

Arbeiten zur Rheinischen Landeskunde

Herausgegeben vom Geographischen Institut der Universität Bonn

ISSN 0373-7187

Heft 20

**Eine Grünland-Vegetationskarte
der südbadischen Rheinebene
und ihre landschaftsökologische Aussage**

**Untersuchung über den Wasserhaushalt der Ebene und
seine Empfindlichkeit gegen Eingriffe**

von

Werner Krause

1963

Bonn

Werner Krause / Eine Grünland-Vegetationskarte der südbadischen
Rheinebene und ihre landschaftsökologische Aussage

Arbeiten zur rheinischen Landeskunde

Herausgegeben vom Geographischen Institut
der Universität Bonn

durch Carl Troll und Karlheinz Pfaffen

Schriftleitung: Hans Voigt

Heft 20

Werner Krause

Eine Grünland-Vegetationskarte der südbadischen Rheinebene und ihre landschaftsökologische Aussage

Untersuchung über den Wasserhaushalt der Ebene und seine
Empfindlichkeit gegen Eingriffe



1963

In Kommission bei

Ferd. Dümmlers Verlag · Bonn

Aus der Staatlichen Versuchsanstalt für Grünlandwirtschaft
und Futterbau Aulendorf
Abt. Höhenlandwirtschaft Donaueschingen
(Direktor: Dr. F. Brünner)

Eine Grünland-Vegetationskarte der südbadischen Rheinebene und ihre landschaftsökologische Aussage

Untersuchung über den Wasserhaushalt der Ebene und seine
Empfindlichkeit gegen Eingriffe

von

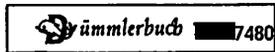
Werner Krause



In Kommission bei

Ferd. Dümmlers Verlag · Bonn

1963



Der Druck dieser Arbeit wurde durch Beihilfen
der „Schluchseeaktiengesellschaft“ Freiburg i. B., der Landkreise
Emmendingen, Freiburg, Kehl, Lahr, Lörrach, Müllheim und
der Stadt Freiburg ermöglicht.

Alle Rechte vorbehalten

Druck: Richard Mayr, Würzburg

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
Zum Wesen und zur Methode der Vegetationskartierung	7
Pflanzengesellschaften als Standortsanzeiger	7
Anlaß und Durchführung der Arbeit	8
Aussagewert der Karte	8
Zum Wasserhaushalt der Rheinebene aus ökologischer Perspektive	13
Naturbedingungen	13
Übersicht	13
Niederschläge	13
Grundwasser	13
Grundwasseraustritt	16
Zufluß aus dem Rhein	18
Rheinüberschwemmungen	18
Zufluß aus dem Schwarzwald	21
Wasserspeichernde Deckschichten	31
Vom natürlichen Wasserhaushalt abhängige Wirtschaftseinflüsse	34
Allmendnutzung	34
Künstliche Berieselung	34
Verlegung und Ausbau von Wasserläufen durch den Menschen	35
Anlässe	35
Die Rheinkorrektion und ihre Folgen	37
Die TULLA'sche Rheinkorrektion als technische und politische Aufgabe	38
Die Regulierung des Rheinbetts für die Großschifffahrt	39
Die Korrektion der Zuflüsse	40
Der Elsäßische Rheinseitenkanal	40
Zur Frage der vom Menschen unabhängigen Standortsveränderungen	41
Zum Wasserhaushalt der Rheinebene aus der Perspektive der Vegetationskarte	43
Die Gliederung in Wuchsgebiete und ihre ökologische Deutung	43
Die Verknüpfung der vegetationskundlichen und ökologischen Befunde in den einzelnen Wuchsgebieten	46
Wuchsgebiet mit der Gesellschaftsreihe <i>Xerobrometum-Magnocaricion</i> über schwach bedecktem Rheinkies	46
Wuchsgebiet mit der Gesellschaftsreihe <i>Arrhenatheretum alopecuretosum</i> (<i>Bromus erectus</i> -Variante) — <i>Magnocaricion</i> auf Aulehm über Rheinkies	48
Wuchsgebiet mit der Gesellschaftsreihe <i>Arrhenatheretum brometosum</i> — <i>Achilleo ptarmicae-Brometum racemosi</i> (<i>Cirsium oleraceum</i> -Variante) auf kalkhaltigem Decklehm der Niederterrasse und Vorbergzone	50
Wuchsgebiet mit der Gesellschaftsreihe <i>Arrhenatheretum typicum</i> (<i>Festuca rubra</i> -Variante) — <i>Achilleo ptarmicae-Brometum racemosi</i> (<i>Festuca rubra</i> -Variante) auf Alluvium der Schwarzwaldtäler	51
Zuflüsse südlich des Kaiserstuhls	51
Freiburger Bucht	52
Auen der Elz unterhalb Kenzingen und des Ettenbachs unterhalb Ettenheim	54
Schutterniederung von Lahr bis Kehl	55

Schwemmfächer der Kinzig	56
Unteres Renchtal und Schwemmfächer der Rench	58
Schwemmfächer der Schwarzwaldtäler zwischen Achern und Steinbach	58
Maiwaldbecken der Kinzig-Murgrinne	59
Kinzig-Murgrinne von Baden-Oos bis zur nordöstlichen Kartengrenze .	60
Alluvium der Murg	60
Wuchsgebiet mit der Gesellschaftsreihe <i>Arrhenatheretum alopecuretosum</i> (<i>Geranium pratense-Cirsium oleraceum</i> -Variante) — <i>Achilleo ptarmicae-</i> <i>Brometum racemosi</i> (<i>Cirsium oleraceum</i> -Variante) über eutrophem Boden- wasser	61
Wuchsgebiet mit vorherrschendem <i>Arrhenatheretum alopecuretosum typicum</i>	62
Anhang: Grünlandarme Gebiete der Niederterrasse	62
Schlußfolgerungen	64
Standorte auf speicherkräftigem Decklehm ohne oberirdischen Wasserzulauf .	64
Standorte mit Wasserzulauf, meist über speicherkräftigem Decklehm	65
Standorte mit Wasseraustritt am Fuße des Hügellandes, des Hochgestades und am Saum der Schwemmfächer	67
Vom Grundwasser abhängige Standorte mit geringem oder mäßigem Speicher- vermögen und ohne oberirdischen Zulauf	67
Rückblick auf die Arbeitsweise	69
Literatur	71

VERZEICHNIS DER ABBILDUNGEN

	Seite
Abb. 1: Das Verhalten des Grundwassers unter typischen Grünlandgesellschaften der Rheinebene	10
Abb. 2: Die Grenzen des Kinzig-Schuttfächers	14
Abb. 3: Gegensätze der Wasserherkunft: schnellfließendes Oberflächenwasser aus dem Schwarzwald, Grundwasser in Rheinnähe	15
Abb. 4: Lageskizze der Karten zum oberirdischen Wasserabfluß	16
Abb. 5: Verschiedene Herkunft des Wassers auf engem Raum	17
Abb. 6: Künstliches Gewässer mit starker Wasserführung in der Rheinaue: der Ortenheimer Mühlbach	19
Abb. 7: Extensivnutzung in einer kulissenförmigen Lücke des Hochwasserdamms auf der Niederterrasse	20
Abb. 8: Der oberirdische Wasserzulauf im Bereich der tiefgründig trockenen Nie- derterrasse	22
Abb. 9: Lauf der unteren Elz im Jahre 1863	23
Abb. 10: Rieselgrabensystem an der unteren Elz	24
Abb. 11: Das Zusammentreffen der alten Kinzig-Murgrinne mit der rezenten Kinzigau	25
Abb. 12: Wechselnasses Überflutungsgebiet im Maiwaldbecken der Kinzig-Murgrinne	27
Abb. 13: Abflüsse des Maiwaldbeckens	29
Abb. 14: Anastomose zwischen Kinzig-Murgrinne und Rheinaue im Bereich des re- zenten Murglaufes	30
Abb. 15: Abnahme der Deckschichtmächtigkeit vom Gebirgsrand zum Hochgestade auf der Niederterrasse südlich des Kaiserstuhls	31
Abb. 16: Zunehmende Dichtlagerung und Stauvernässung des Bodens in der Kinzig- au mit wachsender Entfernung vom Gebirge	32
Abb. 17: Charakteristische Bodenprofile aus der südlichen und mittleren Rheinaue	33
Abb. 18: Wirkungsgrad einer Grünlandberieselungsanlage	36
Als Beilage:	
Karte 1: Die Grünlandvegetation der südbadischen Rheinebene, Maßstab 1 : 100 000	
Karte 2: Die Grünland-Wuchsgebiete der südbadischen Rheinebene, Maßstab 1 : 400 000	
Karte 3: Die Wasserversorgung der Pflanzenstandorte und ihre Abhängigkeit von Ein- griffen des Menschen, Maßstab 1 : 400 000.	

ZUM WESEN UND ZUR METHODE DER VEGETATIONSKARTIERUNG

Pflanzengesellschaften als Standortsanzeiger

Das Studium der Pflanzengesellschaften hat in den letzten Jahrzehnten enge Beziehungen zur Ökologie gewonnen. Verbunden werden beide Disziplinen durch die Feststellung, daß eindeutig umgrenzte Pflanzengesellschaften zu ihrer Erhaltung auf das Wirken bestimmter Umweltkräfte angewiesen sind. Wenn letztere für mehrere Einzelbestände einer Gesellschaft aufgeklärt sind, darf an den sonstigen Fundorten der gleiche Faktorenkomplex erwartet werden. Die Erfahrungsgrundlagen haben sich neuerdings stark erweitert und ermöglichen in vieler Beziehung gesicherte Rückschlüsse von der Vegetation auf die Standorte. Zugleich bieten sich mehrere technische Vorteile: Eine Pflanzengesellschaft kann schnell und sicher erkannt, ihre Verbreitung unmittelbar flächenhaft festgestellt werden. Die Vielzahl der Artenkombinationen erleichtert es, die ökologischen Aussagen so abzustufen, wie die Anforderungen der Aufgabe dies wünschenswert machen. Die Pflanzendecke beleuchtet nicht nur das augenblickliche, sondern auch das langfristige Wirken der Umwelteinflüsse, z. B. den Jahresgang der Wasserversorgung oder die Bewirtschaftungsintensität während eines längeren Zeitraums. Diesen Indikatorwert nutzbar zu machen, empfiehlt sich besonders für die angewandte ökologische Forschung, z. B. für die Beschaffung von Unterlagen zur Landesplanung. Die häufig gestellte Aufgabe, ein ausgedehntes Gelände mit mäßigem Aufwand befriedigend genau zu erkunden, setzt gerade die Leistungen voraus, die der vegetationskundlichen Aufnahme und ihrer ökologischen Auswertung eigentümlich sind. Beispiele aus der Grünlandwirtschaft und grundsätzliche Erörterungen geben u. a. H. ELLENBERG (1952 a) und *BUNDESMINISTERIUM* (1954).

Allerdings muß dem Bearbeiter bewußt bleiben, daß der ökologische Faktor, nach dem der Planungstechniker fragt, nicht immer in eindeutiger Korrelation zur Pflanze steht. Häufig wird Auskunft über einen Einzelfaktor, z. B. den Grundwasserstand verlangt, während die Pflanzen meist auf eine Bilanzgröße, z. B. die Wasserversorgung reagieren, die aus Niederschlägen, Verdunstung, Zufluß, Versickerung und Grundwasserstand resultiert. Die Vegetation gibt daher oft indirekte Auskünfte, die der Deutung bedürfen.

Die Sicherheit wächst, wenn die Gesellschaften eng gefaßt und die ökologischen Erfahrungen innerhalb kleiner Gebiete verallgemeinert werden. Daher sind Gesellschaften, die ein großes Areal besiedeln und eine relativ weite Standortsamplitude überspannen, z. B. die Glatthaferwiese (*Arrhenatheretum elatioris*, vgl. W. KRAUSE und B. SPEIDEL 1952) vielfach in Untereinheiten aufgeteilt worden, die in sekundären Merkmalen voneinander abweichen und auf engere Gebiete beschränkt bleiben als die übergeordnete Gesellschaft. Eine Vorstellung der erarbeiteten Kleingliederung vermitteln R. TÜXEN (1955) und

E. OBERDORFER (1957). Wesentliches zum gegenseitigen Verhältnis eng und weit gefaßter Gesellschaften sagt M. SCHWICKERATH (zuletzt 1954).

Dieses Vorgehen findet Zustimmung, soweit es als „Verfeinerung“ bewertet wird; es ist dem Widerspruch ausgesetzt, wenn der Kritiker nichts als „Zersplitterung“ sieht. Der Gegensatz hat seine Wurzeln im Gegenstand, der ebenso nach Differenzierung wie nach Zusammenfassung verlangt. Im folgenden soll versucht werden, die Ökologie eines großen, vielfältig gegliederten Geländes an Hand einer Verbreitungskarte der Pflanzengesellschaften (vgl. R. TÜXEN 1951) in angemessener Vereinfachung darzustellen. Angestrebt ist auch hier, was C. TROLL (1926, S. 161) den Zweck aller Kartierung nennt, „Überblicke zu liefern, die in der Natur vom beobachtenden Auge gleichzeitig nicht gesehen werden können“.

Anlaß und Durchführung der Arbeit

In den Jahren 1950 und 1951 kartierte das damalige Staatliche Forschungs- und Beratungsinstitut für Höhenlandwirtschaft in Donaueschingen (Direktor Prof. Dr. J. G. KNOLL) die Grünlandgesellschaften der Badischen Rheinebene zwischen Basel und Rastatt im Maßstab 1 : 25 000. Den Anlaß gab der Bau des Elsässischen Rheinseitenkanals, der eine Grundwassersenkung erwarten ließ. Die Kartierung sollte den Feuchtigkeitszustand der Wiesen feststellen und die spätere Abschätzung von Ertragsänderungen ermöglichen. Die Aufnahme führte Herr Dipl.-Ldw. H. MÜLLER unter der Leitung des Verfassers vom 1. August bis 31. Oktober 1950 sowie vom 5. März bis 31. Mai 1951 durch. Zu Grunde gelegt wurden zunächst die von J. G. KNOLL (1932; vgl. auch W. KRAUSE 1950, W. KRAUSE und B. SPEIDEL 1952) als „Wiesentypen“ abgegrenzten Gesellschaften. 1959 bis 1962 erfolgte eine durchgreifende Überarbeitung, bei der ebenfalls Herr Dipl.-Ldw. MÜLLER sowie die Herren cand. rer. hort. CH. GEWECKE, E. HEIBER, K. H. HÜLBUSCH, H. KIEMSTEDT, C. KOHLBACH, A. KRAUSE, E. SCHWILCH und R. UTZ mitwirkten. Diese Arbeit stützte sich auf das allgemeine pflanzensoziologische System, insbesondere auf E. OBERDORFER (1957). In Einzelfällen (Karte 1, Sign. 3, 5, 6, 18—20) wurden örtlich bedeutungsvolle Gesellschaften neu abgegrenzt. Das bearbeitete Gebiet beschränkt sich überwiegend auf die Ebene, ohne Vorberge und Kaiserstuhl. Im Süden wurde ein Teil des Markgräfler Hügellandes einbezogen. — Der Leiter der Landesstelle für Gewässerkunde in Karlsruhe, Herr Regierungs-Baudirektor Dr. Ing. H. SCHWARZMANN, unterzog die gewässerkundlichen Mitteilungen einer kritischen Durchsicht, wofür ihm auch an dieser Stelle ergebenst gedankt sei. Vielseitige Förderung durch Auskünfte und Überlassung unveröffentlichter Unterlagen erfuhr die Arbeit durch das Regierungspräsidium Südbaden, Abt. VB Wasserwirtschaft, die Wasser- und Schifffahrtsdirektion Freiburg, das Geologische Landesamt Baden-Württemberg und die Forstdirektion Südbaden, wofür der Verfasser insbesondere den Herren Oberlandesgeologen Dr. ERB, Oberforstrat HUBER, Oberregierungs- und Baurat KREUTZER, Oberregierungs- und Baurat RAABE und Dozent Dr. WACKER Dank schuldet. — Die Kartierung erfaßt das in der Topographischen Karte 1 : 25 000 verzeichnete Dauergrünland. Ausgelassen sind kleine, nicht prinzipiell wichtige Wiesen, die weniger als 1 % der Gesamtfläche ausmachen. Größere Lücken bestehen, besonders für das Markgräfler Hügelland, bei den Ackerwiesen (Wechselwiesen). Doch sind deren Hauptverbreitungsgebiete in der Ebene in die Karte aufgenommen.

Aussagewert der Karte

Mit hoher Sicherheit kann die Wasserführung des Wurzelraumes nach dem Pflanzenbestand beurteilt werden. Die Fuchsschwanz-Glatthaferwiese (*Arrhenatheretum alopecuretosum*), die Mähdesüß-Glatthaferwiese (*A. filipenduletosum*), die Traubentrespenwiese (*Achilleo ptarmicae-Brometum racemosi*), die Flutmuldengesellschaften (*Agropyro-Rumicion crispi*) sind ver-

breitete Anzeiger erhöhter Feuchtigkeit im Dauergrünland. Ihre Verteilung im Gelände läßt zunächst die großen Abstufungen des Vernässungsgrades erkennen. Glatthaferwiesen sind z. B. weniger naß als Traubentrespenwiesen. Doch können auch Besonderheiten des Wasserhaushaltes abgelesen werden. Die Fuchsschwanz-Glatthaferwiese ist typisch für dichtgelagerten Boden, der von nährstoffreichem, nicht selten stagnierendem Oberflächenwasser befeuchtet wird. Wiesen mit Kohldistel (*Cirsium oleraceum*) deuten auf lockeren, oft anmoorigen Boden und bewegtes Wasser. Für wechselfeuchte oder wechsel-nasse Standorte bezeichnend sind die *Silaum*-Varianten der Glatthaferwiese oder das *Agropyro-Rumicion crispi*. Flächen mit künstlicher Berieselung lassen sich, auch wenn die Wässereinrichtungen seit Jahren nicht mehr benutzt und verfallen sind, am Massenwuchs des Wolligen Honiggrases (*Holcus lanatus*) erkennen.

Auf Trockenstandorte macht die Reine Glatthaferwiese (*Arrhenatheretum typicum*) aufmerksam, in der Pastinak (*Pastinaca sativa*), Möhre (*Daucus carota*) und Wiesenrispe (*Poa pratensis*) gedeihen. In der Rheinebene treten oft Arten der Kalktrockenrasen (*Brometalia*), z. B. die Aufrechte Trespe (*Bromus erectus*), die Wiesensalbei (*Salvia pratensis*), das Bitterkraut (*Picris hieracioides*) hinzu. Derartige Bestände werden als Trespen-Glatthaferwiese (*Arrhenatheretum brometosum*) bezeichnet.

Umfangreiches Material und Literatur zur Kenntnis der Grundwasserstände unter Grünlandgesellschaften geben R. TÜXEN (1954, 1961), U. ESKUCHE (1955, 1962), A. VON MÜLLER (1956), G. HÜGIN (1962). Eigene Beobachtungen liegen der Abb. 1 zugrunde. Diese Darstellung läßt auch erkennen, daß nicht nur der mittlere Grundwasserstand, sondern auch die Amplitude seiner Schwankungen zu den charakteristischen Standortsmerkmalen gehören, die bei der ökologischen Bearbeitung Aufmerksamkeit finden müssen.

Die Verteilung kalkarmen und kalkreichen Bodens kann an der Pflanzendecke ebenfalls abgelesen werden. Im Wirtschaftsgrünland treten innerhalb der verbreiteten Gesellschaften, z. B. im *Arrhenatheretum alopecu-retosum*, Differentialarten auf, die nur dort gedeihen, wo der Kalkgehalt des Bodens ihren Ansprüchen entgegenkommt. In der Rheinebene sind Horstrot-schwengel (*Festuca rubra* subsp. *commutata*), Rotes Straußgras (*Agrostis tenuis*) und Borstgras (*Nardus stricta*) die wichtigsten Zeigerpflanzen für Kalkarmut. Dagegen machen Kohldistel (*Cirsium oleraceum*), Wiesenstorchschnabel (*Geranium pratense*) und Angehörige der Kalktrockenrasen (*Brometalia*) auf erhöhten Kalkgehalt aufmerksam. Ein Vergleich zwischen Vegetationskarte und 162 pH-Messungen an Grünlandböden der Rheinebene bestätigte die Brauchbarkeit der gewählten Zeigerpflanzen.

Im Alluvium der Rheinebene hat sich kalkarmer Boden überwiegend dort gebildet, wo Schwarzwaldgesteine oder Sandstein aus der Vorbergzone eingeschwemmt sind. Kalkreicher Boden tritt über Rheinschotter oder Kalksteinmaterial aus der Vorbergzone auf. Schwemmlößbeimengung verändert die durch andere Gesteine bestimmte Verteilung des Kalkgehalts nicht wesentlich. Die räumlichen Beziehungen sind so übersichtlich, daß vom Kalkanteil im bodenbildenden Material auf Richtung und Stärke des Transportmittels geschlossen werden kann. Da im Alluvium das fließende Wasser alle anderen Transportmittel an Wirksamkeit übertrifft, darf die großflächige Verteilung

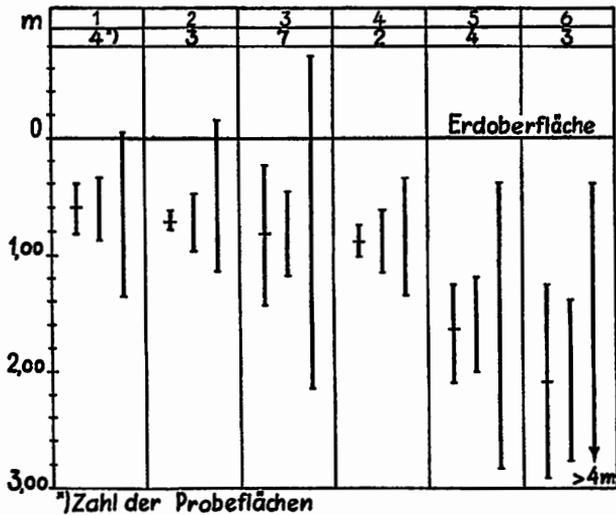


Abb. 1: Das Verhalten des Grundwassers unter typischen Grünlandgesellschaften der Rheinebene. Nach Bestandsaufnahmen an Grundwassermeßstellen.

Pflanzengesellschaften:

- Spalte 1: Großseggen-Kohldistel-Traubentrespenwiese (*Achilleo ptarmicae-Brometum racemosi*, *Cirsium oleraceum-Carex acutiformis*-Variante)
 2: Kohldistel-Glatthaferwiese (*Arrhenatheretum alopecuretosum*, *Geranium pratense-Cirsium oleraceum*-Variante)
 3: Fuchsschwanz-Glatthaferwiese mit Massenwuchs des Großen Wiesenknopfs (*Arrhenatheretum alopecuretosum*, Fazies von *Sanguisorba officinalis*)
 4: Trespen-Pfeifengraswiese (*Molinietum brometosum*)
 5: Trespen-Glatthaferwiese (*Arrhenatheretum brometosum*)
 6: Reine Glatthaferwiese (*Arrhenatheretum typicum*)

Grundwasser (nach Wasser- und Straßenbau 1935; Landesstelle 1941):
 in jeder Spalte

- links: Mittlerer Querstrich: mittlerer Grundwasserstand 1931—1940, Mittel aus allen Ganglinien. — Senkrecht: mittlerer Grundwasserstand 1931—1940, größte Abweichungen einzelner Beobachtungsstellen vom Mittel aller Ganglinien.
 mitte: Mittlere Amplitude der Jahresschwankungen.
 rechts: Maximale Schwankungen, in Sp. 1—3 Überschwemmungen.

basiphiler und azidophiler Pflanzen zugleich als Hinweis auf ökologisch bedeutungsvolle Wasserbewegungen bewertet werden. Der allgemeine Rückgang der Menge des zufließenden Wassers während der Nacheizeit hebt die grundsätzliche Bedeutung der Korrelation nicht auf; wo die Vegetation abgeschwemmtes Schwarzwaldmaterial nachweist, hat sich überall eine für die Standortsbefuchtung ins Gewicht fallende Wasserzufuhr aus dem Schwarzwald bis heute erhalten.

In der Rheinebene weichen manche Pflanzen, die als Feuchtigkeitszeiger brauchbar sind, in Einzelheiten vom Verhalten in anderen Gebieten ab. *Arrhenatherum elatius* und sonstige Angehörige des *Arrhenatheretum*, die durch ihr Areal als relativ thermophil ausgewiesen werden, bleiben in Norddeutschland

auf bodentrockene Standorte beschränkt. Offenbar begünstigt deren leichte Erwärmbarkeit das Gedeihen dieser Pflanzen im kühlen Klima. In der warmen Oberrheinebene besiedelt *Arrhenatherum* auch vernässte Stellen und vergesellschaftet sich mit sumpfbewohnenden Seggen (H. ELLENBERG 1952b, S. 37). Unter Mittelmeerklima bildet künstliche Wasserzufuhr eine Hauptvoraussetzung für das Gedeihen des *Arrhenatherum* (R. HUNDT 1960, S. 257). Diesen Abweichungen liegt kein tiefgehender Widerspruch zugrunde. Sie beruhen auf der eingangs erwähnten Tatsache, daß die Pflanzen oft auf einen Bilanzwert reagieren, der im Falle des Wasserhaushaltes mindestens durch die ober- und unterirdische Wasserzufuhr, das Speichervermögen des Bodens und die Verdunstung bestimmt wird. Außerdem wird die Reaktion der Pflanzen auf die Wasserversorgung wahrscheinlich auch von der Wirkungsintensität anderer, selbständiger Wachstumsfaktoren, z. B. der Temperatur beeinflusst. Der Bilanzwert kann eine bestimmte, für das Gedeihen entscheidende Höhe beibehalten, auch wenn die Einzelfaktoren, die ihn zustandebringen, an verschiedenen Orten ungleich stark wirken (vgl. H. WALTER 1954, S. 41—45). Erfahrungen über den Zeigerwert einer Pflanze für einen ökologischen Einzelfaktor, z. B. den Grundwasserstand, sind daher nur in dem relativ engen Gebiet verallgemeinerungsfähig, in dem das Zusammenspiel der übrigen Bilanzfaktoren annähernd gleichbleibt. — Manche Seggen-Glatthaferwiesen der Rheinebene bilden Folgestadien künstlicher Entwässerung. *Carex acutiformis* hält sich als Relikt ehemaliger Sumpfwiesen noch jahrelang, wenn die Austrocknung bereits *Arrhenatherion*-Standorte geschaffen hat.

Die Pflanzen der Trockenstandorte, im Wirtschaftsgrünland z. B. *Bromus erectus*, werden in ihrer Eigenschaft als Anzeiger der Bodenfeuchtigkeit in anderer Weise beeinflusst als die vorher angeführten mesophilen Arten. Da sie zugleich schwachwüchsig und daher konkurrenzempfindlich sind, bleiben sie auf Stellen angewiesen, die von wuchskräftigen Pflanzen gemieden werden. In der Regel sind dies trockene Standorte. Sobald konkurrenzstarke Bewerber an feuchten Stellen ausbleiben, weil nicht gedüngt wird, und der natürliche Nährstoffvorrat klein ist, können die vermeintlich trockenheitsbedürftigen, schwachwüchsigen Pflanzen auch hier gedeihen. In intensiv genutzten Landschaften kommen solche Fälle kaum vor. Im Allmendland der Rheinebene, das stellenweise mehr als 10% der landwirtschaftlichen Nutzfläche einnimmt (H. SCHWARZ Ms. 1952, S. 1), spielen sie eine Rolle. Als Beispiel mag Abb. 1, Sp. 5 und 6 dienen. Dort zeigen die untersuchten Bestände der „trockenen“, zugleich extensiv genutzten Trespen-Glatthaferwiese einen höheren mittleren Grundwasserstand als die „frische“ Reine Glatthaferwiese. Allerdings muß in der Rheinebene auch in Betracht gezogen werden, daß die trespenreichen Wiesen häufiger auf kiesigem, die glatthaferreichen häufiger auf lehmigem Boden stehen. Das höhere Wasserspeichervermögen im Lehm gewährleistet trotz tiefen Grundwasserstandes eine stärkere Befeuchtung der Wurzeln als im Kies.

Sollen Mißdeutungen ausgeschaltet werden, bedarf daher das Zusammenreffen der Wirtschaftseinflüsse mit den Naturfaktoren besonderer Beachtung. Auf Wiesen, die ausreichend gedüngt und zweimal jährlich geschnitten werden, herrschen die Charakterarten des Wirtschaftsgrünlandes (*Molinio-Arrhenatheretea*), z. B. *Festuca pratensis*, *Trifolium pratense*, *Rumex acetosa*. Auf unzulänglich gedüngten, nur einmal jährlich geschnittenen Flächen treten Ma-

gerkeitsanzeiger wie *Bromus erectus*, *Festuca rubra* subsp. *commutata* oder *Nardus stricta*, in feuchtem Gelände *Molinia coerulea* auf.

Mancher Widerspruch in den ökologischen Aussagen eines Pflanzenbestandes, der sich darin äußert, daß Gewächse mit ungleichen Feuchtigkeitsansprüchen nebeneinander vorkommen, beruht auf naturgegebener Unausgeglichenheit innerhalb der Standorte. Im *Molinietum brometosum* auf Kiesstandorten der Rheinaue, wo Sumpf- und Trockenrasenbewohner zugleich gedeihen, bringen schon geringe Schwankungen des Grundwasserstandes einen Wechsel zwischen Feuchtwiesen- und Trockenrasenbedingungen zustande. In anderen Gesellschaften mit vergleichbarem, vermeintlich widerspruchsvollem Pflanzenbestand, z. B. in der *Bromus erectus*-Variante des *Arrhenatheretum alopecuretosum*, kommt die Unausgeglichenheit der Befeuchtung durch den Wechsel zwischen starkem Oberflächenstau nach Niederschlägen und starker Austrocknung in regenlosen Zeiten zustande.

Zugleich treten in einer Ebene, weil das Relief überwiegend weiche Abstufungen hervorbringt, auch breitflächige Standortübergänge auf, die als Ursache für mosaikartige oder diffuse Gesellschaftsdurchdringungen in Betracht gezogen werden müssen. Werden sie bei der Kartierung angetroffen, empfiehlt es sich, mit der Aufnahme nicht im Zentrum des Vermischungsgebiets zu beginnen, sondern in der weiteren Umgebung nach klar ausgeprägten Gesellschaften zu suchen und von diesen aus die Gemische einzugrenzen. Meist erweisen sich die Übergangsbstände als relativ schmal und wenig bedeutungsvoll. Erreichen sie, wie es z. B. für die *Bromus erectus*-Variante des *Arrhenatheretum alopecuretosum* zutrifft, große Ausdehnung, müssen sie als eigene Gesellschaft kartiert und auf ihre ökologische Besonderheit geprüft werden. Trotz der weit vorgeschrittenen pflanzensoziologischen Bearbeitung Mitteleuropas läßt jedes Kartierungsvorhaben neue Artenkombinationen erkennen.

Die Vegetationskarte zeigt unmittelbar die räumliche Verteilung der Pflanzengesellschaften und der zugeordneten Standortqualitäten. Ihre Aussagen werfen aber, sobald sie in Beziehung zu den Geländeformen, dem geologischen Bau und dem Wasserhaushalt der Gesamtlandschaft sowie zur Bewirtschaftung gebracht werden, ein Licht auf weitere Zusammenhänge. Um dieses Aussagevermögen am Beispiel der Rheinebene nutzbar machen zu können, erscheint es zweckmäßig, einen Überblick der Einzelkräfte zu geben, an deren Synthese sich die Vegetationskarte bewähren soll. Da das Gedeihen des Grünlandes in hohem Grade von der Wasserversorgung abhängt, müssen die Probleme des Wasserhaushaltes im Vordergrund stehen.

Der Maßstab 1 : 100 000 der Vegetationskarte verhindert die Darstellung vieler Einzelheiten, die durch das unruhige Relief, die wechselnde Bodenqualität und die kräftige Dynamik der Gewässer auf kleiner Fläche erzeugt werden. Die Karte gibt daher in erster Linie einen großräumigen Überblick der landschaftsökologischen Zusammenhänge. Kenntnis der Feindifferenzierung muß durch örtliche Spezialuntersuchungen erworben werden, die bei Bedarf, z. B. im Zusammenhang mit landwirtschaftlichen Verbesserungsmaßnahmen durchzuführen sind.

ZUM WASSERHAUSHALT DER RHEINEBENE AUS ÖKOLOGISCHER PERSPEKTIVE

Naturbedingungen

Übersicht

„Die Rheinebene ist in Baden ein einziges, riesiges schwach geneigtes Kiesfeld, dessen Gerölle nach Norden langsam an Größe abnehmen und schließlich in Sand übergehen. Auf die Ebene haben die Schwarzwaldflüsse ihre jungen Deltas aufgeschüttet und hat der Regen von den Vorhöhen den Löß herabgespült“ (W. DEECKE 1918, S. 146). An dieser geologischen Skizze läßt sich ein erster Überblick über die Wasserversorgung der Standorte ableiten. Im unbedeckten Kies bildet die Tiefenlage des Grundwassers den begrenzenden Faktor der Durchfeuchtung. Wo Schwarzwaldflüsse Oberflächenwasser heranbringen, ist diese Beschränkung aufgehoben. Sie besteht auch dort nicht mehr, wo Schwemmlöß und sonstige Ablagerungen Wasserspeicher über dem Kies bilden.

Niederschläge

Ein Streifen längs des Rheins, der am Kaiserstuhl seine größte Breite erreicht und nach Süden bei Müllheim, nach Norden bei Kehl ausklingt, empfängt mit 600 bis 750 mm besonders schwache Niederschläge (D. PFEIFFER und Mitarbeiter 1953; W. HASEMANN und Mitarbeiter 1953; WETTERDIENST 1953). Weiter im Norden fallen auch in Rheinnähe 900 mm. Gegen den Gebirgsrand steigt die Regenmenge auf 900 mm im Süden, 1100 mm im Norden. Die Steigungsregen am Schwarzwaldrand führten ehemals in der Ebene zu heftigen Überschwemmungen, die Anlaß zur Geradelegung und Eindeichung zahlreicher Flüsse gaben.

Grundwasser

Der Grundwasserkörper der Rheinebene (W. WUNDT 1950, H. SCHWARZMANN 1951) wird zum geringeren Teil von den an Ort und Stelle versickernden Niederschlägen und von infiltriertem Oberflächenwasser, in der Hauptsache durch seitlichen unterirdischen Zufluß gespeist. Dieser erfolgt im wesentlichen über die Talschotter der ausmündenden Gebirgstäler, teilweise aber auch längs der Rheintalrandverwerfung über offene Klüfte im seitlich anstehenden Gestein. Der Rhein mit den Altrheinen wirkt als Vorfluter, der das in sein Bett eindringende Grundwasser wegführt. Bei hohen Rheinständen vermindert sich der Grundwasserausfluß durch Rückstau oder er wird völlig unterbunden, so daß der Grundwasserspiegel ansteigt. Durch das Gefälle der Ebene wird das zum Rhein fließende Grundwasser nach Norden abgelenkt und bildet einen spitzen Winkel zum Strom (W. WUNDT 1950, Abb. 1; *Wasserwirtschaft* 1952, Beilage 31; *Landesstelle* 1957). Zur Kenntnis der Grundwasserbewegung kann

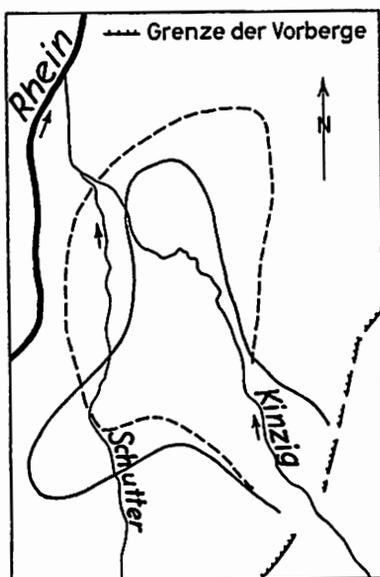


Abb. 2: Die Grenzen des Kinzig-Schuttelfächers (gestrichelt, nach M. THÉOBALD 1948, Karte 6) und des Einflußbereichs weichen Schwarzwaldwassers (ausgezogen, n. L. MÖLLER 1955).

auch die Messung des Abdampfdruckstandes von Brunnenwasser beitragen. Eine Karte der Wasserhärte (L. MÖLLER 1955) zeigt am Unterlauf der Kinzig eine weit gegen den Rhein vorgestreckte Zunge weichen Wassers, deren Grenzen nahe mit denen des Kinzig-Schwemmfächers übereinstimmen (Abb. 2). — Starke Infiltration von Flußwasser in den Untergrund geht im Süden der Ebene vor sich. Den höchsten Versickerungsverlusten sind Neumagen und Möhlin ausgesetzt (C. SAYER 1893; vgl. auch H. SCHWARZMANN 1951, S. 225 für den Rhein; G. SCHROEDER 1956 zur allgemeinen Problematik der Grundwasserforschung). Ein großes Gebiet künstlicher Grünlandberieselung, in dem versickerndes Wasser den Grundwasserstand zeitweise erhöht (vgl. *Wasserwirtschaft* 1960a und b), liegt an der unteren Elz (Abb. 18, S. 36).

Die Tiefenlage des Grundwassers in Nord-Südrichtung (*Wasser- und Straßenbau* 1935; *Landesstelle* 1941; *Wasserwirtschaft* 1952, Beilage 32) hängt von den Gelände großformen ab, die in der südlichen Rheinebene durch C. TROLL (1926, Taf. V) interpretiert wurden. Der Rhein hat einen tiefen Geröll-Schwemmkegel aufgeschüttet, dessen Hauptmasse vom Süden der Ebene bis ins nördliche Kaiserstuhlvorland reicht. In diesem Abschnitt fließt der Strom in einer steilwandig eingeschnittenen Aue. Unter der seitlich angrenzenden, hochgelegenen Kiesebene steht das Grundwasser seit altersher in Tiefen von 5 bis 20 m. Da die Bodendecke wenig Feinerde enthält, herrschten schon immer trockene bis dürre Standorte (VON ITTNER 1828, S. 323). Am unteren Ende des Schwemmkegels nähert sich das Grundwasser der Oberfläche (V. BANGERT 1958). An vielen Stellen tritt es zutage und fließt entweder als Bach („Giesen“) oberirdisch ab oder erzeugt auf größeren Flächen gleichmäßige Ver-

Grundwasseraustritt

Auf langen Strecken tritt Grundwasser am Fuße des Hochgestades zwischen Rheinaue und Niederterrasse in einem Quellhorizont zutage. Dieser war früher auch im ausgetrockneten Südabschnitt der Aue zwischen Steinenstadt und Breisach ausgebildet; der abfließende Bach konnte Mühlen treiben. Im Norden des kartierten Gebiets, wo der Boden der Rheinaue weniger durchlässig ist als im Süden, hat das am Hochgestade austretende Wasser auf größeren Flächen Vermoorung zustandegebracht (vgl. H. THÜRACH 1911), die im Süden fehlt (K. SCHNARRENBERGER 1915, S. 100).

Außerdem steigt das Grundwasser in der ebenen Rheinaue auf engbegrenzten Flächen senkrecht mit beträchtlichem Druck in die Höhe, so daß kleine Krater entstehen, in denen der Sand emporwirbelt. Die Austrittsstellen, deren geologische Problematik schon M. A. DAUBRÉE (1858, S. 654) behandelt, reihen sich am Grunde der äußeren, der Niederterrasse genäherten Fließgewässer, ganz

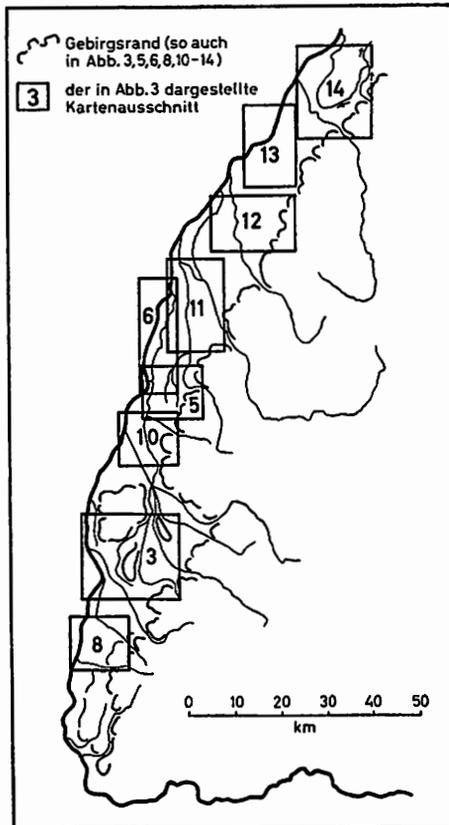


Abb. 4: Der oberirdische Wasserzufluß in verschiedenen Teilen der Rheinebene, dargestellt am Gewässersystem. Lageskizze zu Abb. 3, 5, 6, 8, 10—14. Grundlage zu Abb. 3—14: Topographische Karte 1 : 25 000.

besonders im nördlichen Kaiserstuhlvorland. Obwohl die Zahl der von ihnen gespeisten Gießen nicht gering und die Wasserführung beträchtlich ist, befeuchten diese Gewässer die Pflanzenstandorte der Umgebung höchstens schwach, vielfach überhaupt nicht. Angrenzende, 1,5—2 m über dem Wasserspiegel gelegene Flächen tragen häufig eine ausgeprägte Trockenvegetation. Die Ursache liegt im hohen Kiesgehalt des Bodens, der den kapillaren Anstieg behindert und das Speichervermögen niedrig hält. Umso bemerkenswerter sind diese Wasserläufe wegen ihrer ungewöhnlichen Reinheit.

Breitflächig tritt das Grundwasser in den Flachmooren des Wasenweiler Rieds und der Faulen Waag am Kaiserstuhl sowie im westlichen Teil der Untidzniederung zwischen Wittenweiler und Nonnenweiler zutage. Typisch für diese Gebiete ist das Fehlen nennenswerter Zuflüsse aus dem Schwarzwald

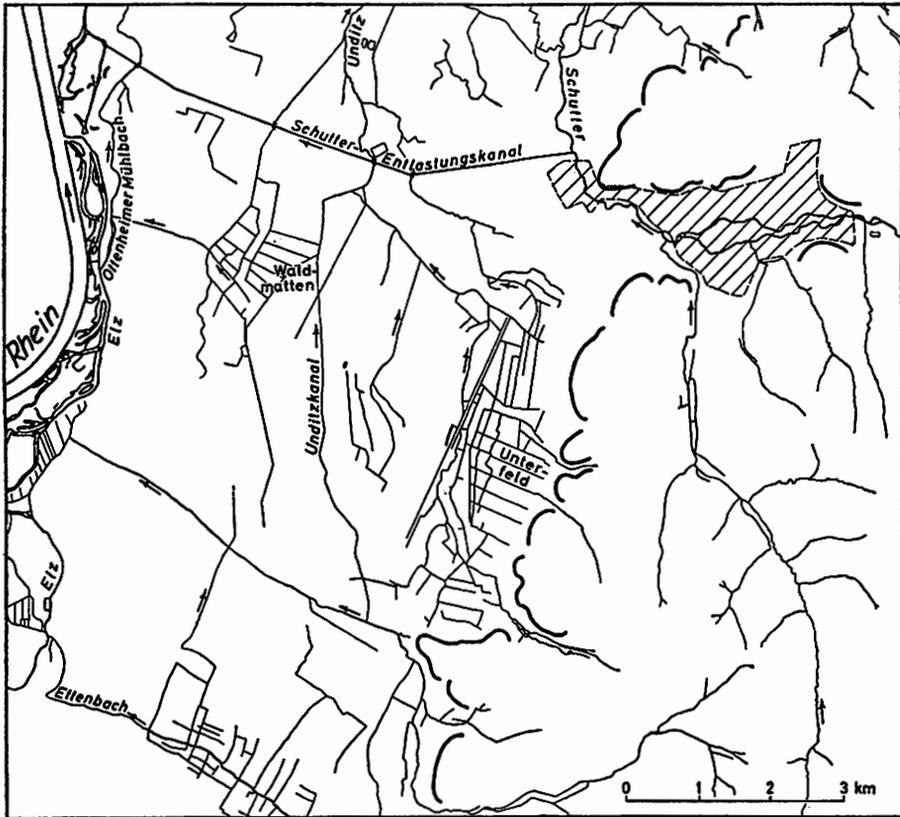


Abb. 5: Verschiedene Herkunft des Wassers auf engem Raum: 1. Bei „Waldmatten“ Grundwasseraustritt in einer Senke ohne oberirdischen Zulauf. Untergrund Kies mit dünner Flachmoordecke. 2. Bei „Unterfeld“ Sammelrinnen für Quellwasser vom Vorbergfuß. Untergrund Ton. Wasserführung bei 1. und 2. gering. 3. Am Ostrand der Karte die Schutter als wasserreicher Schwarzwaldfluß mit starken Hochwässern (Entlastungskanal). — Zur Lage des Kartenausschnitts vgl. Abb. 4. — Schräg schraffiert: Stadtgebiet von Lahr.

(Abb. 3) und das Vorherrschende basiphiler Vegetation. Die Vernässung kann also nicht, wie es in vielen anderen Teilen der Rheinebene zutrifft, durch Oberflächenwasser aus dem Schwarzwald verursacht sein. Der Grundwasser-
austritt im Wasenweiler Ried wurde schon mehrmals, zuletzt durch BANGERT (1958) beschrieben. Die charakteristische isolierte Lage des entwässernden Grabensystems der westlichen Unditzniederung zeigt Abb. 5 („Waldmatten“).

Zufluß aus dem Rhein

Durchlässe in der Ufermauer, die zumeist in Abständen von 1 bis 3 km eingebaut sind, lassen bei hohen Rheinständen Wasser aus dem Strom in den Auwald fließen. Dieses Wasser gelangt in der Regel nicht über die Grenzen des Waldes hinaus und wird durch die Altrheine in den Strom zurückgeleitet. Weit in die landwirtschaftliche Nutzfläche dringen aber zwei Gräben vor, die unter dem Namen „Mühlbach“ aus dem Rhein abgeleitet werden. Der südliche Mühlbach erhält durch sein bei Sasbach gelegenes Einlaßbauwerk seit Jahren nur noch selten Wasser und liegt bis Weisweil fast immer trocken. Es ist geplant, ihn in Zukunft durch Pumpen und anderweitige Wasserzuleitung zu füllen. Der nördliche Mühlbach, der von Wittenweier bis Goldscheuer in einem tiefen, breiten, vielgewundenen, meist bis zum Rand gefüllten Bett die Rheinaue 30 km lang durchzieht (Abb. 6), wird streng genommen nicht aus dem Rhein, sondern aus der Elz abgezweigt. Die Entnahmestelle liegt aber nur 2 km vor der Elzmündung dicht neben dem Rheinbett in einem Gelände, in dem die Elz durch das Wasserregime des Stroms schon stark beeinflußt wird.

Rheinüberschwemmungen

Die Flächen, die der Rhein ehemals auf der badischen Seite überfluten konnte, verzeichnet C. FRIEDERICH (1885—1886). Sie reichten bis ans Hochgestade oder, wo dieses fehlt, 5 km und weiter landeinwärts bis an den Fuß der flach ansteigenden Niederterrasse. Landschaftlich geschlossene Überflutungsgebiete von besonderer Länge und Breite, die heute noch als „Ried“ bezeichnet werden, liegen südlich Kehl auf der Strecke Ottenheim-Meißenheim-Altenheim und bei Rastatt zwischen Wintersdorf und Au. Auch der kürzere und schmalere Abschnitt zwischen Kappel und Rust mit dem bezeichnenden Flurnamen „Gschleder“ (= Sumpfgelände) hat Riedcharakter.

Hochwasserschutz wurde seit altersher durch den Bau relativ niedriger, nicht durchlaufender und in größerer Entfernung vom Strom liegender Dämme angestrebt. Der endgültige hohe Hochwasserdamm, an dessen Ausbau stellenweise bis in die letzten Jahre gearbeitet wurde, ist nahe an den Rhein vorgerückt und entfernt sich nur an wenigen Stellen bis auf 1,5 km von diesem. Er schützt, von wenigen rheinnahen Flächen abgesehen, das ganze landwirtschaftliche Kulturland. Markierungen an den gemauerten Straßendurchlässen zeigen, daß der Auwald im Dammvorland zeitweise tief unter Wasser steht.

Der Damm, der das Hinterland vor Überflutung bewahrt, kann nicht verhindern, daß bei Hochwasser lokale Vernässung durch Druckwasser im geschützten Gelände eintritt. Eine andere, ebenfalls eng lokalisierte Auswirkung des Dammbaues zeigt sich an den Stellen, an denen der Hochwasserdamm zum

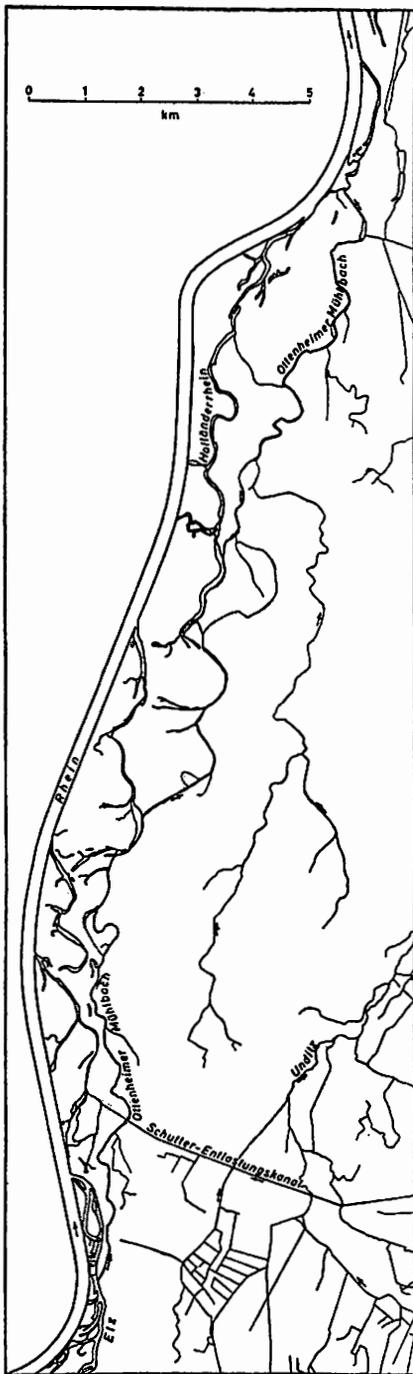


Abb. 6: Künstliches Gewässer mit starker Wasserführung in der Rheinaue: der Ottenheimer Mühlbach als Abzweigung der Elz. Bett breit und tief, oft bis zum Rand gefüllt. Von Osten zufließende Gräben wasserarm. — Zur Lage des Kartenausschnitts vgl. Abb. 4.

Druckausgleich unterbrochen ist. Die Öffnung liegt jeweils zwischen verlängerten, kulissenartig parallelgeführten Dammenden und weist talaufwärts. Das Hochwasser kann in die Lücke eindringen, wird aber durch den Geländeanstieg aufgehalten. In diesen Lücken hält die Möglichkeit der Überflutung die Besitzer von intensiver Nutzung ab. Auf der Vegetationskarte 1 : 25 000 werden sie durch den hohen Anteil einschüriger Magerwiesen deutlich bezeichnet (Abb. 7).

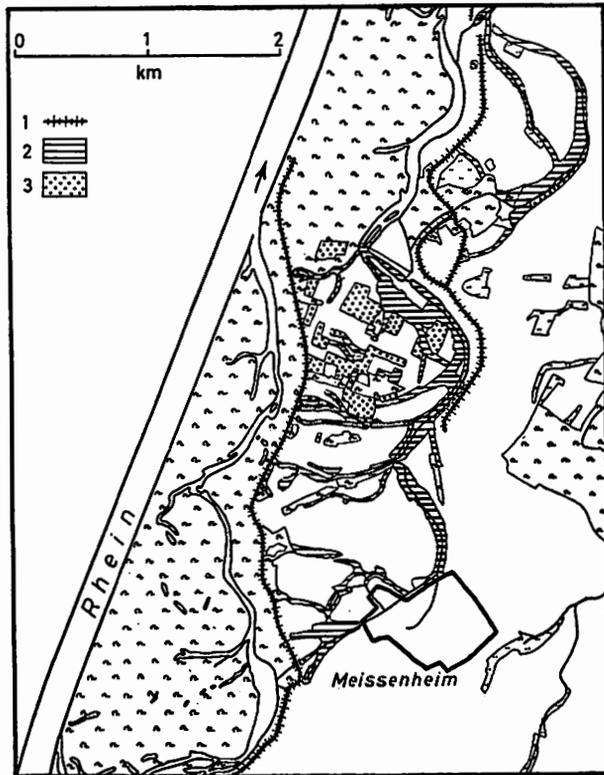


Abb. 7: Extensivnutzung in einer kulissenförmigen Lücke des Hochwasserdamms
 1 Hochwasserdamm 2 Röhrichte und Naßwiesen 3 Extensivgrünland, verlassene Äcker

Im großen bildet der Rheindamm die scharfe Grenze zwischen dem unwegsamen, auf weiten Strecken sich selbst überlassenen Auwald und dem sorgfältig genutzten Kulturland, das durch ertragreiche Tabakanpflanzungen sein besonderes Gepräge erhält. Besonders stark ist der Gegensatz in den landwirtschaftlich blühenden Rieddörfern, durch deren Feldfluren sich noch viele mit Röhricht verwachsene Altwässer als Zeugen für den Zustand der ungebändigten Stromaue ziehen.

Zufluß aus dem Schwarzwald

In großen Teilen des Kartierungsgebiets haben ältere, schon der geologischen Vergangenheit angehörende Zustände des Gewässersystems ihren Einfluß auf die aktuellen Standorte noch nicht verloren. Vom nördlichen Kaiserstuhvorland bis in das Gebiet der Neckarmündung zieht eine tote, 1—5 km breite Flußrinne vor dem Gebirgsrand parallel zum Rhein, die in prähistorischer Zeit das Wasser der Schwarzwaldflüsse sammelte und nach Norden führte. Sie wurde schon von J. G. TULLA (1822, S. 12 ff.; vgl. auch F. J. MONE 1826 a) unter dem Namen „Teutscher Rhein“ ausführlich beschrieben. Neuerdings heißt sie „Kinzig-Murgrinne“ und wird als ebenso auffälliges wie ausgedehntes und vielseitiges geologisches Phänomen viel beachtet (vgl. u. a. H. THÜRACH 1911; W. HASEMANN 1934). Ihre Funktion als Flußlauf ging verloren, als die stärkeren Schwarzwaldgewässer, z. B. die Kinzig und die Murg nach Westen zum Rhein durchbrachen (vgl. Abb. 14) und die alte Rinne mit ihren Ablagerungen versperrten und zugleich entwässernd wirkten. Die Niederung der Kinzig-Murg trägt heute noch ausgedehnte wechsellasse Wiesen mit Wasserstau über undurchlässigem Untergrund, die landwirtschaftlich nur als Grünland genutzt werden können. Da die Standorte in den einzelnen Abschnitten der Rinne große Gegensätze zeigen, wird im folgenden immer wieder auf diesen verlassenen Flußlauf einzugehen sein.

Auch die Wasserzufuhr durch die derzeit laufenden Flüsse und Bäche erreicht gebietsweise stark unterschiedliche Wirksamkeit, die der detaillierten Betrachtung bedarf (Abb. 3, 5, 6, 8, 10—14; FRIEDERICH 1885/86; SAYER 1893). Die folgende Darstellung, die sich an Karten des Gewässernetzes orientiert, beginnt mit dem Süden der Ebene und geht schrittweise nach Norden. Im Text erwähnte topographische Namen sind in der Vegetationskarte 1 : 100 000 (Karte 1) enthalten, sofern keine Hinweise auf Abb. 3—14 gegeben werden.

Die wenigen südlichen Zuflüsse (Abb. 8, vgl. auch nochmals Abb. 3) bis zum westlichen Kaiserstuhvorland werden aus kleinen Einzugsgebieten gespeist und sind beim Eintreten in die Ebene wasserarm. Hinzu kommen Versickerungsverluste, die alljährlich monatelang kein Wasser bis zum Hochgestade gelangen lassen. Eine Ausnahme machen die wasserreichen Bäche Neumagen und Möhlin sowie ein unbenannter Quellabfluß, der über den Neumagen-Schwemmfächer läuft. Diese drei Gewässer speisen relativ ausgedehnte Berieselungsanlagen mit merklichem Anfeuchtungserfolg. Doch unterliegen auch sie so starker Versickerung, daß ihre Betten im Unterlauf häufig trockenliegen.

Die Freiburger Bucht zwischen Schwarzwald, Tuniberg und Kaiserstuhl wird von den tief aus dem Schwarzwald kommenden Hauptbächen Dreisam, Glotter, Elz und mehreren Nebenbächen stark und gleichmäßig durchfeuchtet (G. STEINMANN und F. GRAEFF 1897, S. 76, E. GUENTHER 1938). An der Wurzel des Dreisam-Schwemmkegels versickert viel Wasser (Abb. 3, Stadtgebiet Freiburg). Dieses tritt aber, weil es durch Gesteinsschollen an die Oberfläche gedrängt wird, nach kurzer Strecke wieder zutage und läuft in einem dichten Netz schnellfließender Bäche und Gräben ab. Erst vor den im Westen aufsteigenden Bergriegeln verlangsamt sich die Bewegung. Um die

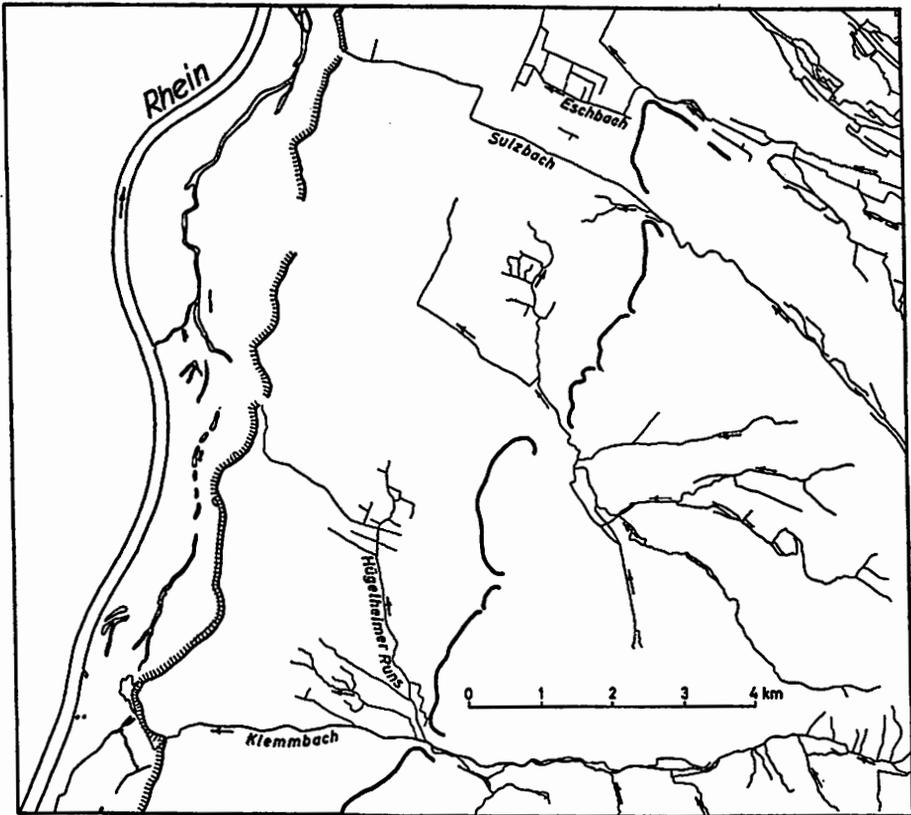


Abb. 8: Der oberirdische Wasserzulauf im Bereich der tiefgründig trockenen Niederterrasse. Weitmaschiges Gewässernetz mit kleinem Einzugsgebiet. Sehr geringe Wasserführung. Nahezu vollständige Versickerung. Grundwasser 15–18 m tief. — Zur Lage des Kartenausschnitts vgl. Abb. 4.

Überschwemmungen einzudämmen (*Oberdirektion* 1863 a, S. 7 ff.), wurde die Dreisam kanalisiert und der Leopoldskanal zur Hochwasserableitung für alle Gewässer der Freiburger Bucht geschaffen. Mittel- und Niederwasser bis zu einer entsprechend dem wechselnden Abführungsvermögen regulierbaren oberen Grenze fließen durch das alte, zum Teil geradegelegte Bett der Elz zum Rhein. Den Umfang der geleisteten Korrektionsarbeit veranschaulicht Abb. 9 (vgl. auch *Oberdirektion* 1863 a, S. 12 ff.). Ausgedehnte Grabensysteme zur künstlichen Grünlandberieselung (vgl. Abb. 3, 10) bestehen in der Freiburger Bucht, wo sie aus der Dreisam, Glotter, Elz und kleineren Bächen gespeist werden, außerdem an der unteren Elz. — Mit dem spitzwinkelig zum Rhein gerichteten Unterlauf der Elz beginnt nach DEECKE (1918, S. 542) die Kinzig-Murgrinne.

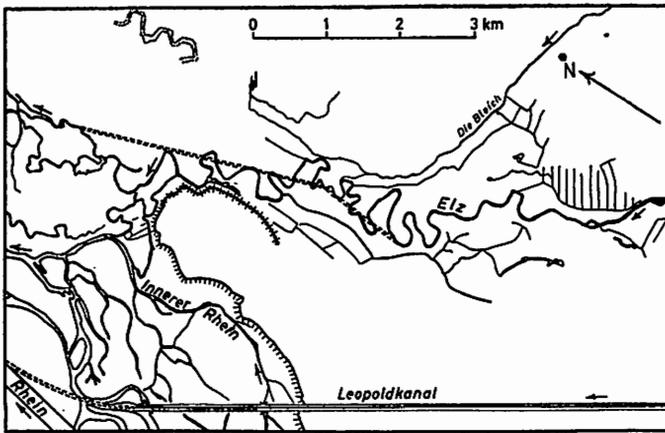


Abb. 9: Lauf der unteren Elz im Jahre 1863 kurz vor der Korrektur. Gestrichelt: die späteren Betten der Elz und des Leopoldkanals. Zum heutigen Zustand vgl. Abb. 10. Nach Oberdirektion 1863a.

Auf den Wiesen am Ettenbach, der nördlich der Elzaue die Niederterrasse nahezu rechtwinkelig quert und dessen Schwemmfächer weithin konkave Oberflächenformen besitzt, hat die künstliche Berieselung (Grabensystem Abb. 10 rechts oben; vgl. auch W. SCHNEIDER 1911) ausgedehnte Naßstandorte geschaffen. Wenn das Rieselwasser ausbleibt, was nicht häufig eintritt, leiden die Wiesen in trockenen Jahren unter Dürre, weil das Grundwasser im sandigen Substrat 3—4 m tief steht. Daß SCHNEIDER (1911, S. 11) das bodenbildende Material als durchlässig-sandig bezeichnet, steht mit der Lage des Einzugsgebiets in Einklang. Der Ettenbach und seine Zuflüsse entspringen nahezu ausschließlich im Buntsandstein der Schwarzwaldvorberge.

An den Ettenbach-Schwemmfächer schließt sich das Einzugsgebiet der Unditz an (Abb. 5), das im wesentlichen der Ebene angehört und nur auf den vordersten Saum der Vorberge übergreift. Hier fehlt die starke, wenn auch schwankende Wasserspende, die ein tief in den Schwarzwald oder die Vorberge ausgedehntes Einzugsgebiet gewährleistet. Die Grünlandflächen der Unditzniederung häufen sich in drei nach Norden ziehenden, westlich Lahr zusammenlaufenden Rinnen, von denen eine nahe zum Rhein, zwei (vgl. auch Karte 1) nahe zum Gebirge liegen. Die gebirgsnahen Rinnen, deren Untergrund aus Ton besteht, erhalten ihr Wasser durch Gräben aus den vordersten Vorbergen. Die Standorte zeichnen sich durch ausgeprägte Wechselfeuchtigkeit mit Überwiegen der trockenen Phase aus. Langandauernde Stauvernässung bleibt auf kleinere Flächen beschränkt. Die zuführenden Gräben, die in Abb. 5 durch ihre große Zahl auffallen, führen in Trockenzeiten wenig oder kein Wasser, füllen aber nach starken Regenfällen, wie es im Sommer 1960 beobachtet wurde, ausgedehnte Flutmulden im Reinen *Arrhenatheretum*, dessen Pflanzenbestand höchstens durch verstreute Individuen von *Silvaum silaus* und *Sanguisorba officinalis* auf Wechselfeuchtigkeit hinweist. Die Westrinne (Abb. 5 bei „Waldmatten“), die mit kalkhaltigem Anmoor ausgefüllt ist, bleibt in ihrem Zentrum dauernd

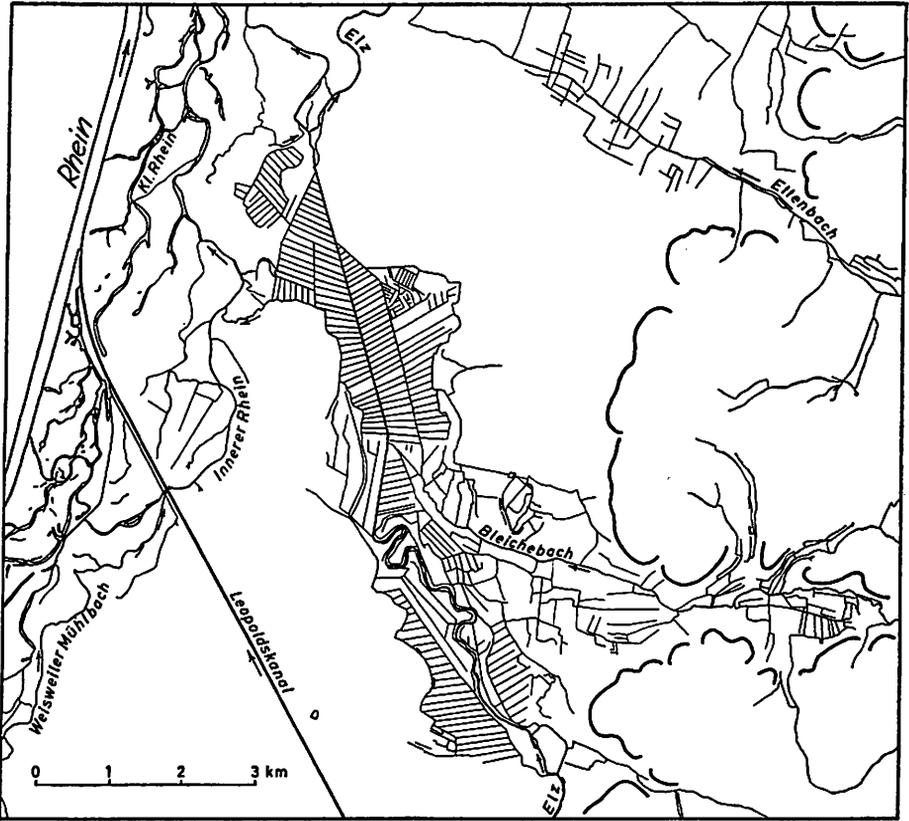


Abb. 10: Künstliche Wasserverteilung in der Aue eines korrigierten Flusses: Rieselgraben-system an der unteren Elz. — Zur Lage des Kartenausschnitts vgl. Abb. 4.

naß. Da oberirdischer Zufluß fehlt, muß Grundwasseraustritt aus dem Schotter angenommen werden. Die Wasserspende ist gering; trotz starker Vernäsung der Flachmoorwiesen fließt wenig Wasser ab. Entsprechend der geringen Transportkraft ihrer Gewässer verlieren sich in der Untditzniederung die kalkreichen Standorte, wie durch die Vegetation angezeigt wird, bachabwärts auf kurzer Strecke. *Juncus subnodulosus* und *Cirsium oleraceum* als typische Bewohner der Kalkflachmoore verschwinden, das azidophile *Arrhenatheretum alopecuretosum* mit *Festuca rubra* subsp. *commutata* nimmt überhand.

Als größeres Gewässer folgt nach Norden die Schutter, die wie viele andere Schwarzwaldtäler eine geringe Mittelwassermenge (rund $1,5 \text{ m}^3/\text{sec}$), aber starkes Hochwasser (nahezu $100 \text{ m}^3/\text{sec}$) in die Ebene bringt. Ihr Spiegel liegt schon bei Mittelwasser auf langen Strecken höher als die Umgebung. Da das Bett eng und das Gefälle gering ist, traten ehemals starke und langdauernde Überschwemmungen auf, die den Bau eines Entlastungskanals (vgl. Abb. 5) nötig machten. Außerdem ist die Schutter auf ihrem 25 km langen



Abb. 11: Das Zusammentreffen der alten Kinzig-Murgrinne mit der rezenten Kinziggaue: Kinzig-Murgrinne (jetzt Schutterniederung) staunäß. Gräben, besonders im Süden, überwiegend zur Entwässerung. Längs der Kinzig wenige Gräben, die vorhandenen zum großen Teil Gewerbekanäle. Kräftiger Fluß mit Uferreihen. Ablauf des Oberflächenwassers durch \pm konvexe Geländeformen begünstigt. Im Winkel zwischen Kinzig und Schutter zwei Berieselungsanlagen. — Zum Kinzig-Schwemmfächer vgl. S. 57 unter „Standorte“. — Lage des Kartenausschnittes in Abb. 4. Schräg schraffiert: Stadtgebiet von Offenburg.

Lauf parallel zum Rhein (Abb. 11) in ein begradigtes, mit Dämmen versehenes Bett gefaßt. Der künstliche Charakter des Schutterlaufs fällt besonders unterhalb Lahr ins Auge, wo der Bach unvermittelt nach Norden biegt und mehrere Kilometer zwischen Dämmen durch Äcker fließt. Eine breite Grünlandrinne, die als natürliche Schutteraue angesehen werden darf, läuft 2—3 km weiter westlich parallel zum heutigen Bachbett.

Halbwegs auf ihrem Lauf in der Ebene erhält die Schutter durch zahlreiche Gräben Zufluß vom Gebirge (Abb. 11). Das Wasser stammt im Süden (Schopfleimer Dorfbäche, Tieflachkanal) aus der vordersten Vorbergzone, im Norden (Höfener Bruch, Neubruch, Endinger Kanal) aus dem Kinzig-Schutfächer. Die zulaufenden Wassermengen sind nicht groß und stark von der Witterung abhängig. Neuerdings fängt der am Ostrand der Aue laufende Tieflachkanal Wasser ab. Trotzdem bildeten sich im nassen Sommer 1960 vor den Schutterreihen große Flutmulden, die von Anwohnern als eine seit Abschluß der Korrektion selten gewordene Erscheinung bezeichnet wurden. — Von Westen nimmt die Schutter nur die Unditz als nennenswerten Zufluß auf.

Im nördlichen Drittel der Niederung fehlen größere Zuflüsse; ebensowenig gibt die Schutter größere Wassermengen zur Befeuchtung ihrer Aue ab. Einige wasserarme Abzweigungen, z. B. die „Feldschutter“ laufen gegen Nordwesten durch die Äcker der Niederterrasse in Richtung Kehl.

Bezeichnend für die Schutterniederung ist ein noch nicht weit zurückliegender Wechsel der Befeuchtung. Seit dem Bau des Entlastungskanals spielt die ehemals häufige, langfristige Überflutung der Aue keine entscheidende Rolle mehr. Übriggeblieben ist der hochliegende Wasserspiegel, der das Grundwasser stützt. Die großen, durch ihre Gräben kenntlichen Naßwiesen östlich des Hauptbaches (Abb. 11 unten) erhalten ihr Wasser durch Zufluß vom Gebirgsrand. Da die Schutter zur Grünlandberieselung wenig herangezogen wird, beeinflusst sie, abgesehen von der Grundwasserstützung, den Wasserhaushalt ihrer Aue nicht so vielseitig aktiv wie die Bäche der Freiburger Bucht, die breitflächigen Grundwasseraustritt verursachen und große Berieselungsanlagen speisen. — Die Schutter, die in der Grundrichtung der Kinzig-Murgrinne im wesentlichen parallel zum Rhein verläuft, wird im Unterlauf durch die seitlich andrängenden Schuttkegel der Dorfbäche und der Kinzig (vgl. THÜRACH, HASEMANN und BRILL 1926; THÉOBALD 1948, Karte 6) nach Westen abgelenkt.

Im Gegensatz zur Schutter führt die Kinzig, die in stumpfem Winkel dem Rhein zustrebt, mit rund $23 \text{ m}^3/\text{sec}$ eine hohe Mittelwassermenge. Trotzdem bringt sie, wie auf Abb. 11 die geringe Grabendichte längs des Flusses und die geringe Ausdehnung der Rieselflächen bekundet, keine starke Vernäsung ihrer Aue zustande; das Bett ist von Natur aus tief eingeschnitten, außerdem auf langen Strecken geradegelegt und eingedeicht (*Oberdirektion* 1863 a; A. STALF 1932). Offen war bis vor kurzem die Strecke zwischen Griesßheim und Willstätt, so daß dort Hochwasser weit nach Norden vordringen konnte (SAYER 1893, S. 47). Auch über wasserreiche, schnellfließende Gräben (Mühlbach, Plauelbach und Reezgraben, Abb. 11), die zum Betrieb von Mühlen und Hanfrösten angelegt wurden, gelangt Kinzigwasser weit nach Norden. Dort wirkt es stärker anfeuchtend als in der Kinzigau.

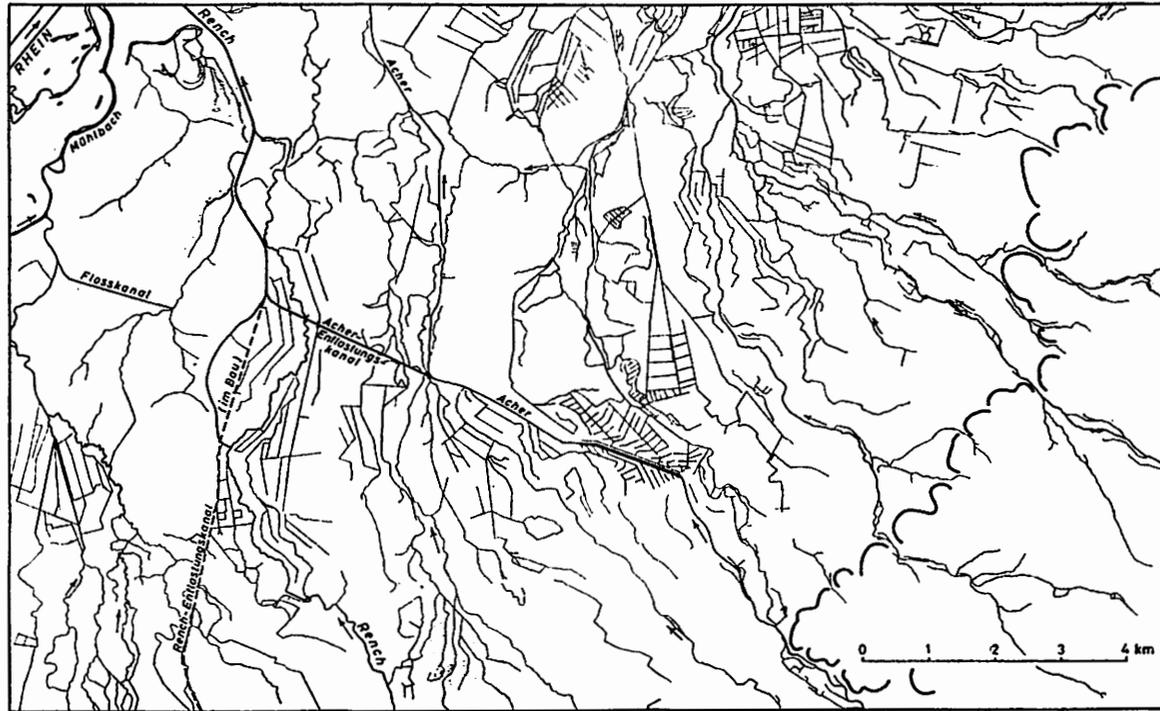


Abb. 12: Wechselnasses Überflutungsgebiet im Maiwaldbecken der Kinzig-Murgrinne. Enges Gewässernetz über schwer durchlässigem Untergrund. Bisher häufig überschwemmt. Hochwasserschutz erst seit kurzem durch Rückhaltebecken und Entlastungskanäle (nicht vollständig eingetragen). — Zur Lage des Kartenausschnittes vgl. Abb. 4.

Nach Norden schließt ein großes Überflutungsgebiet an, dessen Zentrum den Namen Maiwald führt. Die Kinzig-Murgrinne weitet sich hier zu einem Becken, das nach Nordwesten durch einen flachen, trockenen Niederterrassenrücken (vgl. FAULER 1948) abgeschlossen ist. Die breite Niederung wird von vielen Schwarzwaldbächen gequert (Abb. 12), unter denen wenige, z. B. der Sandbach, seit längerem in Dämme gefaßt sind. Die übrigen, allen voran die Rench (vgl. DRACH 1913, S. 6 ff., 34/35; WALTER 1929 a, S. 13), traten bis vor kurzem regelmäßig über die Ufer, weil ihre engen Betten, die auf den eigenen Alluvionen erhöht verlaufen, die starken Hochwasser nicht fassen konnten. Da der Boden schluffig-tonig ist und die Geländeformen den Abfluß hindern, blieb das Überflutungswasser auf großen Flächen wochenlang stehen. Erst der 1937 begonnene Bau von Flutkanälen und Rückhaltebecken hat Abhilfe gebracht.

Die meisten Maiwaldzuflüsse treten rechtwinkelig zum Gebirgsrand in die Ebene ein und biegen nach Norden um, sobald sie das Becken erreicht haben. Hier verzweigen sie sich, laufen aber zuletzt in einige größere Rinnen zusammen, deren Gewässer den Westrand des Beckens durchbrechen und den Rhein erreichen (Abb. 13). Auf der Höhe von Baden-Oos hat die Kinzig-Murgrinne alle nach Norden fließenden Gewässer verloren. Für den kleinen Banngaben westlich Oos gibt das Meßtischblatt Nordsüdbewegung an. Wahrscheinlich sind mehrere, das Maiwaldbecken entwässernde Abflußrinnen, die geradlinig und tief eingeschnitten die Anhöhen der westlichen Niederterrasse queren, vom Menschen angelegt.

Von Baden-Oos nordwärts verengt sich die Kinzig-Murgniederung und zieht als 1 km breite, wenig eingetiefte Rinne zwischen Äckern zur Grenze des kartierten Gebiets bei Muggensturm (Abb. 14, vgl. auch HASEMANN 1934). Sie führt kein stärkeres Gewässer und empfängt aus der eingedeichten Murg, von der sie gequert wird, keinen Zufluß. Der Untergrund besteht aus Schwarzwaldmaterial, das vielfach tonig verwittert ist. Hier herrschen die wechselfeuchten, auf großen Strecken vertorften, bei nasser Witterung von Oberflächenwasser bedeckten Standorte eines toten Flußtales. Im einzelnen zeigt der Vernässungsgrad große Gegensätze. In der Nähe der Murg, deren tief eingeschnittenes Bett drainierend wirkt, überwiegen die trockenen, weiter abseits die vernässten Flächen. Bezeichnend für die geringe ausräumende Kraft des Wassers in dieser Rinne ist die Umkehrung der Fließrichtung gegen das allgemeine Gefälle der Rheinebene. Der Federbach, der einer im Dorfe Malsch gelegenen Bifurkation entstammt, wendet sich zunächst in der Kinzig-Murgrinne 7 Kilometer nach WSW, bevor er bei Rastatt in die Rheinaue gelangt und scharf nach Norden biegt. Er benutzt hier einen Arm der alten Kinzig-Murg, der sich bei Rastatt in die Niederung ergossen hat (vgl. K. MADER 1929).

In ihrer eigenen Aue bringt die Murg sehr geringe Befeuchtung zustande. Der wasserreiche Fluß läuft in einem kanalisierten, von hohen Dämmen eingefassten Bett zwischen Trockenstandorten zum Rhein. Kurz vor der Mündung besteht in einem nassen Abschnitt der Rheinaue natürlicher Rückstau, der eine lokale, ökologisch wirksame Grundwasserstützung wahrscheinlich macht. Auserhalb der Dämme tragen mehrere Altwässer den Namen „Alte Murg“.

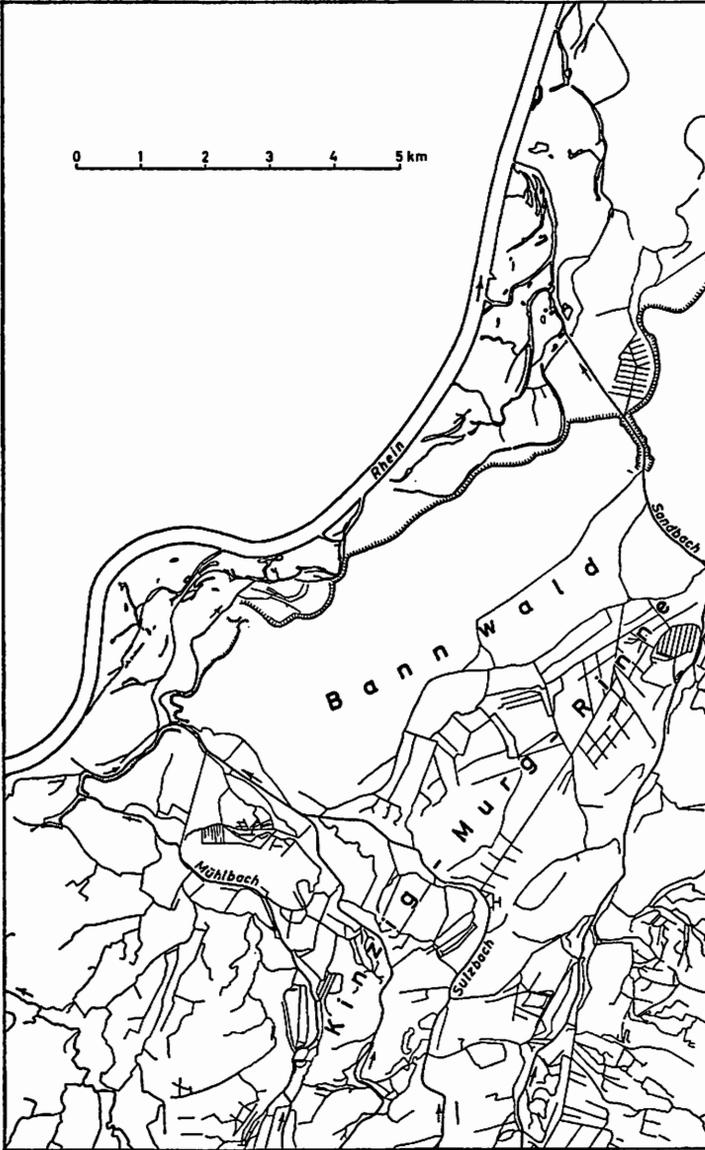


Abb. 13: Abflüsse des Maiwaldbeckens. Südliches Bild Drittel ähnlich Abb. 12, Wasser stärker als dort in große Bäche zusammengefaßt. Nach NW Durchbruch dreier Bäche durch den Niederterrassenrücken zur Rheinaue. Nach NO in der natürlichen Abflußrichtung der Kinzig-Murgrinne gegenwärtig kein Fließgewässer. — Zur Lage des Kartenausschnittes vgl. Abb. 4.

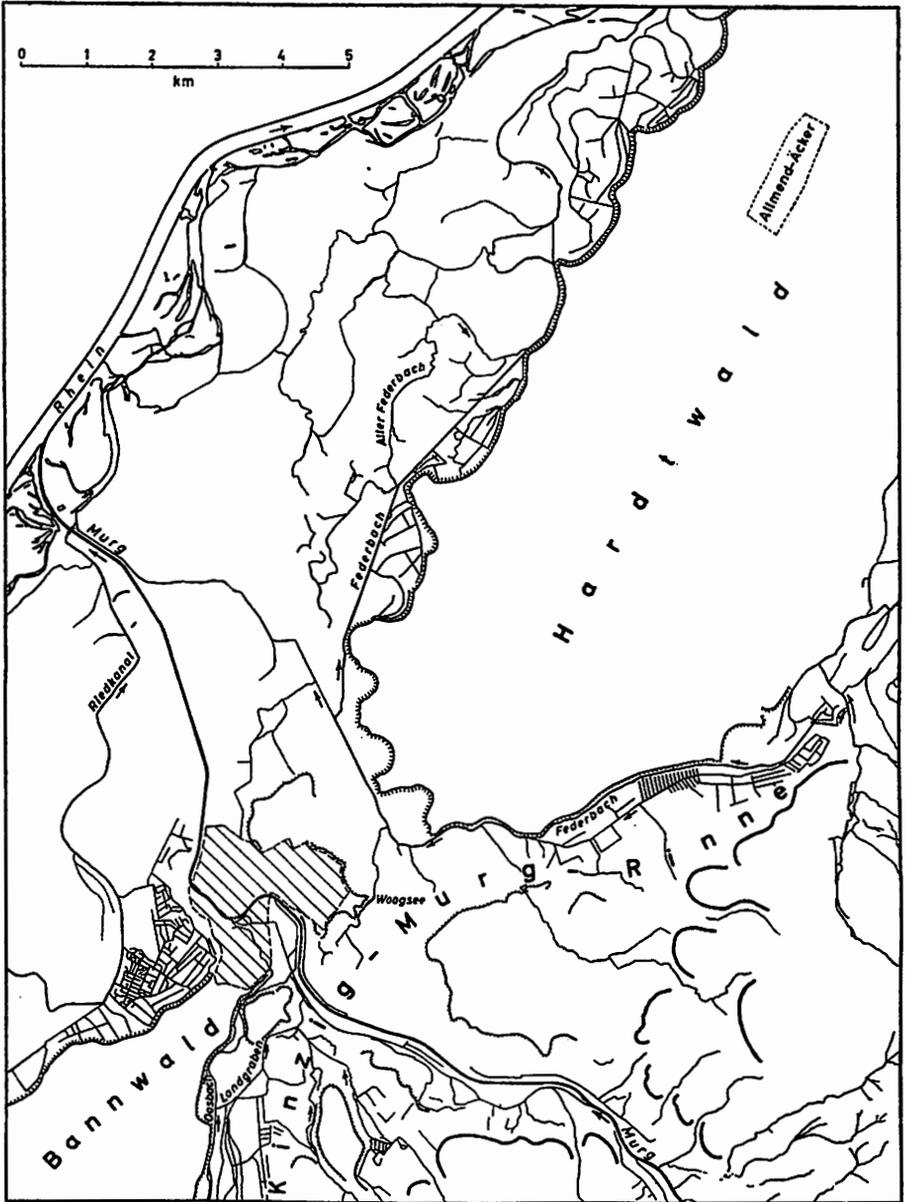


Abb. 14: Anastomose zwischen Kinzig-Murgrinne und Rheinaue im Bereich des rezenten Murglaufs. Nördlich des Murgbetts starke Drainage durch den Fluß, weiter nach NO streckenweise Vernässung (Entwässerungsgräben). Am Ostrand der Karte Bifurkation eines Baches, dessen Westarm (Federbach) in die Rheinaue absteigt. Am Fuße des Hochgestades Grundwasseraustritt, durch Gräben angezeigt. — Ausgedehnte trockene Niederterrassenflächen („Hardt“). — Zu „Allmendäcker“ vgl. S. 63. — Schräg schraffiert: Stadtgebiet von Rastatt. — Zur Lage des Kartenausschnittes vgl. Abb. 4.

Wasserspeichernde Deckschichten

Längs der Vorberge trägt der Rheinkies der Niederterrasse eine 1 bis 2 km breite, aus Schwemmlöß und Schwarzwaldmaterial zusammengesetzte Decklehmschicht, die sich an den Schwarzwaldflüssen weit in die Ebene zieht (W. FAULER 1948, K. SCHNARRENBERGER 1915, STEINMANN und GRAEFF 1897, REGELMANN und STEINMANN 1902, THÜRACH, HASEMANN und BRILL 1926, *Wasserwirtschaft* 1955). Am Gebirgsrand ist die Auflagerung mehrere Meter mächtig, gegen den Rhein verliert sie an Stärke (Abb. 15). Das Wasserspeichervermögen des Decklehms (vgl. BUCHWALD 1954, S. 43 ff.) ermöglicht Grünlandnutzung über tiefstehendem Grundwasser. Besonders im Süden enden die Wiesen an der Grenze zum unbedeckten Kies (vgl. W. KRAUSE 1961, Beilage 1 a). Erhöht wird die Fruchtbarkeit des Decklehms dadurch, daß er reichlich Gesteinsmaterial enthält, das leichter verwittert als Rheinkies (STEINMANN und GRAEFF 1897, S. 82).

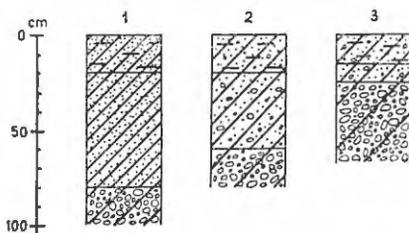


Abb. 15: Abnahme der Deckschichtmächtigkeit vom Gebirgsrand zum Hochgestade auf der Niederterrasse südlich des Kaiserstuhls

Nr. 1 Feinsandiger Lehm Boden in Gebirgsnähe auf Gemarkung Hülgelheim. Ackerzahl 78.

Nr. 2 Übergang zwischen 1 und 3 auf Gemarkung Zienken. Ackerzahl 54.

Nr. 3 Kiesboden am Hochgestade bei Zienken. Ackerzahl 35.

nach Unterlagen der Reichsbodenschätzung, Abb. 16 und 17 nach eigenen Grabungen.

Legende zu Abb. 15-17

	Kies		Lehm
	Grobsand		Ton
	Feinsand		Rostfleckung oder -bänderung
	Schluff		Humus, nach Stärke abgestuft

Wo der Decklehm nicht durch breitflächig abfließendes Regenwasser, sondern durch einen Schwarzwaldbach abgelagert wurde, fehlt auch heute nirgends ein Gewässer, das zur Anfeuchtung beiträgt. An diesen Standorten wirken Spei-

chervermögen und oberirdischer Zufluß gleichsinnig begünstigend auf das Gedeihen des Grünlandes. Im einzelnen wechselt die Bodenqualität in den Flußauen auf kleinem Raum; eine zureichende Übersicht kann noch nicht gegeben werden. Doch läßt sich in großen Zügen eine Abstufung erkennen, die durch die Abnahme der Transportkraft des Wassers von den engen Talausgängen bis zu den breiten Senken der Ebene zustandegebracht wird. An der Wurzel der großen Schwemmfächer wurde überwiegend Kies abgelagert. Die Lehmdecke blieb dünn und durchlässig. Oxydations- und Reduktionsfärbung als Zeichen für Vernässung fehlt. Der Boden zeigt die Farbe des Braunen Aubodens. Weiter flußabwärts nimmt die Mächtigkeit und der Schluffgehalt des Oberbodens zu, Rostfleckung und Konkretionsbildung in grau gebleichter Grundmasse als Merkmale für Pseudovergleyung treten mehr oder weniger nahe der Oberfläche auf. Dichtlagerung und Stauvernässung sind am stärksten in Mulden mit langsamem Durchfluß und stagnierender Überflutung, am schwächsten in den flußnahen Aufschüttungen ausgeprägt. Beispiele aus der Kinzigau zeigt Abbildung 16.

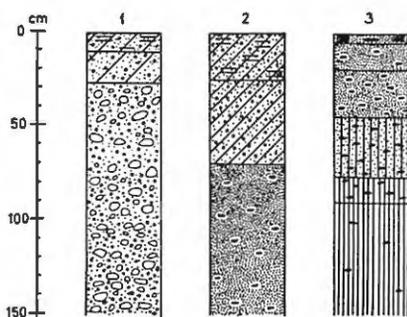


Abb. 16: Zunehmende Dichtlagerung und Stauvernässung des Bodens in der Kinzigau mit wachsender Entfernung vom Gebirge

- Nr. 1 Sandiger Kiesboden oberhalb Offenburg auf der Wurzel des Schwemmfächers. Keine Oxydations-Reduktionsfleckung.
Bewuchs: *Arrhenatheretum typicum* (Variante von *Festuca rubra* subsp. *commutata*).
- Nr. 2 Sandig-lehmiger Boden der flußnahen Aufschüttungen bei Griesheim in der Mitte des Schwemmfächers. Oxydations-Reduktionsfleckung im Unterboden.
Bewuchs: *Arrhenatheretum alopecuretosum* (Variante von *Festuca rubra* subsp. *commutata*).
- Nr. 3 Schluffig-toniger Boden in einer vernässen flußfernen Mulde am Saum des Schwemmfächers bei Hesselhurst. Oxydations-Reduktionsfleckung dicht unter der Oberfläche.
Bewuchs: *Achilleo ptarmicae-Brometum racemosi* mit *Carex brizoides*.
Vgl. auch Legende zu Abb. 15

Am Unterlauf der Möhlin und der Elz verliert kurz vor dem Hochgestade der Decklehm an Mächtigkeit und Speichervermögen. Ob Gleiches für andere, weiter nördlich mündende Flüsse gilt, kann nicht gesagt werden; besondere Wahrscheinlichkeit besteht nicht, weil die Vegetationskarte ausgeprägt individuelle Züge in den ökologischen Bedingungen der größeren Flußauen erkennen läßt. Erwähnt seien das unvermittelte, durch *Mesobromion*-Gesellschaften angezeigte Auftreten trockenen kalkreichen Bodens in der Kinzigau

kurz vor der Mündung und als scharfer Gegensatz dazu die Wechselvernässung der unteren Murgau (vgl. Karte 1).

Eine andere fruchtbare Auflagerung ist der Rheinschlick (schon J. G. TULLA 1825, S. 25). Im Norden des kartierten Gebiets bedeckt er den größten Teil der Stromniederung (H. THÜRACH 1911, S. 4; THÜRACH, HASEMANN und BRILL 1926). Auch im Süden (K. SCHNARRENBERGER 1915, S. 107) setzte er sich vor der Korrektur bei sinkendem Hochwasser ab. Doch blieben große Kiesrücken unbedeckt, weil das Gefälle (1 ‰ bei Müllheim gegen 0,4 ‰ bei Karlsruhe) die Ausräumung begünstigte. Ebenso tritt in den leeren Betten der trockengefallenen Rheinarne der Kies unbedeckt zutage. Diese Flächen bringen keinerlei Wirtschaftsertrag. Selbst die Kiefer gedeiht auf ihnen nicht. Der Übergang von überwiegend geringem zu ökologisch bedeutungsvollem Schluffanteil im Boden der Rheinaue erfolgt nach THÜRACH, HASEMANN und BRILL (1926) sowie nach den Ergebnissen der Vegetationskartierung im Gebiet zwischen Ottenheim und Kehl. Eine scharfe Grenze läßt sich nicht erkennen. Charakteristische Bodenprofile aus der Rheinaue zeigt Abb. 17.

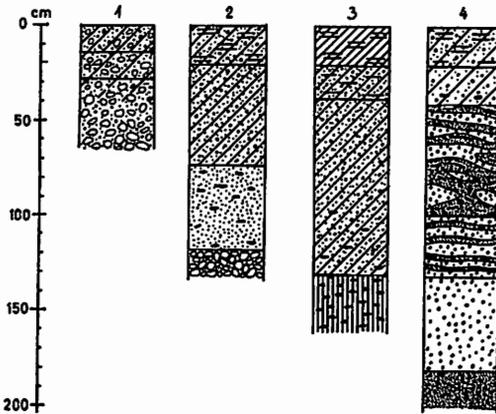


Abb. 17: Charakteristische Bodenprofile aus der südlichen und mittleren Rheinaue

Südliche Rheinaue

- Nr. 1 Extrem flachgründiger Boden auf einem Kiesrücken bei Neuenburg.
Bewuchs: *Brometalia*-Trockenrasen. Wenig Grünland.
- Nr. 2 Mäßig tiefgründiger, sandig-lehmiger Boden über Rheinkies bei Neuenburg. Im Untergrund schwache Oxydations-Reduktionsfleckung als Zeuge ehemaliger, durch die Rheinkorrektur beseitigter Grundwasserberührung.
Bewuchs: *Arrhenatheretum brometosum*.

Boden 1 und 2 kommen kleinräumig wechselnd nebeneinander vor.

Mittlere Rheinaue

- Nr. 3 Tiefgründig lehmiger Boden mit Wasserstau im Untergrund, Gemarkung Altenheim.
Bewuchs: *Arrhenatheretum alopecuretosum*, Variante von *Bromus erectus*. Wenig Grünland.
- Nr. 4 Tiefgründig sandiger Boden mit wasserstauenden Schluffschichten und Grundwasserberührung in rund 2 m Tiefe, Gemarkung Goldscheuer.
Bewuchs: *Arrhenatheretum brometosum*, Variante von *Silaum silaus*. Wenig Grünland.

Boden 3 ist typisch für die altbesiedelten Gebietsteile in größerer Entfernung vom Strom. Boden 4 konzentriert sich auf die näher am Rhein gelegenen, spät in Kultur genommenen Flächen.
Vgl. auch Legende zu Abb. 15

Vom natürlichen Wasserhaushalt abhängige Wirtschaftseinflüsse

Allmendnutzung

Zwischen Kinzig und Murg bedeckt das Allmendland besonders große Flächen (B. ELLERING 1902, S. 76, 89). Zugleich häufen sich Gemarkungsexklaven, die nicht selten 8 bis 14 km von den Ortschaften entfernt liegen. Da viele Bürger erst im vorgerückten Alter in den Genuß ihres Anteils gelangen, kommt es zu ungewöhnlich extensiver Nutzung der Allmende (H. SCHWARZ 1952, S. 43, KRUMM und KÖHLER 1957, S. 20). Eine Wurzel dieses Zustandes liegt in der späten Auflösung des Gemeinbesitzes, der sich als altertümliche Markgenossenschaft (O. STEMMLER 1933, A. FESSLER 1935) bis zum Beginn des 19. Jahrhunderts erhielt. Die Aufteilung der als Waldweide ausgebeuteten Flächen schlug den Gemeinden abgelegene Stücke zu, deren Intensivierung nicht in Gang kam. Erst der Bau von Siedlungshöfen hat Abhilfe eingeleitet. Über die topographische Lage der größten Zentren extensiver Nutzung unterrichten die Buchstaben K, M, W und F in Karte 1.

Manche Zusammenhänge sprechen für die Annahme, daß die altertümlich-extensive Nutzungsform sich deswegen so lange hat erhalten können, weil die wirtschaftliche Erschließung durch die Ungunst der Natur gebremst wurde. Das häufig und langfristig überflutete Maiwaldgelände wurde erst spät und lückenhaft besiedelt (vgl. E. GOTHEIN 1887, S. 54 ff., W. DEECKE 1918, S. 190, M. WALTER 1928, S. 27 u. 30, 1929 b, S. 70, 1955, K. GUTMANN 1934, F. GARSCHA 1935, S. 53, G. SCHERZER 1940, S. 335/36). Zugleich bot es wenig Anreiz zur Aufteilung in Privatbesitz, weil die Sumpfniederung keine andere Nutzung als Waldweide zuließ, die nach altem Herkommen Gemeinschaftsweide war (vgl. W. BERGDOLT 1926, S. 4, G. SCHERZER 1940, S. 335). Reste ähnlicher Zustände wie im Maiwald lassen sich auf der Allmende westlich Ober- und Niederschopfheim erkennen, wo die Schutter und das von den Vorbergen ablaufende Regenwasser ehemals stagnierende Vernässung hervorbrachten. — Einen Sonderfall naturbedingter Extensivnutzung bildet der rechtsrheinische Besitz elsäffischer Gemeinden. Hier bewirkt der Rhein als Verkehrshindernis, daß der Wirtschaftsaufwand sich in den allerengsten Grenzen hält. Beispiele bieten die rheinnahen Allmendwiesen westlich Kappel und Altenheim.

Künstliche Berieselung

Das Wasser des Neumagen, der Möhlin, Dreisam, Glotter, Elz, Kinzig und anderer Rheinzufüsse dient in großem Umfange der Grünlandberieselung (Ab. 10). Rheinwasser wird selten benutzt, weil es für ertraghemmend gilt (N. NICKLÈS 1839, S. 77; *Zentralbüro* 1889, S. 240 und 345; vgl. aber W. CAROLI 1898, S. 42) und weil die Höhenlage der wasserbedürftigen Gebiete zum Strom technische Schwierigkeiten hervorruft. Bezeichnenderweise ist ein Rieselgrabensystem der Rheinaue nördlich Kappel nicht an den nahen Rhein, sondern an die Elz angeschlossen.

In den Gebieten ohne Zufluß aus dem Schwarzwald fehlen größere Rieselanlagen. Wirksame Wasserzufuhr in Trockengebiete wird nicht erreicht. Selbst die Gräben der Abb. 8 (vgl. auch den entsprechenden Ausschnitt in Karte 1),

die dem Kartenbild zufolge am ehesten der anfeuchtenden Bewässerung dienen könnten, erfüllen diesen Zweck mangelhaft, weil sie von schwachen, häufig versiegenden Bächen abgezweigt werden. In erster Linie sollen sie, wie eine Mitteilung des Landwirtschaftsamtes Müllheim besagt, die seltenen, aber heftigen Hochwässer aus den Vorbergen unschädlich machen, indem sie deren Hauptwelle auf das Grünland verteilen und von den Äckern fernhalten.

Insgesamt bedeutet die Berieselung in der Rheinebene weniger eine durchgreifende Korrektur am natürlichen Wasserhaushalt als eine systematische Nutzung der am Ort ohnehin vorhandenen Wassermengen. Ein Beispiel bietet Abb. 18 mit dem ausgedehnten Grabensystem, das dem Wasser feste Wege vorschreibt, wo früher die unregelmäßige Überflutung herrschte (vgl. auch Abb. 9). Zugleich besagt aber die Verteilung der Pflanzengesellschaften in den Gräben in Abb. 18, daß es nicht gelungen ist, das Schwergewicht der Wasserverteilung zu verlagern. Im gebirgsnahen Abschnitt der Elzau, wo höhere Niederschläge fallen und der Boden wenig durchlässig ist, führen die Gräben, wie das Vorherrschen des Röhrichts erkennen läßt, viel Wasser. Näher zum Rhein, wo kiesiger Boden und abnehmende Niederschläge eine zusätzliche Befeuchtung besonders notwendig machen, stehen mesophile, zum Teil sogar xerophile Wiesenpflanzen in den Gräben und zeigen einen geringen Wirkungsgrad der Berieselung an.

Das Wässern der Wiesen, das im 19. Jahrhundert noch stark gefördert wurde (zur Geschichte vgl. G. ENDRISS 1952), geht seit Jahrzehnten zurück. Viele Grabensysteme verfallen. Der Plan eines großen Bewässerungskanal auf der Niederterrasse südlich Breisach (W. CAROLI 1898) gelangte nicht zur Ausführung.

Verlegung und Ausbau von Wasserläufen durch den Menschen

Anlässe

Bis in die erste Hälfte des 19. Jahrhunderts verlegte der Strom in kurzen Abständen sein Bett, bedrohte Ortschaften, verwüstete Kulturland, störte den Verkehr und schuf Malariaherde (J. G. TULLA 1812, 1822, 1825; J. SCHAIBLE 1855; M. HONSELL 1878, S. 19). Auch die Nebenflüsse traten häufig mit verheerenden Folgen über die Ufer. Ältere Kartenwerke (*General-Quartiermeisterstab* 1838—1849, *Oberdirektion* 1863 b; J. G. TULLA in HONSELL 1885) zeigen den großen Umfang des betroffenen Geländes. Zugleich führte die Veränderlichkeit des Rheinlaufs zu Grenzschwierigkeiten zwischen Deutschland und Frankreich. In den deutsch-französischen Abkommen, die der Rheinkorrektur vorausgingen, spielt dieser Gesichtspunkt sogar die entscheidende Rolle (*Staatsvertrag* 1827; *Grenzvertrag* 1840).

Um die Jahrhundertwende entstanden Pläne, den Rhein als Großschiffahrtsweg und zur Elektrizitätsgewinnung zu nutzen. Dies führte zu der Frage, ob es zweckmäßig sei, das Strombett auszubauen oder das Wasser in einen Kraftwerks- und Schiffahrtskanal zu leiten (M. HONSELL 1906, S. 39—41; VON BABO 1908, S. 6—8, 51, Karte 2; vgl. auch J. PARTSCH 1920, S. 6 ff.; K. SPIESS 1925, S. 34/35; 1925/26; MARCHAL und DELMAS 1959). Zugleich forderte die Grundwasserabsenkung, die sich seit Mitte des 19. Jahrhunderts im Ge-

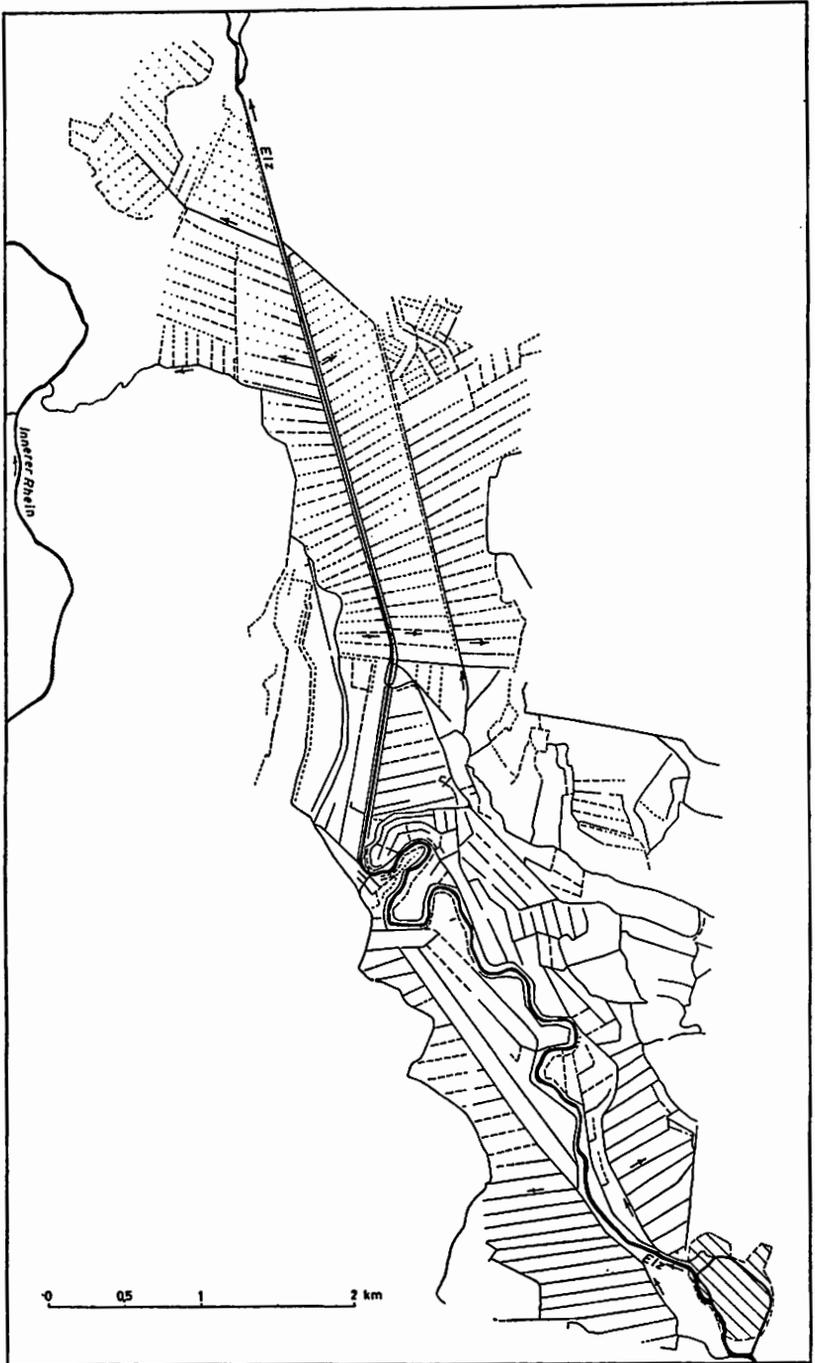


Abb. 18: Der Wirkungsgrad einer Grünland-Berieselungsanlage, dargestellt am Bewuchs der Zuleitergräben

Signatur	Bewuchs der Grabensohle	Feuchtigkeitszustand der Grabensohle nach dem Zeigerwert des Bewuchses
.....	<i>Arrhenatheretum brometosum</i> und <i>A. typicum</i>	Trockener bis frischer Wiesenstandort, kein Gewässer
.....	<i>Arrhenatheretum alopecuretosum</i>	Feuchter Wiesenstandort, kein Gewässer
-----	<i>Arrhenatheretum filipenduletosum</i>	Nasser Wiesenstandort, kein Gewässer
—	Röhricht (<i>Glycerietum maximae</i> , <i>Phalaridetum arundinaceae</i> , <i>Glycerio-Sparganion</i>)	Gewässer, langfristig gefüllt, jedoch regelmäßig trockenfallend

folge der Rheinkorrektion einstellte (vgl. W. CAROLI 1898, S. 20), wachsende Aufmerksamkeit und Abhilfe. Ihren Höhepunkt erreichte die Diskussion mit dem Bau des Grand Canal d'Alsace (u. a. *Wasserwirtschaft* 1952; *Ministerium* 1952; *Hauptverband* 1954; J. A. BURGHARDT 1955; GENDRIN, MILLOT und SIMLER 1957).

Zuerst die Abwehr der Angriffe des Rheins und seiner Nebenflüsse, zugleich der Wunsch nach Festlegung der deutsch-französischen Grenze, seit Anfang des 20. Jahrhunderts die Bemühungen, den Strom für Schifffahrt und Kraftgewinnung nutzbar zu machen, zuletzt die mit wachsendem Einsatz der Technik immer weiter um sich greifenden Änderungen im Wasserhaushalt der ganzen Landschaft veranlaßten eine lange Folge von Wasserbauarbeiten mit grundverschiedenen Zielen, deren Ende noch nicht erreicht ist.

Die Rheinkorrektion und ihre Folgen

Die Bewohner der Rheinebene versuchten seit altersher, den Strom von Ortschaften fernzuhalten und Hochwasser abzuleiten. Dies ist teils bezeugt, teils kann es aus dem Verlauf mancher Gewässer erschlossen werden (J. G. TULLA 1822, S. 16 ff.; F. J. MONE 1826 b, S. 249). Die frühen Maßnahmen zielten, wie TULLA darlegt, auf örtliche Abhilfe und gefährdeten vielfach das benachbarte Gelände („guerre des fascines“ zwischen den beiden Ufern: M. CALLET 1932, S. 19). TULLA schlug daher vor, den in viele Arme aufgespaltenen oder in gewaltigen Schlingen mäandrierenden Strom von der hessischen Grenze bis Basel in ein einziges, schwach gekrümmtes Bett zu zwingen. Den radikalen Plan begründete er mit der Sinnlosigkeit örtlicher Einzelmaßnahmen an einem gewalttätigen Gewässer, das in kurzen Abständen seinen Weg unvorhersehbar wechselt. Nachgeordnete Probleme, z. B. den Einfluß der Korrektion auf die Schifffahrt oder die schon zu seiner Zeit vorhergesagte Austrocknung des Ufergeländes erklärte er demzufolge erst nach der Geradelegung für lösbar. Eine wesentliche Äußerung lautet: „...indem es beim regulierten Rhein und bei gesicherten Ufergeländen nicht sehr schwierig sein wird, bleibende Einrichtungen zur Bewässerung . . . zu treffen, so ist nicht zu befürchten, daß mit der Zeit ein bedeutendes steriles Gelände längs dem Rhein verbleiben werde“ (J. G. TULLA 1822, S. 74).

Die „Rektifikation“ des Rheines hat feste Verhältnisse in der Horizontalen geschaffen. Die Uferlinie liegt seither unverändert. Doch wurde starke Unruhe in der Vertikalen hervorgerufen. Der Strom vertiefte sein Bett auf einer langen Strecke südlich des Kaiserstuhls schneller als früher (K. KUPFERSCHMID 1927, H. WITTMANN 1927) und brachte dadurch das Grundwasser zum Absinken. Nördlich des Kaiserstuhls lagerte er einen Teil des fortgeführten Gerölls wieder ab. Über eine schädliche Vernässung des angrenzenden Geländes ist bisher nichts bekannt geworden.

TULLA konnte 1817 im Norden der badischen Rheinebene mit der Verwirklichung seines Planes beginnen. 1828 starb er und mußte die Arbeiten im Südabschnitt, die 1876 abgeschlossen wurden, anderen überlassen (vgl. *Oberdirektion* 1863 b, S. 9; M. CALLET 1932, S. 20). Trotzdem heißt das ganze Werk heute mit aller Selbstverständlichkeit die „TULLA'sche Rheinkorrektion“.

Die TULLA'sche Rheinkorrektion als technische und politische Aufgabe

TULLA's Werk betrifft einen Gegenstand, an dem große und gegensätzliche Naturkräfte, technische Probleme und wirtschaftliche wie politische Interessen zusammentreffen. Die Urteile der späteren Generationen schwanken daher je nach dem Standpunkt des Betrachters und der Vollständigkeit seiner Sachkenntnis zwischen Anerkennung, mit Gründen belegtem Widerspruch und Mißverständnis. Ein Rückblick auf die frühere Gefährdung von Leben und Besitz der Rheinanwohner läßt TULLA als Wohltäter erscheinen (M. HONSELL 1885, S. 2). Unvorhergesehene Auswirkungen seiner Tätigkeit nähren den Vorwurf, er sei unüberlegt vorgegangen (F. K. MEYTHALER 1903). Politische Enttäuschung sieht in ihm ein blindes Werkzeug französischen Eigennutzes (H. SCHREPFER 1926, S. 55). Als der erste Abschnitt des großen Werkes vollendet war, betrachteten es die Franzosen voller Stolz auch als ihr Werk: „C'est une oeuvre digne d'un grand pays et d'un grand régime“ (COUMES 1864, S. 325). Später wurde im Elsaß erklärt, die Austrocknungsschäden hätten vermieden werden können, wenn statt des TULLA'schen der 1787 aufgestellte Korrektionsplan des Generals d'ARÇON zur Ausführung gekommen wäre, der ein stärker gewundenes Strombett vorsah (J. A. BURGHARDT 1955, S. 8).

Um zutreffend urteilen zu können, bedarf es der ausdrücklichen Besinnung auf den Umfang der Aufgabe, die TULLA am Rhein fand. Einen starken Eindruck vermitteln die Karten des unkorrigierten Stroms mit ihrer Unzahl von Verästelungen, Inseln und Altwässern (TULLA in HONSELL 1885). Noch schwerer wiegt die spät zum Bewußtsein gekommene Erfahrung, daß bloßes Messen einfacher Zustände und Vorgänge, z. B. des mittleren Wasserstandes oder der Höhenveränderungen des Wasserspiegels große technische Schwierigkeiten bot, weil durch die wandernden Kiesbänke alle Höhenbeziehungen zum Schwanken gebracht wurden. Erst nach Anwendung strenger Methodenkritik ließen sich in mühsamer Arbeit gesicherte Ergebnisse gewinnen (K. KUPFERSCHMID 1927, H. WITTMANN 1927, K. SPIESS 1929, S. 67). Auch W. BLEINES (1955) und H. SCHWARZMANN (1955, 1958, 1959) schildern Schwierigkeiten, die den Einblick in die Zusammenhänge stärker trüben, als auf den ersten Blick zu erwarten ist. Eine zutreffende Vorhersage aller Folgen der geplanten Eingriffe bei TULLA zu erwarten, ist unrealistisch. Doch sei nicht

übergangen, daß TULLA bemüht war, seine Folgerungen auf große und gesicherte Tatsachenkenntnis zu stützen, die er sich durch Messungen und kartographische Aufnahmen selbst erwarb (vgl. A. VALDENNAIRE 1929, S. 614). Auch von französischer Seite (N. N. 1959) wird erklärt: „Dès le début de sa carrière, il met l'accent sur les questions hydrauliques en faisant exécuter des mesures systématiques sur le Rhin et ses affluents“. Ein ganz anderes Hindernis, das der technischen Durchführung der Korrektur im Wege stand und viele Kräfte in Anspruch nahm, lag in den politischen Verhandlungen, die dem Arbeitsbeginn vorangingen (COUMES 1864, H. FRORIEP 1953, hier Hinweise auf unveröffentlichte Quellen).

Aus der heutigen Perspektive befremdet bei TULLA das Fehlen von Erörterungen über das Grundwasser. Doch fehlt dieser Begriff auch in den ausführlich wiedergegebenen Gedankengängen seiner zeitgenössischen Gegner (TULLA 1822, S. 50—51). Daneben fällt auf, daß der Norden der badischen Rheinebene in TULLA's Gedankengängen viel häufiger erscheint als der Süden. Die Gründe liegen offensichtlich darin, daß mit Bayern früh ein Übereinkommen erreicht worden war und daß nördlich Rastatt mehr Siedlungen und sonstige schützenswerte Objekte in der Rheinaue liegen als südlich Breisach. Im ganzen entsteht die Mutmaßung, der Nordabschnitt habe den echten Anlaß zu TULLA's Werk gegeben und die Arbeit im Süden sei mehr oder weniger automatische Fortsetzung gewesen.

Zur Frage, ob TULLA fremden Wünschen allzu gefügig war („Die französische Strombaupolitik, der sich später unter TULLA die badische anschloß . . .“, A. SCHULTE 1918, S. 15, vgl. aber K. SPIESS 1951, S. 103 ff.), ist zu erwähnen, daß die französischen Strombauer immer wieder Bedenken gegen die Erhöhung der Fließgeschwindigkeit erhoben, die nach einer Geradelegung eintreten mußte. Trotzdem wurde die TULLA'sche Lösung mit hoher Fließgeschwindigkeit angenommen. Einen Einblick in die Argumentation der Gegenseite bietet M. CALLET (1932), der unveröffentlichte Denkschriften von D'ARÇON und CHAPERON aus den Jahren 1787 und 1838 ausführlich zitiert. Auch die von F. K. MEYTHALER (1903, S. 380) kritisierte, auf TULLA zurückgehende Begrenzung des Rheinbetts durch gerade Strecken, Kreissegmente und parallele Ufer setzte sich gegen die von M. DEFONTAINE (1833, S. 158 ff.) empfohlene freiere Linienführung durch. Ein Urteil über TULLA's Durchschlagskraft, das kaum durch Parteinahme zugunsten Deutschlands beeinflußt sein dürfte, gibt der Franzose COUMES (1864, S. 256): „Du côté de l'Allemagne, un chef habile, exerçant une influence considérable sur l'administration du duché de Bade . . . avait fait table rase . . . Du côté de la France, les ingénieurs . . . n'avaient pas admis des préceptes aussi radicaux.“

Die Regulierung des Rheinbetts für die Großschifffahrt

Wie M. HONSELL (1890) darlegt, hatte die von TULLA in die Wege geleitete Rheinkorrektur überwiegend das Ziel, die Stromaue vor Wasserschäden zu schützen. Sie setzte sich dementsprechend in erster Linie mit den Folgen hoher Wasserstände auseinander. Der Ausbau des Rheins zur Wasserstraße, der vor allem eine Umgestaltung des Niederwasserbetts erfordert, benötigte einen zweiten, als „Regulierung“ bezeichneten Arbeitsgang, der auf die Korrektur

zu folgen hatte¹. Der Ausbau der Niederwasserrinne wurde 1930 nach HONSELLS Plänen auf der Strecke Straßburg-Basel begonnen und bot bereits 1937 der Großschifffahrt wesentliche Erleichterungen. Die technischen Grundzüge erläutert K. SPIESS (1925).

Die Regulierung sammelt das Niederwasser durch Buhnen aus der Breite des Strombetts in eine schmale Fahrrinne, die überdies durch Grundschwellen gesichert ist. Während der Planung wurde erwartet (K. SPIESS 1925, S. 61 bis 62), daß der Ausbau auch die bisherige Erosion im Rheinbett zum Stillstand bringen würde. Tatsächlich hat jedoch weitere Eintiefung der Rheinsohle stattgefunden, die sich im nordwestlichen Kaiserstuhlvorland nach einer Mitteilung der Landesstelle für Gewässerkunde in Karlsruhe seit 1930 auf rund 90 cm beläuft (vgl. MARCHAL und DELMAS 1959, S. 186). Sie gilt bei den Anwohnern als Ursache einiger Austrocknungserscheinungen in der Rheinaue, wird aber in Kürze durch die Veränderung aller Abflußverhältnisse im Gefolge des Kanalbaues gegenstandslos werden.

Die Korrektur der Zuflüsse

Die engen, gewundenen Betten vieler Nebenflüsse konnten das Hochwasser nicht schnell genug abführen. Daher wurden lange Strecken der Dreisam, Elz, Kinzig, Murg begradigt und eingedeicht, an Elz, Dreisam, Schutter, Rench und Acher Entlastungskanäle, an der Rench auch Rückhaltebecken gebaut (*Oberdirektion* 1863 a; K. KÖBLER 1936, S. 237; Auskunft des Wasserwirtschaftsamts Offenburg). Längs der Nebenflüsse sind wesentliche Austrocknungsschäden nicht bekannt geworden. Die günstige Wasserbilanz hat ihre Ursachen in der weitverbreiteten künstlichen Berieselung und in der Überdeckung mit lehmig-tonigem Boden. Auch der Grundwasserstand im Talschotter dürfte durch die Korrekturen wenig betroffen sein, weil keine Absenkung des Mittelwassers hervorgerufen wurde.

Der Elsässische Rheinseitenkanal

Der Grand Canal d'Alsace (technische Beschreibung bei M. BOUCHET 1959, R. LESCAIL 1959, M. LOUBATON und R. SCHAFFER 1959) läßt dem Rheinbett von Markt bis Breisach noch die Funktion einer Hochwasserentlastungsrinne, da dem Strom bis zu 1160 m³/sec Wasser entnommen werden. Das Bett liegt zwischen Oktober und April die längste Zeit nahezu trocken (Restwasserfüllung 20—30 m³/sec) und ist im Sommer, wenn der Rhein seine größte Wassermenge führt, nur selten in ganzer Breite gefüllt (WITTMANN 1952, S. 3). Der Wasserentzug führte zu weiterem Fortschreiten der Grundwassersenkung, die nach Abschluß der Korrektur in diesem Gebiet besonders spürbar eingesetzt hatte. Zugleich sind hygienische Schäden durch das Stagnieren des verschmutzten Restwassers zu befürchten. Um die Folgen wenigstens im Nordabschnitt zu mildern, wird zwischen Breisach und Straßburg dem Rhein das

1 Zum Begriffsinhalt der technischen Ausdrücke „Korrektur“ (in der Regel dem Land-schutz dienend) und „Regulierung“ (Verbesserung der Wasserstraße) vgl. M. HONSELL 1890, S. 10.

Wasser jeweils nur streckenweise durch Kanalschlingen entzogen (*Vertrag* 1956; *Wasser- und Schiffahrtsdirektion* 1958; LEFOULON 1959, S. 204; vgl. auch Karte 1).

Die Diskussion um einen Rheinseitenkanal deutet sich bereits zu TULLA's Zeit an (vgl. SPIESS 1929, S. 66). Nach 1870 nahmen Kanalpläne auf elsässischer wie auf badischer Seite festere Gestalt an. Sie fanden zwar entschiedene Gegnerschaft (M. HONSELL 1890), konnten sich aber weiter entwickeln (M. HONSELL 1906, S. 39 ff. und Anlage Bl. 3; VON BABO 1908, S. 8 und Anlage Bl. 2). Leitender Gesichtspunkt war zuerst die Förderung der Schifffahrt, die nach damals verbreiteter Auffassung (vgl. aber M. HONSELL 1890) den Bau eines Kanals voraussetzte. Später trat das Interesse an der Gewinnung elektrischer Energie in den Vordergrund. Kennzeichnend für die frühen Vorarbeiten ist der Grundsatz der Gleichberechtigung beider Uferstaaten, der z. B. im Entwurf einer Vereinbarung zwischen Baden und Elsaß-Lothringen vom 20. bis 21. Juni 1904, § 4, Abs. 2, zum Ausdruck kommt (M. HONSELL 1906, Anlage 9, S. 33). Gegensätze in den wirtschaftspolitischen Zielen Deutschlands und Frankreichs (vgl. D. MIEG 1919, P. VIDAL DE LA BLACHE 1920, S. 224 f. und 233) führten später zu den Bestimmungen des Versailler Vertrags, der Frankreich das Verfügungsrecht über das Rheinwasser zusprach. Erst 1956 wurde für den Abschnitt Breisach-Straßburg das Kompromiß der „Schlingenlösung“ vereinbart.

Zur Frage der vom Menschen unabhängigen Standortsveränderungen

Da die tektonischen Bewegungen der Rheinebene im geologischen Sinne noch in die Gegenwart fallen, wird ihnen von manchen Autoren aktuelle Einwirkung auf den Wasserhaushalt zugeschrieben. W. DEECKE (1918, S. 537 ff.; 1926, S. 22, 59, 69) erklärt das Hochgestade südlich des Kaiserstuhls, das den tiefen Grundwasserstand in der angrenzenden Niederterrasse hervorruft, als tektonisches Gebilde und nimmt westlich der Linie Offenburg-Renchen eine Senke an, die den Lauf der Zuflüsse und die Schotterbewegung lenkt. A. BRIQUET (1928) leitet aus Höhenunterschieden zwischen Niederterrasse und Rheinaue eine junge Deformation ab. J. L. WILSER (1929, S. 21 ff.) führt die Randversumpfung der Ebene auf Bewegungsvorgänge zurück. R. WEYL und O. WITTMANN (1936, S. 33) bezeichnen die Unditz- und Schutterniederung als Grabenzone. Einen Anhaltspunkt für die Annahme einer noch nicht zur Ruhe gekommenen Bewegung bietet die Tatsache, daß die Geleise der Bahnstrecke Freiburg-Basel an der Stelle, wo sie die Schwarzwald-Hauptverwerfung kreuzen, in kurzen Abständen nachgebessert werden müssen (J. L. WILSER 1929).

Gegen Versuche, zur Erklärung des Baues der Rheinebene aktuell wirksame Krustenbewegungen ins Feld zu führen, wendet sich C. TROLL (1926, S. 230, 244) mit der Begründung, die Morphologie der Oberrheinebene könne in ihren großen Zügen nicht das Produkt lokaler Kräfte sein, weil sie Gesetzen unterliege, die das ganze Alpenvorland beherrschen. Doch behandelt TROLL ausführlich nur den großen Rheinschuttkegel im Süden der Ebene, dessen Ausläufer vor Straßburg enden. Der nördliche Talabschnitt wird auch nach seiner Auffassung von den Bodenbewegungen des Mittelrheingebiets geformt. Da-

gegen setzt WILSER (1929) die Morphologie der ganzen Ebene von Basel bis Mainz mit der Tektonik der angrenzenden Gebirge in Beziehung. Er findet, daß die Erosionsstrecken des Rheins, d. h. zugleich die Abschnitte mit hohen Anteilen trockener Standorte in der Rheinaue und auf der Niederterrasse, mit allgemeinen Aufwölbungszonen zusammenfallen, während die zur Vernässung der Umgebung führenden Akkumulationsabschnitte des Rheinbetts in tektonischen Mulden liegen. Im Südteil der Ebene steht die TROLL'sche wie die WILSER'sche Auffassung in Einklang mit den Geländeformen. Im Norden erweist sich WILSER's Annahme einer tektonischen Randsenke als die widerspruchsfreiere Erklärung, weil sie auf die von C. TROLL (1926, S. 230) vertretene Vorstellung einer vollkommenen Symmetrie des elsässischen und des badischen Teils der Ebene verzichten kann. TROLL's Erklärung, die III sei nicht durch tektonische Bewegung, sondern durch den Schwemmkegel des Rheins an den Gebirgsrand gedrängt worden, läßt sich nicht auf die Kinzig-Murgrinne übertragen, weil diese weit im Norden beginnt, wohin die Hauptmasse des Schwemmkegels nicht mehr gelangt ist.

Unklar bleibt nach wie vor der Zeitablauf der angenommenen Bewegungen (M. HONSELL 1887, S. 19; E. GUENTHER 1941). In einem Einzelfall errechnet WILSER (1932) durch den Vergleich zweier, 50 Jahre auseinanderliegender Feinnivellements längs der Eisenbahnstrecke Rastatt-Basel Höhenverschiebungen, die um wenige Zentimeter außerhalb der angenommenen Meßfehlergrenze liegen.

Anmerkung während des Druckes: Neuerdings wurden weitere Beobachtungen zu dieser Frage gesammelt, die für einen Fortgang der Senkung in meßbarem Ausmaß sprechen. Eine Übersicht gibt K. FAHLBUSCH (1962).

In diesem Zusammenhang sei erwähnt, daß die von der Korrektur gelösten Transportkräfte des Rheins nicht durchweg etwas grundsätzlich Neues bedeuten. Im Südteil der Ebene erodierte der Strom schon im Mittelalter, wenn auch schwächer als nach der Korrektur. Nördlich des Kaiserstuhls lagerte er seit jeher ab und schuf Naßstandorte. Der Eingriff des Menschen, so einschneidend seine praktischen Wirkungen auch sein mögen, brachte nur eine Beschleunigung bereits laufender Vorgänge zustande (vgl. dazu F. K. MEYTHALER 1903, S. 381 ff.; C. TROLL 1926, S. 231; H. SCHREFFER 1926, S. 55; J. L. WILSER 1929, S. 8 ff.). Auch hier fehlt die ausreichende Einsicht in den Zeitablauf der natürlichen Veränderungen.

ZUM WASSERHAUSHALT DER RHEINEBENE AUS DER PERSPEKTIVE DER VEGETATIONSKARTE

Die Gliederung in Wuchsgebiete und ihre ökologische Deutung

Die Vegetationskarte 1 : 100 000 (Karte 1) zeigt eine vielseitige Gliederung der Rheinebene in Teilgebiete, die jeweils durch das Vorherrschen bestimmter Grünlandgesellschaften ausgezeichnet sind. Am Süden des aufgenommenen Gebiets treten *Arrhenatheretum brometosum* (Signatur orange) und *A. typicum* (gelb), auf dem nördlich anschließenden großen Schwemmfächer des Schwarzwaldbachs Neumagen die *Festuca rubra*-Variante des *Arrhenatheretum typicum* (braun) in den Vordergrund. Die Freiburger Bucht östlich des Kaiserstuhls und ihr Abfluß nach NW wird vom *Arrhenatheretum alopecuretosum* (hell-oliv) und dem *Achilleo ptarmicae-Brometum racemosi* (dunkel-oliv) beherrscht. In der Rheinaue nördlich des Kaiserstuhls fällt das Zusammentreffen des *Arrhenatheretum brometosum* mit dunkelgrün und blau dargestellten Sumpfgesellschaften auf. Große Flächen in der Südhälfte des nördlichen Kartendrittels vereinigen das Oliv des *Arrhenatheretum alopecuretosum* und des *Achilleo ptarmicae-Brometum racemosi* mit den schwarzen Aufsichtungen des *Junco-Molinietum*, *Agropyro-Rumicion crispi* und der *Nardus*-Siedlungen. Von diesem Gesellschaftskomplex hebt sich die Kinzigau unterhalb Offenburg, in der das *Arrhenatheretum alopecuretosum* allein den Ton angibt, ebenso deutlich ab wie die frischgrün signierten Flächen mit *Cirsium oleraceum*-Wiesen. Der rheinnahe Abschnitt im Norden der Karte zeigt ein Mosaik bestimmter Gesellschaften, das sich vom frischgrün-oliv dargestellten Grünland am Fuße des Hochgestades unterscheidet. Geländeabschnitte, die durch bevorzugtes Gedeihen einer oder mehrerer Gesellschaften von ihrer Umgebung abweichen, werden im folgenden als „Wuchsgebiete“ bezeichnet. Ob sie nach engeren oder weiteren Maßstäben abgegrenzt werden sollen, hängt von der Problemstellung ab, der die vegetationskundliche Arbeit jeweils untergeordnet ist.

Der Indikatorwert der Pflanzengesellschaften erlaubt es, der Vegetationskarte bestimmte Angaben über die Standorte unmittelbar zu entnehmen. Um den Überblick zu erleichtern (vgl. im übrigen die Legende zu Karte 1 und 2), sei zunächst erwähnt, daß rötliche Farbtöne auf Trockenheit, dunkelgrüne und blaue auf starke Befeuchtung hinweisen. Hoher Kalkgehalt wird durch frische, Kalkarmut durch trübe Farben dargestellt. Horizontale schwarze Striche bezeichnen Oberflächen-Stauvernässung, senkrechte Extensivnutzung. Wenn einfache Fragestellungen vorliegen, wenn z. B. große Allmendwiesen auf ihre Eignung für Siedlungszwecke geprüft werden sollen, zeigt die Vegetationskarte, wo sich ackerfähige, d. h. trockene Flächen finden, wo der Vernässungsgrad ohne Entwässerung nur Grünlandnutzung zuläßt und wo ein derzeit unbefriedigender Bewuchs auf unzulängliche Bewirtschaftung, nicht auf naturgegebene Ungunst der Standorte zurückzuführen ist.

Sobald eine Vegetationskarte die Grenzen der Pflanzenbestände und damit die Grenzen der Standorte sichtbar macht, läßt sie auch die räumliche Ordnung erkennen, in der bedeutungsvolle landschaftsformende Kräfte nebeneinander wirken. Ihre Aussage gewinnt sogar beträchtliche Vielseitigkeit, weil die Pflanzendecke auf eine Vielzahl von Umweltfaktoren sichtbar reagiert und weil sie sich in beliebigem Ausmaß lückenlos aufnehmen läßt. Zugleich hilft die Kenntnis der Beziehungen zwischen Vegetation und Umwelt, an der Vegetationskarte auch die Ursachen aufzudecken, die der sichtbaren Ordnung zugrundeliegen.

Räumliche Ordnung kommt in der Rheinebene zunächst an der Verteilung der basiphilen und azidophilen Grünlandgesellschaften zum Ausdruck (vgl. Karte 1, deren Legende die Signaturen unter dem Gesichtspunkt des Kalkgehalts zusammenfaßt). Die von der Pflanzendecke angezeigte Gliederung in kalkreiche und kalkarme Standorte hat ihre Ursache in der Herkunft des bodenbildenden Materials, die ihrerseits durch den geologischen Bau der weiteren Umgebung und durch die Richtung der Materialverfrachtung bestimmt wird. Kalkreich sind die aus den Kalkalpen stammenden jüngeren Ablagerungen des Stoms und das von den Kalksteinvorbergen herabgeführte Material. Kalkarme Grünlandböden haben sich aus abgeschwemmtem Urgestein oder Sandstein gebildet. Letzterer stammt zum Teil aus der Sandsteindecke des Nordschwarzwaldes, zum Teil aus den Vorbergen. Zum petrographischen Bau der Vorbergzone sei bemerkt, daß Kalkstein im Süden des Randgebirges überwiegt. Nördlich der Freiburger Bucht verliert er auf der Strecke bis Offenburg immer mehr an Fläche. Von Offenburg nach Norden treten am Gebirgsrand ausschließlich silikatische Gesteine zutage.

Für die Kenntnis der Wasserökologie sind diejenigen Aussagen der Vegetationskarte aufschlußreich, die Einblick in die Herkunft des Aulehms vermitteln. Im Süden der Ebene zeigt die Vegetationskarte kalkreiche Grünlandstandorte von der Rheinaue bis zum Gebirgsrand. Demnach hat keine nennenswerte Materialzufuhr aus dem inneren Schwarzwald stattgefunden; die Zahl der zuströmenden Bäche ist hier niedrig, ihre Wasserführung schwach. Ihr Einzugsgebiet reicht wenig tief ins Gebirge. Ein beträchtlicher Anteil des Decklehms am Gebirgsfuß ist breitflächig von den lößbedeckten Kalkhügeln der Vorbergzone abgeschwemmt. Auf der Vegetationskarte kommt die geringe Durchfeuchtung durch das Vorherrschen mesophiler bis xerophiler Gesellschaften zum Ausdruck.

Beginnend mit dem Schwemmfächer des Neumagen dringt in der mittleren bis nördlichen Ebene die azidophile Grünlandvegetation in den Auen der Schwarzwaldtäler weit auf die Niederterrasse vor. Hier weist der Pflanzenbestand starke Transportkraft aus dem Inneren des Gebirges nach, die bis in die Nähe der Rheinaue wirkt. Im einzelnen läßt die Überlagerung mit Schwarzwaldmaterial verschiedene Intensitätsgrade erkennen. Im Mittelteil der Ebene, nördlich bis zur Kinzig, bleiben die einzelnen Auen voneinander getrennt und schieben ihre silikatischen Standorte nicht bis zum Rhein vor. Das rheinnahe Gelände wird von kalkreichem Boden beherrscht, der in der Grünlandkarte außerdem vereinzelt auf der Niederterrasse zwischen den Flußauen erscheint.

Nördlich der Kinzig verfließen die Grünlandgesellschaften mehrerer Bachauen zu einem bis an den Rhein vordringenden Wiesenkomplex, der breitflächigen Wasserzulauf und Materialtransport aus dem Schwarzwald erkennen

läßt. Näheres über die Standortsbedingungen dieses großen Überflutungsgebiets wurde auf S. 28 unter dem Stichwort „Maiwald“ gesagt. — Nördlich Baden-Baden verlieren Zufluß und Materialtransport aus dem Schwarzwald an Stärke. Die silikatischen Grünlandböden bleiben auf die Kinzig-Murgrinne beschränkt, die hier als verschmälerte Fortsetzung des Maiwaldbeckens nach Norden zieht, auf langen Strecken stark durchfeuchtet ist, jedoch von Süden her keinen durchlaufenden Bach empfängt. Bei Rastatt gabelt sie sich. Der östliche Arm folgt weiterhin dem Schwarzwaldrand, der westliche läuft unter dem Hochgestade der Rheinaue nach Norden, wo er sich am Kartenrand verliert.

Die ökologischen Folgerungen, die in den drei vorausgegangenen Absätzen aus dem Kartenbild abgeleitet wurden, stehen in Einklang mit den Ergebnissen der Hydrographie. Sie werden hier mitgeteilt, weil sie die Aussagemöglichkeiten der Vegetationskarte erläutern.

Anhangsweise mag auf die Individualität der großen Flußauen hingewiesen werden, die auf der Vegetationskarte hervortritt. Der Schwemmfächer des Neumagen im Süden trägt auf großen Flächen eine Grünlandgesellschaft mit geringen Feuchtigkeitsansprüchen; sein Oberflächenwasser unterliegt starker Versickerung. In der Freiburger Bucht, deren Kartenbild durch den hohen Anteil hygrophiler Grünlandgesellschaften ausgezeichnet ist, versickert Wasser nur auf einer kleinen Fläche; im übrigen erfolgt ausgedehnter Wasseraustritt aus dem Untergrund. Weiter im Norden zeigt die Kinzigau eine mittlere, weder zu Extremen noch zu Staunässe neigende Befeuchtung. Bemerkenswert sind die trockenen Wiesen auf kalkreichem Boden am Unterlauf. Sie zeigen, daß die Kinzig vor ihrer Mündung eine trockene Anhöhe der Niederterrasse anschneidet. Längs der benachbarten Rench nehmen staunasse Wiesen umso größere Flächen ein. Die Murg als der am stärksten korrigierte Fluß befeuchtet ihre Aue kaum noch merklich. Im Gegensatz zur Kinzig mündet sie in ein Sumpfbereich am Rhein und wird längs ihres untersten Laufes von wechsel-nassen Wiesen gesäumt.

Um die Übersicht zu erleichtern, ist der Hauptinhalt der Vegetationskarte 1 : 100 000, an dem sich die folgenden Mitteilungen orientieren, in Karte 2 verkleinert wiedergegeben. Die Legende zu Karte 2 macht ökologische Mitteilungen, die es ermöglichen, die Vegetationskarte als Standortkarte zu lesen. Im folgenden wird an vielen Stellen Karte 2 zitiert. Diese Hinweise gelten auch den entsprechenden Abschnitten der Karte 1, die sich von Karte 2 aus leichter finden lassen als durch Hinweise im Text. — Eine stark zusammengefaßte, im einzelnen ergänzungs- und korrekturbedürftige Karte der Grünlandwuchsgebiete mit ökologischen Erläuterungen, aus der sich die vorliegende Arbeit entwickelt hat, gibt KRAUSE (1954).

Die Verknüpfung der vegetationskundlichen und ökologischen Befunde in den einzelnen Wuchsgebieten

Im folgenden werden 25 eng umgrenzte Wuchsgebiete unterschieden, in denen jeweils eine Pflanzengesellschaft vorherrscht und mit einigen anderen eine charakteristische Verbindung bildet. Darüber hinaus erfolgt eine Zusammenfassung zu größeren Wuchsgebieten, die ganze Gesellschaftsreihen umschließen. Ihr floristisch-soziologischer Inhalt wird im Text (S. 46—62) unter

den Überschriften 1—6 angeführt. Wesentliche Standortseigenschaften, die sich aus dem Indikatorwert der Vegetation und den vorliegenden ökologischen Befunden ergeben, sind in den Überschriften „Befeuchtung...“ in der Legende zu Karte 2 zusammengefaßt.

Bei den Signaturen 7—9 in Karte 2 stimmen floristischer Inhalt und ökologische Deutung nicht voll überein. Diese Wuchsgebiete sind in der Legende unter dem Stichwort „Wasserspeichervermögen“ zusammengefaßt, im Text (S. 48, Nr. 2 und S. 50, Nr. 3) auf Grund floristischer Abweichungen getrennt. Das Beispiel deutet an, daß nicht immer scharfe Grenzen gezogen werden können. Aus diesem Grunde wird darauf verzichtet, eine hierarchische Rangordnung enger und weiter gefaßter Wuchsgebiete mit besonderer Benennung aufzustellen.

1. Wuchsgebiet mit der Gesellschaftsreihe *Xerobrometum-Magnocaricion* über schwach bedecktem Rheinkies (Karte 2, Signatur 1—6)

Charakteristische Grünlandgesellschaften: *Xerobrometum*², *Mesobrometum*, *Arrhenatheretum brometosum*, *Molinietum brometosum*, *Arrhenatheretum alopecuretosum* (*Geranium pratense-Cirsium oleraceum*-Variante), *Juncetum subnodulosi*, *Caricetum elatae*.

Ökologische Aussagen der Vegetation: Standorte kalkreich. Durchfeuchtung auf kleinem Raum stark wechselnd, nicht selten extrem naß oder trocken. Grünland vielfach extensiv genutzt.

Standorte: Bodenbildendes Material Rheinkies und Aulehm, letzterer wenig mächtig. Oberirdischer Zufluß schwach bis fehlend, künstliche Berieselung wenig verbreitet. Wässergräben auch in Rheinnähe, wenn überhaupt vorhanden, aus den Schwarzwaldbächen gespeist. Geringe Niederschläge. Grundwasserstand sehr ungleich, 1—8 m tief. Grünland zum großen Teil durch Dämme vor Hochwasser geschützt, jedoch bei hohem Rheinstand streckenweise im Untergrund vernäßt. Allmendnutzung verbreitet.

Einzelheiten zum Wuchsgebiet: Grünland auf schwach bedecktem, kalkhaltigem Kies kommt hauptsächlich in der Stromau, hier überwiegend in der südlichen Hälfte des kartierten Gebietes vor. Weil der Boden wenig Wasser speichert und die Niederschläge nur 600—700 mm bringen, bestimmt in erster Linie das Grundwasser den Durchfeuchtungsgrad. Mittlere Grundwasserstände von < 2 m herrschen im Bereich der Signatur 2 in Karte 2. Das Grundwasser tritt an vielen Stellen am Boden teichartiger Gewässer zutage und fließt in stenothermen klaren Gießen (R. LAUTERBORN 1916, S. 18 ff.) oberflächlich ab. Trotz des Wasserreichtums im Untergrund und in den Fließgewässern bewirken die Spiegelschwankungen des Stroms, denen der Grundwasserstand folgt, die geringe Mächtigkeit der Deckschicht und das unebene Relief eine räumlich wie zeitlich sehr unausgeglichene Durchfeuchtung. Wechselfrockenes und trockenes Grünland dominiert. Zugleich ist Extensivwirtschaft verbreitet, die es Magerwiesen aller Feuchtigkeitsstufen (*Mesobrometum*, *Molinietum*, *Caricetum elatae*) ermöglicht hat, sich bis heute zu erhalten.

2 Stets kleinflächig, in Karte 1 nicht dargestellt.

An je einer Stelle im südlichen Drittel und in der Mitte des kartierten Abschnitts der Ebene trägt auch die Niederterrasse Grünland auf schwach bedecktem Rheinkies (Karte 2, Signatur 4 und 5). Befeuchtung wird durch Grundwasser bewirkt, das hier nahe an die Oberfläche tritt (V. BANGERT 1958; *Wasserwirtschaft* 1959; W. WIMMENAUER 1959; vgl. auch M. A. DAUBRÉE 1858, S. 654). Das Ausbleiben stark bewegter Hochwässer hat im Gegensatz zur Rheinaue Torfbildung ermöglicht. Örtliche Entwässerung (W. CAROLI 1898, S. 18; K. BÖHRER 1931) und Randeinflüsse der südlichen Senkungszone (vgl. H. WITTMANN 1927, S. 255) ließen im südlichen Mooregebiet (Wasenweiler Ried am Kaiserstuhl) den Grundwasserspiegel weithin schwach, aber merklich auf 2—3 m Tiefe absinken. Die Grundwasseraustritte, die früher in ziemlicher Anzahl entsprangen, sind versiegt. Auf den ausgedehnten Magerwiesen herrscht *Arrhenatheretum brometosum* in wechselfeuchten Ausbildungsformen mit Silaus (*Silaum silaus*), Herbstzeitlose (*Colchicum autumnale*), Rohrschwengel (*Festuca arundinacea*) und Prachtnelke (*Dianthus superbus*). In Altwasserrinnen stehen *Magnocaricion*, *Molinietum*, *Juncetum subnodulosi* und als große Seltenheit *Orchido-Schoenetum*³. Feuchte bis nasse Intensivwiesen tragen *Arrhenatheretum alopecuretosum* und *Achilleo ptarmicae-Brometum racemosi*, beide in der *Geranium pratense-Cirsium oleraceum*-Variante und häufig mit ansehnlichen Anteilen von *Carex acutiformis* („Seggen-Glatthaferswiese“ H. ELLENBERG 1952b). Auch Entwässerungsstadien der Naßwiesen mit gestörtem Pflanzenbestand treten auf. Von den Standorten der Rheinaue unterscheiden sich die Flachmoore der Niederterrasse durch ausgeglichenes Relief und weichere Übergänge zwischen den Gesellschaften. — Die Vegetation der Kalkflachmoore verschwindet talabwärts nach kurzer Strecke, sobald Schwarzwaldwasser zufließt. Allerdings wird auf der Ostseite des Kaiserstuhls der Übergang zur azidophilen Vegetation durch weitreichende alte Flußkorrekturen und den stark verbreiteten „Kunstwiesenbau“ (vgl. G. ENDRISS 1952, S. 105 ff.) verwischt.

Im südlichen Grundwasser-Senkungsgebiet (Karte 2, Signatur 3) sind alle Standorte heutzutage trocken bis dürr. Hier herrscht auf den verbliebenen Wiesen das *Arrhenatheretum brometosum*, häufig in der besonders trockenen *Dianthus carthusianorum*-Variante oder in einem *Echium*-Initialstadium. Auch echte *Brometalia*-Trockenrasen haben sich angesiedelt (G. HÜGIN 1956, S. 16 und 17). Spuren feuchtigkeitsbedürftiger Gesellschaften fehlen sogar in tiefen Bodensenken. Die Vegetation kennzeichnet diesen Abschnitt der Aue nicht nur als trocken, sondern macht nachdrücklich darauf aufmerksam, daß das Grundwasser tief steht.

Zwischen der tief ausgetrockneten und der von hochstehendem Grundwasser befeuchteten Rheinaue liegt ein Übergangsgebiet, das durch Signatur 1 in Karte 2 bezeichnet wird. Trockene, von *Arrhenatheretum brometosum* besetzte Standorte überwiegen weitaus, doch steht schon in flachen Rinnen wechselfeuchtes *Molinietum*. Starke Vernässung kommt selten und kleinflächig zustande. Bäche, die ehemals durch Grundwasseraustritt gespeist wurden, sind versiegt. Ein ähnliches Bild bietet die Rheinaue südlich der Isteiner Schwelle

³ 1931 w Achkarren noch die Charakterarten *Orchis palustris* und *Liparis loeselii* (vgl. auch M. VON ROCHOW 1951, S. 41 und 77).

(ebenfalls Signatur 1 in Karte 2), wo der Strom sein Bett nach der Korrektur nur wenig vertieft hat. *Arrhenatheretum typicum* und *A. brometosum* dominieren auch hier, doch finden am quelligen Fuß des Hochgestades Naßwiesen und Röhricht ausreichende Befeuchtung. Das am Hochgestade austretende Wasser wird ebenso wie der vom Schwarzwald zufließende Kanderbach zur Berieselung genutzt. Gegen den Rhein nimmt der Kiesgehalt des Bodens zu, die Produktivität der Wiesen ab.

Signatur 6 in Karte 2 bezeichnet eine Auenlandschaft, an deren Formung zwei Fließgewässer beteiligt waren. Westlich des Ottenheimer Mühlbachs (in Karte 2 angedeutet, genauer in Karte 1 und Abb. 6) herrschen Rheinauenstandorte mit sandigem, wenig gereiftem Grauem Auboden, mittleren Grundwasserständen zwischen < 1 und 2 m sowie zahlreichen tiefen, mit Schilfröhricht gesäumten, z. T. aus starken Quellen gespeisten und schnellfließenden Gewässern. Verlandete Altrheinarme und Stromaufschüttungen bilden eine bewegte Oberfläche und große Gegensätze der Durchfeuchtung. Auf nicht vernähten Flächen wird Acker- und Obstbau getrieben. Intensivwiesen sind selten. Streuwiesen (*Molinietum typicum* und *M. caricetosum*, *Caricetum elatae*) erreichen in den Altwasserrinnen große Ausdehnung.

Östlich des Mühlbachs breitet sich eine ältere, von ihrem Fluß verlassene Aue, die durch ein relativ wasserarmes, träges Gewässer, wahrscheinlich durch den ehemaligen Unterlauf der Elz geformt ist. Abgesehen von seichten Resten des alten Flußbettes fehlen unruhige Geländeformen. Der Boden zeigt auf großen Flächen tiefschwarze Farbe und Ton- oder Schlammtonkonsistenz, die zur volkstümlichen Bezeichnung „Ried“ Anlaß gegeben hat. Trotz des hohen Grundwasserstandes von 1 bis 2 m unter Flur war das Gelände bis vor kurzem beackert. Heute ist aus betriebswirtschaftlichen Gründen das Grünland stark vertreten (Karte 1, Signatur 16 und 17). Wuchsfreudigkeit und Artenbestand der neuangelegten Wiesen (*Arrhenatheretum alopecuretosum*, *Bromus erectus*-Variante) lassen erkennen, daß der schwere Boden sich für Grünlandnutzung ebenso eignet wie für Ackerkultur. Vergleichbare Ackerwiesen (Wechselwiesen) kommen auch in den Riedlandschaften auf der Höhe von Rastatt und Kappel vor (vgl. Karte 1). Starke Rheinhochwasser haben früher das Ried östlich des Ottenheimer Mühlbachs noch erreicht.

2. Wuchsgebiet mit der Gesellschaftsreihe *Arrhenatheretum alopecuretosum* (*Bromus erectus*-Variante) — *Magnocaricion* auf Aulehm über Rheinkies (Karte 2, Signatur 7, 23)

Charakteristische Grünlandgesellschaften: *Arrhenatheretum alopecuretosum* (*Bromus erectus*-Variante), *Molinietum caricetosum*, *M. typicum*, *M. calamagrostidetosum*, *Magnocaricion* (oft *Caricetum elatae*).

Ökologische Aussagen der Vegetation: Boden kalkhaltig mit merklichem Wasserspeicher- und Stauvermögen. Grundwassereinfluß hauptsächlich in Rinnen. Wechselfeuchtigkeit allgemein, auch über tiefstehendem Grundwasser verbreitet. Trockenstandorte selten. Große Grünlandflächen in Extensivnutzung.

Standorte: Rheinkies mit einer nach Norden an Mächtigkeit zunehmenden Aulehmdecke. Dichter, grauer, bei Trockenheit verhärteter Boden, vielfach schluffhaltiger Feinsand. Allgemeine Grundwassertiefe 1—3 m. Relief schwachwellig mit Altwasserrinnen. Große Wiesen im Vorland der Hochwasserdämme.

Einzelheiten zum Wuchsgebiet: Die Feinerdeauflage, die in zahlreichen Baggerwerken aufgeschlossen ist und von unbedeckten Kiesrücken abgesehen mindestens 50—70 cm Tiefe erreicht, mildert den Gegensatz zwischen Trocken- und Naßstandorten. Ihr Speichervermögen läßt Pflanzen, die mindestens zeitweise hohe Ansprüche an die Bodenfeuchtigkeit stellen, auch ohne Grundwasserberührung gedeihen.

Im Bereich der Signatur 7 in Karte 2 verlieren die Röhrichte und Naßwiesen an Ausdehnung. Offenes Wasser tritt nur in tiefen Rinnen zutage. Umso größere Flächen bedecken die Gesellschaften wechselfeuchter und wechsel-trockener Standorte. *Molinietum calamagrostidetosum* (vgl. E. OBERDORFER 1957, S. 206 e) bildet auf Extensivwiesen zwischen Hochwasserdamm und Rhein ausgedehnte, auffallende Bestände. Die *Bromus erectus*-Variante des *Arrhenatheretum alopecuretosum* (vgl. auch KRAUSE und SPEIDEL 1952, S. 411) bevorzugt zweischnittige, gedüngte Wiesen. In abflußlosen Senken steht *Agropyro-Rumicion crispi* mit viel *Symphytum officinale*. Eine Besonderheit bildet das schwach halophile oder an Kalkverbrackung gebundene *Blysmo-Juncetum compressi* mit *Trifolium fragiferum* in feuchten Wegrinnen der Rheinaue. — Vegetation und Spiegelhöhe der Gewässer widersprechen der Annahme eines allgemein verbreiteten und starken Grundwassereinflusses auf die Grünlandvegetation. Für große Flächen muß vielmehr mit Befeuchtung des Oberbodens durch gespeichertes Niederschlagswasser gerechnet werden. Doch steht das Grundwasser nicht tief und erreicht in den Senken zeitweise den Wurzelraum.

In der Nachbarschaft der Stadt Kehl gelangen die Gesellschaften wechsel-trockener oder durchgehend trockener Wiesen mit *Bromus erectus* zur Vorrherrschaft. Dieses kleine Gebiet ist in Karte 2 durch Signatur 3 hervorgehoben. Auch die Vegetationskarte läßt also erkennen, warum Kehl in der weithin vernähten und den Überschwemmungen ausgesetzten Ebene seit altersher einen sicheren Rheinübergang mit festem trockenem Untergrund bot. Ein Teil der Trockenwiesen nordöstlich Kehl wurde früher, wie verfallene Gräben erweisen, aus einem Mühlbach mit Kinzigwasser berieselt. Die Wasserzufuhr in das weitläufige, relativ hochgelegene Gelände hat keinen sichtbaren Erfolg hinterlassen.

In einem größeren Abschnitt zwischen Kehl und Rastatt (Karte 2, Signatur 23) sind die basiphilen Gesellschaften der Signatur 7 durch die Vegetation des kalkarmen silikatischen Bodens mit reichlich *Festuca rubra* subsp. *commutata* eingeengt. Hier haben mehrere zum Rhein durchbrechende Schwarzwaldtäler (vgl. auch Abb. 13) die Stromaue mit ihren Ablagerungen bedeckt. Eine ähnliche Durchdringung basiphiler und azidophiler Gesellschaften besteht in den verlandeten Altwassern der Murg unterhalb Rastatt. — Nahe nördlich der Murgmündung deuten Reste von *Brometalia*-Rasen (in Karte 1 mit Signatur 1 bezeichnet) und kleine Bestände von *Pinus silvestris* auf trockene Kiesstandorte. Baggerwerke haben dieses Gelände neuerdings von Grund auf unkenntlich gemacht.

3. Wuchsgebiet mit der Gesellschaftsreihe *Arrhenatheretum brometosum* — *Achilleo ptarmicae-Brometum racemosi* (*Cirsium oleraceum*-Variante) auf kalkhaltigem Decklehm der Niederterrasse und Vorbergzone
(Karte 2, Signatur 8 und 9)

Charakteristische Grünlandgesellschaften: *Arrhenatheretum brometosum*, *A. typicum*, *A. alopecuretosum* (*Geranium pratense-Cirsium oleraceum*-Variante), *Achilleo ptarmicae-Brometum racemosi* (selten und nur im Mittelteil der Ebene).

Ökologische Aussagen der Vegetation: Boden kalkhaltig. Durchfeuchtung auf größeren Flächen gleichbleibend, ohne ausgeprägte Extreme. Im Süden (Signatur 8) merklich trockener als im Mittelabschnitt (Signatur 9). Landwirtschaftliche Nutzung überwiegend intensiv.

Standorte: Schwemmlöß und Kalksteinmaterial aus den Vorbergen. Im Süden durchlässig, im Mittelabschnitt vielfach tonig. Befeuchtung durch Gräben und kleine Bäche aus den Vorbergen, stark witterungsabhängig. Relativ hohe Niederschläge (rund 850 mm). Grundwasser im Süden 3—20 m, im Norden 2—5 m tief. In alter Kultur befindliche, dicht besiedelte Landschaft.

Einzelheiten zum Wuchsgebiet: Decklehm der Niederterrasse, der ohne Beteiligung der Schwarzwaldflüsse aufgelagert wurde, trägt von Basel bis Lahr überwiegend *Arrhenatheretum brometosum* und *A. typicum*, selten *A. alopecuretosum*. Nördlich des Kaiserstuhls treten stärker feuchtigkeitsbedürftige Gesellschaften in geringer Ausdehnung hinzu. Die Pflanzenbestände bewahren auf großen Flächen einheitliche Zusammensetzung. Daraus kann ebenso wie aus der Seltenheit hygrophiler Pflanzen geschlossen werden, daß hier das Speichervermögen einer homogenen Lehmdecke über die Wasserversorgung entscheidet. Wo in welligem Relief, wie es in der Rheinebene vorherrscht, Grundwasserstand oder Zufluß den Ausschlag geben, bildet sich ein Mosaik trockener und nasser Standorte. Auch die mit Signatur 8 in Karte 2 aufgenommenen Wiesen der Vorhügelzone bieten keine Anzeichen für nennenswerte Befeuchtung aus Grund- oder Quellwasser. Sie tragen *Arrhenatheretum typicum* und *A. brometosum* und stehen auf Löß oder Schwemmlöß über Kalkgesteinen mit tiefliegendem Grundwasser (zur Geologie vgl. K. SCHNARRENBERGER 1915; O. WITTMANN 1952; zum Grundwasser: *Wasser- und Straßenbau* 1935; *Landesstelle* 1941; *Wasserwirtschaft* 1952, Beilage 32). Die spärlichen Quellaustritte werden von der *Geranium pratense-Cirsium oleraceum*-Variante des *Arrhenatheretum alopecuretosum* gesäumt.

Von der Freiburger Bucht nach Norden weist die zunehmende Verbreitung des *Arrhenatheretum alopecuretosum* auf größere Feuchtigkeit hin (Karte 2, Signatur 9). Starke Vernässung setzt erst in der Nähe von Lahr auf kleinen Flächen mit Tonuntergrund ein, auf denen sich das vom Vorbergrand zufließende Regenwasser staut (vgl. Signatur 19 in Karte 2 nahe nw Lahr). Im nassen Sommer 1960 stand sogar das *Arrhenatheretum typicum* auf großen Strecken wochenlang unter Wasser (Karte 1, Signatur 14).

4. Wuchsgebiet mit der Gesellschaftsreihe *Arrhenatheretum typicum* (*Festuca rubra*-Variante) — *Achilleo ptarmicae-Brometum racemosi* (*Festuca rubra*-Variante) auf Alluvium der Schwarzwaldtäler (Karte 2, Signatur 10—18)

Charakteristische Grünlandgesellschaften: *Arrhenatheretum typicum* (*Festuca rubra*-Variante), auch mit *Bromus erectus*⁴; *Arrhenatheretum alopecuretosum* (*Festuca rubra*-Variante), *Achilleo ptarmicae-Brometum racemosi* (*Festuca rubra*-Variante), *Junco-Molinietum*, Siedlungen von *Nardus stricta*.

Ökologische Aussagen der Vegetation: Boden kalkarm, Durchfeuchtung überwiegend kräftig, auf großen Strecken sehr stark. Oberflächenstauung verbreitet. Besonders grünlandwüchsig. Intensität der Bewirtschaftung in weiten Grenzen verschieden.

Standorte: Aulehm aus Schwarzwaldmaterial, kalkarm. Meist tiefgründig und schluffreich mit hohem Wasserspeichervermögen und Neigung zu Oberflächenstau. Auf den Schwemmfächern am Gebirgsrand flachgründig-sandig über Kies. Oberirdischer Zufluß stark, wohl auch wirksame Befeechtung durch das vom Gebirgsrand anfließende Grundwasser. Vor Beginn der Flußkorrektur häufig überschwemmt, daher an vielen Stellen nur als Grünland nutzbar. Oberflächen-Stauverwässerung als häufiger Anlaß zur Extensivwirtschaft. Große Berieselungsanlagen. Grundwasser im Süden (Neumagen-Schwemmfächer) mäßig tief (4—6 m), sonst überwiegend flach (1—2—3 m).

Einzelheiten zum Wuchsgebiet: Im Alluvium der Schwarzwaldtäler schafft der allgemeine Wasserreichtum und das silikatisch-kalkarme Bodenmaterial ausgeglichene Standorte mit weithin gleichbleibender Pflanzendecke, in der *Alopecurus pratensis* und *Festuca rubra* verbreitet sind. In einigen tiefen Ausstichen, in denen die saure Lehmdecke bis auf den Rheinkies entfernt wurde, gedeiht *Bromus erectus* in Massenwuchs. Obwohl die Standorte auf kleinem Raum weniger schroff wechseln als über Rheinkies mit lückiger Lehmdecke, bestehen doch innerhalb des großen Wuchsgebiets beträchtliche Unterschiede. Eine gesonderte Behandlung der einzelnen Flußgebiete erscheint daher angebracht.

a) Zuflüsse südlich des Kaiserstuhls

Charakteristische Grünlandgesellschaften: *Arrhenatheretum typicum* (Variante von *Festuca rubra*, nicht selten mit *Bromus erectus*), *A. alopecuretosum* (Variante von *Festuca rubra*), *Achilleo ptarmicae-Brometum racemosi* (Variante von *Festuca rubra*). Alle Gesellschaften mit dominierendem *Holcus lanatus*.

Ökologische Aussagen der Vegetation: In den Grundzügen wie oben beschrieben. Örtliche Besonderheiten: Große Flächen relativ trock-

⁴ In der Rheinebene steht *Bromus erectus*, der als kalkliebend gilt, nicht selten auf silikatischem Boden, z. B. in der *Festuca rubra*-Variante des *Arrhenatheretum typicum* (vgl. die Kombination der Signaturen 1 und 18 in Karte 1). Die „Rotschwengel-Glatthaferwiese mit Aufrechter Trespe“ ist eine andere Gesellschaft als das in Karte 1 mit Signatur 1 bezeichnete *Arrhenatheretum brometosum* im Sinne von E. OBERDORFER (1957, S. 218 ff.).

ken. Ehemalige Berieselung durch Massenwuchs von *Holcus lanatus* angezeigt. Extensivnutzung wenig verbreitet.

Standorte: Alluvium auf tiefem Schwarzwaldgeröll. Grundwasser überwiegend 4—6 m unter Flur, oberirdischer Zufluß schwach. Große, weithin verfallene Berieselungsanlagen.

Einzelheiten zum Wuchsgebiet: Der Schwemmfächer des Neumagen, dessen modellartige Regelmäßigkeit schon auf Karte 1, noch deutlicher auf der Topographischen Karte 1:25 000 (Bl. 8112, Staufen) hervortritt, gliedert sich in einen feuchten gebirgsnahen Abschnitt (Karte 2, Signatur 12) und eine große, der Versickerung ausgesetzte Austrocknungsfläche (Karte 2, Signatur 10; vgl. auch C. SAYER 1893, S. 34). Am Unterlauf des nach NW ziehenden Hauptbachs überwiegen nochmals feuchte Standorte (Karte 2, Signatur 11), deren Wasserversorgung durch das Speichervermögen des Decklehms und die bis heute noch ausgeübte Berieselung gewährleistet wird. Das Grundwasser erreicht hier den Wurzelbereich der Pflanzen ebensowenig wie in den trockenen Teilen des Schwemmfächers (vgl. W. WUNDT 1950, Abb. 1; *Wasserwirtschaft* 1952, Beilage 32; 1959).

Im Verhältnis zu seiner Fläche empfängt der Schwemmfächer wenig Oberflächenwasser, wenn auch starkes Hochwasser auftreten kann (DAUB 1851). Der Neumagen, der sich in das Geröll des Untergrundes eingeschnitten hat, befeuchtet seine Umgebung schwach und wirkt streckenweise drainierend. Sein Bett ist auch oberhalb Staufen, wo Feuchtwiesen die Hauptfläche des Talbodens einnehmen, von trockenem *Arrhenatheretum typicum* gesäumt. Die Rieselgräben, die unterhalb Staufen in den trockenen Teil des Schuttfächers abgezweigt wurden, sind verfallen.

Die Naßwiesen südostwärts Staufen (Karte 2, Signatur 12) erhalten ihr Wasser aus einem Quellhorizont am Fuße des nordexponierten Talhanges. Ihr Abfluß läuft über einen südlichen Strahl des Schwemmfächers, dessen erhöhter Anteil an Feuchtwiesen auf Karte 1 auffällt. Mehrere Gewanne führen hier den Namen „Moos“. Auf sie bezog sich J. A. VON ITTNER (1828, S. 327), als er „unerschöpfliche Torfgründe zwischen Staufen und Gallenweiler“ erwähnte. Heute sind diese Naßwiesen durch Entwässerung verändert. — Die Wiesen längs der Möhlin, die dem Neumagen von Norden her zufließt, tragen die gleichen Pflanzengesellschaften wie der Neumagen-Schwemmfächer.

b) Freiburger Bucht

Charakteristische Grünlandgesellschaften: *Arrhenatheretum typicum* (*Festuca rubra*-Variante), *Arrhenatheretum alopecuretosum* (*Festuca rubra*-Variante), oft mit dominierendem *Holcus lanatus*, außerdem eine *Urtica dioica*-*Rumex obtusifolius*-Variante. *Achilleo ptarmicae-Brometum racemosi* (*Festuca rubra*-Variante) sowie eine in Karte 1 nicht aufgenommene *Cirsium salisburgense*-Variante (vgl. E. OBERDORFER 1957, S. 194). Vereinzelt Siedlungen von *Nardus stricta*.

Ökologische Aussagen der Vegetation: In den Grundzügen wie S. 51 beschrieben. Örtliche Besonderheiten: Starke Durchfeuchtung mit bewegtem, durch organische Beimischungen düngend wirkendem Wasser. Extensivnutzung wenig verbreitet.

Standorte: Ausgedehnte und tiefe Ablagerung von Schwarzwaldgeröll, durchsetzt mit Sedimentschollen. Versickertes Wasser auf großen Flächen wieder zutagetretend. Viele schnellbewegte Bäche und Gräben. Große Berieselungsanlagen mit Zulauf von Stadtabwasser.

Einzelheiten zum Wuchsgebiet: An der Verteilung des *Achilleo ptarmicae-Brometum racemosi* (Karte 2, Signatur 12) ist zu ersehen, daß die kräftigste Durchfeuchtung vor den mesozoischen Sedimentschollen Lehener Berg, Nimberg und Tuniberg (vgl. Abb. 3) zustandekommt, die das vom Schwarzwald zufließende Grundwasser zum Aufsteigen bringen. Geringere Vernässung herrscht im Norden der Bucht, wo dem Wasser kein Hindernis im Wege steht. Die wenigen Extensivbestände mit *Nardus stricta* (Karte 2, Signatur 15), die oligotrophe Stauvernässung anzeigen, konzentrieren sich auf Gelände, das in größerer Entfernung von starken Bächen liegt. Hier ist der Durchfluß schwach und der Boden schluffig oder tonig. Trockenheit besteht nach den Aussagen der Grünlandkarte nur an der Wurzel des Dreisam-Schwemmfächers.

Das Wasser der großen Berieselungsanlagen nimmt in den Ortschaften reichlich Abfallstoffe auf; längs der zuleitenden Wiesengräben bilden die Ruderalpflanzen *Urtica dioica* und *Rumex obtusifolius* Massenwuchs. Ins Extrem gesteigert sind die Wassergaben auf den Wiesen des Freiburger Abwasser-Rieselgutes (Karte 2, Signatur 13), dessen Leistungsfähigkeit an den Standort über tiefem Geröll gebunden ist (zur Vegetation vgl. W. KRAUSE 1959, S. 258, 267).

Am Westrand der Freiburger Bucht treffen Schwarzwaldwasser und Urgesteinsmaterial auf kalkhaltigen, wasserführenden Rheinkies, der als Zeuge eines alten Rheinarmes den Kaiserstuhl ostwärts umgreift. Soweit sich die Vegetation der schwarzwaldbürtigen Standorte mit *Festuca rubra* subsp. *commutata*, *Juncus acutiflorus* und *Nardus stricta* ungestört erhalten konnte, unterscheidet sie sich deutlich von den Beständen auf Rheinschotter mit *Bromus erectus*, *Cirsium oleraceum* und *Juncus subnodulosus*; auf abgelegenen, wenig kultivierten Waldwiesen besteht ihre Grenze aus einer scharfgezogenen Linie. Auf den größten Flächen haben jedoch Flußbegradigungen, Planierung und Kunstwiesenbau das Standortmosaik verwischt. Trotzdem läßt die Vegetationskarte nördlich des Tunibergs im großen einen ähnlichen Grenzverlauf zwischen basiphiler und azidophiler Vegetation erkennen, wie ihn die Geologie (F. GRAEFF 1893, Tafel XVI; W. WIMMENAUER 1959) für Rhein- und Schwarzwaldschotter beschrieben hat.

Zwischen den Dämmen der korrigierten Flußläufe und Kanäle siedeln meist andere Grünlandgesellschaften als in der angrenzenden Aue. Obwohl die Standorte im Dammvorland künstlichen Ursprungs und sehr schmal sind, läßt auch ihr Bewuchs Rückschlüsse auf den Wasserhaushalt der Ebene zu. Sie wurden kartiert, soweit der Bewuchs im Maßstab 1 : 100 000 (vgl. Karte 1) noch eben darstellbar erschien. An wasserreichen Flüssen, die schnell durch ausgebaute, tiefe Betten fließen, überwiegen die Wiesengesellschaften der trockenen Standorte. Das Vorland zwischen den Elzdämmen z. B. wird auf langen Strecken von der *Festuca rubra*-Variante des *Arrhenatheretum typicum* beherrscht, in der auch *Bromus erectus* vorkommt. Häufig drängen sich Ruderalpflanzen, an der Dreisam unterhalb Freiburg besonders *Aegopodium podagraria* und *Lamium album* längs der korrigierten Bäche in das Grünland.

In Staugebieten, z. B. am Ostrand des Kaiserstuhls, treten hochwasserfeste Arten wie *Phalaris arundinacea* in den Vordergrund. Wo der Leopoldskanal einen trockenen Eichen-Hainbuchenwald und ein Gewann „Große Heide“ quert, werden die hygrophilen Wiesenpflanzen zwischen den Dämmen von *Bromus erectus* abgelöst. Im Rückstaubereich des Rheins stellen sich feuchtigkeitsbedürftige Gewächse, zunächst *Alopecurus pratensis*, näher am Strom auch Arten des *Agropyro-Rumicion* von neuem ein.

c) *Auen der Elz unterhalb Kenzingen und des Ettenbachs unterhalb Ettenheim*

Charakteristische Grünlandgesellschaften: *Arrhenatheretum typicum* (rein oder *Festuca rubra*-Variante, letztere zum Teil mit *Bromus erectus*), *Arrhenatheretum alopecuretosum* (rein oder *Festuca rubra*-Variante), *Achilleo ptarmicae-Brometum racemosi*.

Ökologische Aussagen der Vegetation: In den Grundzügen wie S. 51 beschrieben. Örtliche Besonderheiten: Auf den Uferrehnen der Gewässer und in der gebirgsnahen Hälfte der Aue auch kalkhaltiges, nicht aus dem inneren Schwarzwald stammendes Bodenmaterial (Karte 1, Signatur 2 und 4). Abnahme der Durchfeuchtung in Richtung zum Rhein.

Standorte: Aulehm aus Urgesteinsmaterial des Schwarzwaldes und kalkhaltigen Sedimenten der Vorberge. Mächtigkeit des Decklehms am Gebirgsrand ca. 1 m, gegen den Rhein auf ca. 0,5 m abnehmend. Boden von SO nach NW zunehmend durchlässiger. Grundwasser am Vorbergrand 1—2 m tief, weiter flußabwärts auf 3—4 m absinkend, in der Rheinniederung wieder auf 2—3 m ansteigend. Großes Berieselungssystem (Abb. 10). Intensivnutzung.

Einzelheiten zum Wuchsgebiet: Längs der unteren Elz haben sich Auenstandorte und Grünlandvegetation der Schwarzwaldtäler zwar noch ausgebildet, doch sind sie durch das von den Vorbergen abgeschwemmte, kalkhaltige Bodenmaterial eingeengt. Die Wiesenbestände deuten auf überwiegend günstige, im einzelnen mehrfach abgestufte Wasserversorgung. In Schwarzwaldnähe, wo *Achilleo ptarmicae-Brometum racemosi* große Flächen einnimmt, tragen hoher Grundwasserstand, Speichervermögen der Deckschicht und Rieselwasser gleichsinnig zur Anfeuchtung bei. Flußabwärts steht das Grundwasser in größerer Tiefe. Zugleich vermindert sich in SO-NW-Richtung das Speichervermögen der Deckschicht und der Wirkungsgrad der Berieselung (Abb. 18). Dementsprechend verschwinden in Richtung auf den Rhein die Naßwiesen, während *Bromus erectus* ansehnliche Anteile gewinnt. Wo die Elzaue den Westrand der Niederterrasse erreicht, liegt die Befeuchtung des Grünlandes, dem Bewuchs nach zu urteilen, gerade an der Grenze des Ausreichenden.

In der Elzniederung steht das Wasser weitgehend in der Gewalt des Menschen. Der Durchfluß kann mittels einer Schleuse reguliert werden, wobei auf den wechselnden Verkräutungsstatus des Flußbetts Rücksicht genommen wird. Überschüssiges Wasser fließt durch den Leopoldskanal ab. Die Berieselungsanlage ist eine der großzügigsten der Rheinebene; sie wird bis zur Gegenwart benutzt. Daß ihr Wasser den Grundwasserspiegel zeitweise hebt, ist durch Pegel nachgewiesen (*Wasserwirtschaft* 1960 a und b). Zugleich wurde durch den Kunstwiesenbau die Oberflächen-Stauvernässung, die in anderen Flußauen der Rheinebene verbreitet ist, nahezu beseitigt. Flutmulden (Karte 1,

Signatur 25) finden sich höchstens als unbedeutende Relikte. Trotz der günstigen Voraussetzungen, die der wasserreiche Fluß und der sorgfältige Ausbau des Grabensystems für die Berieselung bieten, ist es nicht gelungen (vgl. nochmals Abb. 18), durch künstliche Verteilung des Wassers eine befriedigend gleichmäßige Befeuchtung des langgestreckten Wiesengeländes zu erreichen.

Der Schwemmfächer des Ettenbachs trägt die gleichen hygrophilen Gesellschaften wie der feuchte Abschnitt der Elzaue, obwohl der Untergrund sandig-durchlässig ist. Das Gedeihen des Grünlands hängt nach einer Lokalbeschreibung (W. SCHNEIDER 1911) in hohem Grade von der Anfeuchtung durch das Rieselwasser ab.

d) Schutterniederung von Lahr bis Kehl

Charakteristische Grünlandgesellschaften: *Arrhenatheretum alopecuretosum* (*Festuca rubra*-Variante, stellenweise mit *Bromus erectus*). *Achilleo ptarmicae-Brometum racemosi* (*Festuca rubra*-Variante), *Agropyro-Rumicion crispi* (Ausbildungsformen mit *Phalaris arundinacea* und *Glyceria maxima*), *Junco-Molinietum*. Siedlungen von *Nardus stricta*. Aus Nachbargebieten eindringend: *Arrhenatheretum alopecuretosum* (*Geranium pratense-Cirsium oleraceum*-Variante).

Ökologische Aussagen der Vegetation: In den Grundzügen wie S. 51 beschrieben. Örtliche Besonderheiten: Trockene Standorte nur im Südabschnitt (Karte 2, Signatur 9, Ackersignatur 25 unterhalb Lahr). Im Mittelabschnitt Oberflächenstau (Karte 2, Signatur 14), im übrigen ausgeglichene Befeuchtung mittlerer Stärke (Karte 2, Signatur 11). Seitlicher Zulauf aus dem Kalkgestein der mesozoischen Vorberge (Karte 2, Signatur 9 und 19). Extensivnutzung im Bereich der großflächig erhaltenen Allmendwiesen verbreiteter als in der Elzaue.

Standorte: Aue eines Schwarzwaldflusses in der nahezu parallel zum Rhein laufenden, durch Tonlager abgedichteten Kinzig-Murgrinne. Relativ geringes Gefälle. Ehemals häufig und langfristig überflutet, Abfluß jetzt durch Entlastungskanal und einen Parallelgraben zur Schutter geregelt. Nach starken Regenfällen im Mittelabschnitt noch immer Flutmulden. Grundwasser 1—3 m unter Flur. Berieselung wenig ausgebaut, weithin fehlend. Im Mittelabschnitt Allmendwirtschaft.

Einzelheiten zum Wuchsgebiet: Den Grundbestand des Grünlandes bildet *Arrhenatheretum alopecuretosum* in der *Festuca rubra*-Variante. Diese Gesellschaft zeigt ausgeglichene und günstige Durchfeuchtung an. Zugleich tritt innerhalb der langgestreckten Schutteraue beträchtliche Differenzierung auf. Der Bach, der am Gebirgsrand scharf nach Norden umbiegt, durchfließt zunächst ein Gelände, das zum großen Teil beackert wird und im übrigen Wiesengesellschaften trägt (Karte 2, Signatur 9), die den Auen der Schwarzwaldgewässer fremd sind. Morphologie und Vegetation deuten hier auf ein künstliches Bett, das nicht ganz jung sein kann, weil es schon im Kartenwerk des *General-Quartiermeisterstabes* (1838—1849) verzeichnet ist.

Die ursprüngliche Aue ist in dem Grünlandstreifen zu suchen, der von Lahr zunächst nach Westen verläuft und einige Kilometer vom Gebirgsrand entfernt nach Norden biegt (Signatur 11 in Karte 2). Hier herrscht ebenfalls die

Festuca rubra-Variante des *Arrhenatheretum alopecuretosum*, die auf Schwarzwaldablagerungen hinweist. Das relativ starke Vorkommen von *Bromus erectus* (vgl. S. 51, Fußnote) bedeutet in der Rheinebene auf trockenem bis mäßig feuchtem Schwarzwaldmaterial nichts Ungewöhnliches. Die Übersicht wird in diesem Gelände durch ausgedehnte, seit mehr als 10 Jahren laufende Bauarbeiten getrübt.

Weiter talabwärts fließen mehrere Bäche mit relativ starkem Gefälle aus der mesozoischen Vorbergzone in die Schutterraue. In den von ihnen durchquerten Wiesen (Karte 2, Signatur 19) wächst in hohen Anteilen *Cirsium oleraceum*, eine Pflanze, die eutrophe Standorte mit bewegtem, kalkhaltigem Bodenwasser bevorzugt und der stagnierend vernästen, kalkarmen Schutterraue auf großen Strecken fehlt. Daß in diesem Gebiet seit jeher Lebensbedingungen herrschten, die dem Bereich der reinen Schwarzwaldablagerungen fremd sind, zeigten Bodengrabungen, die in 75—100 cm Tiefe Unterwasser-Kalkablagerungen mit Characeenresten freilegten. — In Winkeln zwischen den zufließenden Bächen und dem eingedeichten Schutterbett füllen sich in regenreichen Jahren noch immer Flutmulden, die 1960 und 1964 wochenlang große Ausdehnung erreichten. Hier gedeihen die hochwasserfesten Gräser *Phalaris arundinacea* und *Glyceria maxima*.

Flußabwärts läuft die Schutterraue über den Saum des Kinzig-Schwemmfächers (Abb. 11), aus dessen Wäldern ihr früher mehrere durch Grundwasser gespeiste Bäche und Gräben zufflossen, die heute durch zwei geradlinig nach Norden ziehende, tiefe Gräben abgefangen werden. — Südlich der Linie Goldscheuer-Hohnhurst zeigt die Vegetationskarte zwei kleine Flutmulden (Karte 1, Signatur 25), deren topographische Lage auf den Stau eines Mühlenwehrs und einer die Aue kreuzenden Straße als Ursache der Vernässung hinweist.

Gegen die Rheinaue ist die Schutterniederung im Süden durch einen Streifen trockenen Geländes abgegrenzt, der wenig Wiesen trägt. Im Norden, wo von der Schutter mehrere spitzwinkelig dem Rhein zustrebende Abzweigungen abgehen, dringt in den schmalen Wiesenstreifen, die diese Gewässer begleiten, die *Festuca rubra*-Variante des *Arrhenatheretum alopecuretosum* weit nach Nordwesten in das Ackergelände vor (Karte 2, Signatur 24). Laufrichtung der Gewässer und Vegetation machen wahrscheinlich, daß auch hier in großer Entfernung vom Gebirge noch Schwarzwaldmaterial abgelagert wurde. Ein Teil der Gewässer mag künstlichen Ursprungs sein. Bei anderen jetzt weitgehend eingebneten und ausgetrockneten Rinnen, z. B. zwischen Altenheim und Müllen sowie zwischen Kürzell und Meißenheim (vgl. Karte 1), läßt das Kartenbild eher an Reste eines natürlichen Gewässersystems, wohl eines verlassenen Unterlaufs der Elz denken, in dem Schwarzwaldwasser weiter nach Westen fließen konnte als heute (W. DEECKE 1918, S. 532 „... da das Wasser pendelte.“). In den Dauerwiesen dieser Rinnen fehlt der kalkholde, auf Rheinauen-Alluvium verbreitete *Bromus erectus*, während er auf Rainen und vergrasten Brachäckern der angrenzenden Niederterrasse vorkommt.

e) Schwemmfächer der Kinzig

Charakteristische Grünlandgesellschaften: *Arrhenatheretum typicum* (*Festuca rubra*-Variante, zum Teil mit *Bromus erectus*), *A. alo-*

pecoretosum (*Festuca rubra*-Variante). *Achilleo ptarmicae-Brometum racemosi* (*Festuca rubra*-Variante), *Junco-Molinietum*. Siedlungen von *Nardus stricta*.

Wichtige Gesellschaften der wasserführenden Gräben nach einer örtlichen Spezialkartierung (in Karte 1 nicht aufgenommen): *Sparganio-Glycerion* (*Sium erectum*, *Veronica beccabunga*, *Sparganium neglectum*, *S. simplex*) in dauernd gefüllten Gräben mit bewegtem Wasser aus den Vorbergen oder aus dem Schwemmfächer. *Junco effusus-Junco conglomeratus*-Bestände (*Junco-Molinietum*) in periodisch gefüllten, witterungsabhängigen Gräben mit geringer Wasserbewegung.

Ökologische Aussagen der Vegetation: In der Kinzigau Befeuchtung mittelstark und günstig für Grünlandbewuchs. Trockenstandorte nur auf der Wurzel des Schwemmfächers oberhalb Offenburg und auf den Uferreihen der Kinzig⁵. Bis Kehl Ablagerung von Schwarzwaldmaterial. Bei Kehl unvermittelt kalkreiches Rheinalluvium (Karte 2, Übergang von Signatur 11 zu 7 und 3). Flutmulden als Zeugen ehemaliger Überschwemmung nur noch spärlich und nicht typisch (Karte 1, Signatur 24). Extensivnutzung wenig verbreitet. — Auf der breiten Fläche des Schwemmfächers südwestlich der rezenten Kinzigau überwiegend Wald. Im Süden landwirtschaftlich genutzte Flächen mit Stauvernässung über saurem oligotrophem Boden. Indikatoren: *Junco-Molinietum*, *Nardus stricta* (Karte 1, Sign. 23 und 30) und Ackerwiesen (Karte 1, Signatur 31). Auf Äckern *Setario-Stachyretum arvensis* (E. OBERDORFER 1957, S. 62, „Hackunkrautgesellschaft vernachlässigter, wenig gedüngter und bodensaurer, sandig-lehmiger Silikatverwitterungsböden mit relativ hohem Feinerdegehalt“). Verbreitete Kontaktgesellschaft mit gleichem ökologischen Aussagewert: *Querceto-Carpinetum caricetosum brizoidis* (vgl. E. OBERDORFER 1957, S. 423). — An der Nordwestspitze des Schwemmfächers eutrophe Befeuchtung mit bewegtem Wasser. Indikatoren: *Cirsium oleraceum* (Karte 2, Signatur 21), *Sparganio-Glycerion*.

Standorte: Kalkarmer Aulehm über Urgesteinsgeröll. In der Kinzigau oberhalb Offenburg flachgründiger, stark sandiger brauner Auboden. Von Offenburg abwärts zunehmend tiefgründig und schluffig mit Pseudovergleyung (vgl. Abb. 16). In der rezenten Kinzigau nach der Korrektur keine langfristige Überflutung. Grundwasser tiefer als 1 m, meist rund 2 m. — Im Südwestabschnitt des Schwemmfächers schwache oberirdische Wasserbewegung: viele blind endende Gräben. Wesentliches Reliefmerkmal: lokales Gefälle des Schwemmfächers gegen das allgemeine Gefälle der Ebene gerichtet, daher keine nennenswerten Fließgewässer. Nach Baggerseeaufschluß auch keine Grundwasserbefeuchtung im Wurzelbereich. Vernässung durch Oberflächen-Wasserstau im schluffig-tonigen Boden. — In der Nordwestspitze des Schwemmfächers starke Wasserbewegung in Bächen und Gräben. Boden humoser und lockerer als im Südwestabschnitt. — Berieselung auf dem ganzen Schwemmfächer nicht verbreitet. Auf Abb. 11 drei Wassergrabensysteme nahe so und wnw „Kinzig“ sowie nahe wsw „Enderger Kanal“. Sonst nur Entwässerungsgräben.

⁵ Die Karten zeigen den Zustand vor der 1959 beendeten Korrektur bei Willstätt.

Einzelheiten zum Wuchsgebiet: Die Grünlandkarte, die topographische Karte der Gewässer und die ökologischen Feststellungen lassen im weitläufigen Kinzig-Schwemmfächer drei Großstandorte erkennen:

1. Die von der schnellbewegten, wasserreichen Kinzig in tiefeingeschnittenem Bett durchflossene rezente Aue, in der sich Oberflächenwasser fast ausschließlich im Flußbett bewegt, Grundwasser höchstens den unteren Saum des Wurzelraums berührt und das Speichervermögen des tiefgründigen, schluffigen Bodens günstige Befeuchtung bewirkt.
2. Die gewässerarme, dem Gefälle der Ebene entgegenlaufende südwestliche Fächerfläche mit stau- und wechselfeuchten, oligotrophen Standorten.
3. Die von Bächen und Gräben mit bewegtem Wasser durchfeuchtete, in die Richtung des allgemeinen Gefälles weisende Nordwestspitze des Schwemmfächers mit eutrophen Standorten.

f) *Unteres Renchtal und Schwemmfächer der Rench*

Charakteristische Grünlandgesellschaften: *Arrhenatheretum typicum* (*Festuca rubra*-Variante), *A. alopecuretosum* (*Festuca rubra*-Variante), *Achilleo ptarmicae-Brometum racemosi* (*Festuca rubra*-Variante), *Junco-Molinietum*, Siedlungen von *Nardus stricta*.

Ökologische Aussagen der Vegetation: Alluvium eines großen Schwarzwaldbachs mit kalkarmen, mäßig bis stark durchfeuchteten Böden. Vernässung am geringsten in der Nähe des Wasserlaufs. Schwemmfächer (Umrisse bei H. THÜRACH, W. HASEMANN und R. BRILL 1926) in einen flußnahen, von bewegtem Wasser befeuchteten, eutrophen und einen flußfernen, staunassen, oligotrophen Abschnitt (Karte 2, Signatur 15) geteilt. Geringe Flutmuldenbildung (Karte 1, Signatur 24). Abgesehen vom oligotrophen Südabschnitt des Schwemmfächers keine Extensivnutzung.

Standorte: In den Grundzügen ähnlich dem Kinzig-Schwemmfächer, jedoch bedeutend kleiner. Boden und Befeuchtung im einzelnen wenig bekannt.

Einzelheiten zum Wuchsgebiet: Die Gliederung des Schwemmfächers in einen eutrophen, vom Fluß durchlaufenen und einen oligotrophen, abseits vom Fluß liegenden Abschnitt entspricht ebenfalls den Zuständen in der Kinzigau.

Die großen Flächen des *Achilleo ptarmicae-Brometum racemosi*, die sich südlich der Rench ins Gebirge ziehen, bezeichnen starken Quellaustritt am Schattenhang. Größere Naßwiesen nördlich der Rench (in Karte 1 durch Signatur 25 bezeichnet) liegen in einer Mulde, die der Fluß bei Hochwasser überschwemmt.

g) *Schwemmfächer der Schwarzwaldbäche zwischen Achern und Steinbach*

Nördlich der Rench treten aus dem Schwarzwald mehrere Bäche aus, deren Auen auf der Laufstrecke, die über den geneigten Gebirgsfuß führt, von der *Festuca rubra*-Variante des *Arrhenatheretum alopecuretosum* beherrscht werden (Karte 2, Signatur 11). *Achilleo ptarmicae-Brometum racemosi* (ebenfalls in der *Festuca rubra*-Variante) spielt eine untergeordnete Rolle. Die Flächen sind so klein, daß Einzelheiten im Maßstab 1 : 100 000 nicht mit wünschenswerter Ausführlichkeit dargestellt werden können. Die Extensivsignaturen 22

und 30 in Karte 1 bei „W“ südwestlich Bühl bezeichnen die ehemalige Markgenossenschaft „Waldhagenich“ (O. STEMLER 1933).

b) Maiwaldbecken der Kinzig-Murgrinne

Charakteristische Grünlandgesellschaften: *Arrhenatheretum alopecuretosum* (*Festuca rubra*-Variante, oft Aushagerungsstadien mit Massenvuchs von *Festuca rubra*). *Achilleo ptarmicae-Brometum racemosi* (*Festuca rubra*-Variante), *Junco-Molinietum*. *Agropyro-Rumicion crispi* (meist Ausbildungsformen mit *Agrostis canina*, seltener mit *Glyceria maxima*). Siedlungen von *Nardus stricta*.

Ökologische Aussagen der Vegetation: Nebeneinander laufende, anastomosierende Auen mehrerer Schwarzwaldgewässer mit oligotroph stau- und wechsellässigen Standorten. Gleichbleibend vernäste *Caricetalia fuscae*- oder *Phragmitetalia*-Standorte kaum vorhanden. Flächenverhältnis Acker zu Grünland sehr niedrig, viel Wald: Hinweise auf natürliche Ungunst der Standorte. Extensivwirtschaft verbreitet⁶.

Standorte: Durch Ton und Schluff abgedichtetes Becken im Zuge der Kinzig-Murgrinne, von Schwarzwaldbächen bis vor kurzem häufig überflutet. Abfluß gehemmt. Zwischen den Überschwemmungen oberflächlich abtrocknend. Grundwasser im Grünland 1—2 m tief. Extensivnutzung durch Gemeinbesitz begünstigt.

Einzelheiten zum Wuchsgebiet: Im Maiwaldbecken herrschte bisher ein *circulus vitiosus* zwischen Naturkräften und Wirtschaftseinflüssen. Die naturgegebenen Bedingungen des Wasserhaushalts (vgl. S. 34) verhinderten eine dichte Besiedlung und erschwerten die Nutzung. Die resultierende Extensivwirtschaft führte auf großen Flächen zu einem stark ausgeprägten Verarmungszustand des Bodens, der weithin ertragsschwache *Festuca rubra-Nardus*-Bestände aufkommen ließ. Nachdem neuerdings die Überflutungen ferngehalten wurden, hat sich ein ansehnlicher Teil des Maiwalds durch Bau von Siedlungshöfen erschließen und ein noch größerer Teil des Grünlandes durch Düngung intensivieren lassen. — Die schmalen Auen der Bäche, die aus dem Maiwaldbecken nach Nordwesten zum Rhein fließen, sind auf ihrem Wege durch die trockene Niederterrasse, soweit sie nicht durch Wälder laufen, überwiegend mit *Arrhenatheretum alopecuretosum* in der *Festuca rubra*-Variante bewachsen. Sie führen also Schwarzwaldmaterial in ihren Ablagerungen und sind vernäst.

Zwischen den Dämmen der korrigierten Rench und des Renchentlastungskanals herrschen auf der Gefällstrecke vom Gebirge bis zur Bahnlinie Offenburg-Rastatt trockene Standorte, in denen *Alopecurus pratensis* spärlich gedeiht. Im Staubereich des Maiwaldes überwiegen Feucht- und Naßwiesen. Weiter abwärts, wo sich der Fluß in erhöhtes, trockenes Gelände einschneidet, gelangt im Dammvorland wieder *Arrhenatheretum typicum* zur Herrschaft. In der Rheinaue folgt zuletzt ein kurzer Abschnitt mit hygrophiler Vegetation.

⁶ Karte 1 gibt den Wirtschaftszustand der Jahre 1951/52 wieder. Seither ist *Nardus* von vielen Fundorten durch Düngung verdrängt, *Festuca rubra* in ihrer Massenfaltung eingeschränkt worden.

i) Kinzig-Murgrinne von Baden-Oos bis zur nordöstlichen Kartengrenze

Charakteristische Grünlandgesellschaften: *Arrhenatheretum typicum* (*Festuca rubra*-Variante und *Lamium album-Urtica dioica*-Variante), *A. alopecuretosum* (*Festuca rubra*-Variante und *Lamium album-Urtica dioica*-Variante). *Achilleo ptarmicae-Brometum racemosi* (*Festuca rubra*-Variante). In Ackernutzung genommenes Grünland auf ehemaligem Flachmoor und Ruderalvegetation auf Brachland über Flachmoortorf. *Filipendulo-Geranium palustre*, *Agropyro-Rumicion crispi* mit *Glyceria maxima*. Siedlungen von *Nardus stricta*. An Rainen und Böschungen *Sarothamnus scoparius*. Signaturen in Karte 1 (Nr. 28 und 29) und Karte 2 (Nr. 17) stark zusammengefaßt.

Ökologische Aussagen der Vegetation: In den Grundzügen wie in den übrigen Flußauen mit eingeschwemmtem Schwarzwaldmaterial. Als Besonderheit ausgedehnte Siedlungen von Ruderalpflanzen als Zeiger für entwässertes Flachmoor (vgl. K. WALTHER 1950). Schroffe Gegensätze der Durchfeuchtung auf kleinem Raum. Konzentration der trockenen Standorte (vgl. dazu Karte 1) in der Nähe der Murg: Hinweis auf Drainagewirkung des Flusses an der Kreuzung mit der Kinzig-Murgrinne. Außerdem, durch Gewässerreste (Woogsee und Federbach in Abb. 14) sowie durch azidophile Vegetation (Signatur 19, 20, 30 in Karte 1) angedeutet, ein alter Flußabstieg in die Rheinaue nördlich des rezenten Murglaufs (vgl. K. MADER 1929).

Standorte: Totes Flußtal mit minimalem Gefälle, auf rund 5 km Länge Umkehrung der Fließrichtung gegen das allgemeine Gefälle der Rheinebene. Ausgedehnte Entwässerungs- und Kultivierungsversuche auf Moor teils geglückt, teils aufgegeben. Westlich Baden-Oos viele alte Ausstiche. Bodenbildendes Material entkalkt und stark mit Schwarzwaldgestein durchsetzt. Torf und Anmoor verbreitet. Anzapfung der Kinzig-Murgrinne durch die Murg.

Einzelheiten zum Wuchsgebiet: Bezeichnend ist der kleinräumige Wechsel der Durchfeuchtung und Nutzung, der von der staudenreichen Streuwiese (*Filipendulo-Geranium*) und dem Wasserschwadenröhrich (*Glycerietum maximae*) zur intensiv genutzten Frischwiese (*Arrhenatheretum typicum*) und zur gepflegten Gemüsepflanzung auf kultiviertem Flachmoor, aber auch zum ruderalen Verfallsstadium führt. An dieser Gegensätzlichkeit kommt das Fehlen eines kräftig durchlaufenden, die Befeuchtung ausgleichenden Fließgewässers zum Ausdruck. Auch die große Verbreitung des Torfs, der zu gelungenen und mißlungenen Kultivierungsversuchen Anlaß gegeben hat, läßt die Zahl der Gesellschaften, besonders der Störungs- und Entwicklungsstadien anwachsen.

k) Alluvium der Murg

Längs der wasserreichen Murg erreicht das Grünland geringe Ausdehnung. Vom Gebirgsrand bis Rastatt bilden die Wiesen nur innerhalb der enggestellten Hochwasserdämme einen geschlossenen Streifen. Erst in der Rheinaue treten in Altwasserrinnen außerhalb der Dämme kleine Wiesenflächen auf. Im Grünland zwischen den Dämmen zeigt die Vegetationskarte einen trockenen Abschnitt auf der Niederterrasse mit sandbewohnenden Pflanzen (z. B. *Peucedanum oreoselinum* und *Artemisia campestris*), einen mäßig feuchten Mittelabschnitt mit *Arrhenatheretum alopecuretosum* (*Festuca rubra*-Variante) und

einen wechsellässigen Abschnitt vor der Mündung, in dem ruderalen Arten, z. B. *Rorippa austriaca* und *Rumex obtusifolius* neben Röhrichpflanzen, z. B. *Iris pseudacorus* zur Vorherrschaft kommen.

5. Wuchsgebiet mit der Gesellschaftsreihe *Arrhenatheretum alopecuretosum* (*Geranium pratense-Cirsium oleraceum*-Variante) — *Achilleo ptarmicae-Brometum racemosi* (*Cirsium oleraceum*-Variante) über eutrophem Bodenwasser (Karte 2, Signatur 19—21)

Charakteristische Grünlandgesellschaften: *Arrhenatheretum alopecuretosum* (*Geranium pratense-Cirsium oleraceum*-Variante), *Achilleo ptarmicae-Brometum racemosi* (*Cirsium oleraceum*-Variante). Im Süden der Ebene außerdem *Arrhenatheretum typicum* (*Silaum*-Variante), seltener *A. brometosum*. Sporadisch und stets kleinflächig auch Siedlungen von *Carex davalliana*. Im Norden *Arrhenatheretum alopecuretosum* (*Festuca rubra*-Variante).

Ökologische Aussagen der Vegetation: Mäßige bis starke Befeuchtung mit kalkreichem oder bewegtem Wasser. Locker humoser Boden oder Flachmoortorf.

Standorte: Quellige Hangmulden der Vorberge. Wiesen mit Grundwasseraustritt in der Ebene. Alluvium der aus den Vorbergen oder den größeren Kalkgebieten der Ebene entspringenden Bäche. Eutrophes Flachmoor.

Einzelheiten zum Wuchsgebiet: „Kohldistelwiesen“ bilden mehrere große, über die Rheinaue verteilte Grünlandkomplexe. Da die namensgebende Pflanze ebenso wie das häufig mit ihr vergesellschaftete *Geranium pratense* nach den Erfahrungen der allgemeinen Vegetationskunde Standorte bevorzugt, die sich durch Kalkreichtum oder neutrale Reaktion, locker-humosen Oberboden und Queldurchfeuchtung von den kalkarmen, stagnierend vernässten Auböden der Schwarzwaldflüsse unterscheiden, müssen sie gesondert behandelt werden. Es fällt nicht leicht, die mehrfach variierende äußere Erscheinung der Kohldistelstandorte unter einfachen und wesentlichen ökologischen Begriffen zusammenzufassen, doch haben die Stichworte „mineralkräftiger, locker-humoser Boden“ und „Quellnähe“ auch in der Rheinebene weite Gültigkeit.

In den Kalkflachmooren der Niederterrasse mit breitflächigem Grundwasseraustritt gedeihen die üppigsten *Cirsium oleraceum*-Bestände. Der Menge nach spärlich, doch prinzipiell ebenso bedeutungsvoll erscheinen die Siedlungen im Wasserstaugebiet des Maiwaldbeckens. Die Pflanze säumt hier gelegentlich in geringer Zahl den Fuß der flachen Erhebungen innerhalb der Kinzig-Murgrinne, auf denen Ackerbau getrieben werden kann. Auch an diesen Standorten darf merkliche Wasserbewegung und Zufuhr mineralischer Nährstoffe nach Regenfällen angenommen werden. Im Süden der Ebene stehen die Kohldistelwiesen am quelligen Hangfuß lössbedeckter Hügel aus kalkreichen Gesteinen. Im Norden konzentrieren sie sich auf das Alluvium mehrerer kurzer, in den Vorbergen entspringender Bäche, auf die feuchten Flächen nördlich des Kehler Bromion-Gebiets, auf den quelligen Fuß des Hochgestades nördlich und südlich Rastatt und auf Moorgelände. Kleine, isolierte Siedlungen können oft mit lokalen Grundwasseraustritten in Beziehung gebracht werden. In der Nordhälfte der

Ebene, wo kalkreicher Boden weniger verbreitet ist, steht die *Cirsium oleraceum*-Wiese häufig in engem Kontakt mit der *Festuca rubra*-Variante des *Arrhenatheretum alopecuretosum*. In den Auen der Kinzig, Rensch und Acher, die tief aus dem Schwarzwald kommen und überwiegend Urgesteinsmaterial ablagern, fehlt die Kohldistel. Wenig verbreitet ist sie auf dem tonig-schweren Boden der nördlichen Rheinaue.

6. Wuchsgebiet mit vorherrschendem *Arrhenatheretum alopecuretosum typicum* (Karte 2, Signatur 22)

Charakteristische Grünlandgesellschaften: *Arrhenatheretum alopecuretosum typicum*, *Achilleo ptarmicae-Brometum racemosi*.

Ökologische Aussagen der Vegetation: Mittlere bis starke, auf großen Strecken gleichbleibende Durchfeuchtung. Keine Hinweise auf besonders kalkreichen oder besonders kalkarmen Boden. Überwiegend Intensivnutzung. Künstliche Berieselung verbreitet.

Standorte: Alluvium der Freiburger Bucht und der unteren Elzaue. Vermischungsgebiet kalkarmer und kalkreicher Ablagerungen. Tiefgreifende Flußkorrekturen und ausgedehnter Kunstwiesenbau im 19. Jahrhundert. Ältere Bodenoberfläche kaum unverändert erhalten.

Einzelheiten zum Wuchsgebiet: Die vom *Arrhenatheretum alopecuretosum typicum* und dem *Achilleo ptarmicae-Brometum racemosi* beherrschten Flächen am Nordwestausgang der Freiburger Bucht waren ehemals den verheerenden Überflutungen der Dreisam, Elz und Glotter ausgesetzt. Im Jahre 1778 wurden 866 Morgen mit Kies überschüttet (*Oberdirektion* 1863 a, S. 13). Für die Zeit vor der Korrektur darf daher eine beträchtliche Vielgestaltigkeit und Veränderlichkeit der Grünlandvegetation angenommen werden. Die heftige Standortsdynamik gab Anlaß zu besonders weitgehenden Flußkorrekturen und zu ausgedehntem Kunstwiesenbau, die gemeinsam den heute herrschenden, für die Rheinebene ungewöhnlichen Ausgleich der natürlichen Gegensätze zustandebrachten. Jetzt verursachen auf weiten Strecken nur noch die Feuchtigkeitsunterschiede zwischen den künstlichen Rücken und Mulden der Rieselwiesen einen gleichmäßig wiederholten Wechsel zwischen *Arrhenatheretum* und *Achilleo ptarmicae-Brometum racemosi*.

Anhang: Grünlandarme Gebiete der Niederterrasse (Karte 2, Signatur 25)

Große Abschnitte der Niederterrasse sind so trocken, daß Grünlandnutzung nicht mit befriedigendem Erfolg betrieben werden kann. Intensivwiesen fehlen; gelegentlich tragen Raine oder Ödland kleine Magerrasen. Eine umfassende vegetationskundliche Bearbeitung müßte sich auf die Äcker oder Wälder stützen und es läge nahe, diese Flächen bei der Besprechung einer Grünlandkarte nur mit dem Hinweis zu streifen, ihre Trockenheit ließe keine Wiesen gedeihen.

Doch hat sich hier und da auf alten Brachäckern spontane Berasung eingestellt, die zwar wirtschaftlich nicht ins Gewicht fällt, jedoch prinzipielle Aussagen ermöglicht. Das deutlichste Beispiel bietet der Niederterrassenwall, der die Kinzig-Murgrinne nördlich Rastatt gegen die Rheinaue abschließt. In den gewässerlosen Gebieten „Bannwald“ und „Hardtwald“ (vgl. Abb. 13 und 14

sowie Signatur 13 in der auf S. 64 ff näher behandelten Karte 3) bestimmen *Pinus silvestris* und *Sarothamnus scoparius* das Landschaftsbild auf großen Flächen. Die Kiefer steht in hohen Stämmen als beherrschendes Gehölz über dem Laubwald-Unterwuchs des *Stellario-Carpinetum* (E. OBERDORFER 1957, S. 419—420). Der Besenginster säumt Waldränder und breitet sich in älteren Lichtungen aus. Das Auftreten der psammophilen Vegetation, die der südlichen Rheinebene fremd ist, fällt mit dem Überhandnehmen des Sandbodens zusammen, der auf der Höhe von Baden-Baden den Lehm der südlichen Niederterrasse ablöst. Die Sandablagerung ihrerseits hat ihren Ursprung in der Buntsandsteindecke des Nordschwarzwaldes, die bei Baden-Baden den Westrand des Gebirges erreicht (vgl. W. DEECKE 1918, S. 545).

Außerhalb des Waldes dient der tiefgründig durchlässige Sandboden ausschließlich dem Ackerbau. Eine charakteristische Nutzpflanze ist der Spargel (*Asparagus officinalis*). Als Ausnahmeerscheinung kommen auf ungenutzten, abgelegenen Allmendäckern (Lage vgl. Abb. 14) Magerrasen vor, die einige Hektar in gleichmäßiger Ausbildung bedecken. Sie repräsentieren eine Vegetation, die vom Menschen im allgemeinen nicht geduldet wird, die sich aber ausbreiten würde, wenn auf der trocken-sandigen Niederterrasse extensive Weidewirtschaft um sich griffe. Hauptbestandbildner sind *Sarothamnus scoparius* und *Agrostis tenuis*. Auf entblößtem Sand, der in Flächen der Größenordnung eines Quadratmeters an vielen Stellen zutage liegt, stehen *Trifolium arvense*, *Jasione montana*, *Ornithopus perpusillus*, *Spergula arvensis*, *Filago arvensis* und andere Bewohner der offenen Sandfluren. Allgemein verbreitet und in großer Individuenzahl kommen zugleich Angehörige des *Arrhenatheretum*, insbesondere *Arrhenatherum elatius*, *Dactylis glomerata*, *Poa pratensis*, *Festuca rubra*, *Daucus carota* und *Campanula patula* vor. Der artenreich gemischte Bestand ist als Brachacker-Besiedlungsstadium zu betrachten, das sich der Besenginsterheide genähert hat, noch immer Zeugen seiner Herkunft aus einer sandbewohnenden Unkrautgesellschaft beherbergt und zugleich zum Übergang in die *Festuca rubra*-Variante des *Arrhenatheretum typicum* neigt. Letztere würde sich einstellen, wenn Mähnutzung getrieben würde, die allerdings auf diesem Standort unwirtschaftlich ist. Zu den Rasengesellschaften der südlichen Rheinebene deutet im nördlichen Sandgebiet das Fehlen der *Bromion*-Arten und das Vorkommen psammophiler Pflanzen (s. o. *Trifolium arvense* ff.) einen bezeichnenden Gegensatz an.

Im Südabschnitt der trockenen Niederterrasse bis in das nördliche Kaiserstuhlvorland (Karte 3, Signatur 12) gedeiht in den spärlichen, kilometerweit auseinanderliegenden Grünlandflächen *Arrhenatheretum brometosum* als Indikator eines an der Oberfläche oder wenigstens im nahen Untergrund kalkhaltigen, trockenen Standortes. Ob der vielfache Wechsel der Deckschichtmächtigkeit oder die oberflächliche Entkalkung des relativ alten, im Untergrund durchlässigen Bodens an der Grünlandvegetation zum Ausdruck kommt, ist nicht bekannt. Selbst wenn es der Fall wäre, würde die Seltenheit der Wiesen eine allgemeine Anwendung ihres Indikatorwertes verhindern.

IV. SCHLUSSFOLGERUNGEN

Die landschaftsökologische Deutung der Grünlandkarte soll sich an die skizzenhafte Beschreibung DEECKE's halten, die im riesigen Kiesfeld, in den jungen Schwemmfächern der Schwarzwaldflüsse und im Decklehm die wesentlichen Bauelemente der Rheinebene erkennt (Zitat S. 13). Diese nur das allgemeinste andeutende Charakterisierung erhält durch die Aussagen der Grünlandkarte und die Kenntnis ökologischer Zusammenhänge speziellen Inhalt, der auch über besondere örtliche Zustände Auskunft gibt. Zur Begründung eines differenzierten Urteils über den Wasserhaushalt empfehlen sich vor allem die Zusammenhänge zwischen der Standortsproduktivität und der Wasserherkunft. Speicherkräftiger Decklehm, der Niederschlagswasser festhält, und oberirdischer Zufluß machen die Befuchtung des Wurzelraumes unabhängig vom Grundwasserstand, also auch unabhängig von Änderungen des Rheinspiegels. Sand oder Schotter ohne Lehmauflage liefern erst dann befriedigende Erträge, wenn sie bis in den Wurzelbereich vom Grundwasser befeuchtet werden. Trifft dies zu, so hängt die Wuchskraft stark von der Stützung des Grundwassers durch den Rhein ab, weil unbedeckter Kies überwiegend in der Nähe des Stroms zutage tritt. Eine Zusammenstellung der Ergebnisse bietet Karte 3.

Wenn die ökologische Auswertung allein auf die Ergebnisse der Grünlandkartierung gestützt wird, läßt sich nur ein Urteil über den Wasserhaushalt grünlandreicher Gebiete ableiten (Karte 3, Signatur 1—11). Geländebeobachtungen, bodenkundliche Mitteilungen der geologischen Spezialkarten sowie Einsichtnahme in unveröffentlichte Karten der geologischen Landesaufnahme, der Reichsbodenschätzung und der forstlichen Standortkartierung, ermöglichen es jedoch, große Bereiche der trockenen, grünlandarmen Niederterrasse ebenfalls zu charakterisieren (Karte 3, Signatur 12—14). Diese Aussagen liegen außerhalb des behandelten Themas und werden hier nicht in Einzelheiten begründet, erscheinen aber unter Hinweis auf ihren vorläufigen und supplementären Charakter mitteilenswert. Wie sie zustandekommen, erläutert W. KRAUSE (1961) an einem Abschnitt der südlichen Rheinebene. Offen bleiben in Karte 3 die Berg- und Hügellgebiete des Kaiserstuhls und des Tunibergs.

Standorte auf speicherkräftigem Decklehm ohne oberirdischen Wasserzulauf

Auf Schwemmlöß oder anderen lehmigen Ablagerungen zeigt das Gedeihen des *Arrhenatheretum* an Stellen, an denen weder Grundwasser noch oberirdischer Zulauf zur Befuchtung beitragen, daß im speicherkräftigen Boden die Wasserversorgung der Wiesen durch die Niederschläge gewährleistet wird. Diese Standorte sind in Karte 3 durch Signatur 2 bezeichnet. Auch die Aulehmflächen der nördlichen Rheinaue wurden hier angeschlossen, weil sie vom Grundwasser nicht durchgehend berührt und von den Überschwemmungen nicht mehr erreicht werden (Karte 3, Signatur 3).

Welche Mächtigkeit des Decklehms in den verschiedenen Abschnitten der Rheinebene ausreichende Befeuchtung sicherstellt, ist im einzelnen erst unvollständig bekannt. Für den Süden der Ebene, wo das Wasser besonders leicht in den Untergrund versickert, läßt sich aus der geologischen Spezialkarte, den Befunden der Reichsbodenschätzung und der Vegetationskartierung ableiten, daß ertragreiches Grünland ohne Grundwasserberührung oder Berieselung gedeiht, wenn die Deckschicht 80—100 cm Mächtigkeit erreicht (vgl. auch Abb. 15). Im Norden, wo feinsandig-schluffiger, kalkarmer, zur Verdichtung neigender Boden vorherrscht, ist mit höherem Speichervermögen zu rechnen.

Das enge Gewässernetz im Nordabschnitt des kartierten Gebiets macht wahrscheinlich, daß ein Teil der in Karte 3 unter Signatur 2 angegebenen Decklehmstandorte im Hochwasserbereich der Bäche liegen, also unter Signatur 4 fallen. Diese Ungenauigkeit der Karte, die im stark gegliederten Gelände nur mit großem Arbeitsaufwand zu beseitigen gewesen wäre, stört im behandelten Zusammenhang weniger, weil für alle Wiesenstandorte auf Decklehm, ob sie überschwemmt werden oder nicht, keine entscheidende Austrocknungsgefahr besteht.

In der nördlichen Rheinaue (Karte 3, Signatur 3), wo die unruhigen Geländeformen einer jungen Flußaue herrschen und die Mächtigkeit der Deckschicht auf kleiner Fläche wechselt, sind weniger ausgeglichene Standorte zu erwarten als am Gebirgsfuß. Außerdem tritt in den Senken mindestens zeitweise das Grundwasser in den Wurzelraum. Eine Rheinspiegelsenkung dürfte demnach nicht ohne Wirkung bleiben, jedoch keine radikale Austrocknung hervorrufen. Zusammenfassend wird gefolgert, daß die in Karte 3, Sign. 2 u. 3 zusammengefaßten Flächen sich gegenüber zukünftigen Absenkungen des allgemeinen Grundwasserspiegels als unempfindlich oder wenig empfindlich erweisen werden, weil ihre Befeuchtung durch das Speichervermögen des Decklehms gewährleistet ist.

Standorte mit Wasserzulauf, meist über speicherkräftigem Decklehm

In den Auen der Nebenflüsse tritt zum Speichervermögen des Decklehms noch oberirdischer Wasserzulauf und Grundwassereinfluß hinzu (Karte 3, Signatur 4 und 5). Im einzelnen hat die lebhafteste Dynamik dieser Gewässer große Mannigfaltigkeit der Standorte hervorgebracht. Die lehmige Auflagerung gewinnt mit wachsender Entfernung vom Gebirge an Stärke und Schluffgehalt. Sie verliert aber wieder an Speicherkraft, besonders deutlich erkennbar am Neumagen und an der Elz, wenn der Fluß in die Nähe der Rheinaue gelangt. An der Wurzel einzelner Schwemmfächer lagert nahezu unbedeckter, tiefgründiger Kies; hier kann die Bodentrockenheit vom durchfließenden Wasser nicht entscheidend gemildert werden.

Die Flüsse, die in Winkeln von 45° und mehr vom Schwarzwald ablaufen und schnellbewegtes Wasser führen, befeuchten ihre Auen schwächer als diejenigen, die in eine Richtung nahezu parallel zum Gebirge abgelenkt sind und langsam fließen. Die erstgenannten, zu denen Neumagen, Kinzig und Murg, abschnittsweise auch Dreisam und Elz gehören, haben ihr Bett merklich eingeschnitten und durchlaufen konvex gewölbtes Gelände, von dem das Ober-

flächenwasser schnell abfließt (Karte 3, Signatur 4). Zugleich ist der Boden im Untergrund vielerorts durchlässig. Die übrigen Gewässer, insbesondere die Schutter, Rench, die anderen Maiwaldbäche und streckenweise die untere Elz, verursachten bis zur Korrektur stagnierende Überflutungen (Karte 3, Signatur 5), deren lange Dauer durch die geringe Fassungskraft der wenig eingeschnittenen Betten, die mehr oder weniger konkaven Geländeformen und den schwer durchlässigen Boden bewirkt wurde. Hochwasser ist neuerdings weitgehend ausgeschaltet, doch werden sich die Unterschiede der Bodenart, die von der ungleichen Durchlaufgeschwindigkeit früherer Hochwässer bestimmt sind, auch weiterhin auswirken. Das gleiche gilt für den Gegensatz zwischen konvexen und konkaven Geländeformen.

In den Flußauen steht zwar Oberflächenwasser zur Verfügung, doch bereitet seine zweckmäßige Verteilung an die Stellen des landwirtschaftlichen Bedarfs Schwierigkeiten, wenn gleichzeitig Vernässungsschäden vermieden oder beseitigt werden sollen. Flußkorrektur und künstliche Berieselung haben den kleinräumigen Gegensatz zwischen Wasserüberschuß und Wassermangel vermindert. Da aber die Grünlandberieselung im Rückgang begriffen ist und breitflächige Überflutung durch Dämme und Rückhaltebecken ausgeschaltet wurde, verliert das oberirdisch zufließende Wasser neuerdings an ökologischer Bedeutung. Weniger ausgeprägt ist dieser Rückgang bei der Befuchtung durch das Grundwasser, dessen Spiegel durch die Flußkorrekturen nicht oder schwach abgesenkt wurde. Insofern unterscheiden sich die Standortsänderungen in den Auen der Nebenflüsse wesentlich von denen, die sich im Gefolge der Stromkorrektur in der Rheinaue eingestellt haben.

Da sogar auf dem trockenen Schwemmfächer des Neumagen südlich der Freiburger Bucht ertragreiche Wiesen gedeihen, obwohl das Grundwasser tief liegt, der Untergrund durchlässig ist und die künstliche Berieselung aufgegeben wurde, darf gefolgert werden, daß in den Flußauen das im Decklehm gespeicherte Niederschlagswasser die ausreichende Befuchtung des Grünlands gewährleistet. Ausnahmen bilden die schwachbedeckten Kiesflächen an der Wurzel einiger Schwemmfächer sowie die Aue der Murg oberhalb Rastatt (Karte 3, Signatur 1). Auch am Unterlauf des Neumagen und der Elz in der Nähe der Rheinaue, wo die Stärke der Deckschicht abnimmt, das Hochgestade drainierend wirkt und die Vegetation schon jetzt Wassermangel andeutet, erscheint eine Schädigung nicht ausgeschlossen, wenn die bisher ausgeübte Berieselung aufgegeben wird.

Doch empfiehlt sich, hier zu prüfen, ob Rieselwasser nicht durch verstärkte Düngung ersetzt werden kann. Dies wird soweit gelingen, wie das Rieseln keinen Wassermangel im unmittelbar physiologischen Sinn zu beheben hat, sondern mittelbare Wirkungen ausübt, z. B. die Wiesen durch Sinkstoffe düngt. Da am Unterlauf der Zuflüsse die Aulehmdecke zwar an Mächtigkeit verliert, jedoch nicht verschwindet, besteht die Wahrscheinlichkeit, daß auch ohne Berieselung dasjenige Minimum der Wasserversorgung gewährleistet bleibt, das noch einen Düngungserfolg zuläßt.

Insgesamt ist zu erwarten, daß die in Karte 3, Signatur 4 und 5 zusammengefaßten Auenstandorte durch zukünftige Absenkungen des allgemeinen Grundwasserspiegels oder durch das Ausbleiben breitfließenden Oberflächenwassers keine oder keine entscheidende Austrocknung erfahren werden, weil

die Speicherwirkung des Decklehms erhalten bleibt. Daß an Stellen, die bisher stark vernäßt waren, eine merkliche Abnahme der Durchfeuchtung eintreten wird und daß der für Flußauen typische kleinflächige Wechsel der Bodenqualität nach Rückgang der allgemeinen Befeuchtung stärker in Erscheinung treten wird als vorher, erscheint allerdings sicher. Doch sind diese überwiegend lokalen Folgen für die großräumige Planung weniger schwerwiegend als die zu erwartende Stabilität der Befeuchtung im ganzen. — In den heute schon tiefgründig ausgetrockneten Kiesflächen an der Wurzel mancher Schwemmfächer wird eine Grundwassersenkung ohne Einfluß auf die Wasserversorgung der Pflanzen bleiben.

Standorte mit Wasseraustritt am Fuße des Hügellandes, des Hochgestades und am Saum der Schwemmfächer

Die Feuchtwiesen mit *Cirsium oleraceum* (Karte 3, Signatur 6 und 11), die über die ganze Länge des kartierten Gebiets vorkommen, sind an Flächen gebunden, auf denen Wasser am Fuße der Vorberge oder des Hochgestades oder am Saum der Schwemmfächer breitflächig zutage tritt oder von kleinen Bächen aus den mesozoischen Vorbergen herangeführt wird. Ihr Boden besteht häufig aus Torf oder Anmoor. Da das Wasser, das den Standortscharakter bestimmt, überwiegend aus der Richtung des Gebirges zufließt, ist die Befeuchtung, wenn die Standorte in größerer Entfernung vom Strom liegen (Karte 3, Signatur 6), unabhängig von Änderungen des Rheinspiegels. Dies gilt nicht für die Flächen am Fuß des Hochgestades oder auf der rheinnahen Niederterrasse (Karte 3, Signatur 11), deren Quellvernässung, wie sich in der Rheinaue südlich Breisach und im Wasenweiler Ried gezeigt hat, mit sinkendem Rheinspiegel zurückgeht. Ob die Austrocknung den landwirtschaftlichen Ertrag schwerwiegend herabmindern wird, hängt vom Speichervermögen des Bodens ab, das in den Teilgebieten der Rheinebene ungleich groß, insbesondere im Süden niedriger ist als im Norden. In den ausgetrockneten Teilen des Wasenweiler Rieds hat sich ertragsschwaches *Arrhenatheretum brometosum* eingestellt, während in der Rastatter Rheinaue auf entwässerten Kohldistelwiesen noch immer *Arrhenatheretum typicum* steht. Stark ausgetrocknete *Cirsium oleraceum*-Wiesen bieten wegen ihres torfigen Bodens der landwirtschaftlichen Nutzung die Schwierigkeiten, die allgemein auf übermäßig entwässertem Flachmoor auftreten.

Vom Grundwasser abhängige Standorte mit geringem oder mäßigem Speichervermögen und ohne oberirdischen Zulauf

In der südlichen Rheinaue ist die ökologisch wirksame Decklehmschicht lückenhaft ausgebildet und fehlt auf großen Strecken. Nach der Stromkorrektur verschlechterte sich zudem die Wasserbilanz durch das Ausbleiben der Rheinüberschwemmungen. Die oberirdische Wasserzufuhr aus dem Schwarzwald ist südlich der Elzmündung sehr gering und kann das Befeuchtungsdefizit nicht ausgleichen. Die Produktivität der Standorte hängt überwiegend von der Tiefenlage des Grundwasserspiegels ab. Im Süden der Aue (Karte 3, Signatur 8) ist das Grundwasser tief unter den Wurzelraum der Pflanzen abgesunken

und kann höchstens durch aufwendige technische Maßnahmen wie den Bau von Landeskulturwehren gehoben oder durch Hochpumpen zur künstlichen Beregnung ersetzt werden.

In der Nähe von Breisach bewirkt der Neigungsunterschied zwischen der relativ stark nach Norden abfallenden Geländeoberfläche und dem Grundwasserspiegel, daß dieser in den Bodensenken bis zum Wurzelraum gelangt (Karte 3, Signatur 9 und 10). Zwischen den feuchten Mulden verbleiben ausgedehnte trockene Flächen, die sich oberflächlich nicht von denen des südlichen Trocken- gebiets unterscheiden. Trotzdem besteht ein prinzipieller Gegensatz. Südlich Breisach hält sich das Grundwasser tief unter dem Wurzelraum der Trocken- standorte, nördlich Breisach steht es weniger tief. Ein kleines Gebiet mit grund- wassernahen, an der Oberfläche großenteils trockenen Standorten liegt auch am Süde der Ebene (Karte 3, Signatur 9). Im einzelnen weichen die Flächenver- hältnisse zwischen trockenen und feuchten Standorten in den verschiedenen Teilen der Aue voneinander ab. Westlich des Kaiserstuhls, mit Ausnahme der Niederung am Gebirgsfuß, herrschen Trockenstandorte vor (Karte 3, Signatur 9). Nördlich des Kaiserstuhls gewinnen Feucht- und Naßwiesen an Ausdeh- nung (Karte 3, Signatur 10). Hier tritt an vielen Stellen Grundwasser zutage und fließt in ansehnlichen Gewässern ab.

Signatur 10 bezeichnet ein Gebiet ertragreicher Ackerkultur; insbesondere wird viel Tabak angebaut. Durch die Felder ziehen 1,5—2 m tiefe, meist trok- kenliegende *Caricetum elatae*-Rinnen, auf deren Sohle bei hohen Rheinstän- den Grundwasser stagniert. Der tiefe, bis zum Rand gefüllte Ottenheimer Mühlbach führt in vielen Windungen Schwarzwaldwasser durch dieses Ge- lände. Das Kartenbild läßt auf Befeuchtung durch Grundwasser schließen, das teils durch den Rhein, teils durch den Mühlbach gestützt wird. Außerdem er- weist sich an der Grünlandvegetation, dem geringen Geröllanteil im Boden frisch gepflügter Äcker und an Bodengrabungen, daß die Deckschicht hier mächtiger und speicherkräftiger ist als im Süden der Aue. Stellenweise tritt zwar der Kies nahe unter die Oberfläche, doch ändert dies wenig am Gesamt- bild. — Stark vom Grundwasser abhängig sind die Flachmoore im Wasen- weiler Ried und westlich Lahr (Karte 3, Signatur 11).

Im Bereich der hohen Grundwasserstände innerhalb der unbedeckten oder schwach bedeckten Rheinaue (Karte 3, Signatur 9—11) müssen sich Grund- wassersenkungen merklich auf die Produktivität der Pflanzendecke auswirken. Sie wären als Folge des Kanalbaues, wenn keine Gegenmaßnahmen getroffen würden, mit Sicherheit zu erwarten, denn diese Gebiete grenzen unmittelbar an das Rheinbett, dessen Spiegel im Bereich einer jeden Kanalschlinge künftig auf 20 km Länge stark absinken wird. Um die Folgen auszugleichen, sind die Planungen der zuständigen Behörden auf das Ziel gerichtet, das in der rechts- rheinischen Aue verbleibende Oberflächenwasser rationell zu bewirtschaften und in möglichst großem Umfange für die Standortsbefeuchtung nutzbar zu machen. Vorgesehen ist der Bau von Staueinrichtungen im Restrhein und in den Altrwassern, die zweckmäßig gelenkte Verteilung des Restwassers in den Altrheinen und bei Niedrigwasser die Abschließung von Rheinzuffüssen kurz vor ihrer Mündung. Außerdem ist beabsichtigt, aus anderen Teilen der Ebene Wasser in die Rheinaue zu leiten. Längs der ersten in Betrieb genommenen

Kanalschlinge zwischen Breisach und Sasbach sind diese Arbeiten größtenteils schon durchgeführt.

Der alte Zustand der Befeuchtung wird trotzdem nicht leicht ohne Änderung aufrechterhalten werden können, weil auch irreversible Umstellungen zu erwarten sind. Verschwinden wird die Bodenbefeuchtung während der trockenen Jahreszeit, die der Rhein bis jetzt durch seine Sommeranschwellungen hervorruft. Wenn der Kanal in Betrieb genommen ist, füllt sich das alte Bett in seinen abgesenkten Abschnitten auch bei starker Wasserführung nicht mehr so hoch wie bisher. — Weiterhin wird voraussichtlich im nördlichen Kaiserstuhlvorland ein Teil des ungewöhnlich reinen, schnellfließenden und sommerkalten Wassers verschwinden, das dort zutage tritt und eine Besonderheit dieser Landschaft bildet. Zuleitung von weniger reinem Fremdwasser und Herabsetzung der Fließgeschwindigkeit durch Anstau, daraus folgend Erhöhung der Wassertemperatur im Sommer und Zunahme der Produktion organischer Substanz werden mindestens aus einigen der stenothermen klaren Gießen verschmutzte eurytherme Gewässer machen. — Schließlich verwandelt der geplante Einbau von Stauschwellen in den abgesenkten Rhein und die Altwässer das kontinuierliche Gefälle in ein stufenförmiges, das den alten Gleichgewichtszustand der Grundwasserstützung nicht uneingeschränkt wieder herstellt.

Weiteres Eingehen auf die technisch komplizierten, wirtschaftspolitisch belasteten Probleme, die durch den Ausgleich der wasserökologischen Folgen des Kanalbaues gestellt werden, überschreitet den Rahmen dieser Abhandlung. Sie sollten wenigstens angedeutet werden, um eine Vorstellung des Umfangs und der Vielfalt der gestellten Aufgaben zu vermitteln. Zum Abschluß der landschaftsökologischen Folgerungen aus der Grünlandkarte der Rheinebene sei aber nochmals zusammengefaßt, daß die stärksten Störungen des Wasserhaushaltes in den Teilen der Rheinaue drohen, in denen das Grundwasser noch nahe an die Oberfläche tritt und in denen zugleich dem Decklehm ausreichende Speicherkraft fehlt. Hier bestehen zugleich Möglichkeiten der Standortspflege durch sorgfältige Bewirtschaftung des verbleibenden Oberflächenwassers, durch Heranführung von Fremdwasser und damit indirekt auch durch Stützung des Grundwassers. Gegenüber älteren Eingriffen in den Wasserhaushalt hat sich die Ausgangssituation der Gegenmaßnahmen entscheidend verändert, weil Überlegungen zur Abhilfe schon lange vor Beginn der Störungen eingesetzt haben.

Rückblick auf die Arbeitsweise

Die methodischen Vorzüge des Verfahrens, längs der Grenzen von Pflanzengesellschaften nach verborgenen Standortsgrenzen zu suchen, haben eine Richtung der Vegetationskunde gefördert, die sich mit Nachdruck der ökologischen Analyse von Einzelstandorten widmet. Neuere Beispiele geben U. ESKUCHE (1962), der in einer 45 km langen Flußauwe 28 kleine soziologisch repräsentative Pflanzenbestände mit vielseitigen, kritisch angewandten Methoden auf ihren Wasserhaushalt untersuchte sowie G. HÜGIN (1962), der aus der Badischen Rheinebene eine Fülle subtiler ökologischer Beobachtungen in Verbindung mit pflanzensoziologischen Studien mitteilte. Beide Verfasser erkennen zugleich die Notwendigkeit, ihre an Einzelpunkten gewonnenen Ergebnisse auf die Gesamt-

fläche zu übertragen oder von der Erfassung der Einzelteile zur Zusammenschau zu gelangen.

Dieses Ziel läßt sich nicht ohne Auseinandersetzung mit einer besonderen Schwierigkeit erreichen; der Bearbeiter muß die stark differenzierte Feinstruktur seines Gegenstandes in ausgewogenem Verhältnis zu ihrer großen räumlichen Ausdehnung würdigen. ESKUCHE (1962, S. 61) gibt, ohne auf Einzelheiten einzugehen, einen gangbaren Weg an. Er erklärt die Ergebnisse seiner Wasserhaushaltsmessungen für übertragbar auf alle Flächen des untersuchten Gebiets, die in Vegetation und Boden den Probestellen entsprechen. Die flächenhafte Auswertung der Ergebnisse wird durch die Benutzung der Vegetationskarte in Verbindung mit der Bodenkarte ermöglicht.

Die Folgerichtigkeit des Verfahrens ist unanfechtbar. Doch bleibt fraglich, ob eine von engbegrenzten Bezugsgrößen ausgehende Bearbeitung alle Wesenszüge eines weiträumigen Gegenstandes erfassen kann. Die aus Einzelmessungen gewonnene Kenntnis der Befeuchtungszustände einer bestimmten langgestreckten Fläche mag noch so genau sein, sie erfährt trotzdem eine Bereicherung, wenn die Fläche zugleich als verlassenes Flußbett erkannt wird, dessen begrabene Rinne einen Grundwasserstrom als Relikt des toten Oberflächengewässers führt. Unscheinbare Fragmente feuchter Grünlandrinnen in einer Ackerlandschaft erscheinen in sinnvollerem Zusammenhang, sobald sie als Reste eines verlagerten Flußsystems betrachtet werden. Lokale Versumpfung in einer sonst relativ trockenen Aue läßt sich erst befriedigend deuten, wenn das Hindernis, sei es eine natürliche Alluvion oder ein Mühlenwehr bekannt ist, vor dem sie sich ausbilden mußte. Die Feststellung, daß ein Standort eine bestimmte Lage auf einem Schwemmfächer einnimmt, rückt den Einzelpunkt in ein beziehungsreiches ökologisches Ursachengefüge.

Weitläufige Geländeformen mit geringer Reliefenergie, die sich in der Natur dem Überblick entziehen, jedoch großen Einfluß auf die Wasserbewegung ausüben, treten in der Vegetationskarte, die neben der allgemeinen Synopsis kartographischer Darstellung noch die ökologische Ausdruckskraft der Pflanzendecke wirksam werden läßt, oft überaus deutlich hervor. Das Ergebnis standortkundlicher Folgearbeiten, die in der Rheinebene auf die geomorphologischen Aussagen der Vegetationskarte gegründet wurden, läßt von diesem Vorgehen auch eine wirkungsvolle Förderung der auf Einzelheiten gerichteten Arbeit erwarten. Untersuchungen, die einen Schwemmfächer, ein altes Flußbett, eine vom Relief verursachte Versumpfung oder eine Lehmauflagerung zum Gegenstand wählen, gewinnen eigenständige Zielstrebigkeit.

Betrachtungen anzustellen, ob das vom Kleinen zum Ausgedehnten strebende Vorgehen aussichtsreicher ist oder ob dem entgegengesetzten Weg der Vorzug gebührt, erscheint unangemessen. Notwendig ist allein die Besinnung, daß Gegenstände vom Umfang und der Kompliziertheit großer Flußtäler sich erst dann dem Verständnis voll erschließen, wenn die Annäherung auf allen gangbaren Wegen versucht wird. Das in dieser Arbeit behandelte Vorgehen ist nicht neu — der Verfasser verdankt seinem Lehrer der Pflanzensoziologie R. TÜXEN entscheidende Anregungen —, es ist jedoch bisher weniger nachdrücklich dargestellt worden als die analysierende und systematisierende Tätigkeit der Vegetationskunde.

LITERATUR

- BABO v.:** Die Großwasserkräfte des Großherzogtums Baden (= Beiträge zur Hydrographie des Großherzogtums Baden 14). Karlsruhe 1908.
- BANGERT, V.:** Über Rheinarme und Grundwasserverhältnisse südlich des Kaiserstuhls. Berichte der Naturforschenden Gesellschaft Freiburg i. Br. 48, S. 159—166. Freiburg i. Br. 1958.
- BERGDOLT, W.:** Badische Allmenden. Heidelberg 1926.
- BLEINES, W.:** Besonderheiten des Grundwasserabflusses in der Oberrheinebene. Besondere Mitteilungen zum Deutschen Gewässerkundlichen Jahrbuch. Herausgegeben von der Bundesanstalt für Gewässerkunde in Koblenz und der Landesstelle für Gewässerkunde in Karlsruhe 12, S. 1—16. Koblenz 1955.
- BÖHRER, K.:** Wirtschaftliche Betrachtung der Meliorationen unter besonderer Berücksichtigung der badischen Verhältnisse. Dissertation Karlsruhe 1931.
- BOUCHET, M.:** Les écluses du troisième bief: Fessenheim. La Houille Blanche 1959, Nr. 2 (Sonderheft „Le Rhin“), S. 221—228. Grenoble 1959.
- BRIQUET, A.:** La terrasse à berge haute du Rhin moyen (= Bulletin du Service de la Carte Géologique d'Alsace et de Lorraine 1), S. 263—268. Strasbourg 1928.
- BUCHWALD, K.:** Wasserhaushaltsstufen und -zonen des Wassermangelgebiets unteres Illertal. Angewandte Pflanzensoziologie 8, S. 37—55. Stolzenau/Weser 1954.
- BUNDESMINISTERIUM für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten:** Grünlandkartierung im Rahmen des ERP-Grünlandförderungsprogramms 1951/53. Landwirtschaft — Angewandte Wissenschaft Nr. 21. Hiltrup 1954.
- BURGHARDT, J. A.:** La catastrophe sournoise de la baisse continue de la nappe phréatique dans le Haut-Rhin et ses remèdes. In: L'abaissement progressif de la nappe phréatique de la plaine du Rhin. Un cri d'alarme de la Chambre d'Agriculture du Haut-Rhin, S. 5—33. Colmar 1955.
- CALLET, M.:** Contribution à l'histoire de la correction du Rhin sur le secteur Franco-Badois. La Navigation du Rhin 10, S. 18—20. Strasbourg 1932.
- CAROLI, W.:** Entwurf für einen Bewässerungs- und Gewerbekanal in der Rheinebene von der Badisch-Schweizerischen Grenze unterhalb Basel bis zum Kaiserstuhl (= Beiträge zur Hydrographie des Großherzogtums Baden 9). Karlsruhe 1898.
- COUMES:** Fleuves et rivières. In: Description du département du Bas-Rhin publiée avec le concours du conseil général sous les auspices de M. Mignéret, Préfet 2, S. 230 bis 336. Strasbourg 1864.
- DAUB:** Beobachtungen über das Flutwasser am 1. und 2. August 1850 im Münstertal bei Staufen. Beiträge zur Rheinischen Naturgeschichte 2, S. 118—132. Freiburg i. Br. 1851.
- DAUBRÉE, M. A.:** Géologie. In: Description du département du Bas-Rhin publiée avec le concours du conseil général sous les auspices de M. Mignéret, Préfet 1, S. 568 bis 694. Strasbourg 1858.
- DEECKE, W.:** Geologie von Baden. Bd. 3. Berlin 1918.
- DEECKE, W.:** Der Zusammenhang von Flußlauf und Tektonik, dargestellt an den Flüssen SW-Deutschlands. Fortschritte der Geologie und Palaeontologie 16. Berlin 1926.
- DEFONTAINE, M.:** Des travaux du Rhin. Annales des ponts et chaussées. 1833, S. 1—200. Paris 1833.
- DRACH:** Entwurf der Renchkorrektion abwärts Erlach und der Maiwaldkultur (= Beiträge zur Hydrographie des Großherzogtums Baden 15). Karlsruhe 1913.
- ELLENBERG, H.:** Auswirkungen der Grundwassersenkung auf die Wiesengesellschaften am Seitenkanal westlich Braunschweig. Angewandte Pflanzensoziologie 6. Stolzenau/Weser 1952 (= ELLENBERG 1952 a).
- ELLENBERG, H.:** Wiesen und Weiden und ihre standörtliche Bewertung. Landwirtschaftliche Pflanzensoziologie 2. Ludwigsburg 1952 (= ELLENBERG 1952 b).
- ELLERING, B.:** Die Allmendweiden im Großherzogtum Baden (= Volkswirtschaftliche Abhandlungen der Badischen Hochschulen 5). Tübingen und Leipzig 1902.

- ENDRISS, G.: Die künstliche Bewässerung des Schwarzwaldes und der angrenzenden Gebiete. Berichte der Naturforschenden Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau 42, S. 77 bis 113. Freiburg i. Br. 1952.
- ESKUCHE, U.: Vergleichende Standortuntersuchungen an Wiesen im Donauried bei Herberlingen. Veröffentlichungen der Landesstelle für Naturschutz und Landschaftspflege Baden-Württemberg 23, S. 33—135. Ludwigsburg und Tübingen 1955.
- ESKUCHE, U.: Herkunft, Bewegung und Verbleib des Wassers in den Böden verschiedener Pflanzengesellschaften des Erfttales. Veröffentlichung des Ministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten des Landes Nordrhein-Westfalen. Düsseldorf 1962.
- FAHLBUSCH, K.: Bauwerksschäden in Heppenheim (Bergstraße) und ihre Ursache. Notizblatt der Hessischen Landesanstalt für Bodenforschung 90, S. 393—411. Wiesbaden 1962.
- FAULER, W.: Geologische Spezialkarte von Baden 1 : 25 000. Blätter Freistett, Bühl, Scherzheim, Sinzheim. Unvollständige Manuskriptblätter der Geologischen Landesanstalt Baden-Württemberg. Freiburg i. Br. 1948.
- FESSLER, A.: Mark- und Waldgenossenschaften der Ortenau. Badische Heimat 22, S. 95 bis 102. Freiburg i. Br. 1935.
- FRIEDERICH, C.: Die Flächeninhalte der Flußgebiete des Großherzogtums Baden. Mit einer Hydrographischen Übersichtskarte (= Beiträge zur Hydrographie des Großherzogtums Baden 4). Karlsruhe 1885/1886.
- FRORIEP, H.: Rechtsprobleme der Oberrheinkorrektion im Großherzogtum Baden. Dissertation Mainz 1953.
- GARSCHA, F.: Aus der Frühgeschichte der Ortenau. Badische Heimat 22, S. 53—62. Freiburg i. Br. 1935.
- GENDRIN, P., MILLOT, G. et SIMLER, L.: Etude de la nappe phréatique de la plaine du Haut-Rhin (= Mémoires du Service de la Carte Géologique d'Alsace et de Lorraine 15). Strasbourg 1957.
- GENERAL-QUARTIERMEISTER-STAB, Großherzoglich Badischer: Topographischer Atlas über das Großherzogtum Baden 1 : 50 000. Karlsruhe 1838—1849.
- GOTHEIN, E.: Naturbedingungen der kulturgeschichtlichen Entwicklung in der Rheinebene und im Schwarzwald. In: Verhandlungen des 7. Deutschen Geographentags Karlsruhe 1887, S. 53—73. Berlin 1887.
- GRAEFF, F.: Zur Geologie des Kaiserstuhls. Mitteilungen der Badischen Geologischen Landesanstalt 2, S. 405—496. Heidelberg 1893.
- GRENZVERTRAG zwischen Frankreich und Baden vom April 1840. Großherzoglich-Badisches Staats- und Regierungs-Blatt 38, S. 129—138. Karlsruhe 1840.
- GUENTHER, E.: Stau und Schwankungen des Grundwassers in der Freiburger Bucht und ihre Abhängigkeit vom geologischen Unterbau. Decheniana 98 A, S. 13—30. Bonn 1938.
- GUENTHER, E.: Die jüngeren tektonischen Bewegungen im südwestlichen Deutschland (Südliches Oberrheintal). Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie. Abt. B Geologie und Paläontologie 85, Beilageband, Abt. B, S. 191—286. Stuttgart 1941.
- GUTMANN, K.: Prähistorische Funde. In: GÄRTNER: Heimatatlas der Südwestmark Baden, S. 29—31. Karlsruhe 1934.
- HASEMANN, W.: Geologische Spezialkarte von Baden 1 : 25 000, herausgegeben von der Badischen Geologischen Landesanstalt, Blatt 62 Malsch. Freiburg i. Br. 1934.
- HASEMANN, W. und Mitarbeiter: Hydrogeologische Übersichtskarte 1 : 500 000, herausgegeben vom Bundesministerium für Wirtschaft — Hydrogeologischer Arbeitskreis. Blatt Freiburg i. Br., mit Beilage: Mittlerer Jahres- und Winterniederschlag 1891 bis 1930 nach Flußgebieten. Remagen 1952.
- HAUPTVERBAND, Badischer Landwirtschaftlicher: Der französische Rheinseitenkanal. Freiburg 1954.
- HAUT-RHIN, Carte géologique et agronomique du département, 1 : 100 000 (= Bulletin du Service de la Carte Géologique d'Alsace et de Lorraine 8). Strasbourg 1955.
- HONSELL, M.: Die Canalffrage und die Rheincorrektion zwischen Basel und Mannheim. Berlin 1878.
- HONSELL, M.: Die Korrektion des Oberrheins von der Schweizer Grenze unterhalb Basel bis zur großherzoglich hessischen Grenze unterhalb Mannheim. Mit Atlas (= Beiträge zur Hydrographie des Großherzogtums Baden 3). Karlsruhe 1885.

- HONSELL, M.: Der natürliche Strombau des deutschen Oberrheins. In: Verhandlungen des 7. Deutschen Geographentags Karlsruhe 1887, S. 33—52. Berlin 1887.
- HONSELL, M.: Die Wasserstraße zwischen Mannheim-Ludwigshafen und Kehl-Straßburg — Canal oder freier Rhein? Zentralblatt der Bauverwaltung Berlin 1890, S. 105—107, 113—115, 128—130, 133—136, 140—143. Berlin 1890.
- HONSELL, M.: Die Wasserkräfte des Oberrheins von Neuhäusen bis Breisach und ihre wirtschaftliche Ausnützung (= Beiträge zur Hydrographie des Großherzogtums Baden 12). Karlsruhe 1906.
- HÜGIN, G.: Wald-, Grünland-, Acker- und Rebenwuchsorte im Markgräflerland. Dissertation Freiburg i. Br. 1956.
- HÜGIN, G.: Wesen und Wandlung der Landschaft am Oberrhein. Beiträge zur Landespflege 1, S. 186—250. Stuttgart 1962.
- HUNDT, R.: Einige Beobachtungen über die Höhenstufen-Differenzierung der Mähwiesen in der mediterranen *Quercus ilex*-Stufe von Montpellier. Wissenschaftliche Zeitschrift der Universität Halle. Mathematik-Naturwissenschaften 9, S. 251—258. Halle a. S. 1960.
- ITTNER, J. A. VON: Naturgemälde des Breisgaus. In: Schriften. Herausgegeben von Dr. H. Schreiber. 3, Vermischte Schriften, S. 321—330. Freiburg i. Br. 1828.
- KNOLL, J. G.: Die Pflanzenbestandsverhältnisse des süddeutschen Grünlandes. I. Die Wiesentypen des württembergischen Unterlandes. Arbeiten der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft 386. Berlin 1932.
- KÖBLER, K.: Planvolle Wasserwirtschaft und Landeskultur. Wasserkraft und Wasserwirtschaft 31, S. 195—198. München und Berlin 1936.
- KRAUSE, W.: Über Typen und Zustandsstufen des Grünlands. Archiv der Wissenschaftlichen Gesellschaft für Land- und Forstwirtschaft Freiburg i. Br. 2, S. 57—86. Freiburg i. Br. 1950.
- KRAUSE, W.: Erläuterungen zur Grünlandkarte der Rheinebene. In: Grünlandkartierung im Rahmen des ERP-Grünlandförderungsprogramms 1951/53. Landwirtschaft — Angewandte Wissenschaft Nr. 21, S. 234—239. Hiltrup 1954.
- KRAUSE, W.: Über die natürlichen Bedingungen der Grünlandberieselung in verschiedenen Landschaften Südbadens mit Ausblick auf den Wirtschaftserfolg. Zeitschrift für Acker- und Pflanzenbau 107, S. 245—274. Berlin und Hamburg 1959.
- KRAUSE, W.: Zur Kenntnis des Wasserhaushalts der Rheinebene zwischen Hartheim und Niederhausen. Vierteljahrsbericht der Planungsgemeinschaft Breisgau 1961, Heft 3, S. 5—17. Freiburg i. Br. 1961.
- KRAUSE, W. und SPEIDEL, B.: Zur floristischen, geographischen und ökologischen Variabilität der Glatthaferwiese (*Arrhenatheretum elatioris*) im mittleren und südlichen Westdeutschland. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft 65, S. 403—419. Berlin 1952.
- KRUMM, G. und KÖHLER, W.: 10 Jahre Badische Landsiedlung GMBH Karlsruhe. Karlsruhe o. J. [1957].
- KUPPERSCHMIED, K.: Die Höher- und Tieferbettungen des Rheins zwischen Basel und Mannheim von 1882 bis 1921 und ihre Bedeutung für die Schiffbarmachung dieser Stromstrecke durch Regulierung. Berlin 1927.
- LANDESSTELLE für Gewässerkunde des Badischen Finanz- und Wirtschaftsministeriums: Grundwasserbeobachtungsergebnisse in Baden 1936 — 1940. Karlsruhe 1941.
- LANDESSTELLE für Gewässerkunde, Karlsruhe: Grundwasserhöhenplan der Rheinebene zwischen Neuenburg und Kehl für den 6. 5. 1957. Karlsruhe 1957.
- LAUTERBORN, R.: Die geographische und biologische Gliederung des Rheinstroms. Sitzungsberichte der Heidelberger Akademie der Wissenschaften, Mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse. Abt. B, Biologische Wissenschaften. 6. Abhandlung, 1916. Heidelberg 1916.
- LEFOULON, R.: L'aménagement du Rhin sur le tronçon entre Bâle et Strasbourg. La Houille Blanche 1959, Nr. 2 (Sonderheft „Le Rhin“), S. 203—206. Grenoble 1959.
- LESCAIL, R.: Barrage de Marckolsheim. La Houille Blanche 1959, Nr. 2 (Sonderheft „Le Rhin“), S. 207—212. Grenoble 1959.
- LOUBATON, M. et SCHAFFER, R.: L'usine hydroélectrique de Vogelgrün. La Houille Blanche 1959, Nr. 2 (Sonderheft „Le Rhin“), S. 213—220. Grenoble 1959.

- MADER, K.: Morphologischer Beitrag zur Kenntnis der Kinzig-Murg-Rinne bei Rastatt. Beiträge zur naturwissenschaftlichen Erforschung Badens 2/3, S. 25—33. Freiburg i. Br. 1929.
- MARCHAL, M. et DELMAS, G.: L'aménagement du Rhin à courant libre de Bâle à Lauterbourg. La Houille Blanche 1959, Nr. 2 (Sonderheft „Le Rhin“), S. 177—202. Grenoble 1959.
- MEYTHALER, F. K.: Der Oberrhein. Zeitschrift für Gewässerkunde 5, S. 365—385. Leipzig 1903.
- MIEG, D.: Le Rhin. Ses énergies au service de la France. Nancy 1919.
- MINISTERIUM, Badisches der Ernährung, Landwirtschaft und Forsten: Land- und Forstwirtschaft am Oberrhein unter dem Einfluß der Grundwasserabsenkung. Freiburg i. Br. 1952.
- MÖLLER, L.: Geographische Verteilung der Konzentration gelöster Substanzen von Grund- und Oberflächengewässern Südwestdeutschlands in limnologischer Sicht. Verhandlungen der Internationalen Vereinigung für theoretische und angewandte Limnologie 12, S. 351—359. Stuttgart 1953.
- MONE, F. J.: Über den alten Flußlauf im Oberrheintal. Badisches Archiv zur Vaterlandskunde 1, S. 1—47. Karlsruhe 1826 (= MONE 1826 a).
- MONE, F. J.: Beiträge zur Geschichte von Rastatt. Badisches Archiv zur Vaterlandskunde 1, S. 128—280. Karlsruhe 1826 (= MONE 1826 b).
- MÜLLER, A. von: Über die Bodenwasserbewegung unter einigen Grünlandgesellschaften des mittleren Wesertales und seiner Randgebiete. Angewandte Pflanzensoziologie 12. Stolzenau/Weser 1956.
- NICKLÈS, N.: Des prairies naturelles en Alsace, et des moyens de les améliorer. Mémoire couronné par la société des sciences, agriculture et arts du département du Bas-Rhin. Strasbourg et Paris 1839.
- N. N.: Johann Gottfried TULLA (1770—1828). La Houille Blanche 1959, Nr. 2 (Sonderheft „Le Rhin“), S. 160. Grenoble 1959.
- OBERDIREKTION, Großherzoglich badische des Wasser- und Straßenbaues: Der Binnenflußbau im Großherzogtum Baden. Mit Kartenheft. Karlsruhe 1863 (= OBERDIREKTION 1863 a).
- OBERDIREKTION, Großherzoglich badische des Wasser- und Straßenbaues: Die Korrektion des Rheins von Basel bis zur Großherzoglich Hessischen Grenze. Mit Kartenheft. Karlsruhe 1863 (= OBERDIREKTION 1863 b).
- OBERDORFER, E.: Süddeutsche Pflanzengesellschaften (= Pflanzensoziologie 10). Jena 1957.
- PARTSCH, J.: Die Zukunft des deutschen Oberrheins. Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin 1920, S. 1—12. Berlin 1920.
- PFEIFFER, D. und Mitarbeiter: Hydrogeologische Übersichtskarte 1 : 500 000, herausgegeben vom Bundesministerium für Wirtschaft — Hydrogeologischer Arbeitskreis. Blatt Karlsruhe. Mit Beilage: Mittlerer Jahres- und Winterniederschlag 1891—1930 nach Flußgebieten. Remagen 1952.
- REGELMANN, C. und STEINMANN, G.: Geologische Spezialkarte von Baden 1 : 25 000, Blatt Müllheim. Berlin und Leipzig 1902.
- ROCHOW, M. von: Die Pflanzengesellschaften des Kaiserstuhls (= Pflanzensoziologie 8). Jena 1951.
- SAYER, C.: Die Wassermengen der fließenden Gewässer im Großherzogtum Baden (= Beiträge zur Hydrographie des Großherzogtums Baden 8). Karlsruhe 1893.
- SCHAIBLE, J.: Geschichte des badischen Hanauerlandes nebst einer medizinisch-statistischen Topographie des großherzoglich badischen Amtsbezirks Kork. Karlsruhe 1855.
- SCHERZER, G.: Die Allmenden in Baden. Berichte über Landwirtschaft. N. F. 25, S. 328 bis 452. Berlin 1940.
- SCHNARRENBERGER, K.: Geologische Spezialkarte des Großherzogtums Baden 1 : 25 000, Blatt Kandern. Heidelberg 1915.
- SCHNEIDER, W.: Bewässerung und Bereinigung der Rittmatten. Karlsruhe 1911.
- SCHREPPER, H.: Die Schicksalsfrage des Oberrheins. Geographischer Anzeiger 27, S. 52—61. Gotha 1926.
- SCHROEDER, G.: Der Stand der wasserwirtschaftlichen Rahmenplanung. Wasser und Boden 8, S. 369—372. Hamburg 1956.
- SCHULTE, A.: Frankreich und das linke Rheinufer. Stuttgart und Berlin 1918.

- SCHWARZ, H.: Das Allmendewesen im Schulbezirk Bühl. Regierungspräsidium Freiburg i.Br., Abt. Landwirtschaft. Manuskript, Freiburg i. Br. 1952.
- SCHWARZMANN, H.: Verhalten der Grundwasserstände in der Oberrheinebene zwischen Basel und Mannheim. Gas- und Wasserfach 92, S. 224—228. München 1951.
- SCHWARZMANN, H.: Ergebnisse und Erfahrungen an einer Lysimeteranlage in Karlsruhe. Besondere Mitteilungen zum Deutschen Gewässerkundlichen Jahrbuch. Herausgegeben von der Bundesanstalt für Gewässerkunde in Koblenz und der Landesstelle für Gewässerkunde in Karlsruhe 12, S. 79—84. Koblenz 1955.
- SCHWARZMANN, H.: Vergleichsbetrachtungen über den Wasserhaushalt südwestdeutscher Gewässergebiete. Deutsche Gewässerkundliche Mitteilungen 2, S. 27—34, Koblenz 1958.
- SCHWARZMANN, H.: Bei welchen Gebieten ist die Bestimmung von Grundwasserdargebot und Grundwasserspende unangebracht und praktisch wertlos? Deutsche Gewässerkundliche Mitteilungen 3, S. 1—7. Koblenz 1959.
- SCHWICKERATH, M.: Lokale Charakterarten — Geographische Differentialarten. Veröffentlichungen des Geobotanischen Instituts Rübel, Zürich 29, S. 96—104. Bern 1954.
- SPIESS, K.: Die Regulierung des Rheins zwischen Straßburg und Basel. Deutsche Wasserwirtschaft, S. 33—39, 57—67, 72. Charlottenburg 1925.
- SPIESS, K.: Der Oberrhein als Schifffahrtsstraße und die Straßburger Beschlüsse der Zentralkommission für die Rheinschifffahrt. Wasserstraßenjahrbuch, S. 23—65. München 1925/26.
- SPIESS, K.: Johann Gottfried TULLA und die Rheinkorrektion. In: CASSINONE, H. und SPIESS, K.: Johann Gottfried TULLA, der Begründer der Wasser- und Straßenbauverwaltung in Baden, S. 56—88. Karlsruhe 1929.
- SPIESS, K.: Ausbau des Rheines vom Bodensee bis zum Main. In: Der Rhein, Ausbau, Verkehr, Verwaltung. Wasser- und Schifffahrtsdirektion Duisburg, S. 86—146. Duisburg 1951.
- STAATSVÉRTRAG mit dem Königreich Frankreich wegen Berichtigung der Rheingrenze und Herstellung des Eigentums und Besitzstandes hinsichtlich der Rheininseln. Großherzoglich-Badisches Staats- und Regierungs-Blatt 25, 1827, S. 263—268. Karlsruhe 1827.
- STALF, A.: Korrektion und Unterhaltung der Kinzig. Die Ortenau 19, S. 124—144. Offenburg 1932.
- STEINMANN, G. und GRAEFF, F.: Geologische Spezialkarte von Baden 1 : 25 000, Doppelblatt Hartheim/Ehrenstetten. Heidelberg 1897.
- STEMMLER, O.: Auflösung der Waldgemeinschaft des Waldhägenschis und des Windecker Forstes, mit besonderer Berücksichtigung der Gemeinde Neusatz. Die Ortenau 20, S. 18—31. Offenburg 1933.
- THÉOBALD, M.: Carte de la base des formations alluviales dans le sud du fossé Rhéna (= Mémoires du Service de la Carte Géologique d'Alsace et de Lorraine 9). Strasbourg und Offenburg 1948.
- THÜRACH, H.: Geologische Spezialkarte des Großherzogtums Baden 1 : 25 000, Blätter Karlsruhe und Daxlanden. Heidelberg 1911.
- THÜRACH, H., HASEMANN, W. und BRILL, R.: Übersichtskarte der Bodenarten von Baden 1 : 200 000. Bearbeitet von der Badischen Geologischen Landesanstalt 1924. Heidelberg 1926.
- TROLL, C.: Die jungglazialen Schotterfluren im Umkreis der deutschen Alpen. Ihre Oberflächengestalt, ihre Vegetation und ihr Landschaftscharakter. In: Forschungen zur Deutschen Landes- und Volkskunde 24, S. 159—256. Stuttgart 1926.
- TÜXEN, R.: Wasserversorgung und Pflanzensoziologie. Gas- und Wasserfach 92, S. 266—280. München 1951.
- TÜXEN, R.: Pflanzengesellschaften und Grundwasserganglinien. Angewandte Pflanzensoziologie 8, S. 64—98. Stolzenau/Weser 1954.
- TÜXEN, R.: Das System der nordwestdeutschen Pflanzengesellschaften. Mitteilungen der Floristisch-soziologischen Arbeitsgemeinschaft N. F. 5, S. 155—176. Stolzenau/Weser 1955.
- TÜXEN, R.: Bibliographie der Arbeiten über Grundwasserganglinien unter Pflanzengesellschaften. Excerpta Botanica B 3, S. 237—240. Stuttgart 1961.
- TULLA, J. G.: Die Grundsätze, nach welchen die Rheinbauarbeiten künftig zu führen seyn möchten. Manuskript im Badischen Generallandesarchiv Karlsruhe. Karlsruhe 1812.

- TULLA, J. G.: Rectification des Rheinflußbettes. o. O., o. J. (= TULLA, Karlsruhe 1822, vgl. HONSELL, M. 1885, S. 10).
- TULLA, J. G.: Über die Rektifikation des Rheins von seinem Austritt aus der Schweiz bis zu seinem Eintritt in das Großherzogtum Hessen. Karlsruhe 1825.
- VALDENNAIRE, A.: Das Leben und Wirken des Johann Gottfried TULLA. Zeitschrift für die Geschichte des Oberrheins N. F. 42, S. 337—364, 588—616 und 44, S. 238—286. Karlsruhe 1929 und 1931.
- VERTRAG zwischen der Bundesrepublik Deutschland und der Französischen Republik über den Ausbau des Oberrheins zwischen Basel und Straßburg. Bundesgesetzblatt, Teil II, S. 1864—1873. Bonn 1956.
- VIDAL DE LA BLACHE, P.: La France de l'Est (Lorraine-Alsace). Paris 1920.
- WALTER, H.: Einführung in die Phytologie. Bd. 3, Grundlagen der Pflanzenverbreitung. II. Teil: Arealkunde. Ludwigsburg 1954.
- WALTER, M.: Landschaft und Siedlungsbild der Rheinebene zwischen Murg und Pfalz im Wechsel geschichtlicher Zeiten. Badische Heimat 15, S. 21—33. Karlsruhe 1928.
- WALTER, M.: Die natürlichen Verhältnisse der Ortenau. Die Ortenau 16, S. 9—34. Offen- burg 1929 (= WALTER 1929 a).
- WALTER, M.: Die Besiedlung der Ortenau in geschichtlicher Zeit. Die Ortenau 16, S. 63— 84. Offenburg 1929 (= WALTER 1929 b).
- WALTER, M.: Donk (Tung) als Flur- und Siedlungsname am Niederrhein, in Mitteldeutsch- land und in Baden. In: Deutscher Geographentag Essen 1953, Tagungsbericht und wissenschaftliche Abhandlungen, S. 211—215. Wiesbaden 1955.
- WALTHER, K.: Unkraut-Herden als Zeiger grundwassergeschädigter Grünlandgesellschaften auf Niedermoorböden. Mitteilungen der Floristisch-soziologischen Arbeitsgemein- schaft N. F. 2, S. 43—51. Stolzenau/Weser 1960.
- WASSER- und SCHIFFFAHRTSDIREKTION Freiburg i. Br.: Der Rhein zwischen Basel und Karlsruhe. Übersichtskarte 1 : 100 000. Freiburg i. Br. 1958.
- WASSER- und STRASSENBAU, Badisches Finanz- und Wirtschaftsministerium, Abteilung für: Die Grundwasserverhältnisse in Baden 1931—1935. Karlsruhe 1935.
- WASSERWIRTSCHAFT, Abteilung des Badischen Finanz- und Wirtschaftsministeriums für: Wasserwirtschaftliche Maßnahmen längs des Rheins von Markt bis Kehl. 1. Untersuchungen über den Einfluß der Senkung der Rheinwasserstände auf die wasserwirtschaftlichen Verhältnisse im Abschnitt Markt-Kehl der badischen Ober- rheinebene. Freiburg i. Br. 1952.
- WASSERWIRTSCHAFT, Abteilung VB des Regierungspräsidiums Südbaden: Übersichtskarte der Deckschichtmächtigkeit 1 : 100 000. Manuskriptkarte. Freiburg i. Br. 1955.
- WASSERWIRTSCHAFT, Abteilung VB des Regierungspräsidiums Südbaden: Grundwas- sertiefenkarte 1 : 25 000 für das Gebiet Bremgarten-Burkheim. Mittelwasser der Monate April bis September für die Jahre 1946 bis 1955. Manuskriptkarte. Freiburg i. Br. 1959.
- WASSERWIRTSCHAFT, Abteilung VB des Regierungspräsidiums Südbaden: Grundwas- sertiefenkarte 1 : 25 000 für das Gebiet Sasbach-Kappel am Rhein. Mittelwasser der Monate April bis September für die Jahre 1946 bis 1958. Manuskriptkarte. Freiburg i. Br. 1960 (= WASSERWIRTSCHAFT 1960 a).
- WASSERWIRTSCHAFT, Abteilung VB des Regierungspräsidiums Südbaden: Grundwas- sertiefenkarte 1 : 25 000 für das Gebiet Sasbach-Kappel am Rhein. Angenähertes Mittelhochwasser in den Jahren 1930—1960. Manuskriptkarte. Freiburg i. Br. 1960 (= WASSERWIRTSCHAFT 1960 b).
- WETTERDIENST, Deutscher: Klima-Atlas von Baden-Württemberg. Bad Kissingen 1953.
- WEYL, R. und WITTMANN, O.: Tektonische Gliederung des Rheintalrandes zwischen Kinzig und Elz im mittleren Schwarzwald. Jahresberichte und Mitteilungen des Ober- rheinischen Geologischen Vereins N. F. 25, S. 24—33. Stuttgart 1936.
- WILSER, J. L.: Heutige Bewegungen der Erdkruste, erkennbar an Ingenieurbauten im Oberrheintalgebiet. Stuttgart 1929.
- WIMMENAUER, W.: Geologische Exkursionskarte des Kaiserstuhls 1 : 25 000, herausgegeben vom Geologischen Landesamt Baden-Württemberg. Freiburg i. Br. 1959.
- WITTMANN, H.: Der Einfluß der Korrektion des Rheins zwischen Basel und Mannheim auf die Geschiebebewegung. Deutsche Wasserwirtschaft, S. 245—261, 283—294, 300— 310. Berlin 1927.

- WITTMANN, H.: Der Oberrhein. Strom, Wasserstraße, Energiequelle. In: Baden — Monographie einer Landschaft 4, S. 3—4. Karlsruhe 1952.
- WITTMANN, O.: Geologische Spezialkarte von Baden 1 : 25 000, Blatt Lörrach. Freiburg 1952.
- WUNDT, W.: Grundwasserkarten für die Oberrheinebene. Gas- und Wasserfach 91, S. 164 bis 167. Freiburg i. Br. 1950.
- ZENTRALBURO für Meteorologie und Hydrographie im Großherzogtum Baden: Der Rheinstrom und seine wichtigsten Nebenflüsse von den Quellen bis zum Austritt des Stromes aus dem Deutschen Reich. Berlin 1889.

Kurz vor Abschluß des Druckes erschien:

FOERSTER, P.: Bodenkundliche Voruntersuchungen für wasserwirtschaftliche Maßnahmen in der Oberrheinebene (Nordrand Kaiserstuhl bis zur Kinzig). Dissertation Hohenheim 1963.

Die Arbeit enthält Angaben zum Wasserspeichervermögen des Bodens im Untersuchungsgebiet.

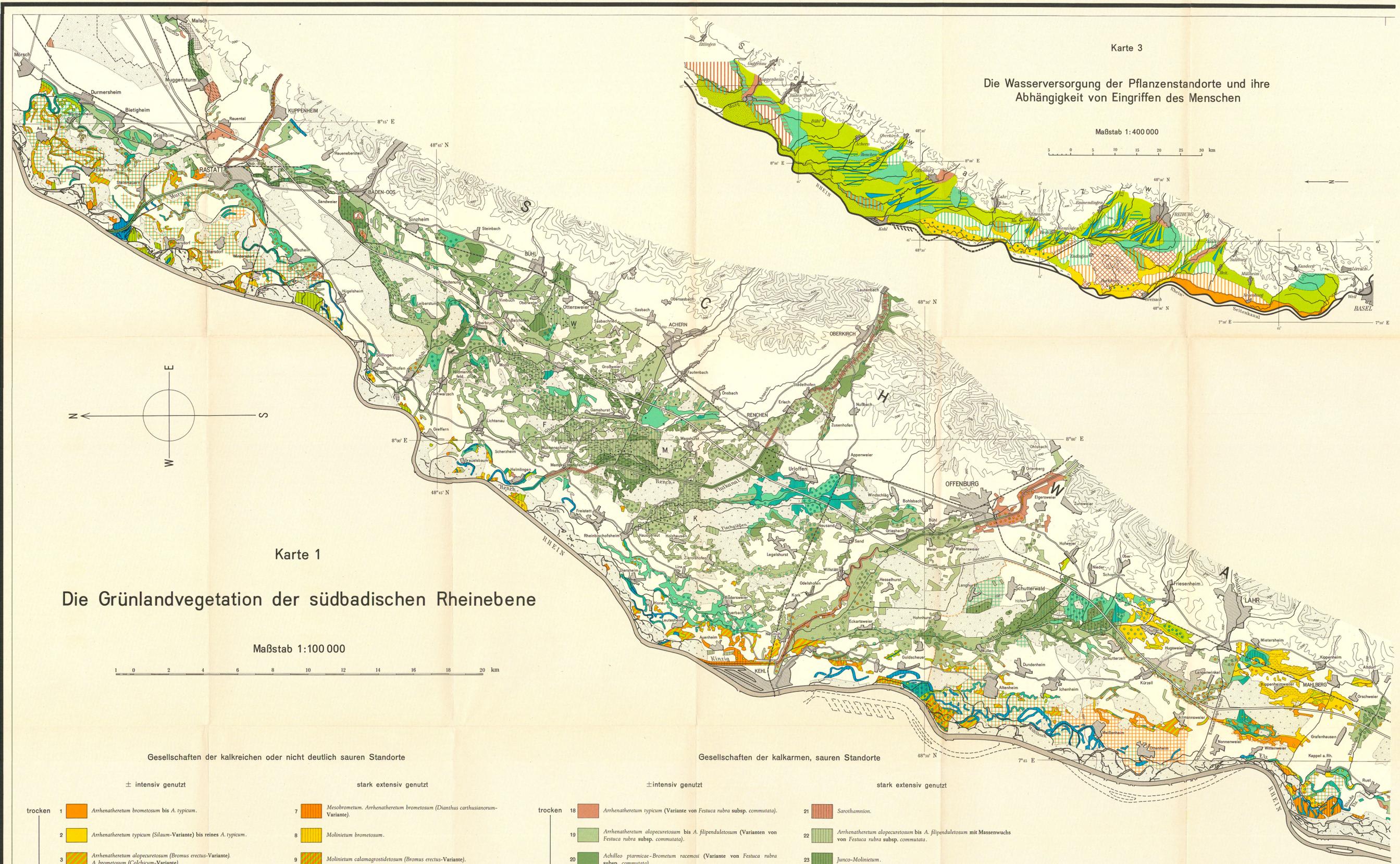
Arbeiten zur Rheinischen Landeskunde

Herausgegeben vom Geographischen Institut der Universität Bonn
durch C. Troll und K. H. Paffen

Schriftleitung: Hans Voigt

- Heft 1: *Straka, Herbert*: Zur spätquartären Vegetationsgeschichte der Vulkaneifel. 1952. 116 S., 7 Abb., 5 Tafeln und 23 Tabellen. Vergriffen.
- Heft 2: *Kötter, Heinrich*: Die Textilindustrie des deutsch-niederländischen Grenzgebietes in ihrer wirtschaftsgeographischen Verflechtung. 1952. 86 S. und 16 Abb. DM 3.50
- Heft 3: *Schwickerath, Hildegard*: Die Basaltindustrie zwischen Rhein, Sieg und Wied. 1953. 59 S., 13 Abb. und 1 Kartenbeilage. DM 3.50
- Heft 4: *Sins, Gabriele*: Die Baumschulen des Rheinlandes mit besonderer Betonung der Verhältnisse von Meckenheim. 1953. 69 S., 14 Abb. und 2 Kartenbeilagen. DM 4.—
- Heft 5: *Schneider, Matthias*: Wasserhaushalt und Wasserwirtschaft im Gebiet der Ertzquellflüsse (Nordeifel). 1953. 89 S. und 30 Abb. DM 5.—
- Heft 6: *Kremer, Elisabeth*: Die Terrassenlandschaft der mittleren Mosel als Beitrag zur Quartärgeschichte. 1954. 100 S., 28 Abb., 11 Profile, 5 Tab. und 2 Karten im Anhang. DM 5.—
- Heft 7: *Emonds, Hubert*: Das Bonner Stadtklima. 1954. 64 S., 35 Abb. und 6 Tabellen. DM 4.—
- Heft 8: *Barners, Ernst*: Landnutzung und agrargeographische Struktur des Bitburger Landes. 1955. 83 S., 40 Abb., 11 Tab. und 1 mehrfarbige Nutzflächenkartierung als Beilage. DM 6.—
- Heft 9: *Kufferath-Sieberin, Günter*: Die Zuckerindustrie der linksrheinischen Bördenlandschaft. 1955. 44 S., 13 Abb. und 3 mehrfarbige Kartenbeilagen. DM 5.—
- Heft 10: *Heyn, Erich*: Zerstörung und Aufbau der Großstadt Essen. 1955. 149 S., 22 Abb., 15 Bilder im Anhang und 1 Kartenbeilage. DM 6.—
- Heft 11: *Herzog, Wilhelm*: Die Rieselfeldkulturen der Stadt Dortmund. Kultur-geographische Auswirkungen städtischer Abwasserwirtschaft. 1956. 58 S., 15 Abb., 12 Diagramme und 1 mehrfarbige Karte. DM 6.—
- Heft 12: *Ballensiefen, Willi*: Die Agrarlandschaft der Wittlicher Senke und ihrer Nachbargebiete. 1957. 137 S., 67 Abb., 16 Tab. im Anhang und 2 Bodennutzungskarten als Beilage. DM 8.—
- Heft 13: *Pley, Herbert*: Garten- und Feldgemüsebau am mittleren Niederrhein. 1958. 107 Seiten mit 6 Abbildungen u. 1 Landnutzungskarte. DM 10.80
- Heft 14: *Bohling, Günther*: Die Rindviehwirtschaft in den Agrarlandschaften des nördlichen Rheinlandes. 1959. 93 S., 2 Abb. u. eine mehrfarbige Landnutzungskarte. DM 12.—
- Heft 15: *Panhuyzen, Helene*: Die Entwicklung der Agrarlandschaft im Raume Straelen seit 1800 unter besonderer Berücksichtigung des Gemüse- und Blumenbaus. 1961. 107 S. 13 Abb., 6 Diagr., 2 Kartenbeilagen. DM 11.20
- Heft 16: *Arnold, Paul*: Die Kalkindustrie am Nordrand des Rheinischen Schiefergebirges. 1961. 112 S. 24 Abb. 10 Karten und 7 Tabellen. DM 9.60
- Heft 17: *Gildemeister, Reinhard*: Wald, Bauernland und Holzindustrie im östlichen und mittleren Hunsrück. 1962. 142 S., 11 Abb., 2 farb. Kartenbeilagen. DM 16.—
- Heft 18: *Wenzel, Irmund*: Ödlandentstehung und Wiederaufforstung in der Zentraleifel. 1962. 119 S., 2 Abb. DM 8.—
- Heft 19: *Bauer, Hermann Josef*: Landschaftsökologische Untersuchungen im ausgekohlten rheinischen Braunkohlenrevier auf der Ville. 1963. 101 S., 14 Fig., 19 Tab., 3 Kurven, 30 Abb. a. Kunstdrucktafeln. DM 9.50

In Kommission bei Ferd. Dümmlers Verlag Bonn



Karte 1

Die Grünlandvegetation der südbadischen Rheinebene

Maßstab 1:100 000

Karte 3

Die Wasserversorgung der Pflanzenstandorte und ihre Abhängigkeit von Eingriffen des Menschen

Maßstab 1:400 000

Gesellschaften der kalkreichen oder nicht deutlich sauren Standorte

Gesellschaften der kalkarmen, sauren Standorte

± intensiv genutzt

stark extensiv genutzt

± intensiv genutzt

stark extensiv genutzt

- trocken
- 1 Arrhenatheretum brometosum bis A. typicum.
- 2 Arrhenatheretum typicum (Silaum-Variante) bis reines A. typicum.
- 3 Arrhenatheretum alopecuroides (Bromus erectus-Variante). A. brometosum (Colchicum-Variante).
- 4 Arrhenatheretum alopecuroides typicum.
- 5 Arrhenatheretum alopecuroides bis A. filipendulosum (Geranium pratense-Cirsium oleraceum-Varianten).
- 6 Achilleo ptarmicae-Brometum racemosi (Cirsium oleraceum-Variante) Juncetum subnodulosi.
- naß
- nicht vorhanden.

- 7 Mesobrometum. Arrhenatheretum brometosum (Dianthus carthusianorum-Variante).
- 8 Molinietum brometosum.
- 9 Molinietum calamagrostoides (Bromus erectus-Variante).
- 10 Uneinheitlich. Nur in der Rheinaue kartiert. Dort wie Signatur 9 ohne Bromus erectus.
- 11 Molinietum typicum.
- 12 Molinietum caricetosum. Filipendulo-Geranium palustre und Euphorbietum palustre.
- 13 Phragmitetalia, überwiegend Magnocaricion.

- 18 Arrhenatheretum typicum (Variante von Festuca rubra subsp. commutata).
- 19 Arrhenatheretum alopecuroides bis A. filipendulosum (Varianten von Festuca rubra subsp. commutata).
- 20 Achilleo ptarmicae-Brometum racemosi (Variante von Festuca rubra subsp. commutata).
- naß
- nicht vorhanden.
- nicht kartiert
- Glycerietum maximae an Bachrändern.

Sonstiges

- 32 Wald.
- 33 Durch Bauarbeiten verändertes Grünland.
- 34 Grenze des Gebiets, in dem die Ackerwiesen (Signaturen 16, 17, 31) kartiert wurden.
- 35 K M Zentren der Extensivnutzung in den Markgenossenschaften: K = Korker Wald, M = Maiwald, F = Fünfeinburgerwald, W = Waldhügelchen.
- 36 Mosaik und Durchdringung verschiedener Gesellschaften.
- Hochgestade.
- Trockengefallene Altwasserrinnen im Grundwasserrenkungsgebiet.

Sonderfälle

Sonderfälle

- 14 Agropyro-Rumicion crispi. Flutmulden im Arrhenatheretum. Selten vernaßt.
- 15 Auf Grundsignaturen 2-6: Gestörte Wiesen auf entwässertem Flachmoor. Oft mit Massenwuchs von Compositen, z. B. Crepis biennis.
- 16 Hoher Anteil von Wechselwiesen im Ackerland. Initialbestände zu Signaturen 1 und 2.
- 17 Hoher Anteil von Wechselwiesen im Ackerland. Initialbestände zu Signatur 3.

- 24 Auf Grundsignaturen 19 und 20: Agropyro-Rumicion crispi. Flutmulden mit Agrostis canina stolonifera, Ranunculus repens, Senecio aquaticus in Feucht- und Naßwiesen.
- 25 Auf Grundsignaturen 19 und 20: Agropyro-Rumicion crispi. Flutmulden mit Glyceria maxima und Phalaris arundinacea in Naßwiesen.
- 26 Auf Grundsignaturen 19 und 20: Rumex obtusifolius-Urtica dioica- oder Aegopodium podagraria-Lamium album-Variante der Feucht- und Naßwiesen im Einflusbereich von Stadtabwasser.
- 27 Ohne Grundsignatur: Ruderales Grasland mit Lolium italicum auf Abwasser-Rieselfeldern.

- 21 Sarothamion.
- 22 Arrhenatheretum alopecuroides bis A. filipendulosum mit Massenwuchs von Festuca rubra subsp. commutata.
- 23 Junco-Molinietum.
- 28 Auf Grundsignaturen 18-20: Urtica dioica-Lamium album-Variante der Feucht- und Naßwiesen auf gestörtem Flachmoor. Auch andere Ruderalvegetation auf entwässertem Torf.
- 29 Neuangelegte Äcker auf ehemaligem Grünland. Meist auf entwässertem Flachmoor.
- 30 Auf Grundsignaturen 18-20: Nardus stricta. Extensivzeiger.
- 31 Hoher Anteil von Wechselwiesen im Ackerland. Initialbestände zu Signatur 19.

Legende zu Karte 3

A. Hauptsignaturen, aufgestellt unter besonderer Berücksichtigung der Grünlandkarte

Wasserversorgung vom Rheinwasserstand unabhängig oder nicht entscheidend abhängig

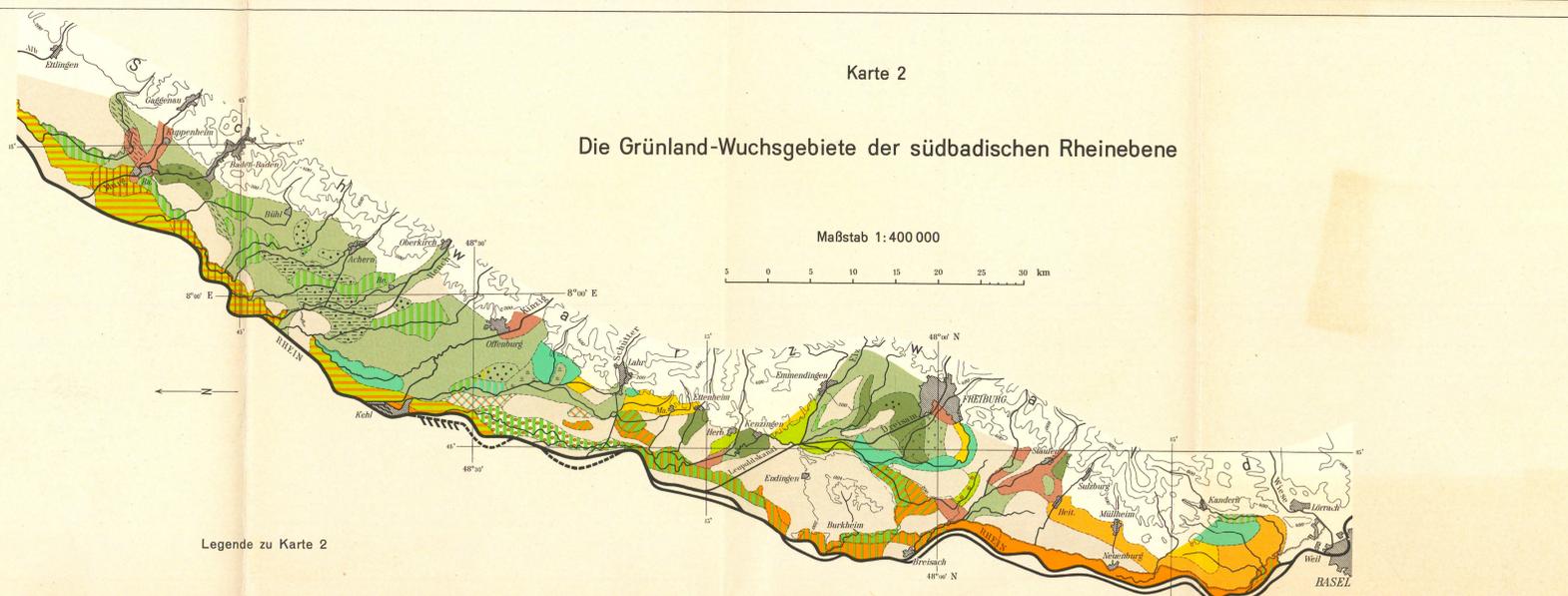
- 1 Trockene Abschnitte der Schwemmfächer mit tiefstehendem Grundwasser und schwacher Lehmede.
- 2 Speicherkraftiger Decklehm ohne starken oberirdischen Zulauf. Gebirgsrand außerhalb der großen Schwemmfächer.
- 3 Speicherkraftiger Decklehm ohne starken oberirdischen Zulauf in der Rheinaue. Stellenweise Grundwassereinfluß, jedoch weniger ausschlaggebend als bei 8 ff.
- 4 Oberirdischer Zulauf oder Grundwasserstritt auf Schwemmfächern. Oft speicherkraftiger Decklehm. Wasser in Bewegung.
- 5 Oberirdischer Zulauf in Mulden oder starke Speicherung von Niederschlägen. Wasser häufig stagnierend.
- 6 Quellige Flächen am Hangfuß der Vorberge. Alluvium von Bächen aus der Vorbergszone. Oft anmoorig.
- 7 Auf großen Strecken vermoorte, tote Flußrinne mit örtlich stark wechselnder Durchfeuchtung.

Wasserversorgung vom Rheinwasserstand abhängig

- 8 Rheinschotter. Grundwasser weit unterhalb des Wurzelraums. Lehmede lückenhaft, auf großen Strecken fehlend.
- 9 Rheinschotter. Grundwasser nahe unterhalb des Wurzelraums. Lehmede lückenhaft, im ganzen stärker als unter 8.
- 10 Rheinschotter. Grundwasser auf großen Strecken im Wurzelraum. Lehmede wenig mächtig, im ganzen stärker als unter 9.
- 11 Grundwasserstritt am Fuße des Hochgestades und am Saum der Schwemmfächer. Oft anmoorig. Ähnlich 6, näher am Rhein.

B. Nebensignaturen für grünlandfreie Gebiete, aufgestellt nach geologischen, bodenkundlichen und gewässerkundlichen Unterlagen

- 12 Unbedeckter Rheinschotter.
- 13 Wenig speicherkraftige, tiefgründig sandige Deckschicht.
- 14 Speicherkraftiger Decklehm, überwiegend Schwemmlöß.
- 15 Auwald innerhalb der Rhein-Hochwasserdämme. Zeitweise durch zufließendes Rheinwasser befeuchtet. Sonst wie 9 u. 10 (Mittelschnitt) oder 3 (Nordabschnitt der Rheinaue).
- 16 Kaiserstuhl und andere aus der Ebene aufragende Berge. Nicht bearbeitet.



Legende zu Karte 2

Befeuchtung überwiegend vom Grundwasserstand abhängig

- 1 *Arrhenatherum brometosum* ¹⁾, *A. typicum* (Silaum-Variante), [*A. alopecuroides* (*Geranium pratense*-*Cirsium oleraceum*-Variante), *Molinietum*] Rheinkies ohne Decklehm. Grundwasser ²⁾ 1-3 m (meist 2-3 m) unter Flur, in Bodensenken im Wurzelraum. Feuchte Standorte selten und klein. Sonst trocken.
- 2 *Arrhenatherum alopecuroides* (*Geranium pratense*-*Cirsium oleraceum*-Variante), *Molinietum*, *Juncetum subnodulosi*, *Caricetum elatae*, [*Arrhenatherum brometosum*] Rheinkies überwiegend ohne Decklehm. Grundwasser < 1-2 m unter Flur, auf großen Flächen im Wurzelraum. Sonst trocken oder wechsellöcherig. Nasse und trockene Standorte unvermittelt nebeneinander.
- 3 *Arrhenatherum brometosum*, *Mesobrometum*, [*Xerobrometum*] Rheinkies ohne Decklehm. Grundwasser 4-8 m, selten 3 m unter Flur. Ausnahmslos trocken.
- 4 *Arrhenatherum brometosum*, *A. typicum* (Silaum-Variante), [*A. alopecuroides* (*Geranium pratense*-*Cirsium oleraceum*-Variante)] Anmoor über Rheinkies. Grundwasser < 1-3 m unter Flur, in Bodensenken im Wurzelraum. Feuchte Standorte wenig ausgedehnt. Sonst wechsellöcherig.
- 5 *Arrhenatherum alopecuroides* (*Geranium pratense*-*Cirsium oleraceum*-Variante), *Juncetum subnodulosi*, *Molinietum*, *Caricetum elatae*, [*Arrhenatherum brometosum*] Flachmoor oder Anmoor über Rheinkies. Grundwasser < 1-2 m unter Flur, auf großen Flächen im Wurzelraum. Sonst wechsellöcherig. Weiche Übergänge zwischen den Feuchtigkeitsstufen (Gegensatz zu 2).
- 6 *Caricetum elatae* und anderes *Magnocaricion*, *Arrhenatherum alopecuroides* (*Bromus erectus*-Variante), *A. typicum* (Silaum-Variante). Rheinkies mit sandiger Lehmede. Grundwasser < 1-3 m unter Flur, auf großen Flächen im Wurzelraum. Altwasserrinnen wechsellöcherig. Sonst wechsellöcherig bis wechsellöcherig. Viele Ackerwiesen, besonders auf dem lokal auftretenden anmoorigen >Riedboden.

1) Unterstrichen sind die Gesellschaften mit der größten Verbreitung im Wuchsgebiet, gelegentlich auch solche, die im allgemeinen seltener, im Wuchsgebiet überdurchschnittlich häufig auftreten. Eckige Klammern bezeichnen seltene, trotzdem charakteristische Gesellschaften.
2) Angegeben sind die langjährigen mittleren Grundwasserstände.

Befeuchtung überwiegend durch das Wasserspeichervermögen des Bodens gewährleistet

- 7 *Arrhenatherum alopecuroides* (*Bromus erectus*-Variante), *Molinietum calamagrostidetum* (*Bromus erectus*-Variante), *Agropyro-Rumicetum crispum*, [*Blyso-Juncetum compressum*] Tong-mergeliger Decklehm über Rheinkies. Grundwasser < 1-3 m unter Flur, in Bodensenken im Wurzelraum. Altwasserrinnen wechsellöcherig. Im übrigen wechsellöcherig bis wechsellöcherig. Viele Ackerwiesen.
- 8 *Arrhenatherum typicum* (einschließlich Silaum-Variante), *A. brometosum*. Löß, Schwemmlöß, kalkhaltiger Decklehm auf Rheinschotter oder Mesozoikum. Grundwasser auf der Niederterrasse 12-20 m unter Flur. Quellaustritte im Hügelland spärlich. Frisch bis schwach trocken.
- 9 *Arrhenatherum typicum*, *A. alopecuroides* (teilweise in der *Geranium pratense*-*Cirsium oleraceum*-Variante), [*A. brometosum*]. Ähnlich 8, etwas feuchter. Grundwasser in der Ebene 2-6 m tief. Frisch bis schwach feucht.

Befeuchtung überwiegend durch Zufluß aus dem Schwarzwald und Speichervermögen des Bodens gewährleistet

- 10 *Arrhenatherum typicum* (*Festuca rubra*-Variante), *A. alopecuroides* (*Festuca rubra*-Variante) Sandiger Decklehm aus Schwarzwaldmaterial. Grundwasser bis > 7 m unter Flur, nicht im Wurzelbereich. Mäßig trocken bis frisch. Berieselungsanlagen vorhanden, oft verfallen.
- 11 *Arrhenatherum alopecuroides* bis *A. filipenduletosum* (*Festuca rubra*-Variante), *Achilleo plantaginaceo-Brometum racemosi* (*Festuca rubra*-Variante). Decklehm aus Schwarzwaldmaterial. Grundwasser wenig tief. Frisch bis feucht. Großflächig berieselt.
- 12 *Achilleo plantaginaceo-Brometum racemosi* (*Festuca rubra*-Variante), *Arrhenatherum alopecuroides* bis *A. filipenduletosum* (*Festuca rubra*-Variante). Decklehm aus Schwarzwaldmaterial. Grundwasser oft < 1 m unter Flur. Überwiegend feucht bis naß, nicht staunäßig. Großflächig berieselt.
- 13 *Urtica dioica*-*Rumex obtusifolius*-Varianten des *Arrhenatherum* und des *Achilleo plantaginaceo-Brometum racemosi* (Aufsignaturen zu 11 und 12). Wie 11 und 12, durch Stadtabwasser beeinflusst.
- 14 *Arrhenatherum alopecuroides* bis *A. filipenduletosum* (*Festuca rubra*-Varianten), *Achilleo plantaginaceo-Brometum racemosi* (*Festuca rubra*-Variante), *Juncetum-Molinietum*, *Agropyro-Rumicetum crispum* mit *Glyceria maxima* und *Phalaris arundinacea*. Ebenfalls Oberflächenvernetzung auf 11 und 12. Neuerdings hochwasserfrei. Bewirtschaftung intensiviert. Grundwasser auf großen Flächen im Wurzelraum.
- 15 *Arrhenatherum alopecuroides* bis *A. filipenduletosum* mit Massenwuchs von *Festuca rubra*, *Nardus stricta*, *Achilleo plantaginaceo-Brometum racemosi* in Extensiv-Varianten, *Juncetum-Molinietum*, *Agropyro-Rumicetum crispum* mit *Agrostis canina*, *Glyceria maxima*. Häufige Überflutung und behinderter Abfluß noch zur Zeit der Kartierung. Extensive Bewirtschaftung. Boden tonig. Grundwasser < 1-2 m unter Flur, jedoch Wasserhaushalt bisher überwiegend durch Flutmuldenbildung bestimmt. Seit kurzem hochwasserfrei.
- 16 *Arrhenatherum alopecuroides* bis *A. filipenduletosum* mit Massenwuchs von *Festuca rubra*, *Nardus stricta*. Extensive Bewirtschaftung auf 11.

Befeuchtung überwiegend durch Hangdruckwasser oder Zufluß aus den Vorbergen gewährleistet

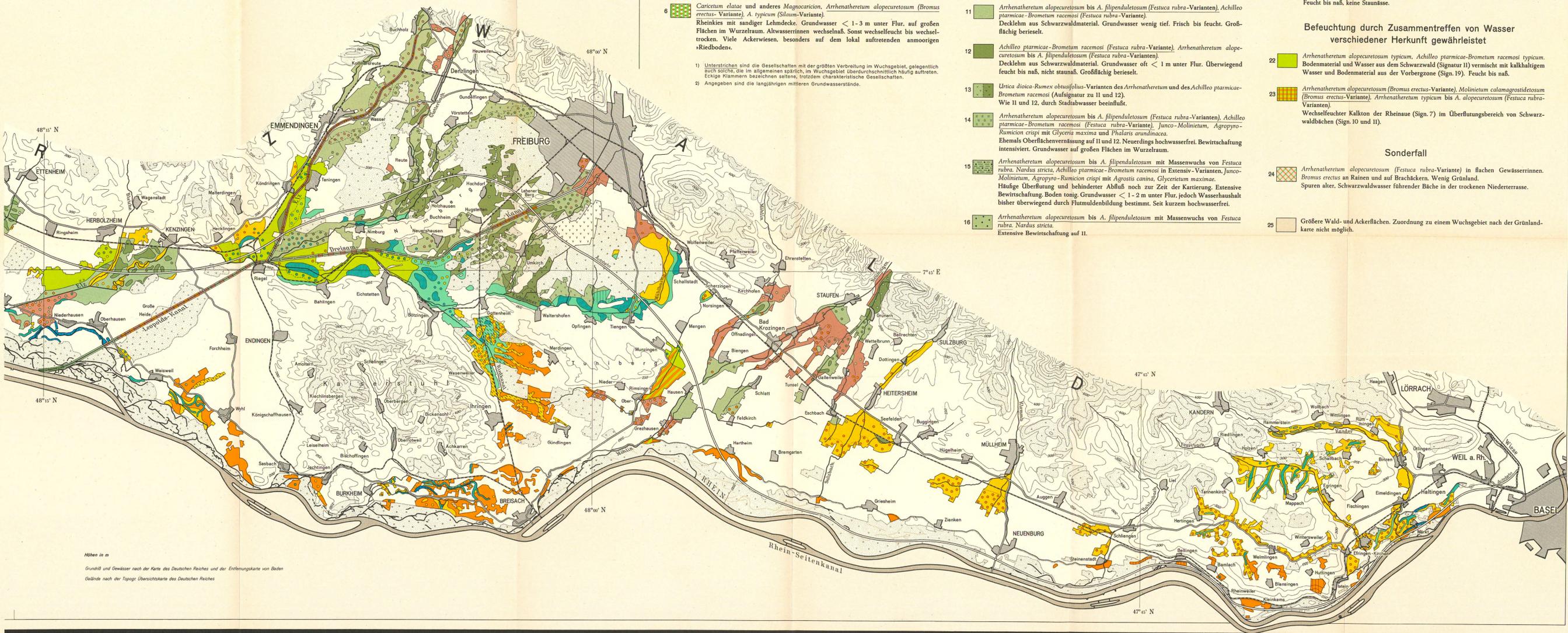
- 17 *Urtica dioica*, *Lamium album*, *Linaria vulgaris* und andere Ruderalpflanzen in 10 und 11. Entwässerungsstadien auf Niederungsmoor.
- 18 Hochgras- und Staudenvegetation aus *Deschampsia caespitosa* und *Filipendula ulmaria*, *Achilleo plantaginaceo-Brometum racemosi*. Mit Ausstichen durchsetztes, nasses Flachmoor. Extensivgrünland.
- 19 *Arrhenatherum alopecuroides* (*Geranium pratense*-*Cirsium oleraceum*-Variante), *Achilleo plantaginaceo-Brometum racemosi* (*Cirsium oleraceum*-Variante), [*Arrhenatherum typicum* (Silaum-Variante), *Arrhenatherum brometosum*] Schwemmlöß und kalkhaltiger Decklehm. Starker Hangwasserstritt. Frisch, feucht und naß.
- 20 *Arrhenatherum alopecuroides typicum*, *A. alopecuroides* (*Bromus erectus*-Variante). Wie 19, ohne Naßstandorte.
- 21 *Arrhenatherum alopecuroides* (*Geranium pratense*-*Cirsium oleraceum*-Variante), *Arrhenatherum alopecuroides* (*Festuca rubra*-Variante). Sandiger Decklehm. Anmoor oder Torf am Fuße des Hochgestades und in der Ebene. Durch Hangdruckwasser oder kurze, aus den Vorbergen kommende Bäche befeuchtet. Feuch bis naß, keine Staunässe.

Befeuchtung durch Zusammentreffen von Wasser verschiedener Herkunft gewährleistet

- 22 *Arrhenatherum alopecuroides typicum*, *Achilleo plantaginaceo-Brometum racemosi typicum*. Bodenmaterial und Wasser aus dem Schwarzwald (Signaturen 11) vermischt mit kalkhaltigem Wasser und Bodenmaterial aus der Vorbergszone (Sign. 19). Feucht bis naß.
- 23 *Arrhenatherum alopecuroides* (*Bromus erectus*-Variante), *Molinietum calamagrostidetum* (*Bromus erectus*-Variante), *Arrhenatherum typicum* bis *A. alopecuroides* (*Festuca rubra*-Varianten). Wechsellöcheriger Kalkton der Rheinaue (Sign. 7) im Überflutungsbereich von Schwarzwaldbächen (Sign. 10 und 11).

Sonderfall

- 24 *Arrhenatherum alopecuroides* (*Festuca rubra*-Variante) in flachen Gewässerrinnen. *Bromus erectus* an Rinnen und auf Bracktkern. Wenig Grünland. Spuren alter, Schwarzwaldwasser führender Bäche in der trockenen Niederterrasse.
- 25 Größere Wald- und Ackerflächen. Zuordnung zu einem Wuchsgebiet nach der Grünlandkarte nicht möglich.



Höhen in m
Grundriß und Gewässer nach der Karte des Deutschen Reiches und der Entfernungskarte von Baden
Gefälle nach der Topogr. Übersichtskarte des Deutschen Reiches