havel-Spreegebietes wurden nach pflanzensoziologischen und anderen Gesichtspunkten genau kartiert. Ein kleiner Teil einer solchen Mangelfläche — geplant war ein Siebentel — sollte durch künstliche Bewässerung zur Mähwiese gemacht werden. Zumal die Zufuhr nährstoffreichen Abwassers bringt drei- und vierfache Heuernten. Es ließe sich auf diese Weise für die Mark eine schon lange geplante Verdoppelung des Viehbestandes erreichen und damit eine wesentlich stärkere Betonung der Humuswirtschaft, denn der gewonnene Humusdünger könnte den übrigen $\frac{5}{7}$ aller Mangelflächen zugute kommen und dadurch würden diese eine von Jahr zu Jahr stärkere wasserhaltende Kraft erhalten und zumindest haferfähig werden! Man rechnet auf dieser Grundlage mit einem Wassermehrverbrauch von 400 mm für die Bewässerung des einen Siebentels (die auf die Vegetationsmonate verteilt werden) und mit einer verstärkten Rückhaltefähigkeit von 100 mm (verteilt über das ganze Jahr) für die künftig besser gedüngten übrigen $\frac{5}{7}$, insgesamt etwa mit 150 mm für die ganze Fläche.

Etwas anders ist der künftige Wassermehrverbrauch in den Kiefernwäldern gedacht, aber auch hier mit 100 mm eingesetzt: Durch Überführung in natürlichen Eichen-Birkenwald wird der saure Humus der Kiefern in einen milderen und mächtigeren Humus ver-

⁷⁾ Vgl. Richtlinien des Reichsministers für Ernährung und Landwirtschaft vom 4. 4. 1941.

wandelt, der dann bedeutend mehr Wasser zurückhält als vorher. Auch die Mischwaldkulturen selbst verdunsten mehr als die reinen Kiefernbestände. — All dies mehr verdunstende Wasser geht zwar dem Abfluß für Havel und Spree verloren, aber die trostlose Mark würde im Lauf der Jahrzehnte zu einem fruchtbareren und schöneren Land mit sehr viel Wiesen und grünen Wäldern, die übrigens heute schon mächtig in das dunkle Kiefernmeer eindringen.

So war einst die wasserwirtschaftliche Planung. Sie wird für das Rheinland etwas abgeändert werden müssen, schon weil hier der Viehbestand in normalen Zeiten ohnehin doppelt so stark ist wie im Osten und weil die endlosen Sandflächen der Mark mit ihren Silbergrasfluren bei uns fast garnicht mehr vorkommen. Und doch gäbe es auch im Westen, vor allem in den Mittelgebirgslagen, große Möglichkeiten der land- und forstwirtschaftlichen Intensivierung.

1. Die Waldverteilung.

Die durchlässigsten und minderwertigsten Böden, die man mit denen der Mark noch vergleichen könnte, sind im Rheingebiet fast durchweg aufgeforstet. Dies ist so deutlich, daß man die Waldverteilung geradezu als Mittel zur großräumigen wasserwirtschaftlichen Beurteilung der Böden benutzen kann. Es hängt auch das wieder mit dem Wasserhaushalt der Böden wirklich sehr eng zusammen: fast restlos bewaldet sind in erster Linie die (kolloidchemisch gesprochen) *g r o b d i s p e r s e n* Böden der quarzitischen Sande. Die Grobporigkeit bedingt bei geringer Kohäsionskraft eine geringe Wasserkapillarität und Wasserkapazität und damit das rasche Versinken der Niederschläge. Infolgedessen ist die Auswaschung sehr groß, der Nährstoffgehalt sehr gering, der gesamte Wasserhaushalt ist schlecht. Das sind mit *Wiegners* Bezeichnung die *a b s o l u t e n* *W a l d b ö d e n*. Insbesondere ist der mittlere Buntsandstein in Deutschland zum allergrößten Teil bewaldet. Einige Tage intensiver Besonnung dörren solche Buntsandsteinböden völlig aus, weshalb sie dem Ackerbau nur sehr schwer zugänglich sind. Am leichtesten kommt noch Kiefern-saat hoch; Birken, Eichen und Kiefern überwiegen, Laubhölzer bedürfen größter Schonung! Wie außerordentlich scharf oft die Waldgrenze mit der Zunahme der Dispersität, also mit der Feinerdigkeit abschneidet, zeigt insbesondere der Übergang vom mittleren zum

oberen Buntsandstein⁸⁾. — Bei einem Vergleich der heutigen geologischen Karten mit den vor rd. 140 Jahren durchgeführten französischen Vermessungen (Tranchotkarten, *Kuphal* 1930) ist festzustellen, daß die Flächen mit „Heyden“ oder „Busch und Heyden“ ebenfalls am stärksten auf den grobkörnigen Unterlagen verbreitet waren: auf dem mittleren Buntsandstein, auf den Flugsandgebieten am Mittel- und Niederrhein, auf Taunusquarziten, sehr ausgeprägt auch auf den ältesten Terrassen des Rheines und seiner Nebenflüsse⁹⁾. Heute sind es vielfach die mit Kiefern bestandenen Sandgebiete. Hier wären forstwirtschaftliche Wassermehrverbrauchsflächen am ehesten zu erwarten, aber die rheinischen Forstleute wollen vielfach noch wenig wissen von der Umwandlung der reinen Monokulturen. Umso mehr haben die Landwirte die Möglichkeiten der Intensivierung gerade der armen Sandböden erkannt.

a) Absoluter Waldboden ist im Nahegebiet der mittlere Buntsandstein der Pfalz, dessen durchlässigen Sandböden das bodenmildernde kalkige Bindemittel fehlt. Einzig von Norden her sind größere Ackerflächen dem Pfälzerwald entrissen. Bei Kaiserslautern z. B. tritt im Landschaftsbild die Kiefer sehr stark hervor, die hier sogar alleinheimisch sein soll (*Wilde*, zit. nach *Wiemann* 1939). Sie paßt sehr gut zu dem rostfarbenen Waldbodentyp der *Stremme'schen* Karte und zu der sandigen Bodenart. Man glaubt sich in die Mark versetzt.

b) Auch die Taunusquarzitböden sind fast restlos bewaldet, allerdings herrscht vielfach die Fichte vor, die ursprünglich — wenigstens an den Südhängen — weiter verbreitete Trockenwälder verdrängte. Ackerbau kommt auf diesen außerordentlich leicht austrocknenden steinreichen und flachgründigen Böden kaum in Frage. Eine einzige Gemeinde (Dachweiler) hat hier ausgedehntere Felder, deren Erträge auch entsprechend gering sind. — Die Quarzitschuttflächen am steilen Rand dieser großen Quarzitkämme zeigen zwar (nach An-

⁸⁾ Vgl. auf der Schusterschen geologischen Karte der Pfalz die Verteilung des Waldes auf mittlerem und oberem Buntsandstein, insbesondere auf der Westseite des Pfälzer Waldes und südlich vom Pfälzer Gebüch.

⁹⁾ Vgl. auf derselben Schusterschen Karte die fast restlos bewaldeten Schwemmkegel aus Geröllen und Sanden am Oberrhein, z. B. bei Karlsruhe und Landau!

gabe der geologischen Blätter) im allgemeinen eine lehmigere Verwitterung, aber erstens ist die Neigung der Flächen und damit die Abspülung zu groß und zweitens verhindern die dicht umherliegenden großen Quarzitblöcke einen lohnenden Ackerbau. Entsprechend sind auch diese Flächen nur in ganz geringen Ausnahmefällen gerodet. -- Diese beiden geologischen Formationen bilden die Grundlage der größten Wälder des Nahegebietes: Hoch- und Idarwald, Lützelsoon- und Soonwald. Wieweit diese nun jene im geologischen Teil besprochenen hydrographischen Gegensätze zwischen Hunsrücksscholle und Rotliegend-Buntsandsteinfläche wieder ausgleichen, bedarf näherer Untersuchung. Sicher wird das dichte Dach der Fichtenkronen einen Teil der bis 1200 mm betragenden Niederschläge einerseits abfangen, ohne daß er überhaupt erst zu Boden gelangt, andererseits fließt zumal von den steilen Hängen der Quarzitkämme ein großer Teil der Niederschläge auch unmittelbar über eine dichte Fichtennadelstreu ab. Daß dieser Wald überhaupt nur zu einem geringen Teil die geologisch bedingten Gegensätze wieder aufhebt, das beweisen ja gerade die angeführten sehr voneinander abweichenden Abflußganglinien in Abb. 11.

c) Sämtliche Quarzporphyrkuppen und -decken sind durchgehend bewaldet und zwar sehr oft mit spärlichen Kiefern. Den unbewaldeten Rest bilden Schafweiden mit kümmerlichem Gras auf steinreichen und flachgründigen Böden. Die Kalkarmut dieser sauren Porphyre ist sehr groß (0,3% Kalk, weniger als 45% Feinerde) und sie tragen jene ausgesprochen bodensauren Wälder z. B. des Donnersberges und Königsberges, deren Böden wieder in erster Linie durch Auslaugung und Abspülung vor allem an den Westseiten verschlechtert, d. h. durch Wegführung der basischen Bestandteile versauert sind. Hier leiden sie ganz besonders unter rascher Ausdörrung in Trockenzeiten.

d) Die übrigen Eruptivgesteinsböden des porphyritischen Grenzingers und der Melaphyre sind schon etwas besser und man kann sie eigentlich schon mit dem Hunsrücksschiefer und den größten Teilen des Rotliegenden zusammenfassen: Es sind dies die eigentlichen Rodungsflächen des Mittelalters. Auf der Schlüter'schen Karte der Rheinprovinz (Aubin und Niessen 1926), welche die Waldverteilung

des 5. Jahrhunderts darstellt, sind diese Flächen noch durchweg ungerodet, ganz im Gegensatz zu dem weiter unten zu besprechenden ursprünglich waldfreien Siedlungsland. In den Rodungsgebieten entscheidet heute in erster Linie die Neigung des Geländes, das im Rheinischen Schiefergebirge ganz allgemein bei Überschreitung des Gefälles von 15:100 nicht mehr rodungswürdig ist, daher sind die meisten Wälder über die Talhänge verbreitet.

Schon der Hunsrückschiefer trägt verhältnismäßig wenig Wald, aber noch zerstreuter und kleiner werden die Waldinseln, je mehr man südwärts über die Waderner Schichten zum Pfälzer Hügelland kommt und schließlich in das Gebiet der besseren, d. h. der überwiegend braunen und wenig gebleichten Waldböden! An diesen kleinen und wenigen ungerodeten Stellen wurde allerdings der Boden durch einen weit verbreiteten Niederwaldbetrieb mit Abholzung im 16jährigen Wechsel allein schon dadurch stark verschlechtert, daß die Kahlschlagböden von den Niederschlägen immer wieder „festgetrommelt“ werden und die Moosdecke bald verschwindet. Heute werden diese kleinen Flächen zwar meist wieder in Hochwald übergeführt, weshalb an den ehemals verschlechterten Stellen mit einem künftigen Wassermehrverbrauch gerechnet werden könnte. Vorläufig werden die Lohhecken noch sehr stark von Haselnuß und Hainbuche durchsetzt.

Die Waderner Schichten sind auffallend stärker bewaldet als die Kuseler Schichten. Das deutet schon auf gröbere bzw. ärmere Bodenart der ersteren und stimmt sowohl mit der geologischen und Bodentypenkarte als auch mit den Angaben der Landwirtschaft über Wassermangelflächen überein.

e) Schon die frühgeschichtliche Waldkarte in *Aubin's Handatlas* zeigt ausgesprochenste Waldarmut im rheinhessischen Teil des Nahgebietes, in dem Schwarzerden auf Löß, feinen Tertiärsanden und Tonen stark hervortreten. Die humusreichen Böden mit einem für Ackerbau denkbar günstigen Wasserhaushalt sind bis heute waldfrei geblieben. Es ist altes Siedlungsland, in dem nach Ansicht *Stremme's* und anderer Forscher auch die Wühltätigkeit des Hamsters und anderer Tiere den Wald verhinderten; es sind die Gebiete der frühesten und dichtesten Besiedlung, wo schon zur Steinzeit Getreidebau getrieben wurde.

Im Ganzen deckt sich also das Bild der reinen Waldverteilung mit den Stufen des Wasserhaushaltes der Böden; denn z. B. die durchlässigsten und trockensten sind die stärksten bewaldeten. Die im Trockenheitsindex zusammengefaßten wichtigsten Elemente des Klimas spielen dagegen in umgekehrter Reihenfolge und nur mittelbar hinein: größte Lufttrockenheit — geringste Bewaldung und umgekehrt.

Es gibt im Rheingebiet allerdings auch örtliche Abweichungen von der „Regel der absoluten Waldböden“. In der reinen Muschelkalkgegend der Blies z. B. sind die nichtgerodeten Reste ausgerechnet auf Löß- und Lößlehminseln zurückgedrängt. (Vgl. Schusters geologische Karte der Pfalz 1:200 000.) — In der großen Lößlandschaft am Niederrhein ist gerade der schwer durchlässige Graulöß bewaldet, und die Grenzen sind auf den geologischen Blättern (z. B. Frechen, Bergheim usw.) oft haarscharf! Ob hier der Graulöß erst unter der Walddecke entstand, ist eine umstrittene Frage, eher scheint es, daß man in der fruchtbaren Lößlandschaft nicht nötig hatte, über die Graulößgrenzen hinaus zu roden. Ähnliches könnte für die Lößinseln an der Blies gelten: in guter Umgebung bleiben die relativ schlechteren Inseln bewaldet und das können dann sogar solche von Löß und Lößlehm sein.

2. Das Grünlandnetz.

Die Verteilung von Wiese und Weide im Landschaftsbild läßt ebenfalls gewisse Rückschlüsse auf den Wasserhaushalt von Klima und Boden zu. Man sieht das Grundwasser bezw. die stauende Nässe gewissermaßen auf jeder Grünlandkarte hindurchschimmern, denn Wiesen und Weiden gedeihen am besten bei hohem Grundwasserstand, und keine Anbauart verbraucht so viel Wasser! Hier ist es daher noch am ehesten möglich, vom Klima aus den landwirtschaftlichen Wassermangel und künftigen Mehrverbrauch zu beurteilen. Für Grünland ist die Bewässerung tatsächlich in den Trockengebieten am dringlichsten und wird zum Ausgleich der sommerlichen Trockenheit auch dort erwünscht bleiben, wo die düngende Herbstbewässerung heute überflüssig geworden ist. Sie ist hier wegen der Mannigfaltigkeit in der monatlichen Verteilung der Niederschläge aber nicht nach einem starren Schema zu handhaben, wie das im Osten

möglich sein mag, wo weder die jahreszeitlichen noch die örtlichen Unterschiede in der Regenverteilung so ins Gewicht fallen. Unter Zugrundelegung eines mit verschiedensten Landesbauernschaften und Landwirten besprochenen Bewässerungsplanes¹⁰⁾ wurde in einer Karte, die man sich nach den Niederschlagkarten des 40 jährigen Mittels rasch selbst herstellen kann, die besonderen Regenmangelflächen für jeden Monat der Vegetationsperiode April bis September dargestellt. Man erkennt auf einer solchen möglichst farbigen Karte sofort, wo und in welchen Monaten die erforderlichen Regenmengen fehlen. Beispielsweise umgrenzt die 60 mm-Linie der Niederschlagkarte des 40 jährigen Mittels für August dasjenige Gebiet, in welchem durchschnittlich mindestens 60 mm fehlen. Innerhalb der 40 mm-Linie fehlen mindestens 80 mm usw. Unter Beschränkung auf Extremwerte kann man bei Anwendung verschiedenster Farben eine Übersicht über die Grünlandbewässerung für die gesamte Vegetationszeit und das ganze Rheingebiet in einer einzigen Karte vereinigen.

Das Grünlandnetz zeigt schon eine deutliche Abhängigkeit von der so dargestellten Verteilung des Regenmangels. Wo in den kritischen Vegetationsmonaten allzuviel fehlt — z. B. an der unteren Nahe 40—60 mm in fast allen Wachstumsmonaten außer im April — da verschwindet das Grünlandnetz selbst auf den Meßtischblättern fast bis zur Unkenntlichkeit (Rheinhessen, Wetterau, Limburger goldene Aue, Maifeld, Erftgebiet), wo es dagegen in manchen Monaten überhaupt nicht an Niederschlägen mangelt, wo diese dann höchstens noch zweckmäßig verteilt und verrieselt werden müssen, da steht die Grünlandkultur auf besonders hoher Stufe — wie im Siegerland — oder aber die ganze landwirtschaftliche Nutzfläche besteht oft nur aus Wiesen oder Weiden, wie in vielen Gemeinden um Eupen und Malmedy. Man kann hierin geradezu eine Beziehung zwischen Regen und Milchwirtschaft erkennen.

Allerdings spielt auch der Boden eine gewisse Rolle dabei. Im Maifeld ist ganz besonders wenig Grünland auf den Bimssteinböden, die das wenige Wasser auch noch versickern lassen und da-

¹⁰⁾ April 160, Mai 120, Juni 90, Juli 120, August 120, September 90 mm, insgesamt 600 mm in der Vegetationszeit.

her kaum einer Dränung bedürfen. Ein Gewässernetz mit Wiesen-
gründen ist beinahe gar nicht vorhanden. Das Gegenbeispiel dazu
liefert die Bitburger Keuperlandschaft mit reich verzweigtem Netz
breitflächiger Wiesengründe. Auch lettige Muschelkalke und tertiäre
Tone sind bei einigermaßen günstigen Regenverhältnissen für Grün-
land sehr geeignet.

Allein das Nahegebiet umfaßt eine gleichsam quantitative Stufen-
reihe verschiedener Gebiete mit verschieden stark entwickeltem Grün-
landnetz, welches am besten auf einer Seite 67 erwähnten Raumbe-
standskarte zu erkennen ist, fast ebenso gut aber auch auf einer
speziellen Grünlandkarte, die nach den Bodenbenutzungslisten des
Deutschen Reiches für das Jahr 1937 zusammengestellt wurde und

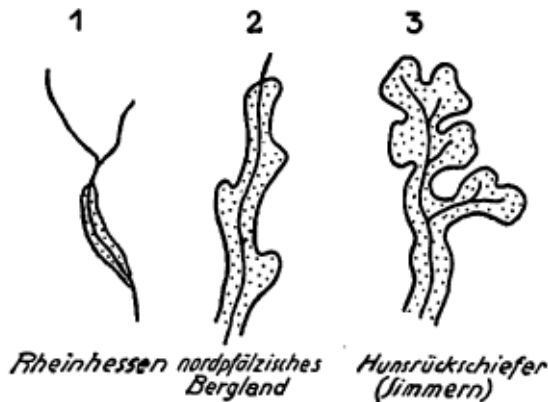
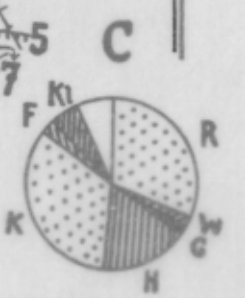
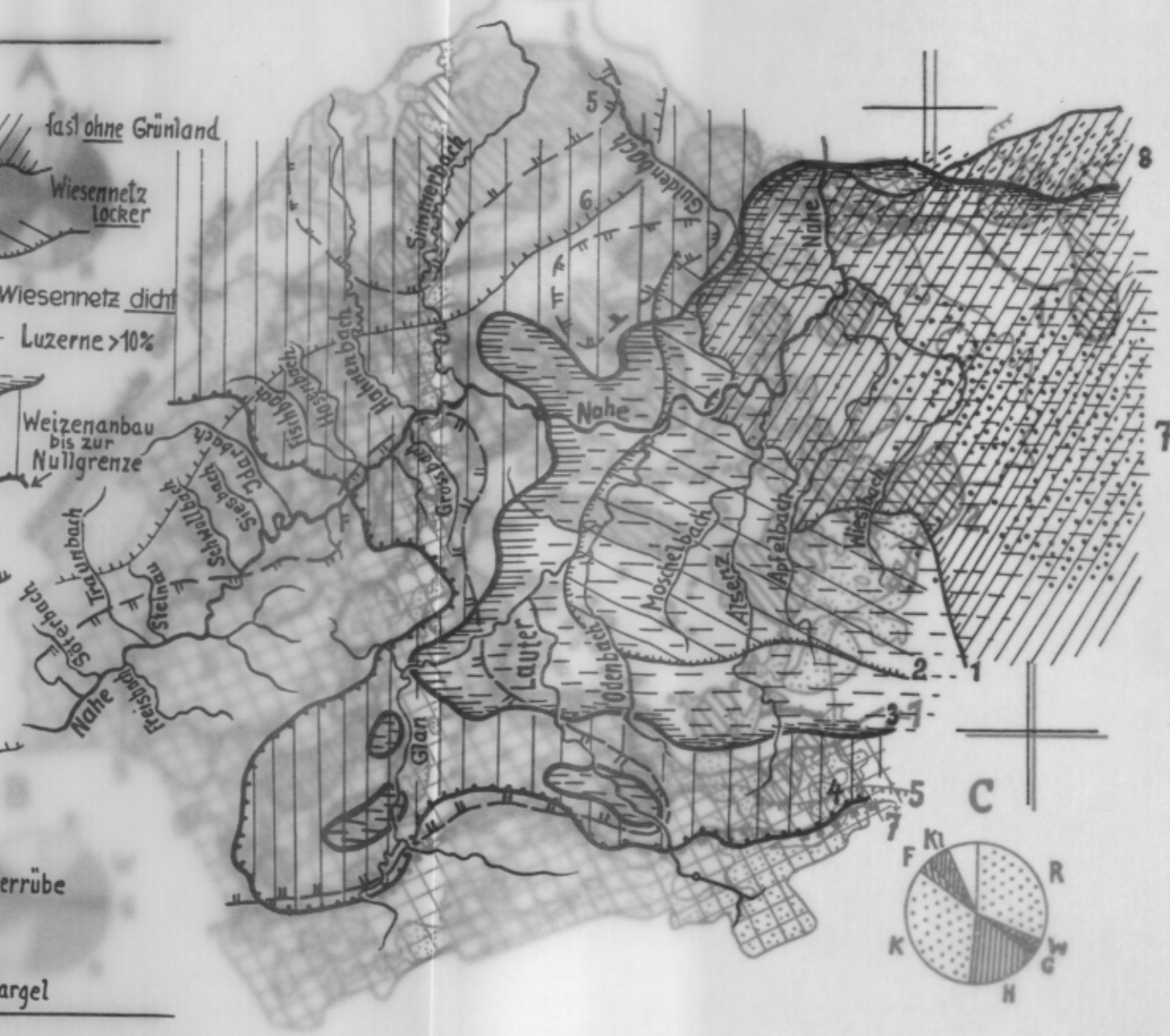


Abb. 15: 3 Typen des Wiesennetzes an der Nahe.

in der nach ein- bis mehrschürigen Wiesen sowie nach Schaf-Jung-
vieh-, Kuh- und Fettweiden unterschieden wurde. Drei Typen las-
sen sich zeichnerisch darstellen (Abb. 15) und regional verfolgen
(Abb. 16 b Nr. 1—2).

Der wiesenärmste Typ I ist auf die besten Böden im Gebiet der
Schwarzerden Rheinessens beschränkt. Das läßt zunächst auf den
Zusammenhang mit dem besonders trockenen Klima Rheinessens
schließen: Die geringen Regenmengen des Sommers werden größt-
enteils vom Boden und von der Pflanze aufgenommen, sodaß für Grund-
wasser und Quellen nicht viel übrigbleibt. Die Folge ist ein an sich

- 1  fast ohne Grünland
- 2  Wiesennetz locker
- 3  Sonst: Wiesennetz dicht
- 4  Luzerne >10%
- 5  Weizenanbau bis zur Nullgrenze
- 6  Rotklee >10%
- 7  Hafer >20%
- 8  Zuckerrübe
- 9  Spargel



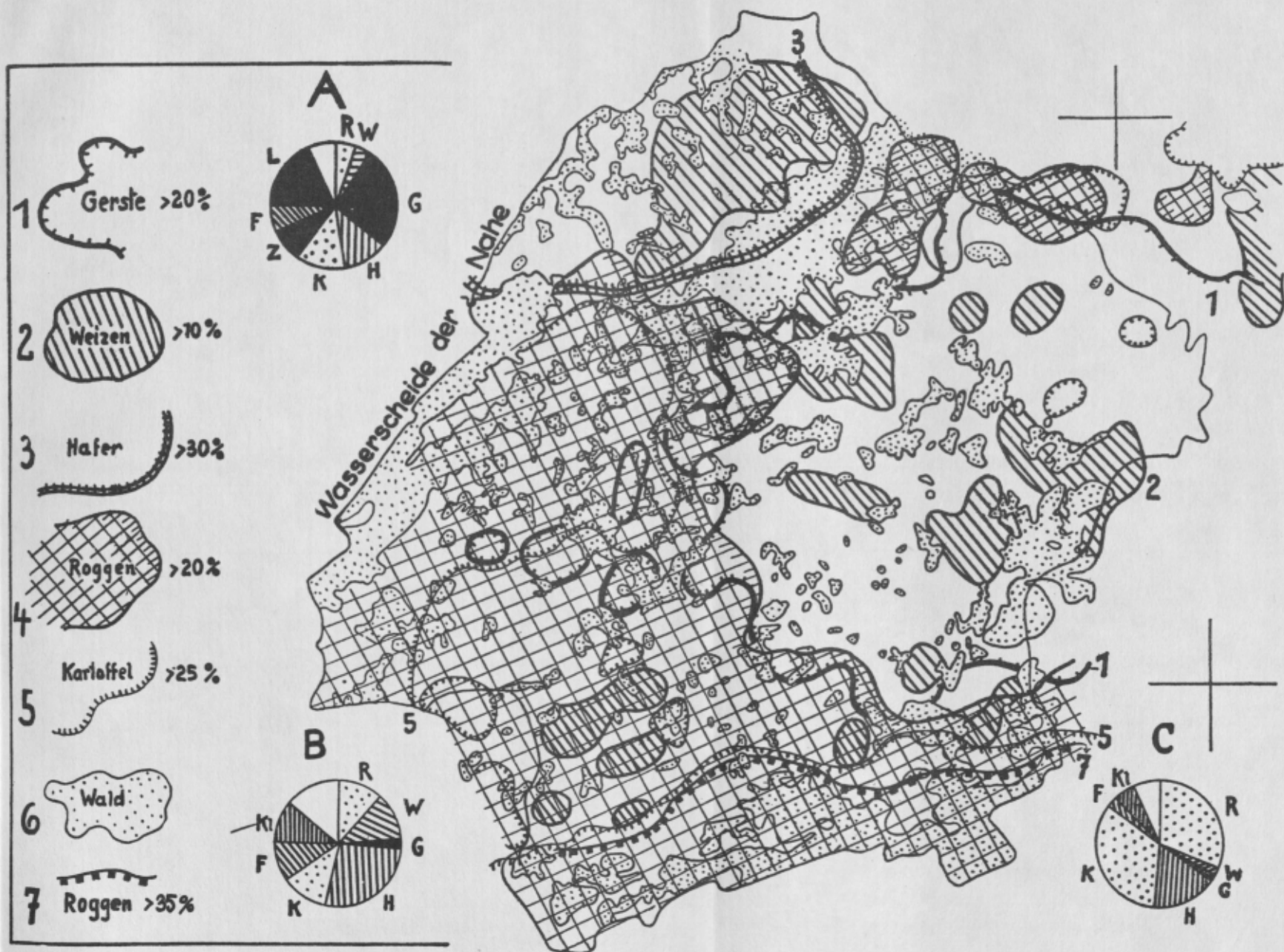


Abb. 16 a und b: Bewaldung und landwirtschaftliches Anbauverhältnis im Nahegebiet (s. Text).

schon dünn- und weitmaschiges Gewässernetz, das nur selten und nur von schmalsten Wiesengründen begleitet wird, weil der Grundwasserspiegel zu tief liegt. Damit ist aber über den Wasserhaushalt des Bodens gar nichts gesagt. Der weitverbreitete Löß mit seinen vorzüglichen wasserhaltenden Eigenschaften eignet sich möglicherweise doch für einen Dauerweidebetrieb, denn er speichert genügend Wasser auf und verfügt daher noch nach monatelanger Trockenheit über soviel Reserven, daß großer Schaden vermieden wird. Die Kapillarität ist außerdem so groß, daß er die Vegetation aus ziemlich tiefliegendem Grundwasserspiegel versorgen könnte. Unter ähnlichen, allerdings schon weniger trockenen Verhältnissen gibt es z. B. im Erftgebiet Dauerweiden auf Löß bei tiefliegendem Grundwasser! Man kann also aus dem Fehlen von Grünland noch nicht ohne weiteres auf einen geringen Wassergehalt des Bodens schließen. Im allgemeinen ist zwar die Dränbedürftigkeit der rheinhessischen Böden nicht groß aus den ebengenannten Gründen, aber in den Niederungen mit anstehenden tonigen Cyrenmergeln gibt es selbst in dieser Gegend, die zu den trockensten und wärmsten Deutschlands gehört, Entwässerungsgenossenschaften! Klima und Boden müssen immer zusammen betrachtet werden.

In derselben Richtung, in der sich die Regengleichen nach den nassen Höhen zu ändern, nähert sich auch das Wiesennetz dem Typ II, jedoch nur ganz allmählich, was schon darauf hinweist, daß auch die Böden hier nicht so plötzlich sich ändern, wie es nach der Bodentypenkarte erscheinen könnte. Auch das Wiesennetz der Seitentäler wird schon breiter und lückenloser. Ganz allgemein muß der Grundwasserspiegel hier schon höher liegen.

Den breitflächigsten Typ III des Grünlandnetzes findet man ganz ausgesprochen in den regenreichen Höhen des Hunsrücks, vor allem auf dem sehr undurchlässigen Hunsrückschiefer, wo er bis zehnmal so oft vorkommt wie im Rotliegenden und auf den Eruptivgesteinsböden. Das ist auch bezeichnend für diese breiten Quellmulden des Hunsrückschiefers, der wegen seiner dränbedürftigen schweren Ton- und Lehmböden bekannt ist. Es ist sicher kein Zufall, daß dieses Gebiet der größten Grünlandflächen auch mit dem eigentlichen Haferraum zusammenfällt (s. S. 74).

Noch breitere Grünlandflächen sind auf den zwar durchlässigen und trockenen mittleren Buntsandstein der Pfalz beschränkt, aber natürlich nur auf die im großen Landstuhler Moor eingesunkenen Gebiete hohen Grundwasserstandes. Der Buntsandstein als solcher hat bei tiefliegendem Grundwasser meist ein ähnlich dünnes Tal- und Gewässernetz wie etwa der Bimsstein im Maifeld, und die Wiesen beschränken sich auf die schmalen Streifen der grundwassernahen Talgründe.

3. Die Feldpflanzengemeinschaften.

Geradezu umgekehrt liegt das Verhältnis von Ackerbau zum Wasserhaushalt. Hier versagt das Aufsuchen der landwirtschaftlichen Wassermangelflächen nach der Regenkarte ganz und gar, denn die Flächen des ackerbaulichen Wassermangels liegen gerade dort gehäuft, wo die stärksten Niederschläge fallen, z. B. in den Randgebieten des Idar- und Hochwaldes im Hunsrück und auf den regenreichen Höhen der Eifel, wo überall 800 und teilweise sogar 1000 mm fallen, während für die trockensten Gebiete überhaupt keine eigentlichen Wassermangelflächen von den Landwirtschaftsschulen angegeben wurden. Ähnliches gilt von der Erft, vom Maifeld, der goldenen Aue bei Limburg und der Wetterau. Dieser Widerspruch liegt ganz wesentlich im Wasserhaushalt der Böden begründet. (Vgl. Seite 20 ff., 44 ff.), der seinerseits klimatisch und geologisch bedingt sein kann.

Zu einer großräumigen Beurteilung dieser Wasserverhältnisse der Böden und damit des landwirtschaftlichen Wassermangels ist nun das ackerbauliche Anbauverhältnis von größerem Wert als die Wald- und Grünlandverteilung. Als Grundlage dazu dient die Anbaukarte (Abb. 16). Sie ist in der hier wiedergegebenen Form aber nur als Zusammenfassung von genauer durchgearbeiteten Einzelkarten für Gerste, Luzerne, Roggen, Kartoffel, Hafer, Weizen, Klee usw. anzusehen, die auf Grund der Bodennutzungserhebungen des Deutschen Reiches gemeindeweise zusammengestellt wurden. Dazu wurde das Jahr 1937 gewählt, weil die Statistik in diesem Jahre zum letzten Mal genau gemeindeweise gearbeitet hat. Vergleiche mit früheren Jahren ergaben aber im wesentlichen ganz ähnliche Verteilungsbilder. Die Gesamtkarte soll hier eine Übersicht über die

regionale Verteilung der verschiedenen Feldpflanzengemeinschaften (*Taschenmacher* 1937) vermitteln. Das ist auch der einzige Zweck, den das Hilfsmittel der Mindestwerte hier haben soll. Beispielsweise deckt sich das Gebiet des mit mehr als 20 % überwiegenden Gersteanbaues im Ganzen auch mit dem Gebiet der zugehörigen Feldpflanzengemeinschaften Gerste, Luzerne, Weizen. (Vgl. auch das Diagramm ABC in Abb. 16 a). Wald- und Gemeindegrenzen wurden der Gemeindegkarte des Deutschen Reiches, herausgegeben vom Forschungsdienst, entnommen.

Als weitere Grundlage für die Beurteilung des Wasserhaushaltes, der Anbauverhältnisse und der Ertragstufen bzw. Güteklassen des Bodens wurde eine Raumbestandskarte der Landesplanungsgemeinschaft Düsseldorf, die auf Grund von Vorarbeiten der Hochschularbeitsgemeinschaft Köln, von Professor *Breddin*/Aachen u. a. sowie unter Benutzung der Ergebnisse der Reichsbodenschätzung zusammengestellt wurde, benutzt. (Original im Landeshaus Düsseldorf, vgl. *Ley* 1940.) Auf Grund der oben angeführten Anbaukarten und als Ergebnis von Besprechungen mit dem Reichsbodenschätzer des Regierungsbezirks Koblenz wurden für das Nahegebiet in dieser Raumbestandskarte einige Ergänzungen vorgenommen, wozu auch die geologischen Karten mitbenutzt wurden. Auch Hang- und Muldenlage wurden dabei berücksichtigt.

Stremme gibt selbst an, daß „von den steppenartigen zu den stark gebleichten rostfarbenen Böden eine klare abweisende Linie verläuft“. Dies gilt zunächst für die Bodenwertschätzung. Ein ebenso klarer Zusammenhang besteht aber auch zwischen Bodentyp und Fruchtfolge bzw. Anbauverhältnis, das auf jahrhundertealter bäuerlicher Erfahrung beruht und daher in erster Linie durch den Bodentyp bedingt ist. Hiergegen wird eingewendet, daß betriebswirtschaftliche Faktoren, Pflanzenkrankheiten u. a. das ursprüngliche Anbauverhältnis völlig umwandeln könnten. Das ist jedoch nur bedingt richtig. Die betriebswirtschaftlichen Maßnahmen müssen sich auch nach Boden und Klima richten und eine genauere Prüfung wird ergeben, daß solche „völlige“ Umwandlungen des Anbauverhältnisses in der Regel den Kreis der dem Bodentyp zugehörigen Feldpflanzengemeinschaft nicht überschreiten! Auf Anbaukarten der Eifel z. B.,

die im geographischen Institut der Universität Bonn für das Jahr 1821 bearbeitet wurden (*Schüttler* 1939), sind daher die regionalen Verschiedenheiten der Böden noch genau so gut zu erkennen wie auf einer Karte der heutigen Anbauverhältnisse. Schließlich darf der wasserwirtschaftliche Planer hinsichtlich des künftigen Wassermehrverbrauchs nur großräumig denken.

Wenn man nun also vom Anbauverhältnis doch auf den Bodentyp schließen kann, so auch vom Anbauverhältnis auf den Wasserhaushalt, denn jedem Bodentyp entspricht auch ein mehr oder weniger charakteristischer Wasserhaushalt. Der Rückschluß auf dem Weg über den Bodentyp ist vielleicht auch sicherer als der unmittelbare auf den Wasserhaushalt. Es wurden aber auch schon Stufenfolgen verschiedener Feuchtigkeitsklassen, insbesondere von *Hazard* (1900) und *Heinrich* (1910) in hervorragender Weise schon vor 30 Jahren durchgearbeitet und bei Bodenkartierungen verwendet. *Strenme* (1926) z. B. hat diese klassischen Arbeiten eingehend gewürdigt. Jene Versuche gründeten sich ganz bewußt nicht auf physikalische oder sonstige exakte Feuchtigkeitsbestimmungen (die auch nach Ansicht *Stremmes* zu keinem positiven Ergebnis führen), sondern die Wasserverhältnisse werden nach folgenden Klassen geschätzt und kartiert:

Feuchtigkeitsklassen

- | nach <i>Heinrich</i> : | nach <i>Hazard</i> : |
|--|---|
| I. Sehr trocken, Brandstellen, bei feuchtem Wetter Kartoffel und Lupinen. | I. Kartoffelboden (Kartoffel, Lupine, dürrtiger Roggen). |
| II. Noch trocken, Kartoffel u. mäßiger Roggen, kein Weizen, weil zu trocken. | II. Roggenboden (Kartoffel, Roggen in normaler Ausbildung). |
| III. Günstige Feuchtigkeitsverhältnisse, Hafer- und Gerstenboden. | III. Haferboden (die vorigen, ferner Hafer). |
| IV. Weizenboden. | IV. Kleeboden (die vorigen, ferner Rotklee und Gerste) |
| | V. Leichter Weizenboden (Zuckerrübenboden). |

- | | |
|---|---|
| V. Tiefgründiger Weizenboden, Rübenboden bester Qualität. | Via. Weizen- u. Roggenboden, zum Anbau sämtlicher landwirtschaftlichen Gewächse geeignet. |
| VI. Boden mehr feucht, noch gut für Weizen, aber schon zu graswüchsig infolge größerer Feuchtigkeit. Weideland. | b. Schwerer Weizenboden, sämtliche Arten, außer Roggen. |
| VII. Wiesenland, feuchte bis nasse Böden. | c. Ackerbohnenboden (Roggen und Halmfrüchte ausgeschlossen). |
| | d. Weizen-Wiesenboden (schwerer Weizenboden). |
| | VII. Wiesenboden. |

Ganz grob ergibt sich aus den sehr ähnlichen Ergebnissen beider Forscher etwa folgende Reihe nach dem steigenden Wasserbedarf: Lupine—Kartoffel—Roggen—Hafer— (Rotklee und) Gerste—Weizen. Sie beginnt mit den anspruchslosesten Kulturarten, endet aber vielleicht nur deshalb mit dem Weizen, weil dieser mehr Nährstoffe, mehr Bodenkraft beansprucht, während der reine Wasserbedarf geringer ist als der des Hafers.

Schon *Hazard* (1900) betonte in seinen Arbeiten mit Recht den besonders wichtigen Faktor der Abschwemmung der feinerdigen Bestandteile, die nach jedem kräftigen Regenguß im Hügelland zu beobachten sei, sowie die Auswaschung der löslichen Nährstoffe. Diese Erscheinungen durchkreuzen nun das gemeindeweise zusammengetragene Anbaubild: Auf den stärker ausgewaschenen Kuppen — einer Hunsrückgemeinde z. B. — und den ihrer Feinerde beraubten Hängen finden wir das meiste Ödland und ein Überwiegen der Brachen oder der Kartoffel—Roggenfelder, hier ist der Hafer kümmerlicher; in den Muldenlagen derselben Gemeinde sind aber fast immer auch bis zu mehr als 1 m tiefgründige und feinerdige Böden zusammengeschwemmt, die dann auch Weizen und Hafer in besserem Wuchs zeigen. An ein und demselben Hügel sind bisweilen sämtliche Anbau- und Bodenarten vom trockensten Sand bis zum Wiesenlehm anzutreffen. Nur Lößböden sind weitgehend unabhängig von der Geländeneigung, sie sind selbst bei Neigung von 1:2,5 noch weizenfähig.

Aus den Durchschnittszahlen der Gemeinde ist also immer nur das überwiegende Anbauverhältnis zu entnehmen und sind mithin nur auf den überwiegenden Bodentyp Rückschlüsse möglich. Aber darin liegt gerade der Wert der Anbaukarte für die großräumige wasserwirtschaftliche Planung: das Gemeindedurchschnittsbild ändert sich trotzdem und gesetzmäßig erst auf mehr oder weniger großräumige Entfernungen hin. Infolgedessen treten auch auf der kartentypischen Darstellung der Abb. 16 im wesentlichen drei verschiedene, aber in sich einheitliche und große Anbauzonen des Nahegebietes deutlich hervor. Sie sind durch drei voneinander sehr verschiedene Feldpflanzengemeinschaften (ungefähr im Sinne *Taschenmachers*) gekennzeichnet.

a) Gerste und Luzerne—Weizen als Begleitpflanze, vielfach auch Zuckerrübe, dagegen wenig Roggen und Kartoffeln (Abb. 16 a 1; 16 A; 16 b 1—3 und 7).

Die Gerste (a1) ist eine Trockenheit liebende Pflanze „arider Konstitution“ (*Merkenschlager* 1933) insofern, als sie gemäßigt kontinentales Klima der Regenschattengebiete bevorzugt und auch keinesfalls dauernde Nässe verträgt. Der optimale Grundwasserstand soll mindestens 80 cm betragen. Sie verträgt sogar auch in Rheinhessen monatelange Trockenperioden vorzüglich gegenüber anderen Getreidearten. Je nach dem jahreszeitlichen Auftreten der Trockenzeiten zwingt sie diese allein schon durch ihre kurze Vegetationsperiode. Die Gerste deshalb aber als Pflanze mit geringem Wasserbedarf zu bezeichnen, scheint doch nicht ihre Konstitution richtig zu treffen. Sie liebt Wärme, Sonne und Lufttrockenheit, sie hat ihrer passiven Natur entsprechend auch ein geringes Wurzelvermögen, daher muß der Boden als solcher Wasser und Nährstoffe in reichlicher Menge und leicht zugänglicher Form darbieten und vor allem eine gleichmäßige Wasserabgabe leisten. Sehr lehrreich ist in dieser Hinsicht eine Tabelle von *Lüdecke* (1899) mit Bodenproben aus rheinhessischen Böden. Danach hatte Ackererde unter Gerste und Luzerne (meist Löß und Cyrenmergel) auch noch nach monatelanger Trockenheit einen bis fünffachen Wassergehalt in Gewichtsprozenten gegenüber den Flugsand- und Dinotheriensandböden mit Roggen oder Wein. Allerdings war auch bei der Gerste und sogar

bei Luzerne nach dieser allzu harten Probe kümmerlicherer Wuchs die Folge. — Auch das plötzliche Zurücktreten der Gerste (und Luzerne) vor den ausgesprochen kalkhaltigen Flugsandböden zwischen Mainz und Bingen zugunsten von Roggen, Kartoffeln und Spargel deutet daraufhin, daß es hier vor allem an der nötigen Bodenfeuchte in den trockenen Zeiten fehlt, denn das Kalkbedürfnis der Gerste und Luzerne, deren Reaktionsoptimum im ausgesprochen alkalischen Bereich zwischen pH 7 und 8 liegt, wäre auch hier befriedigt. Es fehlt aber dem Flugsand der Feinerde- und Tongehalt, der ja den besseren Wasserhaushalt erst bestimmt:

Flugsand	0,6 Ton,	6	feinste Teile,	Wasserkapazität	< 38
Cyrenmergel	10,8	„	61	„	> 50
Löß	5,0	„	34	„	> 50

(Luedecke 1899.)

Es ist nach alledem sicher berechtigt, wenn in der bekannten *Heinrich'schen* Stufenreihe für den Gerstenboden ähnlich „günstige Feuchtigkeitsverhältnisse für die Pflanzenkultur“ verlangt werden wie für den Hafer!

Dieser günstige Wasserhaushalt ist in den rheinhessischen Steppenböden gewährleistet. *Merkenschlager* spricht auch nicht nur von arider, sondern vor allem von einer Krümelkonstitution der Gerste als einer Pflanze „milder, lockerer und gekrümelter Böden“. Diese müssen gepflegt sein und in hoher Kultur stehen. Krümelstruktur ist nun gerade für die rheinhessischen Steppenböden mit ihrem hohen, natürlichen Kalkgehalt und zahlreichen Wurnikotstrukturen kennzeichnend. Diese Krümelstruktur der milden und lockeren Böden bedeutet aber in erster Linie Durchlüftung und Durchfeuchtung. Der Gerstenboden hat also eine gute wasserhaltende Kraft. Es ist demnach für den großen Raum der Braugerste des Nahegebietes ganz allgemein mit einem mehr lehmigen oder auch staubartig feinen tiefgründigen und humosen Boden zu rechnen, der durch einen gut gepufferten Nährstoff- und Wasserhaushalt ausgezeichnet ist. Der hohe Nährstoffgehalt hat in erster Linie klimatische Ursachen (s. Seite 20 u. 44). Mit Kalkgehalt und hoher Bodenwärme ist allerdings auch eine etwas geringere Humosität verbunden, weil die Böden tätig sind und Humusstoffe rasch aufzehren. Die rheinhessi-

schen Böden sind daher typisch helle braune Steppenböden, wie sie sonst in Deutschland angeblich gar nicht vorkommen, Schwarzerden sind ganz vereinzelt. Entsprechend zeigt die Braugerste hier die höchste Dichte im ganzen Reich (bis zu 50 Proz.). Nun ist aber (*Taschenmacher* 1937) die Braugerste ganz besonders empfindlich gegen Degradationserscheinungen der Böden. Sie tritt sogar in den degradierten Steppenböden auf Löß schon ganz zurück zu Gunsten einer Weizen—Hafer— (oder gar Weizen—Roggen—) Struktur. Die Gerste ist eben eine Pflanze der kalkreichen Steppenböden. „Wo in einer zunehmenden Entkalkung der humosen Horizonte sich auch nur der Beginn einer Degradation ankündigt“, muß sie dem Weizen weichen oder sie wird wenigstens zur Begleitpflanze. Dies ist nun in den rheinhessischen Steppenböden nirgends der Fall: auch in den unter Wald degradierten Steppenböden der *Stremme'schen* Karte bleibt sie durchaus Leitpflanze mit über 25 Proz. Anteil am Ackerland. Es ist daraus zu schließen, daß die Degradation hier nicht so stark ausgeprägt sein kann. Sonst würde die Gerste zugunsten des weniger gegen Entkalkung empfindlichen Weizens wenigstens zur Begleitpflanze herabgedrückt werden.

Aber außerdem ist das Schwergewicht des Braugersten- (und Luzerne-)anbaues auch noch bis weit in die schwach- bis mäßig gebleichten braunen Waldböden der Kuseler Schichten hinein verschoben. (Vgl. Bodentypenkarte 9 und Anbaukarte 16.) Dies steht ganz im Gegensatz zu dem Ergebnis *Taschenmachers* (1937), daß die Gerste in allen Landschaften mit Vorherrschen (auch nicht gebleichter) brauner Waldböden fehle. Sie greift sogar und zwar nicht nur in einzelnen Vorposten, sondern im Zusammenhang mit ihrem Schwergewichtsfeld und mit einem Anteil von mehr als 30 Proz. des Ackerlandes deutlich in das Gebiet der schwach bis mäßig gebleichten rostfarbenen Waldböden der Waderner Schichten hinein! Es scheint hier richtiger, die Bodentypenkarte zu korrigieren, die ja zunächst auch nichts anderes als einen Überblick über das ganze Reich im Maßstab 1:1 000 000 geben sollte. Dort, wo die Gerste und Luzerne so stark in das Gebiet der braunen und sogar rostfarbenen Waldböden übergreift, kann die Bleichung und Entkalkung, mit der meist auch eine stärkere Versandung der Oberkrume

verbunden ist, wohl nicht so stark sein, sonst müßte hier mehr eine Roggen—Haferstruktur hervortreten. Es ist wohl richtiger, wenn hier eine Übergangszone angenommen wird und zwar eine von den eigentlichen ungebleichten und kalkreichen Steppenböden sowohl zu den gebleichten braunen Waldböden der Kuseler als auch zu den rostfarbenen Waldböden der Waderner Schichten. Das würde auch zu den klimatischen Übergangsstufen passen: so auffallend die eigentlichen Steppenböden bis an die Regenlinie 500 heranreichen, so die Übergangsböden mit dem Schwergewicht der Gerste bis an die 600 mm-Linie. Sei es nun mehr der höhere Kalkgehalt, die geringere Bleichung oder die bessere Krümel- und Nadelstichporenstruktur, oder seien es Regradationserscheinungen, was diese rostfarbenen und braunen Waldböden den rheinhessischen Steppenböden ähnlicher macht, es muß danach — und nach den Ansprüchen der Gerste — auch der Wasserhaushalt des Bodens in diesem gesamten großen Gerstengebiet noch in Ordnung sein. Im ganzen haben dies die Angaben der Landwirtschaft auch bestätigt. Eigentliche Wassermangelgebiete mit einem Mehrverbrauch von 100 mm sind in diesem ganzen Raum gar nicht angegeben worden! Das gilt selbst für die Waderner Schichten, soweit sie innerhalb dieses Raumes liegen. Schließlich kann neben dem Klima auch die geologische Struktur noch zur Erklärung herangezogen werden: die Waderner und Kuseler Schichten außerhalb des Gerstengebietes liegen schon dichter an dem Gebirge, dem sie entstammen, so die restlichen Waderner am Hunsrück, die restlichen Kuseler Schichten näher am Eruptivlager bzw. am Rand des Buntsandsteingebirges. Das gröbere Material dieser gebirgsnäheren Restgebiete wird sicherlich auch grobsandigere und trockenere Böden liefern.

Die Luzerne (b 3) hält sich eindeutig an die Grenzen der Gerste. Natürlich muß man ein geringeres Anbauverhältnis zugrunde legen als bei dieser, wenn man das Schwergewicht des Anbaus in etwa mit dem der Gerste vergleichen will. (Abb. 16 Gerste 20%, Luzerne 10%.) Die Ähnlichkeiten der Konstitution kommen in dieser Übereinstimmung der Anbaugebiete schon zum Vorschein. Entsprechend ihrer „kontinentalen Prägung“, die sie im sommertrockenen Heimatgebiet Turan erhielt (Merkenschläger 1933), liebt die Luzerne Sonne, Luft,

Trockenheit und Wärme und erträgt auch in Rheinhessen monatelange Trockenheit. Allerdings vermag sie als Tiefwurzler auch ganz anders die tieferliegenden Grundwasserspiegel zu erreichen wie die Gerste, aber dafür ist ihr absoluter Wasserbedarf auch der höchste! (Klapp 1941). Sie vermag daher den Grundwasserspiegel stark zu senken und sogar Brunnen zum Versiegen zu bringen. Sie liebt einerseits keine störenden oberflächennahen Boden- und Wasserhorizonte, die ihr ebenso schädlich sind wie der Gerste, auch Ortsteinbänke, naßkalte Böden mit hohem Grundwasserspiegel, rein sandige und saure Böden sind im Luzernegebiet ausgeschlossen; andererseits zeigt sich ihr Bedürfnis nach Bodenwasser auch schon darin, daß sie vor dem Flugsandgebiet zwischen Mainz und Bingen halt macht, wenn auch nicht so plötzlich und ausschließlich wie die Gerste. Das deutet immerhin darauf, daß ihr die Wasserführung des Flugsandes trotz einem meist nicht sehr tiefen Grundwasserspiegel und trotz einem ausreichenden Kalkgehalt doch nicht genügt. In trockenen Jahren würde hier die Luzerne ganz sicher kümmerlich gedeihen. Im wesentlichen unterstreicht also das Verbreitungsgebiet der Luzerne alles über die Gerste gesagte.

Im übrigen ist der Raum der Gerste auch durch das starke Zurücktreten des Rotklees (b 5) gekennzeichnet, der erst an den Grenzen Werte von über 10% der Anbaufläche übersteigt. Der Rotklee liebt luftfeuchtere und kühlere Lagen und meidet daher das trocken-warme Klima des Gersten—Luzernegebietes. Insbesondere verträgt er weit besser auch stauende Nässe der undurchlässigeren Böden, daher vor allem sein Auftreten auf Hunsrückschiefer im Raum des Hafers..

In den Kerngebieten der rheinhessischen Steppenböden wird sogar Zuckerrübe (b 7) angebaut!

b) Hafer! — Weizen und Rotklee als Begleiter. Wenig Roggen und Kartoffeln. (Abb. 16a 2, 3; 16a; 16b, 5 und 6.)

Diese Anbaustruktur ist am deutlichsten ausgeprägt im Kreise Simmern, also im Höhegebiet des Hunsrückschiefers nördlich vom Soon- und Lützelsoonwald, der sie vom Raum der Gerste und Luzerne scharf abschneidet. Der Hafer steht hier mit durchschnittlich mehr als 30% der Anbaufläche an erster Stelle in der Rheinprovinz!

Aber auch Weizen wird zwar nicht zur Leitpflanze, so aber doch mit 10 bis 15 und mehr Prozent der Ackerfläche wenigstens ebenso stark als Begleitpflanze angebaut wie im Gerstenraum, in dem er 10% des Anbaus ja auch nur auf einzelnen Inseln übersteigt. Roggen und Kartoffeln treten demgegenüber im Kreis Simmern stark zurück, wogegen der Rotklee hier eines seiner Hauptverbreitungsgebiete hat, wenn er auch 15% der Anbaufläche nicht übersteigt.

Außer in ganz trockenen Jahren gedeiht der Hafer im Kreis Simmern verhältnismäßig gut, es ist daher angebracht, hier näher auf seine Eigenarten einzugehen, um wieder umgekehrt aus dem einzigartigen Anbauverhältnis des Hafers auf die Wasserverhältnisse der Böden rückschließen zu können. Dabei ist allerdings Berücksichtigung der betriebswirtschaftlichen Faktoren am Platze, z. B. muß Hafer bei größerer Pferdedichte natürlich stark angebaut werden, wie beispielsweise sogar in reinen Sandgegenden Pommerns. Erreicht er aber nahezu ein Drittel der Anbaufläche oder überschreitet er es sogar wie hier im Kreis Simmern sehr oft, so könnte man schon daraus schließen, daß es nicht etwa nur durch die Pferdedichte bedingt ist. Diese kann im Kreis Simmern auch nicht so groß sein, da bekanntlich im rauhen Hunsrück nur kleine und mittelbäuerliche Betriebe vorkommen. Vielmehr ist hierin ein Zusammenhang zwischen Hafer und Boden zu sehen. *Merkenschlager* (1933) kennzeichnet den Hafer mit dem Wort „Überschwemmungskonstitution“ und vergleicht seinen Anbau sogar mit der Reiskultur. Obwohl darin eine Übertreibung liegt, ist es sicher richtig, daß der Hafer eine stark „humide“ Prägung bekommen hat, denn er hat den größten Wasserverbrauch. Gegen Dürre — sowohl zur Zeit des Blühbeginns wie auch des Schossens — ist er die empfindlichste Getreideart auch schon wegen seiner langen Vegetationsdauer und damit zusammenhängenden Gefährdung durch Sommertrockenheit. — Bei ausreichender Wasserversorgung gedeiht er dagegen praktisch auf jeder Bodenart, daher sein starkes Auftreten in den wasser- und nährstoffreichen Marsch- und Aueböden wie in den luftfeuchten und regenreichen Mittelgebirgslagen, insbesondere auf deren dränbedürftigen Böden. Trockenen Sanden gegenüber hat er eine geringe Saugkraft, die er durch Tiefwurzelung auszugleichen versucht. Alles das

läßt darauf schließen, daß auch die Hunsrückböden teils stark durchfeuchtet und entwässerungsbedürftig sind, teils aber auch einen ausgeglicheneren Wasserhaushalt besitzen, daß dagegen die trockeneren, ausgewaschenen und abgeschlemmten Böden stark zurücktreten und dementsprechend auch als landwirtschaftliche Wassermangelflächen nur auf einzelne Kuppen und Höhenrücken beschränkt sind. Diese Kuppen sind allerdings reines Ödland mit Ginster, Kiefern und anstehendem Gestein, in deren nächster Nähe, zumal nicht auf ihnen selbst, Hafer und erst recht Weizen wohl kaum mit Erfolg angebaut wird, allenfalls Roggen und Kartoffeln. Hänge mit mehr als 15% Neigung sind zwar durchweg bewaldet, aber eine große Rolle spielen im welligen Hunsrückland die Muldenlagen mit den zu tiefgründigen Böden zusammengeschwemmten feinerdigen Bestandteilen. Sicherlich wird sich der Haferanbau mehr auf diese Lagen zurückziehen, ganz abgesehen davon, daß die beiden mehrfach erwähnten Mulden des Hahnen- und Simmerbaches eigentlich ja den ganzen Kreis durchziehen. — Stauende Nässe ist aber im Hunsrückschiefer überhaupt sehr verbreitet und sicher nicht nur auf diese beiden Mulden beschränkt. Die geologische Karte grenzt ja auch tiefgründige lehmige Verwitterung auf Hunsrückschiefer ab (Abb. 9, Nr. 6 b), die sich auch noch außerhalb der eigentlichen Muldenlagen bis auf einzelne Hochflächen hinzieht. Auch diese Gebiete werden gewiß haferfähig, d. h. genügend bodenfeucht sein.

Weizen (a 2). Das verhältnismäßig starke Auftreten des Weizens als Begleitpflanze des Hafers läßt darauf schließen, daß die stauende Nässe (heute wenigstens, nach Durchführung der Meliorationen) nicht mehr allzusehr überhand nimmt; denn die „Lößkonstitution“ des Weizens verlangt wieder einen ausgeglicheneren Wasserhaushalt. Wegen seines passiven Charakters und geringen Aufschließungsvermögens verlangt er Böden, die Wasser und Salze leicht abgeben. Jedenfalls deutet der starke Weizenanteil im Hunsrückschiefer nördlich vom Soonwald darauf hin, daß die Winterfeuchtigkeit lange erhalten bleibt, wie das nur in bindigen Böden möglich ist. Vor allem sind daher die Lößinseln im Kreis Simmern weizenfähig, doch können diese allein das starke Auftreten in jeder Gemeinde niemals genügend erklären. Zusammengefaßt ergibt sich:

Das Strukturverhältnis Hafer—Weizen—Rotklee (Roggen) entspricht Böden, die auf keinen Fall sehr unter Trockenheit leiden, sondern eher unter Vernässungserscheinungen. Das Gebiet des Kreises Simmern weicht also deutlich von den Böden Rhein Hessens mit ihrem geordneteren Wasserhaushalt ab. Jedoch müssen infolge des stärkeren Weizenanbaus auch jenseits des Soonwaldes Böden weiter verbreitet sein, die nicht allzusehr unter Vernässung leiden. Unter allen Umständen besteht ein großer Gegensatz zu den durch leicht austrocknende Böden gekennzeichneten dritten Anbau Raum, dem des Roggens und der Kartoffel, der weiter unten beschrieben wird. Einen überraschend guten Hinweis gibt z. B. das Anbauverhältnis der Beckumer Berge (Westfalen) und der Probstei (östlich Kiel) auf Kreide- bzw. Geschiebemergel (*Taschenmacher* Seite 131): Hafer—Weizen—Kleegras—Futterrübe! Es handelt sich dabei um nicht gebleichte braune Waldböden, auf denen sonst nirgendwo in Deutschland der Hafer als Leitpflanze auftritt, aber daß er hier so überwiegt, wird auch für diese Gegenden darauf zurückgeführt, „daß die im Ganzen genommen schwerere Bodenart des Beckumer Gebietes eine stärkere Stauung der Niederschläge verursacht, die zu Vernässung seiner Bodenbildungen führt und damit den Hafer an die erste Stelle im Getreidebau bringt.“ (*Taschenmacher* 1937), nach Untersuchungen *Wolffs*). Also auch danach wieder „Überschwemmungskonstitution“ des Hafers! Die Verteilung der landwirtschaftlichen Wassermangelflächen nach den Angaben der Landwirtschaft bestätigen den ausgeprägten Unterschied zwischen Hafer- und Roggen-Kartoffelraum der Nahe: im ersteren nur eine einzige Mangelfläche, in letzterem drängen sie sich zu Dutzenden aneinander!

c) Roggen und Kartoffel. — Weizen fehlt meist, Hafer oft als Begleiter, Gerste und Luzerne höchstens in kleinen inselartigen Vorposten. (Abb. 16a 4, 5 und 7; 16a C).

Das ganze übrige Gebiet jenseits des Gersten- und des Hafer Raumes ist zunächst gekennzeichnet durch ein Überwiegen des Roggens (a 4) zu mehr als 20% der Anbaufläche. (Vgl. die Grenze des Roggens, welche dicht an den beiden ersten Gebieten a 1 und b 3 entlang läuft.) Man kann aber diesen dritten Raum auch noch unter-

teilen und dafür ist die Nullgrenze des Weizens (b4) besonders geeignet. Sie schneidet nämlich genau den Teil des Gebietes der Kuseler Schichten heraus, der zwischen der Buntsandsteingrenze im SSO und dem Eruptivgesteinslager im Nordosten gelegen ist. Hier sind die Kuseler Schichten auf der *Stremme'schen* Bodentypenkarte noch zu den schwach bis mäßig gebleichten braunen Waldböden gerechnet. Wirklich sind hier daher noch Inseln besserer, weniger gebleichter Böden verstreut, auf denen sogar noch Weizen und Luzerne über 10% der Ackerfläche einnehmen können. Auch ist die Kartoffel hier noch nicht so vorherrschend wie nördlich und südlich davon in den ganz schlechten Gebieten der Nahe. Allerdings schieben sich einzelne Vorposten der Gerste selbst in diese ärmlichsten Gegenden der Vulkangesteine hinein; doch beweist das nur, daß selbst hier einzelne geschützte bzw. mit zusammenschwemmten feineren Böden angefüllte Muldenlagen vorhanden sind. Schließlich ist der Rotklee in erster Linie (mit mehr als 10% der Anbaufläche) wieder auf den günstigeren Teil des dritten Gebiets beschränkt: er schneidet ähnlich der Weizen-Nulllinie ebenfalls das Mittelstück des Roggenfeldes heraus, allerdings ein etwas größeres, weil er bis an die hohen Lagen der ausschließlichen Roggen-Kartoffelböden heranreicht.

Diese aber müssen zu den trockensten Böden des Nahegebietes gerechnet werden, obwohl — oder gerade weil — sie im niederschlagreicheren Teil der Nahe liegen. Hier ist insbesondere die winterliche Auswaschung und Abschwemmung der Böden am stärksten, während die wichtigeren Niederschläge der Vegetationsperioden sich nicht allzusehr von den geringen Regemengen der trockeneren Gerstengebiete unterscheiden.

Der Roggen hat dort seine Vorherrschaft, wo anderes Getreide kaum noch hochkommt, also gerade auf den gebleichten Wald- und Heideböden, auf trockenen Sandböden mit saurer Reaktion. Mit zunehmender Podsolierung und Versandung der Oberkrume verdrängt der Roggen den Weizen ganz und gar, denn wenn die Abwanderung der die Nährstoffe adsorbierenden feinen Bestandteile in die tieferen Bodenschichten zunimmt, dann verdichten sich langsam die unteren Horizonte und der vorher gleichmäßige Wasserhaushalt gerät zu-

nächst in Unordnung. Es verschwindet zunächst der Weizen. Dabei ist es nicht einmal so, daß der Roggen den gebleichten trockenen Boden besonders liebt, aber er vermag infolge seiner starken Bewurzelung und hohen Saugkräfte (bis 70 Atm.) der Trockenheit am besten zu widerstehen. Es kommt darin vielleicht auch sein Charakter als Unkraut des Weizens (*Engelbrecht* 1928) zum Vorschein, das diesen wegen seiner größeren Widerstandsfähigkeit bei jeder Art Versandung schließlich so überflügelte. Insbesondere wird seine „pontische“ Widerstandsfähigkeit auch auf seiner Fröhreife und der damit verbundenen Möglichkeiten beruhen, die Winterfeuchte der trockeneren Böden noch rechtzeitig auszunutzen.

Auch die Kartoffel ist durchaus nicht trockenheitliebend, sie ist sogar das Gegenstück zur Luzerne, denn sie hat einerseits in Küstenlage, andererseits an den Nordhängen der Mittelgebirgslage ihren besten Standort. Hier zeigt sich sogar ihre große Empfindlichkeit gegen Lufttrockenheit, bei der sie sehr rasch ihre Blätter einrollt und ihre Zweige steil stellt bis zur „Erstarrung“. Ihre Sandfähigkeit ist zwar bekannt, aber die Trockenheit des Bodens erträgt sie nur dann vollkommen, wenn die Lufttrockenheit nicht dauernd zu groß ist, wenn wenigstens Tau und Nebel bei kühlen Temperaturen, besser aber die Niederschläge selbst oder deren günstige jahreszeitliche Verteilung ausgleichend wirken. Wohl deshalb vermag sie in den sonst ungünstigen Mittelgebirgslagen und so auch in diesem dritten Anbauraum des Nahegebietes bis zur absoluten Vorherrschaft zu gelangen. Hinzu kommt, daß sie während der eigentlichen Knollenperiode gegen Bodentrockenheit in der Tat weitgehend unempfindlich wird. Auch soll sie die Möglichkeit haben, durch besondere „Wasserwurzeln“ aus Rissen, Wurm- und Wurzelröhren Wasserreserven zu holen und tiefer liegende Wasserspiegel zu erreichen (*Klapp* 1941). Allerdings kommt eine Ausnützung dieser Fähigkeit auf den sehr flachgründigen Böden des Grenzlagers und den sehr trockenen des Buntsandsteinstreifens im Nahegebiet wohl weniger in Frage.

Eine ähnliche Konstitution hat die Seradella, welche ja auch gerade und nur auf den ärmsten Böden des Buntsandsteinstreifens

im SSO des Nahegebietes angebaut wird. Auch ist sie typisch für sandige und gebleichte Böden.

Zusammengefaßt ist der vorherrschende Roggen—Kartoffelanbau auf die ärmsten, insbesondere rasch ausdörrenden Böden beschränkt. Das ist nun aus allen Anbauarten sofort zu erkennen. So ist zunächst der Buntsandstein an der SSO-Wasserscheide des Nahegebietes der typischste Roggen—Kartoffelraum der Nahe, in dem der Roggen sogar 35% und die Kartoffel 25% der Ackerfläche meist überschreiten (s 5 und 7). Dies nicht nur in den eigentlichen Waldgemeinden, sondern auch gerade in den Fluren des einzigen großen Ackerlandstreifens, der dem Pfälzer Buntsandsteinwald entrissen ist! (Im übrigen weisen die hier vorherrschenden Kiefernbestände schon ebenso deutlich auf die Wasser- und Nährstoffarmut der Böden hin, wie Roggen—Kartoffel und Seradella.) Etwas Hafer wird hier aus betriebswirtschaftlichen Gründen zwar auch angebaut, aber die Körner bleiben außerordentlich klein und mehlarm. Die Weizen-Nullgrenze ist in diesen Ackerlandstreifen — was ein Vergleich mit der Höhenkarte sofort zeigt — keinesfalls an eine Höhengrenze gebunden, sondern der arme und trockene Boden bedingt sie.

Während diese Armut und Trockenheit im mittleren Buntsandstein auf der Durchlässigkeit beruht, ist es im nördlichen Roggen—Kartoffelgebiet insbesondere die Flachgründigkeit der Vulkangesteinsböden. Aus diesem Grunde sind hier auch viel Buschwald-, Ödland- und Schafhutungen verbreitet. Der Hafer wächst hier, zumal in trockeneren Jahren, ganz besonders kümmerlich. Das alles betrifft die eigentlichen Höhenlagen, deren Böden außerordentlich skelettreich und steinig sind, weil die feinen Bestandteile und oft ganze Horizonte der Oberkrume heraus- und abgeschwemmt sind. Solche Flachgründigkeit verhindert jegliche sichere und geordnete Wasser- und Nährstoffversorgung, so daß selbst auf den an sich basischeren und nährstoffreicheren Melaphyrböden die Getreideernten in trockenen Jahren verdorren. Außer den immer wiederholten und rasch vor sich gehenden Ab- und Ausschwemmungen wird auch eine Humusanreicherung und die damit erzielte Steigerung der wasserhaltenden Kraft in diesen Skelettböden sehr erschwert. Das mag wiederum durch den übermäßig starken Kartoffelanbau auch noch

gefördert werden, weil die gesamte Kartoffelstreu mit den Wurzeln durchweg verbrannt wird, statt daß man sie im Boden verrotten läßt. (Vgl. *Tüllmann* 1940.)

Die Zahl und Lage der landwirtschaftlichen Wassermangelflächen stimmt im ganzen mit der Unterteilung auch dieses dritten Anbaugesbietes sehr wohl überein: diese Flächen häufen sich am stärksten im typischsten Kartoffel—Roggengebiet des Buntsandsteins (obwohl dieser so stark bewaldet ist), ferner liegen sie sehr dicht auf den flachgründigen Höhegebieten der Vulkangesteine. Innerhalb des durch die Einbuchtung der Weizen-Nullgrenze herausgeschnittenen Zwischenstreifens auf den wesentlich besseren Kuseler Schichten fehlen dagegen Mangelflächen ganz, oder die vereinzelt angegebenen sind nur sehr klein. Ausgesprochene Kuppenlagen können natürlich auch hier zu Wassermangelflächen ausgewaschen sein. Aus dem großen Gebiet der Waderner Schichten, die auf der Bodentypenkarte im ganzen als rostfarbene Waldböden bezeichnet sind, wird ähnlich wie von der Gerste — so auch von der benachbarten Roggenlinie ein westliches Stück herausgeschnitten, das schon deutlich die Charakterzüge der Roggen—Kartoffelböden trägt. Die Grenzen zum Gerstenraum sind hier allerdings etwas verwischt, aber immerhin wird es deutlich genug erkennbar, daß in diesem Teil der Waderner Schichten jenseits der Gerstengrenze (die ja auch dem abgetragenen Gebirge am nächsten liegt) auch die meisten landwirtschaftlichen Wassermangelflächen liegen, während sie nach der Gerstengrenze hin und besonders darüber hinaus sofort abnehmen und verschwinden. — Auf Grund der Anbauverhältnisse werden also einzelne nach der Bodentypenkarte noch nicht erklärliche Ansammlungen von Wassermangelflächen durchaus verständlich.

Vergleiche mit anderen Rheingebieten.

Nur wenige Anbaukarten sind bisher für das Rheingebiet durchgeführt außer einer sehr gründlichen Darstellung des Roggen—Weizenverhältnisses für die gesamte Rheinprovinz von Dr. *Adrian*, Bonn (Landwirtschaftskammer), in die auch die Ertragsstufen hineinverarbeitet sind. Ferner gibt es noch „Anbaukarten für Einzelgebiete, für Luxemburg von *Schmitthüsen* (1940) und für Lothringen von *Münzinger* (1941) sowie für das Bitburger Land in Tabellenform von *Meynen* (1928).

1. Weizen überwiegt — auch ertragsmäßig — in der lößreichen engeren niederrheinischen Bucht (Regenschattengebiet der Eifel, Hauptgebiet der Zuckerrübe!), im warmen und trockenen Maifeld hauptsächlich auf Löß, im Limburger Becken, in der Wetterau und in der Soester Börde. Die Trockenheit der Böden kann hier trotz des wärmeren und trockeneren Klimas so schlimm nicht sein, diese typischen großen Weizengebiete sind längst in hoher Kultur und ein Wassermangel im Sinn der großräumigen wasserwirtschaftlichen Planung ist nicht anzunehmen.

2. Die mitteldevonischen Kalkmulden der Eifel und besonders die Muschelkalkgegenden im Bitburger Land sind typische Weizen—Luzernegebiete mit ausgesprochener Waldarmut und geringstem Anteil an Klee und Ödland (*Wefelscheid*, 1940). Ähnliches scheint für das gesamte Muschelkalkgebiet zwischen oberer Saar und oberer Mosel wenigstens für die lothringischen Teile zu gelten. Dagegen fehlen für die weitverbreiteten Jurakalke des französischen Teiles der oberen Moselgebiete vorläufig noch jegliche landwirtschaftliche Anbaukarten.

3. Keuperlandschaften — im Wesentlichen nur in Lothringen und im Bitburger Land — sind ebenfalls noch durch stärkeren Weizen- und Luzerneanteil, in der südlichen Eifel aber noch besser durch Anbau von Mischelfrucht gekennzeichnet. —

Für all diese Gebiete des stärkeren Weizen- und Luzerneanteils sind Angaben über landwirtschaftliche Mangelgebiete im Sinn der wasserwirtschaftlichen Planung kritisch aufzunehmen und höchstens für Bewässerung von Spezialkulturen gelten zu lassen.

4. Umso weniger gilt das zunächst für die Höhenlagen des Rheinischen Schiefergebirges. Besonders in den regenreichen Teilen überwiegen unstreitig die Feldpflanzengemeinschaften des Roggens und der Kartoffel mit mehr oder weniger starkem Hafer- und Rotkleeanteil, entsprechend dem feuchten Klima und der trotzdem großen Häufigkeit landwirtschaftlichen Wassermangels als einer Folge der Flachgründigkeit. Wenn aber das Roggen—Weizenverhältnis in den mittleren Höhen bisweilen auch über große Flächen hin gleich 1:1 wird, und im südlichen Kreis Simmern ausnahmsweise sogar zu Gunsten des Weizens verschoben ist, so kommt darin schon eine weitere

Verbreitung der geschützteren Muldenlagen und der Tiefgründigkeit zum Ausdruck, wie es ja gerade am Kreis Simmern gezeigt werden konnte.

5. Typische Roggen—Kartoffelgebiete sind auch in den großen Sandflächen der niederrheinischen Hauptterrassen und Dünen weitverbreitet, sofern sie nicht überhaupt bewaldet sind, vor allem mit Kiefern, Birken und Eichen. Dasselbe gilt auch für die stark gebleichten Deck- und Kreidesandböden der Lippe nördlich Gelsenkirchen, deren wasserhaltende Kraft durch Plaggen und Humusdüngung vielfach künstlich verbessert wurde (Eschböden). Am einheitlichsten ist auch im übrigen Rheinland wieder die Nutzung des mittleren Buntsandsteins, der z. B. bei Kyllburg (*Meynen* 1928) in neun Gemeinden durchschnittlich 15mal so viel Roggen als Weizen trägt (rd. 20%), ferner sehr viel Hackfrüchte, insbesondere Kartoffeln und — wenigstens 1925 noch — sogar 2,5% Buchweizen. Der Waldreichtum ist hier mit 43%, aber auch der Ödlandanteil mit 3% der größte in der südlichen Eifel. — In drei weit voneinander getrennten Buntsandsteingebieten Lothringens (*Münzinger* 1941) sind zunächst große Flächen mit mehr als 80% Wald bestanden, mehr als 30% der Anbaufläche mit Kartoffeln, mehr als 20% mit Roggen bebaut. Dem entsprechen Maximalwerte von mehr als 50 Schweinen und mehr als 70 Rindern je 100 ha landwirtschaftlicher Fläche. Dagegen nimmt die Pferdezahl nach den Buntsandsteingemeinden hin deutlich ab. Luzerne und Hülsenfrüchte fehlen überhaupt ganz. Weizen geht fast auf 0%, Hafer in großen Teilen auf weniger als 10% herunter. Schon aus diesen knappen Zahlen, besser noch aus den Anbauarten selbst ist die gesamte Feldpflanzengemeinschaft des Buntsandsteins ohne weiteres zu erkennen und zweifellos wirkt hier der schlechte Wasserhaushalt des Bodens über das Anbauverhältnis bis in die Viehwirtschaft hinein! (Hackfrüchte—Schweine.) — Die trockenen, aber kalkhaltigen Mainzer Decksande von Ingelheim aufwärts sind besonders durch Spargel- und Obstkulturen bekannt, die z. B. bei Ingelheim ganz scharf mit den Grenzen der Sande abschneiden. Selbst kleinere Inseln solcher Obstkulturen sind schon auf der geologischen Karte und auch vom Gausalgesheimer Aussichtsturm aus als die helleren Sandinseln zu erkennen.

Damit sind geologisch gesehen die größten Gegensätze kurz umrissen und mit ihnen auch die der Wasserverhältnisse vom Lehm und Löß bis zum Sand und Sandstein.

V. Das Wasser und die Pflanzengesellschaften.

Pflanzensoziologische Kartierung im Sinne *Türens*¹¹⁾, insbesondere aller Trockengesellschaften wäre für die wasserwirtschaftliche Planung natürlich noch wichtiger als die Anbauarten; sie ist aber kaum begonnen. Selbst im Rahmen dieser ersten Bearbeitung der Nahe war eine Durchführung auch unmöglich, da sie Jahre erfordern würde. Trotzdem sind in zwei Sommern an Hunderten von Stellen Stichproben gemacht worden, um wenigstens die angegebenen Wassermangelflächen nachzuprüfen. Eine Kartierung z. B. der feuchteren Äcker eines einzigen angegebenen Mangelgebietes ist aber schon außerordentlich schwer (und für die großräumige Planung zunächst auch überflüssig), weil kleinste muldenartige Vertiefungen und oft kleinste Veränderungen im Bodenzustand schon die feuchtigkeitsliebenden Arten aufkommen lassen. Es war daher richtiger, sich von dem Gesamteindruck der Unkrautvegetation leiten zu lassen und nicht überall genaue Bestandsaufnahmen i. S. der Pflanzensoziologen zu machen, was auch garnicht möglich war. Besonders wurde auch auf die Menge und den Deckungsgrad der Arten sowie auf ihren Wuchs geachtet. Wenn man mit dem Rade kreuz und quer eine Mangelfläche durchfährt, hier und dort auch eine genauere Aufnahme macht, dann kommt man eher zu einem Gesamturteil über den Wasserhaushalt der ganzen Fläche, als wenn man nur eine einzige Stelle genau untersucht. — Gerade die Ackerunkrautgesellschaften, auf die man hierbei besonders angewiesen ist, weil es an Brachen meist fehlt, sind aber schwierig zu beurteilen, weil sie bisher sehr stiefmütterlich behandelt und selten auf ein und demselben Acker vollständig vertreten sind. Da ferner ungefähr sämtliche auf Trockenheit hinweisenden Unkräuter des Halm- und Hackfruchtackers und der Brachen gleichzeitig und vor allem Kalkarmut anzeigen (vgl. *Nielsen* 1926 und *Eichinger* 1934), so ließ sich bei den komplizierten

¹¹⁾ Vgl. auch Richtlinien des Reichsministers für Ernährung und Landwirtschaft vom 4. 4. 1941.

geologischen Verhältnissen des Nahegebietes nicht immer ohne weiteres auf trockene Standorte schließen. Trotzdem aber erscheint auch in den rheinischen Mittelgebirgslagen Kalkarmut und Trockenheit des Untergrundes durchweg zusammengehörig. Etwas ähnliches zeigt ja auch die Anbaukartierung: Die Gewächse mit den geringeren Kalkansprüchen (Lupine, Roggen, Buchweizen) haben ihr höchstes Anbauverhältnis auf den trockenen und kalkarmen Böden, z. B. des Buntsandsteins.

Eine so deutliche Übereinstimmung von Bodentyp und Pflanzengesellschaft wie in Nordwestdeutschland scheint nach mündlichen Angaben der rheinischen Pflanzensoziologen (*Schwickerath/Aachen, Hahne, und Kümmel/Bonn, Wiemann/Meisenheim*) nicht vorhanden zu sein. Das gilt gerade für die komplizierteren Verhältnisse der Mittelgebirge. Die Silbergrasflur als wichtigste Zeigergesellschaft der landwirtschaftlichen Wassermangelfläche kommt im Nahegebiet wahrscheinlich nicht mehr vor, aber auch im übrigen Rheinland ist sie selten. (Reste davon noch auf Flugsanden zwischen Düsseldorf und Siegburg, größere Flächen an der unteren Lippe.) An der Nahe wären sie höchstens auf den kleinen Lappen ältester diluvialer und tertiärer, hochgelegener Flußterrassenschotter denkbar. Auf solchen Gebieten sind wenigstens Eichen-Birkenwälder oder gar lockere Heiden noch vertreten, ähnlich wie auf oberoligocänen Sanden bei Düsseldorf. Man findet auf Sandböden freilich auch schon einmal *Corynephorus canescens* im Nahegebiet.

Wegen all dieser Schwierigkeiten geht es in den folgenden Abschnitten nicht um genaue pflanzensoziologische Bestandsaufnahmen, sondern immer nur um die Frage nach dem Wasserhaushalt der Böden. Auch die unter B und C angeführten Beispiele der Pflanzengesellschaften sollen jeweils nur die Frage beantworten helfen: Herrschen in dieser oder jener größeren Fläche (etwa in der Keuperlandschaft um Bitburg) Böden vor, die mehr zur Trockenheit oder mehr zur Vernässung neigen? Dabei wurden die grundwasser-nahen Täler meist vernachlässigt, denn die könnte man (auch ausreichend für unsere Zwecke) ohnehin grob herauskartieren. Viel mehr interessieren gerade die vom Grundwasser unbeeinflussten Acker und Wälder auf den viel größeren Flächen der Höhen und

Hügel. Aus ähnlichem Grunde kommt es auch weniger auf die Unterscheidung der feuchten oder trockenen Untergesellschaften an, sondern vielmehr etwa auf die Frage: überwiegt z. B. im mittleren Buntsandstein der Pfalz der bodensaure nährstoffarme Wald oder der des basengesättigten Bodens? Der erstere wird (wenn er nicht zufällig im Grundwasser liegt) immer zur Trockenheit neigen, der letztere meist nicht. Gegenüberstellung des Wasserhaushaltes der verschiedenen besonders charakteristischen geologischen Landschaftstypen ist also auch der Zweck dieses letzten Abschnitts.

1. Kurze Übersicht über das Nahegebiet.

Nach zahlreichen eigenen Aufnahmen und nach Angaben von *Wiemann/Meisenheim* sowie auf Grund der klimatischen und Bodentypengliederung läßt sich trotz Fehlens einer Kartierung doch schon etwa folgende grobe Übersicht über die Verteilung der Pflanzengesellschaften im Nahegebiet geben.

- a) Pflanzengesellschaften des trockenen Halm- und Hackfruchtackers, der Hungerbrachen und bodensauren Wälder.

Ganz in Übereinstimmung mit der Anbaukartierung finden sich die ausgedehntesten und zahlreichsten Gebiete dieser Gesellschaften der trockenen und kalkarmen Böden im Raum des überwiegenden Roggen-, Kartoffel- und Seradellaanbaus: Vor allem sind es die Gebiete der ursprünglichen Kalkarmut auf Sand (mittlerer Buntsandstein bei Kaiserslautern und Landstuhl), ferner die Lagen der starken Auswaschung und Abschwemmung etwa oberhalb der Regengleichen 600—650 mm oder oberhalb der Linie des Trockenheitsindex $i = 35$. In erster Linie treten z. B. die Unkrautgesellschaften der trockenen Acker flachgründiger Böden auf den mehr sauren Porphyren und Porphyriten, aber auch auf den an sich mehr basischen Melaphyren hervor und zwar vor allem bei Kuppenlage sowie südwestlicher Hangrichtung (s. S. 102). Diese flachgründige Krume der Kuppenlage kann in einem einzigen Tage staubtrocken werden, da die Niederschläge rasch in dem klüftigen Untergrund versickern und gerade diese Höhen den stärksten austrocknenden Winden ausgesetzt sind. Hier hauptsächlich sind dementsprechend die mehr oder

weniger gebleichten rostfarbenen Waldböden und flachgründigen Gebirgsschuttböden zu finden. Selbst die an sich besseren Kuseler- und ähnlichen Schichten des Unterrotliegenden zeigen in diesem Raum (der höheren Niederschläge und kühleren Temperaturen) bei ähnlicher Lage und Neigung mehr trockene bzw. bodensaure Wälder und Äcker als in den weiter unten genannten Räumen 3 und 4.

Die Wälder der Taunusquarzite müssen ursprünglich ebenfalls im wesentlichen sehr trocken sein — wenigstens an den ungeschützten Hängen, da sie auf kalkarmen, flachgründigen und grusartigen Böden über klüftigem Untergrund stocken. Allerdings muß berücksichtigt werden, daß die eigentlich ungeschützte SW-Exposition hier gar nicht möglich ist wegen des NO-Streichens der Kämme. Immerhin finden sich auf deren SO-Hängen z. B. im Soonwald ausgedehnte trockene Wälder mit Eichen, Birken, Zitterpappel, *Melampyrum pratense*, *Veronica officinalis*, *Festuca ovina*, *Teucrium scorodonia* usw. Wie weit sie verbreitet sind, wäre noch zu untersuchen.

Im Raum des Hafers, also auf dem Hunsrückschiefer im Kreis Simmern sind wohl typische Pflanzengesellschaften des trockenen Halm- und Hackfruchtackers und auch Hungerbrachen zu finden, aber schon wesentlich seltener und nur auf den stärksten ausgewaschenen und ausgesprochen hohen Rückenlagen und Kuppen. Ähnliches gilt hier auch für bodensaure Wälder insbesondere der Regenseiten und der Steilhänge.

Im Gerste-Luzernegebiet werden die bodensauren Wälder und trockenen Äcker immer seltener, je mehr man sich den kontinentaleren Klimazonen von Westen und Südwesten nach Osten und Nordosten nähert. Hier sind sie in erster Linie noch auf die wenigen vulkanischen Einzelerhebungen, insbesondere auf deren Schlagseiten und Kuppenlagen beschränkt. Aber infolge eines in der Nordpfalz besonders verbreiteten Niederwaldbetriebes (dargestellt auf der Düsseldorfer Raumbestandskarte) finden sie sich sogar noch in den Grenzgebieten zum Steppenklima. Das ist auch kein Wunder, denn der Kahlschlag im 16 jährigen Umtrieb bedeutet nichts anderes als eine regelmäßige Zerstörung der Lebensgemeinschaften des Waldbodens mit den Folgen der Versauerung, Austrocknung und Ausbildung von Verdichtungshorizonten. Äcker (Rotthecken) sind hier

zwar selten wegen der meist steilen Hanglage der Niederwälder, aber sie zeigen dann ebenfalls die Unkrautgesellschaften der trockenen Standorte. — Kleine typische Trockenflächen mit sandigen Äckern und trockenen Eichen-Birkenwäldern sind in diesem Gebiet auch noch auf den älteren Flußterrassen zu finden, die aber wenig verbreitet sind.

b) Eichen-Hainbuchenwälder und Pflanzengesellschaften der schwachsandigen bis lehmigen Äcker.

Diese treten gegenüber der ersten Gruppe gerade im Raum des Gerste-Luzerneanbaus und zwar besonders in dem Teil auf, der durch die mehr oder weniger feinerdigen Böden des Unterrotliegenden (vor allem der Kuseler Schichten) gekennzeichnet ist. Oberhalb der Regengleichen 600—650 mm, insbesondere auch der Indexlinie 35 (Abb. 6) werden sie seltener und beschränken sich dort weit mehr auf ausgesprochen geschützte Mulden- und Nordlagen mit den feineren zusammengeschwemmten und tiefgründigeren Böden des besseren Wasserhaushaltes. Ferner finden sich die Pflanzengesellschaften der feuchteren und lehmigeren Äcker außerhalb des Gersteraumes immer auf Löß- und Lößlehminseln mitten im Buntsandstein oder Hunsrückschiefer. — Ungefähr deckt sich das Gebiet dieser Pflanzengesellschaften in Übereinstimmung mit den sehr bestimmten Angaben *Türens* auch mit der Fläche der guten braunen Waldböden; diese sind aber — wie die Anbauverhältnisse und Trockenheitsindexkarten ja schon nahe legten — noch zu grob kartiert, um danach auf die genauere Verbreitung der zugehörigen Gesellschaften zu schließen. In der Gegend von Kusel z. B. werden die Pflanzenvereine der Gruppe b trotz desselben Bodentyps der *Stremmeschen* Karte schon seltener sein als bei Meisenheim.

c) Eichen-Elsbeerenwälder und Steppenheiden.

Diese Gesellschaften faßt *Wiemann/Meisenheim* zusammen. Die letzteren kommen aber erst in dem eigentlichen trockenen und warmen Gebiet unterhalb der Indexlinie 25¹²⁾, den typischen Regen-

¹²⁾ Einzelne Vorkommen von Federgras auch noch unterhalb $i = 30$, z. B. auf der Erpeler Ley am Mittelrhein.

mangelflächen mit der geringen Luftfeuchtigkeit (bis 72%) zu solch ursprünglicher Ausdehnung, daß sie hier Wald und Wiese bis auf kümmerliche Reste schon von jeher verdrängten: Heute ist es das Gebiet der hervorragenden rheinhessischen braunen Steppenböden mit dem trotz oder gerade wegen des warmtrockenen Klimas ausgezeichneten Wasserhaushalt! Die eigentlichen Steppenheiden mit Federgras haben sich — ebenfalls aber innerhalb der Indexfläche 25 — nur noch auf ungenutzte Felshänge zurückgezogen. Der Eichen-Elsbeerenwald greift dagegen weit darüber hinaus selbst bis zu den Hängen des Donnersbergs und stellenweise sogar noch ins Grenzlager hinein. Es müssen aber warme und trockene Süd- und Südosthänge sein, so daß bei ganz genauer Indexkartierung möglicherweise doch auch für diese Waldgesellschaft die Übereinstimmung mit einer Trockenfläche niedrigen Grades (etwa 35—40) gegeben wäre. Vor allem ist er innerhalb der Indexfläche 25 zweifellos am stärksten entwickelt und am weitesten verbreitet. Er bildet somit eine Übergangszone zum eigentlichen Steppengebiet.

Die untere Nahe gehört mit den in fast allen Klimakarten in ähnlicher Form wiederkehrenden zungenartigen Ausläufern bis Kirn und Lauterecken zu dem xerothermen Vegetationsgebiet I. Ordnung *Schwickeraths* (1936), d. h. zu einem Gebiet besonders hoher kontinentaler Prägung. Dieser Raum wird am besten durch die Trockenheitsindexlinie 25 umrissen und birgt Trockenrasengesellschaften, die sich von denen der Eifelkalkmulden, welche 700—900 mm Regen empfangen, schon wesentlich unterscheiden. Zu den Arten mehr atlantischer Xerobrometen der Eifel treten nach *Schwickerath* unter vielen anderen z. B. folgende mehr kontinentale Arten auch schon im Nahe-, Main- und Moselgebiet hinzu:

Orobanche rubens, Oxytropis pilosa,
Limodorum abortivum, Adonis vernalis,
Trinia glauca,
Stipa pennata, Helianthemum fumana,
Orobanche amethysta, Euphorbia Gerardiana,
Arabis auriculata.

Somit kennzeichnet sich das Nahegebiet auch pflanzengeographisch wieder als ein **K a m p f g e b i e t** nicht nur der höhenbedingten

Klimagegensätze, sondern auch der kontinentalen und atlantischen Einflüsse: das Federgras (*Stipa pennata*) kam mehr aus dem ungarischen Steppengebiet, der Felsenahorn — wahrscheinlich durchs Rhône-Saône-Moseltal — aus dem mediterranen Süden. Von entgegengesetzter Richtung her machen sich aber ebenso noch subatlantische Einflüsse bemerkbar, und zwar bis zum klimatischen und pflanzengeographischen Scheidepunkt des Königsberges. Bis hierhin ist der atlantische rote Fingerhut¹³⁾ von Westen und Nordwesten, der kontinentale Diptam dagegen von Südosten vorgestoßen. Beide Arten greifen dabei aber nicht ineinander über und zeigen damit schon, wie die atlantischen und kontinentalen Gesellschaften „wohl miteinander verzahnen, sich aber nicht vermischen“, (Vgl. *Litzelmann* 1938, *Walter* 1927, *Wiemann* 1939, *Schwickerath* 1936.)

2. Beispiele aus dem Nahegebiet¹⁴⁾.

Gruppe a: Trockene Halm- und Hackfruchtäcker, Hungerbrachen und bodensaure Wälder.

Buntsandstein bei Kaiserslautern (14./17. X. 41).

Die ausgesprochensten Hungerbrachen und trockenen Äcker des mittleren Buntsandsteins liegen natürlich nicht in der grundwasser-nahen Senke des Pfälzer Gebrüchs, sondern schon außerhalb auf dem hügeligen Übergangsgebiet zur Nordpfalz. Äcker bei Ramstein mit rostfarbener, rein sandiger Krume: *Scleranthus annuus* t (einjähriger Knäuel) und *Spergula arvensis* t (Acker-spark) bedecken in großen Mengen mit *Rumex acetosella* den abgeernteten Acker, darunter hier und dort auch *Scleranthus perennis*, ferner *Arenaria serpyllifolia* (quendelblättriges Sandkraut), *Gypsophila muraria*, *Erigeron canadensis* und *Panicum sanguinale*, die Bluthirse. Am Rand des Ackers *Jasione montana* s, *Holcus mollis* t, *Trifolium arvense* (!) s t, auf den „Köpfen“ häufig Brachen mit *Besenginster* t s, *Heidekraut* t s, kleinen Kiefern und Birken, dazwischen wieder *Jasione* und *Mäuseklee*. —

¹³⁾ Nach *Troll* aus *Walter* 1927 und *Rawitscher* 1927.

¹⁴⁾ Gesperrt sind immer die für den Wasserhaushalt des Bodens besonders kennzeichnenden Arten neben Anwendung von kleinen Buchstaben: t = trocken, s = sandig, st = steinig, so = sonnige, l = lehmige, f = feuchte Standorte, k = kalkhaltigen Untergrund bevorzugend.

Zahlenangaben +, 1, 2, 3, 4, 5 nach der kombinierten Schätzung *Braun-Blanquets* (1928).

Besonders *Trifolium arvense* ist im Rheingebiet immer an ausgesprochen trockene Standorte gebunden. Der sonst so typische ockergelbe Hohlzahn (*Galeopsis ochroleuca* s), welcher in den Gebieten der Flugsande und vulkanischen Aschen die Ackerstoppeln mit seinen weißgelben Blüten übersät, scheint im Pfälzer Buntsandstein ganz zu fehlen. Dafür findet man an Sandgruben *Senecio viscosus* s und *Corynephorus canescens* s. Die für trockene Standorte so wichtigen Zeigerpflanzen *Spergula Morisoni* s und *Teesdalia nudicaulis* s findet man natürlich im Sommer und Herbst nicht mehr und *Arnoseris minima*, der Lämmersalat, ist selbst auf den Hungerbrachen zu selten, als daß man ihn zur Beurteilung von Wassermangelflächen gebrauchen könnte.

Konglomerate und Sandsteine der Waderner Schichten
(8./9. IX. 41).

Auf dem westlichen Teil der Waderner Schichten finden sich entsprechend dem ähnlichen Anbauverhältnis (Roggen-Kartoffel) ganz ähnliche Gesellschaften z. B. bei Nahbollenbach, wo auch noch *Galeopsis ochroleuca* s hinzukommt, wenigstens an den Wegrändern, auch *Dianthus deltoides* t s ist brauchbar zum Erkennen trockener Standorte, ferner *Leontodon autumnalis*, *Senecio viscosus* s und *Peltigera canina* t, die Hundsflechte. Auf den Höhen bezeichnenderweise viele Schafhutungen!

Feldspatsandsteine und Konglomerate der Tholeyer Schichten.

Freisen 12./IX. 41. Zahlreiche Sandgruben deuten hier schon auf gröberes Material. An den Wegen viel Besenginster! Auf einer sandigen Stoppel (Neigung 10 Grad): Massenhaft *Scleranthus annuus* t s, *Trifolium arvense* t s und *Galeopsis ochroleuca* t s! Auf einer Brache daneben: *Jasione montana* s, *Besenginster* t s, Heidekraut s und einige Kiefern, nicht weit davon außerdem noch *Galeopsis ochroleuca* s, *Hieracium pilosella* t *Thymus serpyllum*, *Hieracium umbellatum* v. *coronopifolium* s, *Hypericum perforatum*, *Campanula rotundifolia*, *Euphorbia cyparissias*, Brombeere und Weidenröschen.

Porphy-, Porphyrit- und Melaphyrgesteine.

Ganz typische Hungerbrachen und trockene Äcker findet man immer wieder auf den flachgründigen Böden der Eruptivgesteine. Die Felsvegetation der sauren Porphyre (z. B. der Felsitporphyre) erinnert nach Angaben von *Wiemann* sogar an die Silbergrasflur, nur daß *Corynephorus* hier durch Schafschwingel (*Festuca ovina*) vertreten wird. Pflanzensoziologisch scheint sich der sehr wechselnde Kalkgehalt dieser Eruptivgesteine doch manchmal in der buntesten Weise zu äußern: So wuchsen auf einer grusartigen Porphyritverwitterung unter Kiefern am Wegrand kalkholde und kalkmeidende Pflanzen sehr nahe beieinander. (Steinalbtal im Grenzlager, Anfang Oktober 1941). Alle zusammengenommen weisen jedoch auf einen ausgesprochen trockenen Standort. (Neigung 20°, Westhang, lichter Wald):

a) ± kalkmeidend: *Jasione montana* s 1, *Herniaria glabra* s 1, *Potentilla argentea* t 2, *Sarothamnus scoparius* † 1, *Senecio viscosus* s 1, *Tunica prolifera* s 1, *Trifolium arvense* t s 2.

b) indifferent: *Dianthus carthusianorum* 2, *Euphorbia cyparissias* 1, *Bupleurum falcatum* +, *Genista sagittalis* t 1, *Galeopsis angustifolia* t 1, *Stachys recta* t 1, *Dianthus armeria* s o +.

c) ± kalkhold: *Asperula cynanchica* t 1, *Teucrium botryst* 1, *Scleranthus perennis* t 2, *Sanguisorba minor* t 1.

Auf den Äckern und Brachen überwiegen aber immer dieselben kalkfeindlichen Arten, die wir auch im Buntsandstein fanden, vor allem *Scleranthus annuus* und *Spergula arvensis*.

Acker und Brache auf Grenzlager-Porphyrit bei Hoppstätten (12. IX. 41). Neigung 5—10°: Massenhaft *Scleranthus annuus* t und *Spergula arvensis* t, *Rumex acetosella* t s und *Besenginster* t am Ackerrand. Auf den Brachen (10—15° geneigt) sehr viel *Trifolium arvense* t s, *Sanguisorba minor* t, und *Hieracium pilosella* t, ferner *Taraxacum laevigatum* s, *Plantago lanceolata*, *Scleranthus annuus* t und *Knautia arvensis*. Am Weghang mit dünner Verwitterungskrume (Neigung 20 bis 30° Ost) *Jasione montana* s, *Dianthus armeria* t, *Senecio viscosus* s, *Trifolium arvense* s, *Scleran-*

thus perennis t, Galeopsis ochroleuca s. Hieracium pilosella, Galeopsis angustifolia, Hypericum perforatum, Euphorbia cyparissias, Lotus corniculatus, Peltigera canina t, Sarrhamnus scoparius ! t und Sanguisorba minor. Viel Schafweiden, Felsen oft mitten in den steinigen Äckern auftauchend. Nach Meinung der Bauern dürfte es hier jeden Tag im Sommer regnen.

Hunsrücksschiefer und Grauwacke.

Auch hier können die Brachen und Äcker ein ganz ähnliches Bild der Trockenheit zeigen — jedoch nur auf den ausgesprochenen Höhenlagen der stärkeren Bodenzerstörung, insbesondere auf einzelstehenden Kuppen. Die pflanzensoziologisch sich äußernde Verarmung der Böden wird immer deutlicher, je öfter man die Höhenlagen des Rheinischen Schiefergebirges besteigt. (Beispiel Heiserköpfchen bei Winterwerb 19. IX. 1941) Neigung + 5—10°.

a) Brache: *Jasione montana* s, *Hieracium pilosella* t, *Trifolium arvense* t s, *Rumex acetosella* t, *Hypericum humifusum* s, *Dianthus carthusianorum* t, *Senecio viscosus* s, *Chrysanthemum segetum*, *Stachys arvensis*, *Scleranthus annuus* t, *Galeopsis ochroleuca* s, *Veronica officinalis* t, *Stachys betonica* t, *Daucus carota*, *Hypericum perforatum*, *Galium verum*, *Trifolium repens*, *Tanacetum vulgare*, *Campanula rotundifolia*, *Matricaria inodora*, *Sisymbrium officinale*, *Lotus corniculatus*, *Stellaria graminea*, *Thymus chamaedris*, *Senecio jakobaea*, *Ononis repens*, *Capsella bursa pastoris*, *Linaria vulgaris*.

b) nur ein wenig tiefer unterhalb auf dem Acker (10—20° geneigt): Massenhaft *Scleranthus annuus* t 3, *Spergula arvensis* t 1, *Chrysanthemum segetum* 2, *Stachys arvensis* t 1, *Antirrhinum orontium* und *Stellaria graminea* +.

c) noch tiefer, Acker schon in Muldenlage, diese aber ganz ohne Quellhorizonte: Massenhaft *Mentha arvensis* f, auch noch sehr viel *Chrysanthemum segetum*, aber kein *Scleranthus annuus*, keine *Spergula arvensis*, statt dessen *Polygonum persicaria* (f), *Stachys palustris* f l, *Ranunculus repens* f, *Fumaria officinalis* l, *Veronica hederifolia* l, *Equisetum arvense* u. a.

Chrysanthemum segetum scheint gar nicht so trockenliebend zu sein, obwohl es in Nordwestdeutschland als Charakterart des sandig-trockenen Ackers gilt —, denn man findet dieses lästige Unkraut auch auf feuchten und lehmigen Äckern, in den Gebieten des Hunsrückschiefers geht es sogar immer bis hart an den Rand der Quellmulden heran! Im ganzen aber zeigt dieser letzte Vergleich der dritten mit den beiden ersten Aufnahmen vom 19. 9. 41 sehr deutlich, wie die Muldenlage das Auftreten der Arten des feuchten und lehmigen Ackers bedingt. — Die hier unter Gruppe a skizzierten Unkrautgesellschaften der steinig flachgründigen Böden haben unzweifelhaft Ähnlichkeit mit den Halm- und Hackfruchtgesellschaften der trockenen und sandigen Äcker, wie sie *Tüxen* für Hannover und der Reichsminister für Ernährung und Landwirtschaft in seinen Richtlinien von 1941 für die wasserwirtschaftliche Planung in der Mark Brandenburg beschrieben hatte. Schon daraus kann man schließen, daß für die Mehrzahl dieser Arten nicht der Sand, sondern die durch den Sand oder die Flachgründigkeit und den Steinreichtum bedingte Trockenheit in erster Linie entscheidend ist, also wieder der Wasserhaushalt auch die Pflanzengesellschaften auf den flachgründigen Böden der mittelhheinischen Höhen bestimmt.

Die Flora der bodensauren Wälder ist für das Nahegebiet von *Wiemann/Meisenheim* so treffend gekennzeichnet worden, daß man sich hier an seine Ausführungen halten kann (*Wiemann* 1939):

Zunam infolge des weitverbreiteten Niederwaldbetriebes ist ein typischer Eichen-Birkenwald immer noch selten anzutreffen, denn neben Eichenbeständen mit starkem Birkenanteil kommen auch auf versauerten Böden Eichen-Hainbuchen- und sogar Eichen-Buchenwie reine Buchenbestände vor. Jedoch sind Zitterpappel als Charakterart, sowie Faulbaum und Vogelbeere auch schon für die Strauchschicht des ehemaligen Eichen-Birkenwaldes noch sehr bezeichnend. Dazu gehört auch das wilde Geisblatt (*Lonicera periclymenum*) und vor allem — wenigstens in Kahlschlägen und am Waldrand — *Besenginster* t, Weidenröschen, gelber und roter Fingerhut! Die Gras- und Krautflora enthält in mehr oder weniger großen Beständen *Adlerfarn* t, *Heidelbeere* und *Heide-*

kraut ts, Hainsimse t, schlängelige Schmiele (*Airaflexuosa* ts) und als Charakterart das Schattenblümchen (*Majanthemum bifolium*). Dazwischen stehen die verschiedenen Arten des Ginsters (*Genista pilosa* ts, *G. tinctoria* t, *G. germanica* t und *G. sagittalis* t), vielfach auch der salbeiblättrige Gamander (*Teucrium scorodonia* t), vereinzelt *Hypericum pulchrum* t, st, das schöne Johanniskraut, Tausendgüldenkraut, Hohlzahn (*Galeopsis ochroleuca* s) und die in der Nordpfalz vorkommende ausdauernde Jasione (*J. perennis* t). Kümmerliche Renntierflechten t und Weismoost als Warnfloral — Diese Kräuter sind zwar nicht alle für den echten Eichen-Birkenwald *Tüxens* charakteristisch, aber zusammengenommen beweisen sie — insbesondere Drahtschmiele, Besenginster und Heidekraut — eine mehr oder weniger starke Versauerung, Auswaschung und vor allem Trockenheit des Bodens, der dann gewöhnlich von einer starken Rohumusschicht bedeckt ist, aus dem die Regenwürmer größtenteils ausgewandert sind. Selbst Ortsteinschichten kommen vor. Typische Beispiele: Donnersberg, Potzberg, Königsberg — insbesondere an den Schlagseiten — Steinalb, Hochflächen von Lemberg' und Rotenfels! Ein sehr großer Teil der Niederwälder gehört dazu. Soweit nach *Wiemann*. Ganz ausgeprägte Trockenwälder findet man auch auf älteren Flußterrassen an der unteren Nahe, dafür folgendes Beispiel: Dürrfelder Heide, auf Hauptterrassenschotter bei Langenlohnshcim. 19. V. 42. Neigung = O, Exposition = O. Niederwaldbetrieb, Kahlschlag mit mannshohem Eichengestrüpp, am Wegrand noch Birken, Kiefern, Zitterpappel und Vogelbeere, ferner massenhaft Schlehe. Zwischen dem Eichengebüsch: Polster von *Calluna vulgaris* ts 2, sehr viel *Festuca ovina* t 3, *Polygala vulgaris* t 1, *Genista pilosa* t 1, *Genista sagittalis* t 2, *Melampyrum pratense* t 1, *Anthoxantum odoratum* 2, *Luzula campestre* 2, *Teucrium scorodonia* t 1, *Polygonatum officinale*, *Veronica officinalis* t 1, *Hieracium pilosella* 2, *Hypericum perforatum*, *Euphorbia cyparissias* t 1, *Sarothamnus scoparius* t 1, *Turritis glabra* t 1, *Thymus chamaedris*, *Viola canina* +.

Gruppe b. Eichen-Hainbuchenwälder und Pflanzengesellschaften der schwachsandigen bis lehmigen Äcker.

In den gesünderen Wäldern mit den besseren Feuchtigkeitsverhältnissen treten — zunächst wieder nach *Wiemann* — Vogelbeere, Zitterpappel, Faulbaum, Birke und Saalweide stark zurück, wogegen Eichen und Hainbuchen in wechselndem Verhältnis, aber auch in reinen Eichen- und reinen Hainbuchenbeständen an Raum gewinnen. Vogelkirsche und reichlich Hasel gesellen sich dazu, außerdem viele Straucharten, z. B. Schneeball (*Viburnum lantana*), blutroter Hartriegel, Liguster, Stachel- und Alpenjohannisbeere, Pfaffenhütchen u. a., die alle in den bodensauren Wäldern selten anzureffen sind, wenn auch allerlei Übergangstypen vorkommen. Kennzeichen der guten Waldböden mit den ungestörten Lebensgemeinschaften sind unter den Kräutern:

Scilla bifolia l, *Ranunculus ficaria* f, *Ranunculus auricomus* f, *Anemone nemorosa* f, *Arum maculatum* f, *Mercurialis perennis*, *Pulmonaria officinalis* var. *obscura* f, *Lamium galeobdolon* f, *Chaerophyllum temulum* f, *Geum urbanum*, *Galium silvaticum*, *Phyteuma nigrum*, *Hieracium silvestre*, *Geranium Robertianum*, *Campanula trachelium*, *Viola silvestre*, *Anemone ranunculoides*, *Alliaria officinalis*, *Melica uniflora*, *Poa nemoralis*, *Dryopteris filix mas*, *Veronica chamaedris*, *Stellaria nemorum*, *Cardamine impatiens*, *Moehringia trinervis*.

Zu den besten Anzeigern eines gut durchfeuchteten und gesunden Waldbodens gehören außer den unterstrichenen Arten ganz besonders Waldmeister und Lerchensporn (*Asperula odorata* f und *Corydalis digitata*, bis hierhin nach *Wiemann*).

Lehmige Halm- und Hackfruchtäcker.

Im ursprünglichen Gebiet der Eichen-Hainbuchenwälder auf den lehmigen Halm- und Hackfruchtäckern, die das Wasser, insbesondere die Winterfeuchtigkeit besser und länger zu halten vermögen, tritt vor allem *Galeopsis ochroleuca*, *Spergula arvensis* und *Rumex acetosella* ganz zurück, während *Stachys arvensis*, *Chrysanthemum segetum* und *Arenaria serpyllifolia* durchaus nicht immer fehlen müssen. Selbst *Scleranthus annuus* findet man bisweilen auf feinsandi-

gen und lehmigeren Äckern — z. B. auf oberem Buntsandstein (Röt) — sofern diese noch einigermaßen trocken und kalkarm sind. Wie die Löß- und Lößlehminseln des Buntsandsteins im Anbauverhältnis von ihrer dürrtigen Umgebung abweichen und entsprechend auf den Wassermangelkarten der Landwirtschaftsschulen mehr oder weniger offensichtlich ausgelassen wurden, so sind auch ihre Unkrautgesellschaften des Ackers ganz anders zusammengesetzt. Lehmiger bindiger Feinsand (Lößlehm) auf den Ackerstoppeln des Heidenhübel bei Kottweiler (16. 10. 41): Sobald man vom reinen Sand des Buntsandsteins auf die Lößflächen tritt, verschwindet immer *Trifolium arvense*, *Spergula arvensis* und *Rumex acetosella*, denn es ändern sich ja nicht allein die Wasserverhältnisse — wie etwa beim Übergang nur von einer trockenen zur feuchteren Unkrautgesellschaft des sandigen Halmfruchtackers, sondern die Bodenart selbst! Natürlich sucht man von jetzt ab auch vergeblich nach Besenginster und Heidekraut am Wegrand. *Galeopsis ochroleuca* und *Scleranthus annuus* fehlt auf diesen Lößlehmäckern sicher, Brachen sind ganz selten, zumindest gibt es keine mehr mit *Jasione montana*, *Holcus mollis*, *Trifolium arvense*, *Hieracium pilosella* und *Dianthus deltoides*, wie sie vorher noch leicht zu finden waren. Dagegen erscheinen je nach dem Grad der Feuchtigkeit und der besseren Wasserführung des Lößes z. B. *Mentha arvensis* f und *Sagina procumbens* f, wobei letztere vielleicht schon einen stärkeren Grad der Entkalkung des Lößes verlangt. Mit dem jeweiligen Grad der Entkalkung und Verlehmung hängt gewiß auch das mehr oder weniger starke Auftreten von *Thlapsi arvensis* l, *Fumaria officinalis* l, *Gypsophila muraria* f s und *Sherardia arvensis* kl zusammen. (Ausführlichere Beispiele für Lößäcker Seite 118.)

Gruppe C. Eichen-Elsbeerenwälder und Steppenheiden.

Die besonders interessanten xerothermen Pflanzengesellschaften der kalk- und nährstoffreichen Böden der unteren Nahe seien hier nach Angaben von *Wiemann* 1939, *Schwickerath* 1936, *Litzelmann* 1938, *Andres* 1920, *Wagner (-Garcke)* 1905 und *Wünsche-Abromeit* 1928 sowie nach Bestandsaufnahmen vom 18. bis 20. V., 7. und 13. VI, 1942 in der Kreuznacher und Bingener Gegend zusammengestellt

Das soll die im 1. Kap. erwähnten kontinentalen und mediterranen Einflüsse auf Klima und Böden an der unteren Nahe einmal besonders nahe bringen. (Charakterarten (C) nach *Tüxen* und „Leitformen“ (L) der *Gradmann'schen* Steppenheide unterstrichen, p = pontisch, m = mediterran, t = trocken, s = sonnige Standorte, k = kalkhaltigen Untergrund bevorzugend.) Obschon viele der folgenden Arten warmes und trockenes Klima lieben (t, s), so ist der Wasserhaushalt der Böden in den ursprünglichen Gebieten der Steppenheiden und Elsbeerenwälder doch denkbar gut. Auch haben sich viele der folgenden Arten trockener Standorte wohl nur deshalb eingefunden, weil diese beiden Gesellschaften — insbesondere die Steppenheiden — auf die wenigen ungünstigen Stellen der stärkeren Neigung und Flachgründigkeit von der Ackerkultur zurückgedrängt wurden! Die kalkhaltige Feinerde im Bodenprofil der Eichen-Elsbeerenwälder reicht aber selbst hier noch tief in die Spalten und Klüfte des C-Horizontes hinein (*Tüxen* 1937)!

1. *Eichen-Elsbeerenwald:*

m	k	<i>Quercus sessiliflora</i> C
m	k	<i>Sorbus torminalis</i> C
m	k	<i>Amelanchier vulgaris</i>
	k	<i>Pirus aria</i>
m		<i>Acer monspessulanum</i>
p m		<i>Prunus mahaleb</i>
		<i>Berberis vulgaris</i>
	k	<i>Rosa pimpinellifolia</i>
t		<i>Cotoneaster integerrimus</i>
	k	<i>Viburnum lantana</i>
		<i>Rhamnus frangula</i>
		<i>Crataegus oxyacantha</i>
		<i>Cornus sanguinea</i>
		<i>Ligustrum vulgare</i>
		<i>Pirus communis</i>
s	k	<i>Dictamnus albus</i> C
p m	k	<i>Lithospermetum purpureo-coeruleum</i> C
p m	k	<i>Chrysanthemum corymbosum</i> C
p m		<i>Bupleurum falcatum</i> C
p	t k	<i>Laserpitium latifolium</i> C
s		<i>Campanula persicifolia</i> C
t		<i>Viscaria vulgaris</i>

p		<i>Vicia pisiformis</i>
	t	<i>Arabis turrita</i>
	s	<i>Lathyrus niger</i> L
	t k	<i>Thalictrum minus</i> C
	t	<i>Melampyrum cristatum</i> C
	t	<i>Trifolium rubens</i> .
	t	<i>Trifolium alpestre</i>
	t k	<i>Libanotis montana</i>
p m	t	<i>Vincetoxicum officinale</i>
p	s t	<i>Peucedanum cervaria</i> L
p	s	<i>Peucedanum oroselinum</i>
p	s	<i>Peucedanum alsaticum</i> L
		<i>Peucedanum officinale</i>
	s	<i>Polygonatum officinalis</i> L
	t	<i>Potentilla micrantha</i>
p	s k	<i>Anemone silvestris</i>
p m	t	<i>Anthericum Liliago</i> L
p	t	<i>Anthericum ramosum</i>
p m	k	<i>Orchis purpureus</i> L
		<i>Orchis masculus</i>
p m	k	<i>Orchis militaris</i> L
	k	<i>Helleborus foetidus</i>
		<i>Digitalis ambigua</i>
		<i>Digitalis lutea</i>
	m s	<i>Himantoglossum hircinum</i>
	t	<i>Dianthus carthusianorum</i>
	t k	<i>Calamintha acinos</i>
p	t	<i>Thesium linophyllum</i>
	t	<i>Brachypodium pinnatum</i>
		<i>Coronilla varia</i>
	s t	<i>Veronica Teucrium</i>
	t	<i>Silene nutans</i>
		<i>Lactuca virosa</i>
		<i>Lilium martagon</i>
		Felspflanzen :
	m s k	<i>Ceterach officinarum</i>
	k	<i>Asplenium septentrionale</i>
		<i>Asplenium trichomanes</i>
		<i>Polypodium vulgare</i>
	t	<i>Sedum album</i>
	t	<i>Sedum acre</i>
p m s t k		<i>Alyssum montanum</i>
	s	<i>Cheiranthus cheiri</i>
	s	<i>Iris germanica</i>

m		Dianthus Gratianopolitanum
m		Biscutella laevigata
		Arabis arenosa
m		Gagea saxatilis
	t	Saxifraga aizoon
	t	Genista pilosa
		Schutthalden:
	s k	Teucrium chamaedris
		k Galeopsis angustifolia
	s k	Teucrium botrys
	t	Rumex scutatus
	t	Silene inflata
		Helleborus foetidus
p m	t	Vincetoxicum officinale
p m	t	Anthericum Liliago

2. Die eigentliche Steppenheide, außer einigen der vorigen Arten:

p	t	Festuca ovina C
	i	Festuca ovina v. duriuscula
	t	Festuca ovina v. glauca
p m	t	Phleum Boehmeri
		Avena pratensis
p	t	Koeleria gracilis
p m	t k	Bromus erectus CL
p m	t k	Carex humilis CL
p m	t	Stipa capillata CL
p m	t	Stipa pennata C
p	k	Aster amellus L
p m s t	k	Alyssum montanum
p m s		Aster Linosyris
p m s	k	Helianthemum fumana
p	t	Alyssum saxatile (?)
p		Sisymbrium strictissimum (Bingen)
p m s t		Achillea nobilis
	t	Potentilla verna
	t	Echium vulgare
	k	Sanguisorba minor
	t	Euphorbia cyparissias
p	t	Pulsatilla vulgaris L
m	t k	Linum tenuifolium
p s		Seseli Hippomarathrum
p m s		Aster Linosyris L
p m	t	Stachys recta L
p m	k	Asperula glauca L

p	t k	<i>Inula hirta</i>
	t k	<i>Filipendula hexapetala</i>
p	t	<i>Tunica prolifera</i> L
p		<i>Muscari comosum</i>
p	t	<i>Gagea bohemica</i>
p	t	<i>Seseli annuum</i>
p	s	<i>Silene otites</i>
	m	<i>Lactuca perennis</i>
p	t	<i>Erysimum crepidifolium</i>
p	s t	<i>Potentilla arenaria</i>
	t	<i>Draba verna</i>
	s t k	<i>Potentilla rupestris</i>
p m s t		<i>Veronica spicata</i>
	t	<i>Medicago minima</i>
p m s t k		<i>Asperula cynanchica</i>
p	t	<i>Artemisia campestris</i>
p	t k	<i>Aster amellus</i>
p	t	<i>Fryngium campestre</i>
	s t	<i>Hollosteum. umbellatum</i>
		<i>Androsace elongata</i>
p	s t k	<i>Adonis vernalis</i>
p	s k	<i>Oxytropis pilosa</i>
p m t k		<i>Scabiosa suaveolens</i> L
	m	<i>Allium sphaerocephalum</i>
	t k	<i>Plantago arenaria</i>
p	t	<i>Inula germanica</i>
p	t k	<i>Artemisia pontica</i>
p	t	<i>Centaurea rhenana</i>
p	t k	<i>Potentilla alba</i> L
	m s t	<i>Globularia vulgaris</i>
	m k	<i>Ophrys fuciflora</i>
	m s t	<i>Ophrys araneifera</i> L
	m k	<i>Ophrys muscifera</i>
	m k	<i>Ophrys apifera</i>
	m k	<i>Orchis Simia</i>
p m k		<i>Cephalanthera rubra</i> L
	m s k	<i>Trinia glauca</i>
p m t k		<i>Cynodon dactylon</i>
	s	<i>Verbascum lychnitis</i>
	s	<i>Alyssum calycinum</i>
p	s t k	<i>Arabis auriculata</i> (Kreuznach)
p	s t	<i>Euphorbia gerardiana</i> (Bingen)
	m	<i>Orobanche amethystea</i> (Bingen)
	t	<i>Hieracium peleterianum</i>

3. Zum übrigen Rheingebiet.

a) Bei einem Ausblick über das Nahegebiet hinaus muß zumal im Hinblick auf die wasserwirtschaftliche Planung zunächst der Bedeutung der Hangrichtung gedacht werden. Sie trat ja schon an der Nahe auffallend in Erscheinung: die bodensauersten Wälder findet man — wie es auch *Wiemann* mehrfach geschildert hat — vor allem an den Schlagseiten der stärkeren Auswaschung (SW, W, NW, Potzberg, Donnersberg). *Künkele* und *Geiger* (1925) berichten über den Pfälzer Wald: Von seinen Gipfeln schaut man nach Nordosten ins dunkle Meer der Kiefernwälder auf den stärker ausgewaschenen und leichter austrocknenden sonn-, wind- und regenseitigen Südwesthängen. Ein Blick nach Südsüdwest zeigt dagegen schon am stärkeren Hervortreten saftgrüner Farben den größeren Anteil der Laubwälder in den geschützteren Nord- und Nordwesthängen. Sogar der Holzertrag soll hier bis doppelt so groß sein wie an den ungeschützten Seiten.

Büker (1940) beschreibt ganz verschiedene Buchenwälder des Sauerlandes: Auf den Südwestseiten überwiegt der heidelbeerreiche Buchenwald der versauerten, leicht austrocknenden Böden, dem jegliche Arten der eigentlichen Buchenwaldflora fehlen, wo nur säureliebende Arten wie *Aira flexuosa* t, *Polytrichum attenuatum* t u. a. vorherrschen und nie fehlen. Auch die Heidelbeere ist steter Begleiter, aber auch diese sogar von geringer Vitalität. Dieser Wald liebt die stark podsolierten SW-, W- und NW-Seiten. Aber auf den entgegengesetzten Hängen ist die zahnwurz- oder auch die waldschwingelreiche echte Buchenwaldflora verbreitet. Auch der Waldmeister ist hier stets vorhandene Charakterart! Dieser Wald findet sich auf den tiefgründigeren und nährstoffreicheren und daher auch nicht zu hoch gelegenen Böden mit gesundem, wasserzügigem (!) und stark nachschaffendem Profil. In den höheren Lagen wird natürlich auch auf dieser an sich geschützteren Seite der Wald wieder artenärmer, weil flachgründiger, und auf den Kuppen über 700 m NN bleibt überhaupt nur noch der Bärlapp-Buchenwald. Auch *Kümmel* (1938 und mündl. Mitt.) stellte auf vulkanischen Böden und im Ahrgebiet immer wieder fest, daß sich die stärkere Auslaugung der Westhänge im stärkeren Auftreten der säurelieben-

den Arten (*Aira flexuosa*, *Vaccinium myrtillus*, *Teucrium scorodonium* usw.) sehr wohl bemerkbar macht, während sich die empfindlicheren Arten des Eichen-Hainbuchenwaldes auf die Nordhänge zurückziehen.

Aufschlußreich ist auch eine Wanderung von Münster a. Stein über den Rotenfels nach Theodorshall, also von Süd nach Nord (18. V. und 7. VI. 42). An den besonnten, trockenwarmen Südhängen überwiegt hier im berühmten Kreuznach-Mainzer Trockengebiet Eichen-Elsbeerenwald und Steppenheide auf kalkreicherem Grund, weil hier die Auswaschung sogar noch auf der Südseite gering ist; auf der Höhe hinter der Bastei folgt aber sogar in diesem regenarmen Gebiet typisch bodensaurer Wald mit Eichen, Birken, Kiefern, Zitterpappel, Vogelbeere, Faulbaum, Besenginster, Heidelbeere, Heidekraut, Wachtelweizen *Teucrium scorodonium*, *Veronica officinalis*, *Genista sagittalis*, *G. pilosa*, *Thesium linophyllum*, *Galium silvestre*, *Festuca ovina*, *Hieracium murorum*, *Polygala vulgaris* usw. Der wiederum wechselt ziemlich unvermittelt in einen feuchteren Eichen-Hainbuchenwald mit tiefgründigerem Boden, sobald man über die Wasserscheide hinaus in das Tälchen nach Theodorshall an der geschützteren Nordseite kommt. Hier stehen massenhaft Hainbuchen zwischen den Eichen, aber auch die Ahornarten und Buchen, sowie die typischen Waldkräuter und Sträucher der guten Böden wie Alpenjohannisbeere, Mehlbeere, Holunder, Goldnessel, Moschuskraut, Bingelkraut, Windröschen, Sternmiere, Perlgras und viele andere, die man hinter der Bastei vergeblich suchte. Der geologische Untergrund ist aber überall derselbe Quarzporphyr. Ganz allgemein darf vielleicht auch der wasserwirtschaftliche Planer aus solchen Beispielen schließen, daß an den geschützteren Nord- und Nordwestlagen der rheinischen Mittelgebirge im allgemeinen die besseren Böden verbreitet sind, die einen künftigen Wassermehrverbrauch weniger erwarten lassen.

In dem eigentlichen, besonders warmtrockenen unteren Nahetal selbst ist der Unterschied aber mehr verwischt, denn hier ist die Bodenzerstörung auf Nord- und Südlage so gering, daß auf beiden Seiten Eichen-Elsbeerenwälder und Steppenheiden verbreitet sind, die ja auf nährstoff- und kalkreiche Böden angewiesen sind. Wie weit

sich das auf das untere Mosel- und Lahntal übertragen läßt, wäre zu untersuchen. Selbst an der Erpeler Ley findet man noch Federgras.

b) Zuletzt folgt noch eine Übersicht über typisch trockene und feuchte Standorte im übrigen Rheingebiet. Es soll ein Versuch sein, den Wasserhaushalt charakteristischer geologischer Landschaften mit Hilfe der Pflanzengesellschaften im weiteren Sinne zu fassen und gegenüberzustellen. (Vergleichende Bodenanalysen S. 122.)

1. Die kalkarmen Flugsande zeigen noch Hungerbrachen trockenster Standorte wie sie z. B. für die Mark Brandenburg und überhaupt für Nordwestdeutschland kennzeichnend sind (vgl. auch *Tuxen* 1937), so am Rande der Recklinghauser Haardt an der unteren Lippe auf Flugdecksanden über senonen Sanden. Es ist eigentlich unser einziges Gebiet stark gebleichter, rostfarbener Waldböden, wo auch die gebänderten Ortsteinprofile weit verbreitet sind, die ursprünglich stets den typischen Eichen-Birkenwald tragen. Beispiel: Westleven a. d. Lippe 4. 11. 42. Neigung und Exposition O, Ortsteinprofil (Brodeltöpfe s. *Steusloff* 1941). Am Rand ausgedehnte Kiefernwälder der Haardt (Pflanzenliste wurde ergänzt durch Angaben von Herrn Dr. *Steusloff*, Bodenanalyse Nr. 1 S. 122).

Calluna vulgaris t, *Rumex acetosella* s, *Agrostis vulgaris*, *Agrostis canina*, *Polytrichum* (*juniperinum*?), *Airaflexuosa* t s, *Corynephorus canescens* t s, *Festuca ovina* t s, *Galium saxatile* s, *Spergula Morisonii* s, *Hieracium umbellatum*, *Jasione montana* s, *Scleranthus annuus* t, *Holcus mollis* t, am Waldrand und im Walde Reste von Eichen-Birkenwaldbeständen mit *Vaccinium myrtillus*, *Pteridium aquilinum* t s, *Melampyrum pratense* t, *Polypodium vulgare*, *Epilobium angustifolium*, *Blechnum spicant*, *Lonicera Periclymenum*, *Hypericum perforatum*, *Agrostis vulgaris*, *Teucrium scorodonium* t, *Solidago virgae aurea* t.

Wenn aber das Gelände dem nährstoffarmen Grundwasser zu nahe kommt, so treten *Molinia coerulea* f und die Flaumbirke f stärker im Vegetationsbild hervor.

Im übrigen sind diese ausgesprochen trockensten Standorte auch auf den Dünensanden an der holländischen Grenze, bei Arsbeck z. B.

weit verbreitet (Ritzerode 1. 10. 1942, unter Kiefern und Birken oft nur *Aira flexuosa* t und *Weismoospolster* t, Bodenanalyse Nr. 2 Seite 122). Dasselbe gilt für Dünen und oberoligocäne Feinsande in der Hildener Gegend mit lockeren Heiden von buschsteppenartigem Charakter (Besenginster) (Hilden 29./30. Sept. 1941, Bodenanalyse Nr. 3 S. 122), sowie für die Mittelterrassenplatten zwischen Neuß und Rheydt, wenn diese, wie z. B. bei Kaarst, mit Decksand statt mit Lehm belegt sind (Kaarst 21. 8. 41). Als charakteristischer Bestandteil gesellt sich der westdeutschen Silbergrasflur häufig *Ornithopus perpusillus* (s, t) zu, die aber auch in trockenen Kiefernwäldern häufig ist (vgl. *Kümmel* 1937). Auch die Ackerunkrautgesellschaften der Flugdecksande zwischen Hilden und Millrath kennzeichnen sich vorwiegend durch Trockenheit anzeigende Arten, sofern das Gelände nicht dem Grundwasser zu nahe kommt oder zu sehr in feinerdigere Muldenlagen gerät. Ein Profil vom 22. 8. 41 südlich Hilden bei Richrath zeigt dies deutlich:

Tabelle 5

Entfernung vom Bach in m lemig (l), sandig (s)	10-20	20-30	30-40	40-80	80-150
	ls 0,5-1	ls 1-2	s 2-3	s 3-4	s 4-5
<i>Brunella vulgaris</i> f	+	+			
<i>Mentha arvensis</i> f	+	++		+	
<i>Ranunculus repens</i> f	++	++			(+)
<i>Gnaphalium uliginosum</i> f	+		+	(+)	
<i>Viola tricolor arvensis</i>	+	+	+	+	
<i>Galeopsis tetrahit</i> f l	+	+			
<i>Capsella bursa pastoris</i>	+	+		+	+
<i>Scleranthus annuus</i> t			+	+	+++
<i>Spergula arvensis</i> t		+		+	+
<i>Trifolium arvense</i> ts			+	+	++
<i>Stachys arvensis</i> t			+	+	
<i>Galeopsis odroleuca</i> ts			+	++	+++
<i>Arenaria serpyllifolia</i>			+		+
<i>Polygonum aviculare</i>		+	+		+

+ einzeln ++ häufig +++ massenhaft
() meist nur kümmerlich gewachsen.

Die etwa 10—15 m über den Bach erhobene Kuppe war übersät mit den weißen Blüten des Hohlzahns.

Auf Brachen und Schafweiden der eigentlichen Dünensande sind sehr trockene Standorte (Tannenbusch bei Bonn 23. 10. 42):

Bodenanalyse 5 S. 98.

Hypochoeris radicata t 2, *Erigeron canadensis* s 1, *Trifolium arvense* t s 2—4, *Corynephorus canescens* t s 2, *Agrostis vulgaris* 2, *Arenaria serpyllifolia* 1, *Bromus mollis* s 1, *Artemisia campestris* t, *Festuca ovina* t s, *Sarothamnus scoparius* t s, *Spergularia arvensis* t, *Sedum acre* t, *Hieracium pilosella* t, *Galium verum* s, *Chondrilla juncea* t, (28. 10. 42): *Trifolium minus*, *Taraxacum officinale*, *Crepis virens*, *Senecio viscosus* s, *Panicum sanguinale*, *Panicum lineare*, *Lolium temulentum*, *Rumex acetosella* s, *Tunica prolifera* s. *Carex hirta* an grundwassernäheren feuchteren Mulden.

2. Die älteren und daher stärker ausgelaugten und abgeschwemmten Terrassen des Rheines und seiner Nebentäler sind auch durchweg sehr sandig oder sogar kiesig ausgebildet und tragen dann den vorigen sehr ähnliche Unkrautgesellschaften des sandigen Halm- und Hackfruchtackers und der trockenen Eichen-Birkenwälder, so die großen und zahlreichen Hauptterrassen zwischen Bonn und Düren. Südlich vom Rodderberg z. B. finden sich hier sehr typische Eichen-Birkenwälder mit viel Zitterpappel, Vogelbeere, Heidelbeere, Schattenblume, Heidekraut, Adelfarn, Besenstrauch und englischem Ginster, Drahtschmiele u. a. (4. Mai 1942). Sehr ähnlich sind die kleineren Hauptterrassenlappen auf den Höhen der Mosel z. B. bei Güls (17. 5. 42). Auf einem sehr durchlässigen und trockenen Standort deutet auch folgende Gesellschaft auf einem kiesreichen Hauptterrassenstreifen bei Winnigen (12. 8. 41, Exposition Süd, Neigung 10—15 Grad, Brache):

Berteroa incana t s 2, *Plantago lanceolata* 1, *Eryngium campestre* t 1, *Scleranthus annuus* t 2—3, *Trifolium arvense* t s 2, *Setaria viridis* 1, *Potentilla argentea* v. *demissa* s 1, *Spergularia arvensis* s 1, *Jasione montana* s 1, *Sarothamnus scoparius* t s +, *Stachys bē-*

tonica t +, *Hieracium umbellatum* t (*coronopifolium* ?) 1, *Gnaphalium silvaticum* t 1, *Genista tinctoria* t 2, *Genista sagittalis* t 1, *Briza media* + t, *Filago arvensis* 1, *Linaria vulgaris* +, *Phleum pratense* +, *Convolvulus arvensis* +, *Daucus carota* +, *Trifolium repens* +, *Centaurea jacea* + *Prunus spinosa*.

Doch können auch die Hauptterrassen und selbst die ältesten Rheinablagerungen der Kieseloolithstufe stellenweise durchaus noch lehmig verwitterte Böden aufweisen mit Pflanzengesellschaften, die alles andere sind als ein Ausdruck der Bodentrockenheit. Im allgemeinen überwiegen aber — auch bei den Pliocänablagerungen — die durchlässigeren nährstoffarmen Böden, z. B. auf den großen Kieseloolithterrassen aus weißen Quarzkies und Sand an der Mosel zwischen Bassenheim und Kerben. Karmelenberg 11. 9. 42 (Neigung und Exposition 0, humose, dünne und sehr kiesige Bodenkrume, Analyse 4 Seite 122):

Kräuter: *Melampyrum pratense* t 2—3, *Air flexuosa* t s 3, *Agrostis vulgaris* +, *Teucrium scorodonia* t 1—2, *Holcus mollis* t 2, *Hieracium laevigatum* s, *Festuca ovina* t s +, *Luzula campestris* t 1, Weißmoos! t s.

Sträucher: Nur Eichengestrüpp.

Bäume: Nur Niederwald (*Quercus sessiliflora*).

3. Buntsandsteingebiete wurden in der nördlichen und südlichen Eifel, in den Vogesen, an der Saar und in der Pfalz und bei Marburg untersucht und immer wieder drängte sich dasselbe Bild auf: Die Acker des mittleren Buntsandstein sind gewöhnlich sehr trocken und durchlässig (Unkrautgesellschaft s. Seite 90). Dasselbe gilt für die Wälder, in denen heute, wie z. B. in der Marburger Gegend, bei Kaiserslautern und Trier, vielfach die Kiefer überwiegt. Ursprünglich ist hier, ähnlich wie auf den quarzitäischen Sandsteinen NW-Deutschlands (*Tüxen* 1937), Eichenbirkenwald weit verbreitet, der allerdings vielfach zu Heide degradiert ist. Bis weit in die Täler herab zeigen sich besonders in den Pflanzengesellschaften die Merkmale des trockendurchlässigen und nährstoffarmen Bodens und so ist es zu verstehen, daß *Steininger* schon 1819 schrieb: „Die Berge des bunten Sandsteins sind, selbst in den dichtesten Wäldern, von

ihrem Fuße bis zu den Höhen mit Heide bewachsen“. Höhenweg nördlich Trier-Ehrang 11. 6. 42, Neigung und Exposition ungefähr O, Bodenprobe unter Heidelbeere sehr sandig kiesig. Rohhumus (Analyse 6 Seite 122, Wasserkapazität nur in den obersten 15 cm wegen des Humusgehaltes so hoch).

Calluna vulgaris s 4, *Rumex acetosella* s 1, *Potentilla tormentilla* +, *Sarothamnus scoparius* t s 1, *Vaccinium myrtillus* s 2, *Aira flexuosa* t s 2, Weißmoos t s 1. Endlose Kiefernwälder. Kahlschlag NO-Hang 10—20 Grad geneigt, sandig-steiniger Boden: *Aira flexuosa* t s 3, *Rumex acetosella* t s 2, *Calluna vulgaris* t s 1, *Hypericum pulchrum* t 1, *Teucrium scorodonium* t 2, *Veronica officinalis* t +, *Stellaria graminea* +, *Sarothamnus scoparius* t s +, *Festuca ovina* t s +, Junge Eichen.

Hiergegen sind die Wälder des nur wenig nördlicheren Zonenbergs trotz ihrer höheren Lage (401 m NN) von ganz entgegengesetztem Charakter, weil sie nicht auf mittlerem, sondern auf oberem Buntsandstein, auf Röt stocken! Der Boden ist hier nicht mehr grobkörnig, sondern feinsandig-lehmig. Die reinen Kieferkulturen werden mehr oder weniger plötzlich von Buchen- und Eichenbuchenwäldern abgelöst. Sie zeigen nicht mehr die geringsten Merkmale der Trockenheit. Zonenberg 11. 6. 42, Neigung 20—25 Grad OSO:

Eichen und Buchen gemischt. *Galeobdolon luteum* f 2, *Poa Chaixii* 1, *Milium effusum* f 2—3, *Luzula nemorosa* 1, *Asperula odorata* l 1—2, *Ajuga reptans* f 1, *Stellaria nemorum* f +, *Carex divulsa* f 2, *C. remota* f 1, *C. silvatica* f 1, *Festuca silvatica* 1, *Oxalis acetosella* 1, *Stellaria holostea* +, *Anemone nemorosa* l +.

Ähnlich wie bei Kaiserslautern ist hier auf dem oberen Buntsandstein — oft mit scharfer Grenze gegen das Pliocän und den mittleren Buntsandstein — der Wald überhaupt gerodet!

4. Bimssteinböden haben Ackerunkrautgesellschaften auf den Kuppen- und Höhenlagen, welche von denen der Flugsande und älteren Terrassen oft kaum zu unterscheiden sind! Das gilt zunächst aber nur für die gröberen und mächtigeren Tuffüberschüttungen in der Nähe der Vulkane (t T 1/β der geologischen Karten). Ferner

sind die Tuffe in den Muldenlagen und in den Talgründen so feinerdig verwittert, bzw. die feinerdigen Bestandteile so stark zusammengeschwemmt, daß hier immer die Arten der feuchten und lehmigen Standorte im Acker überwiegen, z. B. in Kartoffeläckern westlich Andernach (28. 8. 41).

Sonchus arvensis f, *Tussilago farfara* l, *Aethusa cynapium* l, *Polygonum pefsicaria* l, *Chenopodium album* l, *Mercurialis annua* l k, *Lamium purpureum* s l, *Lamium amplexicaule* l, *Myosotis arvensis*, *Veronica hederifolia*, *Mentha arvensis* f, *Galeopsis tetrahit* fl, *Convolvulus arvensis*, *Viola arvensis*, *Matricaria chamomilla*, *Ranunculus repens* fl, *Melandrium album*, *Atriplex hastatum* l, *Plantago major* l, *Stachys palustris* fl, letztere im Kartoffelacker besonders tiefer und feuchter Muldenlage.

Beim Aufstieg zum „Bürgerhaus“ erscheinen aber schon die ersten Büschel von *Scleranthus annuus* und *Spergula arvensis*. Auf den eigentlichen Kuppenlagen der großen Hochfläche überwiegen dann bei der weniger mächtigen Tuffüberlagerung über sandig-kiesigem Untergrund der Hauptterrasse die bekannten Trockenengesellschaften ganz ähnlich denen der Stoppeln auf den Hildener Decksandn (nach mehreren Aufnahmen vom 28. 11. 41):

Galeopsis ochroleuca t s (oft 3—4, darunter auch *ochroleuca/ladanum*), *Senecio viscosus* s, *Scleranthus annuus* t, *Arabis arenosa* s, st, *Rumex acetosella* s, *Spergula arvensis* t, *Filago arvensis* s, *Trifolium arvense* s, *Erigeron canadensis* s, *Arenaria serpyllifolia*, *Taraxacum laevigatum* s, *Stachys arvensis*, *Linaria arvensis* s, *Cerastium arvense*, *Erodium cicutarium*, *Galeopsis angustifolia* t, *Polygonum aviculare*, *Matricaria inodora*, *Linaria vulgaris*, *Gnaphalium uliginosum* selten und kümmerlich.

Auf Brachen am Wegrand: *Oenothera biennis* s, *Tunica prolifer* s, *Cichorium intybus*, *Dianthus carthusianorum*, *Echium vulgare*, *Dianthus deltoides* t!

Ganz ähnlich sind die Bimssteinböden nördlich Bassenheim. (29. 8. 41.)

Auch die hochgelegene Tuffumgebung der Eifelmaare zeigt auf den grobkörnigen Bimsböden ähnliche Trockenunkrautgesellschaften. Hier mischt sich auch noch *Herniaria glabra* s, *Alchemilla arvensis* s, *Alyssum calicinum* so, *Calamintha acinos* s und *Valerianella* sp. in ganz ähnliche Gesellschaften ein und auf den Brachen findet man *Airacaucyophylla* s als Besonderheit. (Pulvermaar Sommer 1942, Weinfelder Maar 7.—9. 10. 1941, s. auch *Schwickerath* (1937).

Getreidefelder in der Muldentiefe oder gar in der Nähe der Bäche und in den Kesseltälern ehemaliger Vulkane liefern das Gegenstück: hier fehlen zumindest die groben Tuffe, hier sind die feinerdigen Teile zusammengeschwemmt, hier ist auch das Grundwasser näher und wehen nicht die scharfen austrocknenden Winde. Im Haferfeld des Ellscheider Kessels (August 1942):

Polygonum tomentosum fl, *Achillea ptarmica* f, *Galeopsis tetrahit* fl, *Chenopodium album* l, *Polygonum hydropiper* f, *Stellaria uliginosa* f, *Ranunculus repens* f, *Mentha arvensis* f, *Galium aparine*, *Cirsium arvense*, *Lathyrus pratensis*, *Stellaria graminea*, *Matricaria inodora*, *Sonchus oleraceus*, *Myosotis palustris* f, *Agrostemma githago*.

Man könnte nach Feldnotizen und zahlreichen ähnlichen Profilen aus Eifel (und Hunsrück) für die Unkrautgesellschaften etwa das folgende Schema der Tab. 6 zusammenstellen.

Die größten Gegensätze des Wasserhaushaltes liegen wohl zwischen einer Brache auf „Aschen, Lapilli, Schlacken und Bomben“ der hochgelegenen Kraterwälle und den stark vernähten lehmig-feinerdigen, fast sumpfigen Böden im Grund der Täler. Wahrscheinlich spielt dabei die Abschwemmung nach unten und die Austrocknung auf den Höhen im allgemeinen eine größere Rolle als die Annäherung an Grundwasser oder Bachlauf, sonst müßten die Übergänge plötzlicher und erst weiter unten erfolgen als es nach der Tabelle im allgemeinen der Fall ist.

Dieselben, Seite 109 besprochenen, vom Laacher See aber viel weiter entfernten Trachyt- und Bimssteinsande auf rechtsrheinischer Seite bei Neuhäusel ließen in den weiten Ackerfluren nicht eine

Tabelle 6

Höhe NN als Beispiel	380	390	400	410	420	430	440
lemig (l) feinkörnig (f)	lf	lf	lf	l,st	l,st	g	g st
grobkörnig (g) steinig (st)							
<i>Scleranthus annuus</i>			+	++	+	++	+++
<i>Spergula arvensis</i>		+				++	++
<i>Alchemilla arvensis</i>				+		+	++
<i>Herniaria glabra</i>							++
<i>Trifolium arvense</i>		(+)		+	+	+	++
<i>Rumex acetosella</i>			(+)	+		+	++
<i>Galeopsis odroleuca</i>					+	++	+++
<i>Arabis arenosa</i>	+		+		+	+	+
<i>Filago arvensis</i>				+		++	++
<i>Arenaria serpyllifolia</i>		+		+	+		++
<i>Alyssum calycinum</i>					+	+	+
(<i>Chrysanthemum segetum</i>)		+	+	+	+	+	++
<i>Stachys arvensis</i>		+	+	+		+	++
<i>Stachys palustris</i>	+++	++		+	+		
<i>Apera spica venti</i>	+			+			+
<i>Euphorbia helioscopia</i>	+	+	+	+			
<i>Thlaspi arvensis</i>	++	+	++	++			(+)
<i>Fumaria officinalis</i>	+++	++	++	+	+		
<i>Equisetum arvense</i>	++	+	++	+			
<i>Ranunculus repens</i>	++	++	+		+		(+)
<i>Galeopsis tetrahit</i>	++	++	+	+	+		
<i>Mentha arvensis</i>	+++	++		+			(+)
<i>Achillea ptarmica</i>	++						
<i>Polygonum hydropiper</i>	+++						
<i>Stellaria uliginosa</i>	++						

+ einzeln ++ häufig +++ massenhaft () kümmerlicher Wuchs

Spur bodenbedingter Trockenheit erkennen, auch nicht in den höheren Lagen. Aufnahmen vom 6.—18. 7. 1942, vorwiegend an den Rändern der üppigen Weizen-, Roggen- und Haferfelder:

Aegopodium podagraria f, *Heracleum sphondylium* f, *Fumaria officinalis* l, *Symphytum officinale*

nalis f, *Polygonum tomentosum* f, *Galeopsis tetrahit* l, *Euphorbia helioscopia* l, *Chenopodium album* l, *Agrostemma githago*, *Centaurea scabiosa*, *Vicia hirsuta*, *Stellaria graminea*, *Alectorolophus major*, *Campanula rapunculus*, *C. rapunculoides*, *Knautia arvensis*, *Viola arvensis*, *Polygonum convolvulus*, *Vicia cracca*, *Achillea millefolium*, *Stellaria media*, *Odontites verna*, *Myosotis arvensis*, *Galium aparine*, *Raphanus raphanistrum*, *Sinapis arvensis*, *Cirsium arvense*.

Diese Gesellschaft verbreitet sich fast bis zur höchsten Kuppe (Nörrberg) welche aber schon aus Koblenzquarzit aufgebaut ist, erst hier findet sich trockener Wald mit Eichen, Birken, Vogelbeere, Heidekraut, *Genista germanica*, *Pteridium aquilinum*, *Vaccinium myrtillus*, *Galium silvestre* u. a. — Auch die Wälder dieser Trachyttuffe sind in der ganzen Umgebung von Neuhäusel alles andere als trocken: Aufnahmen zwischen Neuhäusel und Simmern (10./11. 8. 42). Neigung = 0. Sehr viel Eschen (!) zwischen Eichen und Hainbuchen:

Asperula odorata lf, *Cardamine pratensis* f, *Galeobdolon luteum* f, alle drei oft 3—4, oft 5, *Dentaria bulbifera* l 1—2, *Ajuga reptans* f 1, *Paris quadrifolia* 1, junge Sprosse von Eschen f, oft 3, *Melandrium rubrum* 1, *Airacaespitosa* f 1—2, *Stachys silvatica* f, oft 4, *Poa nemoralis* 2, *Euphorbia dulcis* +, *Mercurialis perennis* f, oft 5, *Brachypodium silvaticum* f 2, *Senecio Fuchsii* f, oft 5, *Melica uniflora* 1—2, *Milium effusum* f 1—3, *Aegopodium podagraria* f, oft 5.

Im Herzogsbusch findet man fast nur Buchen, Eichen und Hainbuchen und unter dem Laubwald bedeckt *Impatiens noli metangere* oft auf weite Flächen hin ganz allein den Boden. Dazwischen nur vereinzelt: *Galeopsis tetrahit* f, *Lactuca muralis*, *Senecio Fuchsii* f, *Dentaria bulbifera*, *Circaea lutetiana* f, *Stachys silvatica* f, *Astragalus glycyphyllos*, *Aquilegia vulgaris*, *Galium silvaticum*, *Eupatorium cannabinum* f, *Mercurialis perennis* f.

Häufig sind aber auch Reinbestände von *Stachys silvatica* f, *Senecio Fuchsii* und *Aegopodium podagraria* f.

Daß dieselben Tuffe hier ganz andere und geradezu für sehr feuchte Böden kennzeichnende Pflanzengesellschaften tragen, kann erstens damit zusammenhängen, daß die von den Laacher Vulkanen ausgeworfenen Bimssande hier in ungefähr 30 km Entfernung natürlich bei weitem nicht mehr so grobkörnig sind wie in deren Nähe bei Andernach in nur 4—6 km Entfernung! Außerdem ist die Tuffdecke hier dünner und vielfach von Löß unterlagert. Vielleicht sind auch mehr Lößinseln in der Tufffläche von Neuhäusel vorhanden als auf der geologischen Karte eingetragen sind. Schließlich darf gerade hier die Porosität besonders der feineren einzelnen Bimskörnchen, die das Wasser in sich schon kapillar festhalten, nicht übersehen werden.

5. Vom devonischen Mittelgebirge wurden schon in den Abschnitten A und B einzelne Beispiele angeführt. Ergänzend zu S. 86 unter a sei hier *Steininger* (1819!) zitiert: „Nun liegt die ganze hohe Eifel in einer Höhe, welche 1700 Fuß nahe kömmt oder übersteigt ... und alle diese Gegenden sind also überhaupt Heidegegenden, wahre Bienenländer“. — Es folgen jetzt nur noch einige Aufnahmen von den außergewöhnlich trockenen und flachgründigen Böden unbewaldeter harter Quarzitrücken, wie sie am Rhein z. B. auf der Fleckertshöhe und sehr typisch im Luxemburger Oesling zu finden sind, vor allem auf Koblenz-Quarzit (= Quarzit von Berl der Luxemburger Geologen). Der ganze Höhenrücken bei Wilwerwiltz (29. Mai 42) im Oesling ist von dünnster Bodenkrume bedeckt, die unter dem Ödland meist nur 2—4 cm mächtig ist. Beim Aufstieg begegnet man trotzdem erst noch sehr zahlreichen Äckern, die aber schon sehr trocken sind:

Scleranthus annuus t s 2, *Herniaria glabra* t s 2, *Myosotis arvensis*, *Veronica serpyllifolia*, *Rumex acetosella* s, oft 4, *Thymus serpyllum*, *Hieracium pilosella* t, *Cerastium arvense*, *Erodium cicutarium* t, *Trifolium repens* u. a.

Bald folgen Ödflächen mit vielen Reinbeständen aus *Festuca ovina* t s und *Cladonia rangiferina* t s, an den Rändern auch mit *Scleranthus annuus* t, *Scelopernis* t, *Genista pilosa* t, *Hieracium pilosella* t und *Sarothamnus scoparius* t s.

Weiter oben mehren sich die sehr kurzrasigen Polster von Heidekraut t, in die überall kleine Herden von *Antennaria dioica* t, dem Katzenpfötchen eingestreut sind, dazu weißblühende *Polygala vulgaris* t und *Veronica officinalis* t. In der Ferne erkennt man am rötlichen Schimmer auf ähnlichen Rücken die massenhafte Verbreitung von kleinem Sauerampfer. Selbst zwischen diesen dürftigen Flächen aus Heidekraut und Katzenpfötchen wird versuchsweise noch geackert. Auch der im Landschaftsbild vorherrschende Niederwald zeigt zumindest an den Süd- und Südwestseiten dieser Quarzitrücken die Merkmale ausgesprochener Trockenheit und Bodenversauerung (Bodenanalyse 7 Seite 122).

6. Die kalkhaltigen Decksande zwischen Ingelheim und Mainz sind im allgemeinen ebenso trocken wie die am Niederrhein, aber hier fehlen in den Äckern gerade die Charakterarten der bisher angeführten Trockengesellschaften des Sandes ganz und gar.

Welche Charakterarten des trockenen Ackers an ihre Stelle treten, ist wohl noch nirgends untersucht worden, während die Silbergrasflur hier durch die *Koeleria-glauca*-Gesellschaft ersetzt wird. Auf ganz gleichartigen sandigen Äckern bei tieferliegendem Grundwasser und nur schwacher Neigung bis höchstens 10 Grad, auf denen auch Zwergobst gezogen wird (ähnlich sind die Unkrautbestände der Spargelfelder) fanden sich z. B. folgende Arten (Mombach 7. bis 8. 8. 41, Ingelheim 19. u. 20. 5. 42, kalkhaltiger jüngerer und älterer Flugsand):

Holosteum umbellatum s, *Veronica agrestis* s, *Myosotis arenaria* s, *Fumaria vaillantii* t k, *Salsolea kali* s, *Berteroa incana* s, *Artemisia campestris* t s, *Silene conica* s, *Calamintha acinos* s, *Crepis tectorum* s, *Trifolium arvense* s, *Anchusa officinalis* s, *Erodium cicutarium* s, *Stellaria media*, *Melandrium album*, *Diplotaxis tenuifolia*, *Tragopogon pratensis* v. *minor*, *Cerastium glomeratum*, *Setaria viridis* s, *Panicum sanguinale*, *Convolvulus arvensis*, *Asparagus officinalis*, *Erigeron canadensis*, *Amaranthus retroflexus*, *Sedum album*, *Bromus tectorum*, *Polygonum aviculare*, *Galinsoga parviflorum*, *Solanum nigrum*, *Euphorbia cyparissias*, *Oenothera biennis* s, *Polygonum convolvulus*, *Linaria*

vulgaris, *Cirsium arvense*, *Triticum repens*, *Medicago lupulina*, am Ackerrand *Tunica prolifera* s, *Medicago falcata* k, *Silene inflata* t, *Medicago minima* s k, *Achillea millefolium* v. *lanata* t.

Diese Unkrautgesellschaften der kalkhaltigen Sande haben kaum noch Ähnlichkeit mit den unter 1 und 2 beschriebenen, die nur auf kalk armen Böden auftreten. Abgesehen von *Trifolium arvense* (aber nur an einer einzigen Stelle gefunden), von *Setaria viridis*, *Panicum sanguinale* und *Plantago lanceolata* fehlten bei Ingelheim und Mainz alle Vertreter der Eichingerschen Gruppe A der kalkarmen Böden (*Eichinger* 1934), insbesondere z. B. fehlten:

Scleranthus annuus, *Spergula arvensis*, *Chrysanthemum segetum*, *Herniaria glabra*, *Rumex acetosella*, *Corynephorus canescens*, *Holcus mollis*, *Jasione montana*, *Filago arvensis*, *Illecebrum verticillatum*.

Daß aber in diesen kalkhaltigen Mainzer Sanden ebenso auch alle Arten der *Eichingerschen* Gruppe C und D der kalkreichen Böden fehlen, daran muß die Trockenheit des Sandes schuld sein. Diese Gruppen C und D *Eichingers* können sich nur auf lehmige Äcker beziehen, die nie eigentlich trocken sind. Kalkhaltige Sande sind m. W. nicht auf Unkrautgesellschaften hin geprüft.

7. Kalkböden in der Eifel und an der oberen Mosel in Frankreich. Trotz ihres meist klüftigen Untergrundes sind die Äcker und Wälder auf Kalkgestein längst nicht immer trocken in dem hier gebrauchten Sinne. Z. B. zeigten sich auf den größeren Muschelkalkhochflächen zwischen Pützhöhe und Nattenheim nördlich Bitburg (7.—9. 10. 41) keine eigentlichen Trockenflächen, denn gerade die überall — auch an den höchsten Lagen der Hochflächen — vorhandenen Trockenrisse der Stoppeln zeigen die lehmig-tonige Verwitterung der hier stark mergeligen Muschelkalkböden, die das Wasser entsprechend lange festhalten. *Scleranthus annuus*, aber auch *Sc. perennis*, der wohl zu Unrecht als kalkliebend gilt, *Spergula arvense*, *Trifolium arvense*, *Rumex acetosella* und *Galeopsis ochroleuca* usw. fehlten hier vollständig. Auch an den Wegen erscheint natürlich nirgend Heidekraut oder Besenginster. Statt dessen aber waren

noch *Anagallis arvensis* v. *coerulea* k l, und *Linaria elatine* k l, als Charakterarten für Kalkböden auf den Stoppeln vorhanden. Im übrigen sind zu anderen Jahreszeiten *Delphinium consolida* t k, *Adonis vernalis* t k, *Scandix pecten veneris* k, *Silene noctiflora* k l und *Galium tricorne* k l auch in der Eifel noch besser als Charakterarten der Unkrautgesellschaft kalkreicher Böden zu gebrauchen. *Nonnea pulfa* aber scheidet bei uns ganz aus, leider auch *Bupleurum rotundifolium*, *Orlaja grandiflora* und *Ajuga chamaeopytis* wegen ihres zu seltenen Vorkommens (letztere noch bei Gensingen auf kalkhaltigen Ackerböden 9. 9. 41). Kaum eine der oben genannten Charakterarten kalkhaltiger Böden deutet auf Flachgründigkeit und damit erst auf eigentlichen Wassermangel in Trockenzeiten hin, *Anagallis coerulea* und *Linaria elatine* allein genommen überhaupt nicht, eher aber schon folgende Unkrautgesellschaft einer Stoppel bei Crepy unweit Nancy im oberen Moselgebiet (Jurakalke, 23. 9. 41):

Stachys recta t k, *Calamintha acinos* s t, *Euphorbia exigua* k l, *Gentiana ciliata* k, *Linaria spuria* k l, *Galeopsis angustifolia* k t, *Sanguisorba minor* t k, *Anagallis coerulea* k l, *Reseda lutea* t, *Echium vulgare* s l, am Stoppelrand: *Asperula cynanchica* k t, *Carlina vulgaris* t, *Ononis repens* s t, *Teucrium botrys* t k, *Medicago lupulina*, *Campanula glomerata* k, *Anthyllis vulneraria* t, *Briza media* t, *Bupleurum falcatum*.

Die eigentliche Trockenheit und Flachgründigkeit in Kalkgebieten ist erst auf die Höhenrücken und steileren, durchsonnten Hänge beschränkt, aber auch das noch längst nicht immer wie der Muschelkalk im Bitburger Land zeigte. Wenn man jedoch wie in den mitteldevonischen Eifelkalkmulden von den Charakter- und Differentialarten der Xerobromethen noch folgende findet, so kann man schon auf Flachgründigkeit und Trockenheit schließen: *Teucrium botrys* so, k, *Calamintha acinos* t s, *Eryngium campestre* t, *Brunella grandiflora* t, *Hippocrepis comosa* so, k, *Asperula cynanchica* so, k, *Salvia pratensis* und *Trifolium montunam* t. Auch *Ononis repens* t s,

Carlina vulgaris t, *Galeopsis angustifolia* t k, *Linaria striata* t, *Anthyllis vulneraria* t, *Briza media* t, *Sanguisorba minor* t k, *Helianthemum chamaecistus* t, *Genista sagittalis* t, *G. pilosa* t, *Linum catharticum*, *Gentiana germanica*, *Cirsium acaule* t, *Scabiosa columbaria* t k, *Brachypodium pinnatum* t, *Potentilla verna* t, *Medicago lupulina*, *Euphrasia stricta*, *Bromus erectus* t k, *Campanula glomerata* k, *Hieracium pilosella* t, *Campanula rotundifolia*, *Plantago lanceolata*, *Juniperus communis* s. und *Peltigera canina* verstärken den Eindruck der Trockenheit, wenn auch z. T. nur als Begleiter der Kalktrockenrasen. (Birgel 7. 9. 41, ganz ähnlich aber auch eine hochgelegene Brache bei Nancy im Gebiet der Jurakalke mit den obigen Charakterarten; vollständigere Pflanzenlisten der Xerobrometen der Eifel bei *Schwickerath*, Botanische Jahrbücher LXXV, Xerobrometen auf kalkhaltigen vulkanischen Schlakken hat K ü m m e l 1938 eingehend beschrieben.)

Die großen Wälder der französischen Jurakalke machen erst recht nicht den Eindruck einer allgemeinen Wasserarmut der Böden. Diese sind auch hier vorwiegend tonig verwittert und ihr Nährstoffreichtum läßt prachtvolle Buchenbestände hochkommen, z. B. im „Forêt de Haye“, (28. 10. 42 oberer Jurakalk unweit Nancy bei Chavigny). Unter Eichen und Buchen sind überall Hainbuchen und Eschen f (!) stark vertreten, ebenso Feldahorn, Mehlbeere und Ulme (*Ulmus scabra*), in der Strauchschicht Weißdorn (*Cr. oxyacantha*), Pfaffenhütchen, Waldrebe, Alpenjohannisbeere, Hasel, wolliger Schneeball (k), Liguster (k) und roter Hartriegel, unter den Kräutern: *Galeobdolon luteum* f, *Milium effusum* f, *Daphne mezereum* f, *Melica uniflora* f, *Aira caespitosa* f, *Stachys silvatica* f, *Festuca gigantea* f, *Brachypodium silvaticum* f, *Eupatorium cannabinum* f, *Scrophularia nodosa* f, *Asperula odorata* f, *Bromus ramosus* f, *Poa nemoralis*, *Campanula trachelium*, *Lathyrus silvester*, *Galium silvaticum* f, *Luzula nemorosa*, *Helleborus foetidus* k, *Hedera helix*, *Rosa arvensis*; *Sambucus nigra*.

Zumal die unterstrichenen Arten (f) deuten zusammengenommen auf einen im allgemeinen guten Wasserhaushalt des krümeligen Waldbodens (Bodenanalyse Seite 122).

8. Die Basaltböden der Laacher Vulkane sind im allgemeinen ganz im Gegensatz zu den Bimsböden auch in höheren Kuppenlagen lehmig-verwittert und kalkhaltig, wenigstens soweit sie zur Gruppe der Nephelin-haltigen Laven gehören (vgl. Kümme1 1938). Meist sind sie auch feinerdig und nicht zu steinig. Ihre wasserhaltende Kraft reicht sogar für Weizen und Luzerneanbau aus, man findet zwischen Mayen, Ettringen und St. Johann keine Trockengesellschaften, die erst ganz zuletzt beim Aufstieg zum Hochsimmer erscheinen, und hier ist das nur durch grobes Aschen- und Schlackenmaterial in der unmittelbaren Umgebung des Vulkans bedingt. Die geringen Niederschläge an der Ostgrenze des Maiefeldes mögen ebenfalls dazu beitragen, daß die Krume der Laacher Leuzitbasaltböden noch mächtig und verhältnismäßig reich an Nährstoffen und Feinbestandteilen ist im Gegensatz zu den sonst ähnlich kalkhaltigen, allerdings viel älteren Melaphyren an der niederschlagreicheren oberen Nahe. Anders mögen die Pflanzengesellschaften der kalkarmen Phonolithbasalte aussehen. (Olbrück, Schellkopf z. B., vgl. Kümme1 1938).

9. Löss- und Lösslehm Böden gelten landwirtschaftlich als die besten im Rheingebiet wegen ihres besonders guten Nährstoff- und Wasserhaushaltes; selbst bei Neigungen bis zu 1:2,5 sind sie noch weizenfähig und es gelang mir bisher nicht, in den großen meist sanftwelligen und waldlosen Landschaften der Lössgebiete, z. B. in Maiefeld, weder zwischen Münstermaiefeld und Lehmen, noch zwischen Kobern und Kerben oder bei Metternich, noch an der Erft Trockengesellschaften des Ackers zu finden. Brachen und Wälder sind ja ohnehin kaum vorhanden. Alles das gilt natürlich nicht für einzelne Stellen, an denen ältere Terrassen der Lössdecke beraubt sind. Typisch für guten Lössboden ist z. B. ein Kartoffelacker auf der Moselhöhe bei Kobern. Bodenanalyse 8 Seite 122, 27. 8. 42, Neigung 0 Grad:

Mentha arvensis fl, *Euphorbia helioscopia* ll,
Lamium purpureum ls l, *Lamium amplexicaule* l,

Chenopodium album l 1, *Plantago major* l 2, *Sonchus oleraceus* l 3, *Fumaria officinalis* l 1, *Thlaspi arvense* l 1, *Tussilago farfara* l 2, *Mercurialis annua* l k 1, *Veronica opaca* + 1, *Polygonum convolvulus* 1, *Atriplex hastatum* +, *Polygonum tomentosum* l f +, *Capsella bursa pastoris* 1, *Polygonum aviculare* 2, *Aethusa cynapium* l +, *Cirsium arvensis* +, *Convolvulus arvensis*, *Galium aparine* +, *Falcaria vulgaris* +; *Polygonum persicaria* f l, *Lapsana communis* l f.

Die großen Löss- oder lehmbedeckten Mittelterrassenplatten zwischen Krefeld und Kempen und bei Aldekerk tragen ganz ähnliche Unkrautgesellschaften, ebenso die ausgedehnten Lössflächen zwischen Marburg, Kirchhain und Schweinsberg (15./16. 9. 42). Hier traten auf den Äckern auch noch *Mentha arvensis* f, *Gnaphalium uliginosum* f, *Oxalis stricta* l, *Equisetum arvense* l, *Borago officinalis*, *Matricaria chamomilla*, *Odontites verna* f neben vielen anderen der vorigen Gesellschaft stark hervor, am Ackerrand sogar *Polygonum hydropiper* f, *Symphytum officinalis* f, *Polygonum persicaria* (f), *Galeopsis tetrahit* f, *Ranunculus repens* f, und *Glechoma hederacea* l, (Bodenprobe 9, Seite 122).

Wenn man einmal einen Wald auf Löss findet, wie östlich von Koblenz-Pfaffendorf (Schmidtenhöhe 15. 10. 42, Neigung 5—10 Grad, brauner krümeliger Waldboden, Bodenanalyse 10 Seite 122), so zeigt der Boden — bei allerdings schwacher Versauerung im angeführten Beispiel — eigentlich immer einen guten Wasserhaushalt, wenn er nicht oft gar sehr feucht ist: Buchen und Eschen!

Krautflora z. B.: *Aira caespitosa* f 4, *Lathyrus montanus* +, *Luzula nemorosa*, *Stellaria uliginosa* f 1, *Senecio Fuchsii* f 2, oder:

Asperula odorata f 2, *Stachys silvatica* f 2, *Stellaria uliginosa* f, *Angelica silvestris* f 3, *Senecio Fuchsii* 2, *Aegopodium podagraria* f, *Eupatorium cannabinum* f, *Galeopsis tetrahit* f l.

Ein sehr charakteristisches Beispiel eines außergewöhnlich üppigen und feuchten Waldes liefert ein Kahlschlag, der zwar nicht mit-

ten in einer großen Lössfläche liegt, aber gerade an deren Grenze und es ist daher anzunehmen, daß von dem höhergelegenen Löss viel Feinerde immer wieder auf die untersuchte Fläche herabkriecht oder herabgeschwemmt wird (genauere Aufnahme gemeinsam mit Dr. Rang aus Bonn, Exposition WWN, Neigung weniger als 20 Grad, ringsum geschlossener Eichen-Hainbuchenwald, Hang am Laubachtal):

1. Riesenstauden: *Cirsium lanceolatum* 1 (2 m!), *C. lanceolatum* × *palustre* + f, *Hypericum quadrangulum* f 1 (60 cm), *Hypericum hirsutum* f 1 (80 cm), *Angelica silvestris* v. *elatior* 1 (bis 230 cm), *Lactuca muralis* + (1 m), *Eupatorium cannabinum* f 1 (120 cm), *Milium effusum* f 2 (130 cm), *Campanula trachelium* + (120 cm), *Epilobium lanceolatum* 1 (60 cm), *E. hirsutum-lanceolatum* f + (60 cm), *Bromus ramosus* f 2 (2 m!), *Senecio Fuchsii* + (120 cm), *Senecio silvaticus* s 1 + (130 cm), *Ribes alpinum* f +.

2. Krautflora: *Cardamine pratensis* f 2, *Pulmonaria obscura* f 2, *Quercus robur* +, *Convallaria majalis* 1, *Epilobium montanum* f 1, *Asperula odorata* f 1, *Sanicula europaea* 1, *Oxalis acetosella* 1, *Hedera helix* +, *Clematis vitalba* +, *Epipactis latifolia* +, *Dentaria bulbifera* f + (*Cornus sanguinea*) +, *Heracleum spondyleum* f, *Geum urbanum* 1, junge Eschen + f, *Vicia cracca* f +, *Rosa arvensis*, *Galeopsis tetrahit* f +, junge *Sorbus aucuparia* +, *Galium silvaticum* 2, *Gnaphalium silvaticum* +, *Fragaria vesca*, *Stellaria holostea*, (*Lonicera xylos-teum*), (*Viburnum opulus*), *Luzula pilosa*, junge Hainbuchen- und Birkensprößlinge. Bodenanalyse 11 Seite 122 (von der Lössfläche).

10. In der Keuperlandschaft etwa des Bitburger Landes findet man ebenfalls kaum einmal Trockengesellschaften des Ackers oder der Brache. Im „unteren Salz- und Gipskeuper“ z. B. auf der Strecke zwischen Wasserbillig, Mompach und Herborn (Luxemburg 30. Mai 1942) waren nirgendwo Knauel-Sparkgesellschaften, nirgend einmal Besenginster am Weg, wohl aber Kälberkopf und in den Äckern sehr viel *Fumaria officinalis*, *Thlaspi arvense*

usw. anzutreffen. Hier wird Luzerne, mehr Weizen als Roggen und besonders viel Mischelfrucht angebaut, auch fette Kleewiesen kennzeichnen den lehmig-tonigen Grund ebenso wie die Ackerunkräuter. Überhaupt schaut man von den Höhen bis über die andere Moselseite hinaus auf sehr viel Wiesen und Weideland, nicht aber auf Nadelwälder. Ein dichtes Netz breiter Wiesentäler ist ja auch für die Bitburger Landschaft typisch und die Grünlandflächen sind hier oft viel breiter, als in den veralteten geologischen Karten angegeben ist. Auch die Waldflora zeigt nirgendwo Merkmale der Trockenheit. Dafür sind sehr typisch die großen Wälder des „Foret de Parroy“ (300 m NN) in der Landschaft des tonig-salzig entwickelten unteren Keuper nicht weit von dem bekannten Steinsalzlager bei Dombasle (27. 10. 42). Aus dem starken Auftreten von Eschen im Wald und sogar von Schilf im Weidengelände — nicht nur in tieferen grundwasser-nahen Lagen — kann man schon auf die Neigung zu Vernässungserscheinungen in dieser Landschaft schließen. Auch *Molinia coerulea* f, *Aira caespitosa* f (beide oft 4—5) *Ranunculus repens* f, *Eupatorium cannabinum* f, *Juncus effusus* f am Wegrand unterstreichen das. Im übrigen überwiegen Eichen- und Hainbuchen, Eschen und Buchen, oft aber auch sind Schwarzpappeln und Feldahorn stärker vertreten. Die Böden sind stark klebrig-tonig.

Bisweilen sind die Keuperböden sogar derart klebrig, fest und zäh, daß der Wasserhaushalt ganz in Unordnung gerät, und sich einige Pflanzen einfinden, die man sonst gerade auch auf trockenen Hügeln findet, wie die mit t gezeichneten Arten der folgenden Gesellschaft: Salz- und Gipskeuper am Höhenweg südlich Wasserbillig 30. Mai 42, fester nasser Tonboden, kleine Entwässerungsgräben im Abstand von ca. 30 cm auf einer Ödfläche, Ameisenhaufen aus reinen grauen Tonkrümelchen:

Plantago media f k 2, *Onobrychis viciaefolia* t k +, *Polygala amarella* t f 2, *Listera ovata* f l, *Colchicum autumnale* f 1, *Ranunculus sardous* f l 1, *Carex glauca* f 2, *Carex tomentosa* f 2, *Hieracium auricula* 1, *Genista tinctoria* t 1, *Ononis repens* t +, (*Anthyllis vulneraria*) t 1, *Hippocrepis comosa* t k +,

Sanguisorba minor t k 2, Trifolium montanum t l, (Briza media) t 1—2, Ajuga reptans f + Lotus corniculatus t +, Leontodon hispidus +, Cerastium glutinosum.

Hier sind also Pflanzen trockener und nasser Standorte vereinigt. Z. B. kommt die allerdings seltene Polygala amarella im Gegensatz zu Polygala vulgaris, die gerade für trockene Wiesen- und Waldränder typisch ist, sowohl auf trockenen Grasplätzen wie an feuchten und moorigen mergelhaltigen Wiesenstellen vor. Vor allem die beiden Carex-Arten kennzeichnen aber den primär nassen Standort dieses Beispiels von Wasserbillig.

Anhang: Bodenanalysen zu den Beispielen der Abschnitte 1—10.

Tabelle 7

Nr.	Ort	Tiefe in cm	Bodenart	Wasserkapazität in Volumprozent	Hydrolytische Azidität	Austausch Azidität	Blasengehalt	Sättigungsprozent
1a	Westleven	0—5	schwach humoser Sand	35	10	<0.5	3.2	32
b	"	15—20	Bleicherde	35	5	<0.5	2.4	43
c	"	25—30	schwarzbraune Orterde	45	39	11	2.2	8
d	"	40—50	gelbbraune Orterde	30	6	1.5	2.2	36
e	"	70—80	heller Feinsand	30	2.5	0.2	1.8	53
2a	Ritzrode	0—3	stark rohumushaltiger Sand	95	36	5.5	5.4	18
b	"	3—8	fast reiner Sand	55	23	5.0	6.0	28
c	"	8—15	fast reiner Sand	45	16	5.0	2.0	17
3	Hilden	5—19	fast reiner Sand	50	49	12	3	9
4	Karmelenberg	10	humose, dünne sand.kiesige Krume	35/40	29	3	1.5	>5
5	Tannenbusch	5—10	fast reiner Sand	33	4	0	3.2	55
6	Trier/Ehrang	5—10	sehr sandig-kiesiger Rohhumus	85	25	9	2.8	15
7	Berl	0—5	steiniger, sehr flachgründiger Quarzitboden	40	35	1	2	8
8	Kobern	5—10	fruchtbarer Lösslehm	70	8	0	7.8	66
9	Marburg/Bauerbad	5—10	brauner, wenig gebleichter Waldboden auf Löss	75	10	0	7	55
10	Schmidtenhöhe	5—10	brauner krümeliger Waldboden	70	18	1.6	8	40
11	Laubachtal	8—12	brauner krümeliger ungebleichter Waldboden	75	3	0	32	94

Schluf.

Die tausend Verflechtungen des Wasserhaushaltes mit der rheinischen Landschaft zu einer Rheinischen Hydrologie umfassend durchzuarbeiten, ist weniger Aufgabe der Wasserwirtschaftsstellen als der rheinischen Universitätsinstitute! Es ist bedauerlich, daß bisher so wenige brauchbare Arbeiten über den rheinischen Wasserhaushalt vorliegen. Doch sind im geographischen Institut Bonn neue und neuartige Anfänge gemacht und weitere Untersuchungen im Gange, deren Wert für Planung und Praxis sich noch erweisen wird.

Solche Forschungen um den Wasserhaushalt der Rheinischen Länder sind deshalb besonders anregend, weil nichts so sehr zu einer wahrhaft ökologischen Fragestellung treibt wie gerade das Wasser als das „verbindende Medium im Haushalt der Natur“, in welchem gleichsam „alles mit allem verflochten“ ist. Da der Kreislauf des Wassers von den tiefsten Erdschichten bis über die Wolken hinausreicht, darf man hier vielleicht das zu oft gebrauchte Wort vom „Rheinischen Raum“ anwenden. Eine „Ökologie des Rheinischen Raumes“ dürfte also den Forschungen um seinen Wasserhaushalt als Ziel vorschweben. Solche Aufgaben nähern sich mit *Thienemanns* Worten einer „Ökologie höchster Stufe, einer allgemeinen Ökologie oder der Lehre vom Haushalt der Natur, die uns oberste Disziplin der ganzen Naturwissenschaft ist“.

Schriftenverzeichnis

- Andres 1920, Flora des mittelhheinischen Berglandes. (Wittlich.)
Areboe 1921, Die Beurteilung der Landgüter und Grundstücke. (Berlin II. Aufl.)
Aubin und Niessen 1926, Geschichtlicher Handatlas der Rheinprovinz.
Baur 1937, Neuzeitlicher Getreidebau (Schriften des neuzeitl. Landbaus Heft 7).
Blanck 1928, Bodenkunde (Berlin).
Boas 1937, Dynamische Botanik (München).
Böttcher 1941, Die Niederschläge im rheinischen Schiefergebirge (Diss. Bonn).
Brouer 1929, Das Klima des Niederrheines und seiner Umgebung (Diss. Aachen).
Büker 1942, Beiträge zur Vegetationskunde des südwestfälischen Berglandes (Beih. z. Bot. Centralbl. LXI Abtlg. B).
Bülow, K. von. 1936, Deutschlands Wald- und Ackerböden (Berlin).
Brinkhaus 1932, Grundwasser im klüftigen Emschermergel (Gas- und Wasserfach Nr. 25).
Denner und Koehne 1938, Richtlinien zur Erforschung der Grundwasserhältnisse (Landesanstalt für Gewässerkunde und Hauptnivelements zu Berlin).
Drum 1933, Geologische Grundlagen der Wasserversorgung im Saargebiet (Neukirchen/Saar).
Eichinger 1934, Unkräuter als Leitpflanzen für den Kalkzustand des Bodens (Berlin, Kalkdienst).
Feucht 1940, Der Wald als Lebensgemeinschaft (Schr. d. Deutschen Naturkundevereins, Öhringen).
Fischer 1936, Ziele und Wege der Untersuchungen über den Wasserhaushalt (Mitt. d. Reichsverbandes der Deutsch. Wasserwirtsch. Berlin).
Geib 1922, Der Südwesten Rheinhessens in Geologie und Vorgeschichte (Mainz 1922).
— 1927, Geologische Übersicht über die Umgebung von Kreuznach (Radiol. Mitt. des Radiumsolbades Kreuznach. Düsseldorf).
— 1935, Erdgeschichtliche Naturdenkmäler im Nahegebiet (Rheinische Heimatpflege).
Geiger 1942, Das Klima der bodennahen Luftschichten („Die Wissenschaft“).
Germann 1935, Die geologischen Grundlagen der Kaiserslauterner Senke (Westmark).
Häberle 1910, Kleinverwitterungsformen im Hauptbuntsandstein (Veröff. Nat. Ver. Heidelberg NF 11).
— 1931, Die Nordpfalz in geologischer und geographischer Darstellung (Kirchheimbolanden).
Hann-Knoch 1932, Handbuch der Klimatologie (Stuttgart).
Hazard 1900, Die geologisch-agronomische Kartierung als Grundlage einer allgemeinen Bonitierung des Bodens (Landw. Jahrb. XXIX).
Heinrich 1910, Landwirtschaftliche Bodenkarten (Rostock).
Hellmers 1929, Die Eruptivgesteine des Rotliegenden des Saar-Nahegebietes (Jahrb. d. preuß. geol. Landesanstalt Bd. 50, 2).
Ihne 1905, Phänologische Karte des Frühlingeinzuges in Mitteleuropa (Petermanns Mitt. Bd. 51).
Kaiser-Boelitz, Das Land an der unteren Nahe (Rhein-Main-Forschungen).
Kappen 1922, Die Bodenazidität (Berlin).

- Keller, Witterung und Lufttemperaturen im Rhein. Schiefergebirge (Beiträge z. Rheinischen Landeskunde).
- Keßler 1938, Zur Phänologie des Rheinlandes (Wissensch. Abhandlungen des Reichsamtes für Wetterdienst, Heft IV, 3).
- Klein 1937, Quellen und Grundwasser in der Südwesteifel (Decheniana).
- Klapp 1941, Acker- und Pflanzenbau (Berlin, Parey).
- Knübel 1935, Der Wald- und Heidestreifen am Ostrand der niederrheinischen Bucht (Diss. Düsseldorf).
- Koehne, s. Denner.
- 1936 und 1938, Verschiedene Gutachten (Akten der Landesanstalt für Gewässerkunde und Hauptnivelements).
- 1928, Grundwasserkunde (Stuttgart).
- Krakhecken 1939, Die Lippe (Arb. d. geogr. Kommiss. i. Prov. Inst. Westf., Münster).
- Kümmel 1937, Beitrag zur Kenntnis einiger Pflanzengesellschaften und ihrer Bodenreaktion in der Umgebung von Düsseldorf (Decheniana).
- 1938, Floristisch-soziologische Streifzüge durch die Umgebung von Bonn (Decheniana).
- Künkele und Geiger 1925, Hangrichtung und Pflanzenklima (Forstwirtschaft. Zentralbl. 47).
- Künster 1922, Die landwirtschaftlichen Verhältnisse des Maifeldes (Diss. Bonn).
- Kuphal 1930, Wald-Kultur- und Siedlungskarte der Rheinprovinz 1801/20 (Köln).
- Küster 1891, Die deutschen Buntsandsteingebiete (Stuttgart).
- 1905, Zur Morphologie und Siedlungskunde des oberen Nahegebietes (Jahresber. d. Frankf. Ver. für Geogr. und Statistik).
- Lang 1915, Versuch einer exakten Klassifikation der Böden in klimatischer und geologischer Hinsicht (Intern. Mitt. Bodenkunde).
- Lautensach-Löffler 1940, Das Sonderklima des Pfälzer Gebrüchs (Mitt. d. Pollichia VII).
- 1940, Landbau und Wirtschaftsplanung im Pfälzer Gebrüch (Westmärk. Abhandl. z. Landes- und Volksforschung Bd. 4).
- Leipold 1937, Die Niederschlagsverhältnisse des Sauerlandes (Beiträge z. westfäl. Landeskunde).
- Ley 1940, Eine Raumbestandskarte für die Rheinprovinz (Die Rheinprov.).
- Litzelmann 1938, Pflanzenwanderungen im Klima der Nacheiszeit (Ferd. Rau, Öhringen, Schr. d. Deutschen Naturkundevereins).
- Luedecke 1899, Die Boden- und Wasserverhältnisse der Provinz Rheinhessen, des Rheingaus und des Taunus (Abh. d. großherzogl. geol. Landesanstalt Darmstadt).
- Lundegardh 1930, Klima und Boden (Jena).
- Menke 1940, Boden und Wasser als Lebensraum von Pflanze, Tier und Mensch (Salle, Frankfurt).
- Merkenschlager und Klinkowsky 1933, Pflanzliche Konstitutionslehre (Parey, Berlin).
- Meyer 1935, Der Wald in seiner Wirkung auf die Menge des für die Trinkwasserversorgung erschließbaren Wassers (Gas-Wasserfach 16).
- Meynen 1928, Das Bitburger Land (Forschungen zur Deutschen Landes- und Volkskunde XXVI).
- Michels 1933, Trinkwasserversorgung (insbesondere durch Stollen) im südöstlichen rheinischen Schiefergebirge (Taunus) (Zeitschr. d. Deutschen Geol. Gesellsch. Bd. 85).
- 1939?, Kurze geologische Beschreibung des Gebietes des Wasserwirtschaftsamtes Wiesbaden (Gutachten).

- Mitscherlich 1923, Bodenkunde (Berlin).
Müller 1941, Erdoberflächenformen.
Nielsen 1926, Ukrudsvegetationen som Vejledning ved Undersøgelse over Mineraljorders Kalktræng (Beretning fra N. J. F. s. Kongreß i Oslo 1905, Die wolkenbruchartigen Regenfälle am 17. VI. 1904 im Maas-Rhein- und Wesergebiet, Petermanns Mitt. Bd. 51).
Ramann 1918, Bodenbildung und Bodeneinteilung (Berlin).
Rawitscher 1927, Die heimische Pflanzenwelt (Freiburg 1927).
Reichel 1929, Der Trockenheitsindex, insbesondere für Deutschland (Berichte über die Tätigkeit des Preuß. Meteorol. Inst. Berlin).
Reichrath 1937, Beitrag zur Morphologie und Morphogenese des Flußgebietes der mittleren und unteren Saar. (Decheniana).
Reuter 1938, Geologie und Wasserversorgung im Rahmen der bayerischen Wasserwirtschaft (Deutsche Wasserwirtschaft).
Roth 1913, Aus der Kalkflora der Eifel (Eifelgeschicht).
Rutsatz 1932, Beiträge zur Hydrologie des Rheintales.
Salomon 1924, Grundzüge der Geologie Bd. I (Stuttgart, Schweizerbart).
Schmidt 1940, Die Pflanzensoziologie in ihrer Bedeutung für die wasserwirtschaftliche Beurteilung der Wiese und Weide (Deutsche Wasserwirtschaft, Heft 5).
Schmidt 1926, Einfluß der geologischen Formationen auf die Landwirtschaft (Abhdlg. d. preuß. geol. Landesanstalt).
Schmidhüsen 1940, Das Luxemburger Land (Forschungen zur Deutschen Landeskunde Bd. 34).
— 1941, Rodungsfähiger Niederwald im linksrheinischen Schiefergebirge (Zeitschr. f. Raumforschung und Raumordnung).
Schrepfer 1923, Das phänologische Jahr der deutschen Landschaften (Geograph. Ztschr.).
— 1925, Die Kontinentalität des deutschen Klimas (Petermanns Mitteilungen Bd. 71).
Schröder 1937, Der landwirtschaftliche Wasserbau (Berlin).
Schuster Überblick über die permischen Eruptivgesteine der Rheinpfalz (Ztschr. geol. Ges.).
Schüttler 1939, Kulturgeographie der mitteldevonischen Eifelkalkgebiete.
Schwickerath, Die Vegetation der Kalktriften des nördlichen Westdeutschlands (Botan. Jahrbücher LXV.).
— 1939, Eifelahrt 1937 (Beih. Bot. Zentralbl. LX B).
— 1936, Ziele und Wege der pflanzensoziologischen Forschung im Rheinstromgebiet von Basel bis Emmerich (Ber. Frei. Ver. f. Pflanzengeographie und syst. Botan. LXXXVI).
Semmler 1930, Quellen und Grundwasser in der nördlichen Eifel (Verhandlungen des Naturhist. Ver. für Rheinl. u. Westf.).
— 1936, Die Grundwasserverhältnisse im Saarbergbau (Ztschr. f. Berg-, Hütten- und Salinenwesen im Deutschen Reich).
— 1940, Quellen und Grundwasser im Deckgebirge des Saarbrückener Steinkohlenvorkommens (Ztschr. f. Berg-, Hütten- u. Salinenwesens im Deutschen Reich).
Stamm 1913, Entstehung der Oberflächenformen der Eifel (Eifelgeschicht).
Stappenbeck 1933, Über Grundwasser in kristallinen Gesteinen (Gaswasserfach Bd. 76).
Steinseifer 1916, Die unterirdischen Wasserläufe in den Kreisen Büren und Paderborn (Kulturtechniker XIX).
Steusloff 1941, Brodelböden aus zwei Eiszeiten in der Umgebung von Haltern in Westfalen (Zeitschr. f. Geschiebeforschung und Flachlandgeologie Bd. 17).

- Stille 1903, Geologisch-hydrologische Verhältnisse im Ursprungsgebiet der Paderquellen zu Paderborn (Abh. d. kgl. preuß. geol. Landesanstalt NF, Heft 38).
- Staesche 1930, Der permische Vulkanismus im Saarland (Nachrichtenblatt der rheinischen Heimatpflege).
- Stremme 1926, Grundzüge der praktischen Bodenkunde (Berlin).
— 1927, Über Steppenböden des Rheinlands (Chemie der Erde 3).
— 1930, Die Böden Deutschlands (Handbuch der Bodenlehre V).
— 1936, Die Böden des Deutschen Reiches und der freien Stadt Danzig (Perthes, Gotha).
- Taschenmacher 1937, Grundriß einer deutschen Feldbodenkunde (Schr. d. neuzeitlichen Landbaus).
- Thienemann 1942, Vom Wesen der Ökologie (Biologia generalis XV H 3/4).
- Thull 1939, Der Luxemburger Bauer und seine Scholle (Luxemburg).
- Tröger 1942, Über die Untergrundverhältnisse im Einzugsgebiet der Mosel im französischen Lothringen (Msk. eines Gutachtens für die Wasserwirtschaftsstelle Koblenz).
- Tüllmann 1941?, Kurzer Bericht über Aufgaben und Tätigkeit der Landbauaußenstelle „Koblenz“ (Die Landesbauernschaft Rheinland).
- Troll s. Rawitscher und Walter.
- Tüxen 1937, Die wichtigsten Waldgesellschaften des Osnabrücker Hügellandes (Ber. d. Tagung d. Deutsch. Forstvereins Gruppe Preußen-NW, Rothenfelde).
— 1937, Die Pflanzengesellschaften Nordwest-Deutschlands (Mitt. der floristisch-soziologischen Arbeitsgemeinschaft Niedersachsen).
- Ule 1896, Zur Hydrographie der Saale (Forschungen z. Deutschen Landes- und Volkskunde X).
- Walter 1927, Einführung in die allgemeine Pflanzengeographie Deutschlands (Fischer, Jena).
- Wagner 1905, Illustrierte Deutsche Flora, von Garcke und Gradmann verbessert, III. Aufl. Stuttgart).
— 1930, Die Porphyre des Nahegaues und ihre Bedeutung für die Landschaftsgestaltung (Rhein. Heimatpflege).
- Wefelscheid 1940, Der Luzerneanbau im Bitburger Land (Beiträge zur rheinischen Landeskunde).
- Weimann 1938, Hydrographische und hydrobiologische Vergleiche am linken Niederrhein.
- Werth 1927, Klima- und Vegetationsgliederung von Deutschland (Mitt. d. Biol. Reichsanstalt für Landwirtschaft, 30—34).
- Wiegner 1929, Boden- und Bodenbildung (Leipzig).
- Wiemann 1930, Der Rotenfels (Rhein. Heimatpflege).
— 1939, Streifzüge durch die Laubwälder und Steppenheiden des Nordpfälzischen Berglandes (Wanderbuch des Pfälzerwald-Vereins, Neustadt/Weinstraße).
- Wundt 1936, Das Bild des Wasserkreislaufes auf Grund früherer und neuerer Forschungen (Mitt. d. Reichsverbandes der Deutsch. Wasserwirtschaft, Berlin).
- Wünsche-Abromeit 1928, Die Pflanzen Deutschlands (Leipzig).
- Zitzen 1939, Die Grundlagen der rheinischen Landwirtschaft (Landesbauernschaft Rheinland, Bonn).

Benutzte Statistiken, Gutachten, Akten u. dgl.

- Richtlinien des Reichsministers für Ernährung und Landwirtschaft für die erste überschlägliche Ermittlung des künftigen Wassermehrverbrauches und der Wasserreserve (Berlin 4/IV 1941).
- Klimakunde des Deutschen Reiches, herausgegeben vom Reichsamt für Wetterdienst Band II Tabellen.
- Kurze geologische Beschreibung des Gebietes des Wasserwirtschaftsamtes Wiesbaden, bearbeitet von Prof. Michels.
- Die Untergrundverhältnisse im Einzugsgebiet der Mosel im französischen Lothringen, Gutachten für die Wasserwirtschaftsstelle Koblenz, bearbeitet von Prof. Tröger (Nancy 1942).
- Akten über die Trockenzeit 1934, niedergelegt bei der Landesanstalt für Gewässerkunde und Hauptnivelements, Wassermangel und Dürre im Jahr 1934.
- Die Chemische Wasserstatistik des Deutschen Reiches. Reichsamt für Bodenforschung Berlin.
- Die Bodennutzungserhebungslisten des Deutschen Reiches, für die Jahre 1930—1939, zugänglich bei den Landesbauernschaften und Landratsämtern.
- Allgemeine Wasserwirtschaftspläne (Erfst, Sieg 1942).
- Geologische Karten 1:25 000 des Deutschen Reiches.

Benutzte Karten.

- Geologische Karten des Deutschen Reiches 1:200 000.
- Schusters Geologische Karte der Pfalz 1:200 000.
- Geologische Karte des Saarlandes 1:60000, bearbeitet von Schriel. (Berlin 1936).
- Bodentypenkarte des Deutschen Reiches, bearbeitet von Stremme 1936 (Perthes, Gotha).
- Landwirtschaftlicher Atlas von Lothringen, bearbeitet v. Münzinger mit Erläuterungen: „Lothringens Landwirtschaft, wie sie war und wie sie werden sollte“ (Stuttgart 1941).
- Eine Raumbestandskarte des Rheinlandes, bearbeitet von der Hochschularbeitsgemeinschaft Köln. Original im Landeshaus Düsseldorf (s. Schriftenverzeichnis unter Loy 1940).
- Hellmanns KlimaAtlas von Deutschland (1921).
- Frühgeschichtliche Waldkarte der Rheinprovinz um 500 n. Chr., bearbeitet von Schlüter im Geschichtlichen Handatlas der Rheinprovinz von Aubin und Niessen 1926.
- Wald-Kultur- und Siedlungskarte der Rheinprovinz 1801/20 (Köln 1930, neu bearbeitet und herausgegeben von Kuphal).
- Phänologische Karten des Deutschen Reiches, herausgegeben vom Reichsamt für Wetterdienst 1938.
- Phänologische Karten des Rheinlandes, bearbeitet von Keßler, herausgegeben v. Reichsamt f. Wetterdienst (Wissenschaftl. Abhandl. d. Reichsamts für Wetterdienst 1938).
- Phänologische Karte des Frühlingseinzuges in Mitteleuropa von Ihne in Petermanns Mitt. Bd. 51 1905, Gotha.
- Karten der Niederschlagsverteilung im vierzigjährigen Mittel für das Jahr, die Vegetationsperioden und die einzelnen Monate, herausgegeben vom Reichsamt für Wetterdienst, desgl. Karten der Temperatur und des Trockenheitsindex (zugänglich z. B. bei den Finanzämtern).
- Karte des Roggen-Weizenverhältnisses, bearbeitet für d. ganze Rheinprovinz von Dr. Adrian, Bonn. Original bei der Landesbauernschaft Rheinland, Bonn.

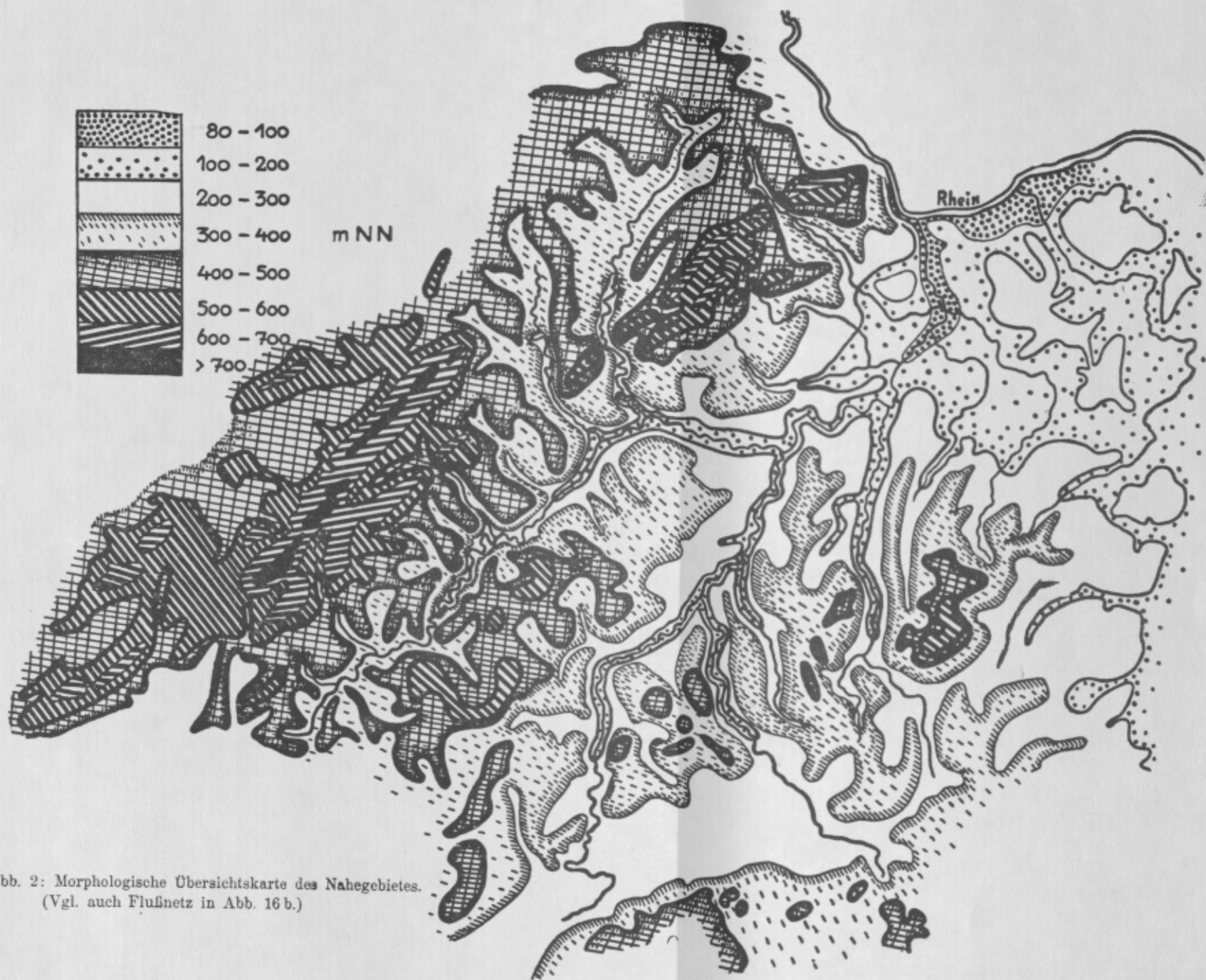


Abb. 2: Morphologische Übersichtskarte des Nahegebietes.
(Vgl. auch Flußnetz in Abb. 16 b.)