

Zeitschrift: Mitteilungen der aargauischen Naturforschenden Gesellschaft
Herausgeber: Aargauische Naturforschende Gesellschaft
Band: 13 (1913)

Artikel: Die Auenwälder der Aare, mit besonderer Berücksichtigung ihres genetischen Zusammenhanges mit anderen flussbegleiteten Pflanzengesellschaften

Autor: Siegrist, Rudolf

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-171763>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 03.10.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Die Auenwälder der Aare

mit besonderer Berücksichtigung ihres
genetischen Zusammenhanges mit anderen
flußbegleitenden Pflanzengesellschaften.



Von

Dr. Rudolf Siegrist

Lehrer der Naturwissenschaften an der Bezirksschule in Aarau.





Aarufer mit schönen Auenwäldchen. Telli bei Aarau.
Phot. Dr. C. Jäger.

Vorwort.

Die vorliegende Arbeit ist das Ergebnis der Untersuchungen und Beobachtungen, die ich während 5 Jahren an der Aare gemacht habe.

Diese Zeitdauer ermöglichte es mir, nicht nur die typischen flußbegleitenden Pflanzengesellschaften nach ihrer Ökologie zu charakterisieren, sondern ganz besonders mich in die äußerst interessanten Besiedelungsvorgänge und natürlichen Sukzessionen der Pflanzengesellschaften zu vertiefen.

Es liegt in der Natur des Themas, daß ich den Sukzessionen ebenso eingehende Studien widmete, wie dem gegenwärtigen Zustand der Formationen selbst: *Am beständig sich ändernden Mittellauf eines noch nicht vollständig korrigierten Alpenstromes, wie die Aare, müssen die mit den topographischen Veränderungen im Zusammenhang stehenden Wechsel in der Vegetation ganz besonderes Interesse beanspruchen.* Wir könnten daher diese Arbeit auch als *eine Studie der Pflanzengesellschaften und ihrer Sukzessionen im Zusammenhang mit dem Erosionszyklus eines Flusses* bezeichnen.

Aus diesem engen Zusammenhang der dynamischen Geologie mit der Pflanzengeographie ergibt sich die Notwendigkeit einer genauen Kenntnis der geographischen, geologischen und hydrographischen Verhältnisse; daher die eingehende Behandlung derselben.

Bei meinen Untersuchungen stand mir mein hochverehrter früherer Lehrer, Herr Prof. Dr. C. Schröter in Zürich stets mit vielseitigen Anregungen unermüdlich als treuester Freund zur Seite. Er verschaffte mir auch in zuvorkommender Weise alle einschlägige Literatur, worunter besonders neuerdings er-

schienene englische und amerikanische Werke für mich von großer Wichtigkeit waren. Für dies alles spreche ich ihm auch hier meinen wärmsten Dank aus.

Im weitem danke ich der Aargauischen naturforschenden Gesellschaft, besonders ihrem hochverdienten Präsidenten, Herrn Prof. Dr. Mühlberg für die Aufnahme meiner Abhandlung in ihren Jahresbericht.

Aarau, März 1913.

R. Siegrist.

Inhaltsübersicht.

	Seite
I. Definition des Begriffes „Auenwald“	I
II. Die natürlichen Entstehungsbedingungen der Auenwälder an der Aare im allgemeinen	4
A. Die Natur ihrer Unterlage	4
1. Die Verbreitung der Auenwälder im Zusammenhang mit der Gestaltung des Talbodens	4
a) Die Aare und ihr Tal im allgemeinen	4
b) Der Abschnitt Thun-Koblenz	5
α) Übersicht über die Gliederung dieses Abschnittes	5
β) Charakterisierung der in obiger Übersicht unterschiedenen Tallandschaften der Aare	6
2. Der Boden der Auenwälder und seine Abhängigkeit von der Tätigkeit des Flusses. — Erosion und Alluvion	13
a) Die Ufer. Die wichtigsten Erosions- und Alluvionsvorgänge	13
b) Die Kiesbänke im offenen Fluß	14
α) Untergetauchte Bänke	14
β) Inseln	16
c) Inselbildung infolge von Anschwemmung losgerissener Vegetationskomplexe	18
d) Die Entstehung der Gießen	19
e) Zeitdauer der Veränderungen des Flußlaufes	20
3. Die Bewässerung des Auenwaldbodens	22
a) Die Schwankungen des Flußniveaus	22
α) Aufzeichnungen über abnorme Wasserstände bis Mitte des 16. Jahrhunderts	22
β) Schwankungen des Wasserstandes bei Aarau von 1859 an	24
b) Das Grundwasser	30
B. Die klimatischen Faktoren	33
1. Temperatur	33
2. Feuchtigkeit	35
III. Die Pflanzengesellschaften	37
A. Allgemeiner Teil. Die Gliederung der Ufervegetation in natürliche Pflanzengesellschaften	37
B. Spezieller Teil. Die einzelnen Pflanzengesellschaften nach ihrer Ökologie und Zusammensetzung	49
1. Phanerogame Wasserpflanzen	49

	Seite
2. Das Röhricht	52
a) Am Ufer des Hauptflusses, der permanenten Flußarme und Gießen mit nicht sehr langsam fließendem Wasser	53
b) Am Rande permanenter Teiche oder sehr langsam fließender Wässer	54
c) In temporären Wasseransammlungen	55
d) Außerhalb des Bereichs des offenen Wassers	55
3. Kräuter und Stauden auf Ufern, welche zur Zeit der Hoch- wasser starker Stömung ausgesetzt sind	59
4. Der Bruchwald; Erlen-Weiden-Bruch	63
5. Der Auenwald	74
A. Auenwälder der Aare	74
a) Die edaphischen Faktoren	74
b) Die Gliederung u. Zusammensetzung des Auenwaldes	75
α) Der Mischwald der Erlen und Weiden oder die Erlen-Weiden-Au	78
β) Die Eschenau	89
B. Vergleich mit Auenwäldern und verwandten Pflanzen- gesellschaften anderer Ströme	90
a) Allgemeine Beschreibungen	90
b) Die Ströme in Einzeldarstellungen	98
α) Auenwälder am Rhein	98
β) Elbegebiet	100
γ) Donau	102
δ) Lena	106
6. Übergangsformation zum mesophytischen Mischwald	109
7. Die Pflanzengesellschaften der verhältnismäßig trockenen Schotterbänke ohne Sanddecke	113
a) Kräuter und Stauden	115
b) Der Hippophaë-Bestand	121
c) Der Föhrenwald	125
8. Herabgeschwemmte Alpenpflanzen	127
IV. Besiedelung, Sukzession der verschiedenen Formationen	129
Der offene Fluß	129
A. Ufer an schwacher Strömung	131
a) Aktive Besiedelung durch das Röhricht	131
b) Passive Besiedelung durch Auffahren der bei Ufereinstürzen in die Strömung gefallenen Vegetationskomplexe	131
B. Ufer an starker Strömung	133
a) Unterste, auch bei mittlerem Niederwasserstand unter- getauchte Uferstufen	133
b) Stufe zwischen mittlerem Niederwasser- und mittlerem Sommerwasserstand	134
c) Stufe zwischen dem mittleren Sommerwasser- und dem mitt- leren Hochwasserstand	135
§ 1. Einfluß der zeitlichen Verteilung der Hochwasser auf die Zusammensetzung der besiedelnden Pflanzendecke	135

	Seite
§ 2. Sukzession der Formationen dieser Stufe	136
a) Die Formationen der Gräser	136
β) Die Formationen der Bäume und Sträucher	138
αα) Die ersten Spuren der Weidenau	138
ββ) Das Aufwachsen der Weidenau	141
γγ) Kampf der Erlen gegen die Weidenau	142
Anhang. Die Entstehung des Bruch- und Auen- waldes auf dem Verlandungsbestand	145
d) Das Ufer über dem mittleren Hochwasserstand	150
a) Die Herkunft der Auenwälder auf dieser Stufe	151
β) Die Besiedelung der verhältnismäßig trockenen, nackten Schotterbänke ohne Sanddecke	152
αα) Das Vordringen des Auenwaldes auf den Schotter- bänken	152
ββ) Kampf des Auenwaldes gegen Sanddornbestände	153
γγ) Die Verdrängung des Sanddornbestandes durch den Föhrenwald	156
δδ) Das Vordringen der Übergangsformation gegen den Föhrenwald	157
εε) Übergang des Auenwaldes in den mesophytischen Mischwald	160
V. Einfluß des Menschen auf die Zusammensetzung der flußbegleitenden Wälder der Aare	161
A. Indirekte Beeinträchtigung durch Flußkorrekturen	161
a) Die Eindämmung des Flußlaufes	161
b) Die Grundwehren	162
c) Ableitung der Aare bei Aarberg nach dem Bielersee	162
B. Direkte Einwirkung durch Bewirtschaftung der Auenwälder	163
a) Hochwälder	164
b) Niederwald	165
c) Mittelwald	166
C. Die für die Auenwälder geeigneten Holzarten	168
Literaturverzeichnis	175

I. Definition des Begriffes „Auenwald“.

Roßmäßler unterscheidet nach „physischen und physiologischen Gesichtspunkten“ Auenwald, Heide, Bruchwald u. s. w. Er versteht unter Auenwald¹ „*die Bewaldung der ebenen, fruchtbaren Bewässerungsgebiete kleinerer und größerer Flüsse, welche sich nur stellenweise und in geringem Maße über die Anschwellungshöhe dieser Gewässer erheben, übrigens aber unter dieser liegen*“.

Diese Definition wird heute noch, abgesehen von kleinen Erweiterungen, in der Pflanzengeographie allgemein anerkannt. So trifft man nach Drude² *dieselbe Formation „unverändert da, wo außerhalb des Überschwemmungsgebietes auf ebenem Boden Schichtenwässer so flach streichen, daß die Baumwurzeln im Frühjahr und Herbst oft wochenlang naß stehen und auch im Sommer die Benetzung selten lange ausbleibt*“.

Der ursprüngliche Begriff der *geographisch* begrenzten Wälder (flußbegleitende Wälder!) erfährt somit bei Drude eine Erweiterung durch die Betonung der *ökologischen* Eigentümlichkeit, die in hochstreichendem, fließendem Grundwasser liegt.

Trotz dieser Erweiterung der Definition beschränkt sie sich auf Wälder der *ebenen* Böden, so daß z. B. die ökologisch ganz ähnlichen Laubwäldchen an Hängen mit Bergschweiß unter diesem Begriff nicht in Betracht kommen. Wir werden uns im Folgenden also nur mit Pflanzengesellschaften ersterer Art beschäftigen, die mit Rücksicht auf ihre Genesis auch mit „Fluß - Auenwälder“ bezeichnet werden könnten im Gegensatz zu den letztgenannten Wäldchen, die logischerweise mit dem genetischen Namen „Quellen - Auenwälder“ oder mit der topographischen Bezeichnung „Gehängemoorwald“ belegt werden müßten.³

¹ Roßmäßler, E. M. — Der Wald. Leipzig 1863, S. 555. Leipzig 1881, S. 636.

² Drude, O. — Deutschlands Pflanzengeographie, I. Stuttgart 1896. S. 308.

³ Dem Fluß- und Gehängemoor, in Früh und Schröter, C. — Die Moore der Schweiz. Bern 1901. S. 271 — analoge Bezeichnungen.

Außer für flußbegleitende Wälder wendet Drude später,⁴ wie Raesfeldt⁵ den Begriff „Auwald“ auch für sumpfige Fichtenwälder an: „Fichten-Auwald der Bergregion“ (mit Sphagneten und *Vaccinium uliginosum*).⁶

Die eingangs angeführten Definitionen sind, wie die folgenden Abschnitte zeigen werden, auch für unser Gebiet im

⁴ Drude, O. — Der hercynische Florenbezirk. Leipzig 1902.

⁵ Raesfeldt. — Der Wald in Niederbayern. Landshut 1894. S. 77.

⁶ Siehe darüber auch S. 98.

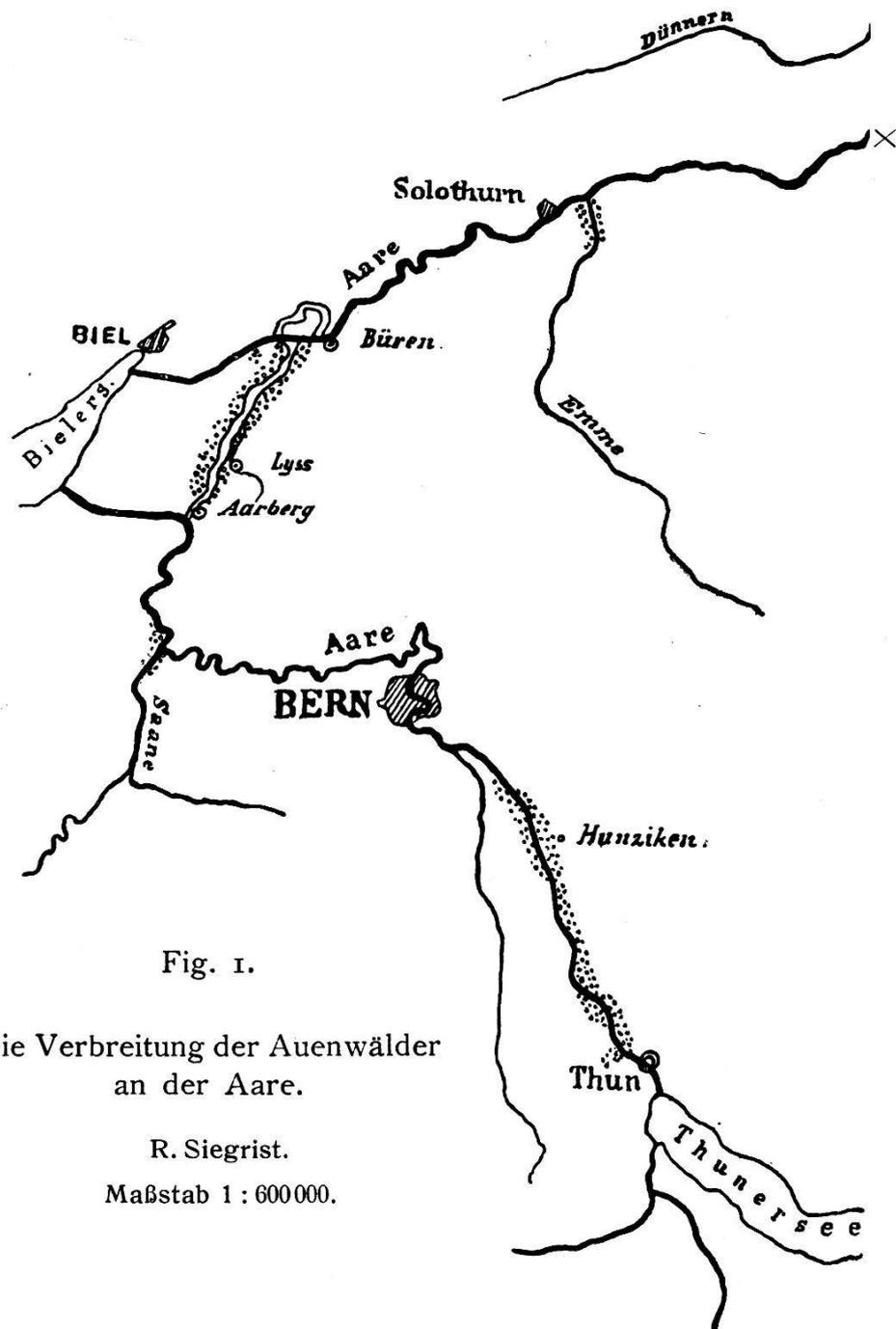
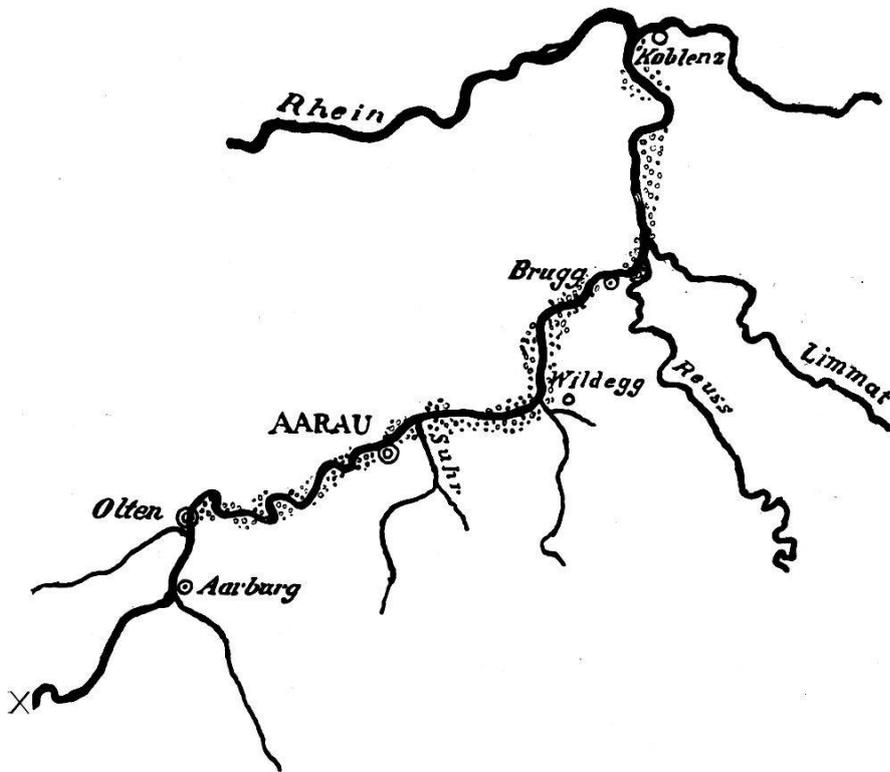


Fig. 1.

Die Verbreitung der Auenwälder
an der Aare.

R. Siegrist.

Maßstab 1 : 600 000.



großen ganzen zutreffend. Jedoch werde ich später noch Gelegenheit haben zu zeigen, daß der Zeitpunkt der flachstreichenden Schichtenwässer in unserem Lande nicht auf den Herbst fällt, sondern, daß mit Rücksicht auf die Schwankungen des Wasserstandes der Aare, dabei vorwiegend die Frühjahrs- und Sommerwasserstände ausschlaggebend sind.⁷

In Anbetracht der verschiedenen hydrographischen Stufen eines Ufergeländes kann für unser Flußgebiet folgende Standortcharakteristik des Auenwaldes gelten:

Der Auenwald ist auf dem flachen Ufer zu finden, das nicht dauernd naß ist, aber durch Hochwasser jährlich während längerer Zeit vollständig durchtränkt wird und während des Niederwassers nicht unter anhaltender Trockenheit zu leiden hat. Die gleichen Standortbedingungen können auch außerhalb des Überschwemmungsbereiches durch zeitweise hochstreichendes Grundwasser hervorgerufen werden.⁸

⁷ S. 28.

⁸ *Floristische Zusammensetzung des Auenwaldes* siehe S. 75 ff.

II. Die natürlichen Entstehungsbedingungen der Auenwälder an der Aare im allgemeinen.

A. Die Natur ihrer Unterlage.

1. Die Verbreitung der Auenwälder im Zusammenhang mit der Gestaltung des Talbodens.

a) Die Aare und ihr Tal im allgemeinen.

Im Kern des schweizerischen Urgebirges entspringen im Berner Oberland zwei Quellbäche der Aare¹ dem gleichnamigen Gletscher. Nach ihrer Vereinigung strömt das wilde Bergwasser bis zur Aufnahme der Grimsel und der Gadmeraare auf Urgestein, bildet zwischen Grimselhospitz und Guttannen den imposanten Handeckfall, um sich dann in die „finstere Aareschlucht“ zu stürzen, wo sie sich in wildromantischem Cannon durch einen Talriegel aus hartem Kalk der mittleren Juraformation Bahn bricht. Nach Verlassen dieses Engpasses fließt die Aare in künstlichem Bett durch eine ebene Talfläche in den Brienersee.

Die nunmehr geschiefbefreie Aare wendet sich in 5 km langem Lauf über das sog. Bödeli hinweg dem Thunersee zu, zunächst dem Schuttkegel der Lutschine, die ehemals hier direkt in die Aare floß, dann demjenigen des Lombachs ausweichend.

Mit dem Thunersee treten wir hinaus in das schweizerische Mittelland, indem das untere Seebecken die Ketten der nörd-

¹ Der Name Aare ist keltischen Ursprungs und bedeutet, wie eine Menge ähnlich lautender Ausdrücke, nichts anderes als Wasser. So begegnen wir ihm auch in fremder Sprache, wie im Süden Frankreichs in dem Flußnamen Hérault (keltisch Arra) wieder. Noch deutlicher ist er in „Arre-et-Bez“, der Bezeichnung einer Ortschaft jener Gegend, sichtbar. Viele schweizerische Flößchen und Bäche heißen Aa, und auch im Niederdeutschen und Holländischen finden wir diesen Namen wieder. Oberdeutsch heißt es Ach, in Oldenburg, Hannover und Schleswig-Holstein Aue und Au.

lichen Kalkalpen als Quertal durchbricht. Die Aare hat ihren Wildbachcharakter eingebüßt. Wir treffen immer häufiger weite, muldenförmige Talpartien, in deren Sohle die Aare fließt. Die Hänge der Mulden weisen meist deutliche Terrassierung im Kiesuntergrunde auf. Diese Gegenden hauptsächlich sind es, die im folgenden einer eingehenden pflanzengeographischen Betrachtung unterzogen werden sollen. Die untersten Terrassen sind die flachen, meist bewaldeten Ufer und bilden innerhalb des Inundationsgebietes oder daran anschließend den Standort für die Auenwälder.² Solche Gegenden, in denen das Aaretal eine weite, ebene oder terrassierte Kiesfläche darstellt (Fig. 2), treffen wir mehrmals auf der Strecke von Thun bis zur Einmündung in den Rhein bei Koblenz.

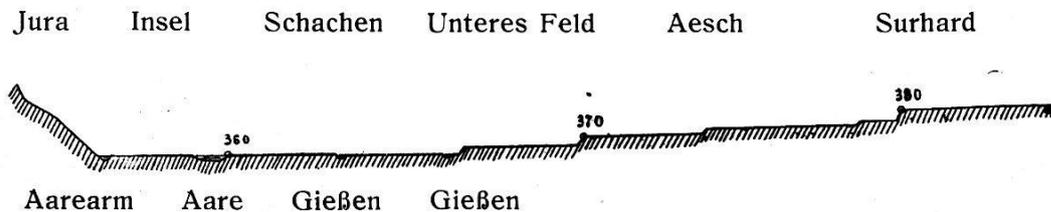


Fig. 2. NW-SO-Profil des Aaretals bei Biberstein (unterhalb Aarau).
(Maßstab zirka 1 : 30000; Überhöhung 5×).

b) Der Abschnitt Thun-Koblenz.

Nach seiner Gestaltung und der dadurch bedingten An- oder Abwesenheit von Auenwäldern können wir das Aaretal von Thun bis zur Einmündung in den Rhein in mehrere, scharf von einander abgegrenzte Regionen teilen.³

a) Übersicht über die Gliederung dieses Abschnittes.

I. Die Aare im schweizerischen Mittelland.

1. Die flache, kiesige Talsohle zwischen Thun und Bern. Aare korrigiert. Schmäler Streifen Auenwälder.

2. Das tiefe, oft schluchtartige Aarebett in Molassefelsen zwischen Bern und Aarberg:

a) Bern-Saanemündung; ohne Auenwälder.

b) Saanemündung - Aarberg; kleine Auenwälder.

² Vergl. Definition S. 1.

³ Siehe auch Zellers Aufsatz über die Aare im geogr. Lexikon der Schweiz. Neuenburg 1902. S. 8.

3. Die Aare im Seeland, d. h. in der Sohle der ausgedehnten Mulde am Südrand des Juras, die das Gebiet des Neuenburger-Murten- und Bielersees umfaßt und bis zur Einmündung der Emme reicht:

- a) Das wald- und gebüschreiche Gebiet des alten Aarlaufes von Aarberg bis Meienried (ob Büren).
- b) Die in vielen Bogen langsam durchflossene, waldarme Talniederung zwischen Meienried und der Emmemündung unterhalb Solothurn.

4. Das regelmäßiger gestaltete, tiefer in den Talboden eingegrabene Flußbett, mit stärkerem Gefälle zwischen Emmemündung und Aarburg.

II. Die Aare im Jura. Eintritt in die südlichste Kette bei Aarburg und Durchquerung derselben bis Olten.

1. Der teilweise stark verwilderte, z. T. auch korrigierte Lauf hart am Südfuß der Juraketten entlang von Olten bis Wildegg.

2. Die Durchquerung der Juraketten in gewundenem, trägem Lauf bis zur Einmündung in den Rhein. Beide reich an Auenwäldern.

β) *Charakterisierung der in obiger Übersicht unterschiedenen Tallandschaften der Aare.*

I. Auf der sanften Abdachung des großen Tertiärbeckens zwischen Alpen und Jura wendet sich die Aare nordwärts dem Jura zu.

1. Beim Verlassen des Thunersees betritt sie zwischen *Thun und Bern* auf eine Länge von zirka 25 km eine flache, offene Tallandschaft mit einer Sohle bestehend aus einer mehr als 1 km breiten Kiesfläche. 1714 leitete man die Kander, die einst unterhalb Thun linksseitig in die Aare mündete und ungeheure Massen Geschiebe mit sich führte, in den See ab. Ihr Schuttkegel mit den alten Rinnen enthält jetzt noch interessante Auenwaldungen. Große Gebiete zwischen dem See und Bern wurden 1871—92 vollständig korrigiert.

Durch Nebenflüsse wie die Zulg, die Rotachen, den Kiesenbach und die Gürbe erhält die Aare der Nagelfluh entstammende Gerölle, Jurakalkgeschiebe, überdies viel Sand

und Schlamm zugeführt; immerhin ist die Geschiebeführung mangels größerer Zuflüsse oberhalb Bern nicht bedeutend. Das Durchschnittsgefälle auf dieser Strecke beträgt zirka $2 \text{ }^0/_{00}$ (Aare unterhalb Thun 556 m ü. M., unterhalb Muri b. Bern 508 m ü. M.).

Die Eindämmung der Aare auf dieser Strecke war von großem Einfluß auf die anstossende Gegend. Talflächen, die jährlich einige Zeit unter Wasser standen, werden heute selbst bei starkem Hochwasser nicht mehr überschwemmt, obwohl an vielen Stellen der Normalwasserstand höher liegt als das anliegende Gelände. Auch an diesen Stellen konnte das Land trocken gelegt werden, indem man längs des Aarebettes tiefer gelegene Entwässerungskanäle von geringerem Gefälle entlangführte, die man an günstigen Stellen weiter unten in die Aare einmündete („Kanal“, Fig. 3).

Wenn dennoch Auenwälder und -Gebüsche sich bis zu 1 km Breite ausdehnen können, wie dies bei Uttigen unterhalb Thun und an der Hunzikenbrücke unterhalb Rubigen der Fall ist, so hat das seinen Grund in der Bewässerung durch die erwähnten Abzugskanäle und durch die zahlreichen alten Aarläufe oder sogenannte Gießen (Fig. 3).

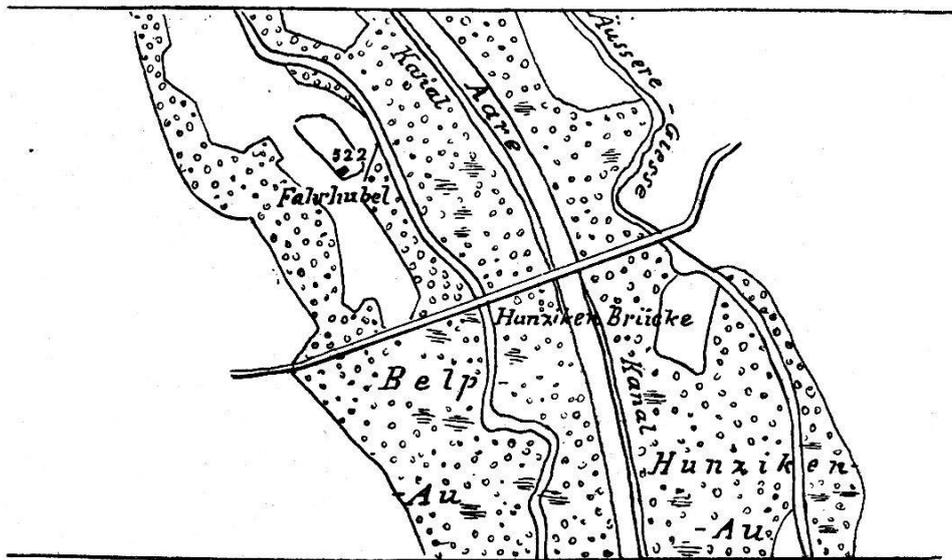


Fig. 3! Charakteristische Partie an der Hunzikenbrücke mit korrigierter Aare, Gießen, Kanälen und Auenwäldern.
1 : 25000. (Nach Siegfried-BI. 336, 1871.)

Wenn wir dieses Gebiet nochmals überblicken, so sehen wir, wie zwischen hohen, künstlichen Dämmen teilweise auf

höherem Niveau als das Ufergelände die Aare fließt, wie aber trotz dieser Korrektion, dank der beständig Wasser führenden Gießen und Gießenkanäle beidseitig Auenwälder, in Relikten wenigstens, weiterbestehen.

2. Ganz anders ist das Aaretal auf der Strecke *Bern-Aarberg* gestaltet.

a) Abschnitt *Bern-Saanemündung*. Zur Eiszeit wurde der Aarelauf, der sich durch eine Furche gegen Solothurn zog, in eine von Bern aus nach Westen sich ziehende abgelenkt, in deren Sandsteinsohle sich der Fluß in engem, gewundenem Bett tief ingrüb. Es ist klar, daß ein solches Erosionstal der Entstehung von Auen am wenigsten Möglichkeit bietet, da die Alluvion auf die niedersten Partien der konvexen Ufer beschränkt ist. An solchen Stellen aber finden wir zuweilen die schönsten und lehrreichsten Bilder der Ufergestaltung: diesseits ein steiles, mehr als 100 m hohes, konkaves Erosionsufer, von dem aus man über die Flußbiegung hinweg auf das jenseitige konvexe, charakteristisch terrassierte Ufer blickt, dessen Stufen ihrer Feuchtigkeit entsprechend mit Kies, Auenwäldchen (auch nur Ufergebüsch), Wiesen, Getreidefeldern und Kartoffeläckern bedeckt sind (Fig. 4, Tafel II).

b) Abschnitt *Saanemündung-Aarberg*. An der Stelle, wo die Aare in scharfem Bogen nordwärts dem Seeland sich zuwendet nimmt sie die Saane auf, die ihr gewaltige Mengen Geschiebe zuführt. Mit vereinter Stoßkraft werden die Schuttmassen in das Seeland⁴ hinausbefördert. Dieser Teil ist etwas reicher an Auengebüsch als der vorige, jedoch finden sich solche auch hier nur auf den konvexen Ufern; die ausgedehntesten am linken Ufer unterhalb der Saanemündung.

3. Das ganze *Seeland* liegt in der Molasseformation und wird in nord-östlicher Richtung von mehreren Molassehügeln, die mit erratischen Blöcken und Gletscherschutt aus dem Rhonetal bedeckt sind, durchzogen. Unter und neben diesen erratischen Bildungen finden sich mächtige, meist terrassenförmige Lager von Kies, Sand und auch Lehm.⁵

⁴ Seeland im weiteren Sinn, nach Schneider, J. Rud. — Das Seeland der Westschweiz und die Korrektion seiner Gewässer. Bern 1881.

⁵ Eingehende Beschreibung siehe in Schneider l. c. S. 61.

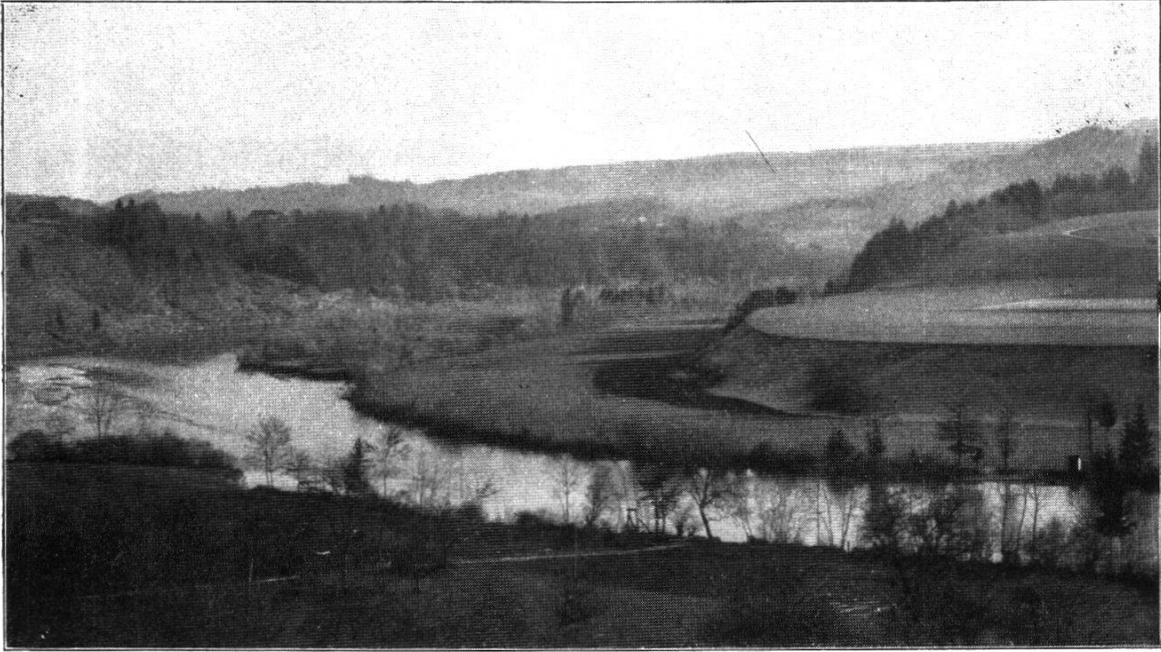


Fig. 4. Die Verteilung von Auenwald, Wiesen und Feldern auf die verschiedenen Uferterrassen an der Aare bei der Saanemündung (Ostermaningen).



Fig. 6. Ausgedehnte Auenwälder an der Aare unterhalb Aarau.
Phot. Dr. Jäger.

a) Westlich von Aarberg zieht sich bis nach Bühl ein Aareschuttkegel, von dessen Scheitel aus die Aare in östlicher Richtung dahinzog. Diese Gegend bot das typische Bild eines „verwilderten Flusses“. „Wenn ein Fluß ein sehr großes Gewicht an grobem Schutt fortzuschaffen hat, so hat seine Flußebene selbst im Ausgleichungszustand ein relativ steiles Gefäll. Dann weicht der Fluß aber von seinem geraden Lauf durch die Aue nur wenig ab; er zersplittert seine Wassermenge in viele einzelne Arme, zwischen denen beständig sich verändernde Sandbänke und Inselchen liegen (Fig. 5). Er lagert also immerfort ab.“⁶ Sobald der Schutt abgelagert ist, beginnt die Ausbildung der Mäander (Meienried - Solothurn!).

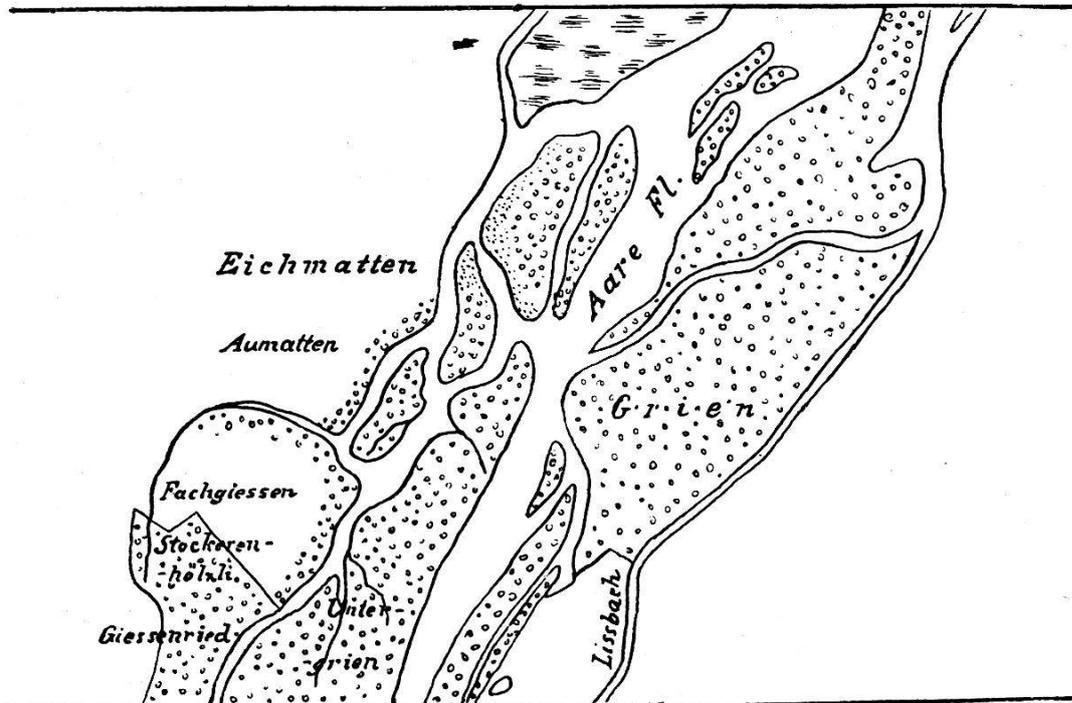


Fig. 5. Auenwälder zwischen Bußwyl und Lyß.
1 : 25000. (Nach Siegfried-BI. 138. 1876.)

Heute ergießt sich in dieses Bett nur noch ein kleines Wässerchen; die Hauptwassermassen werden durch den Hagnekkanal in den Bielersee abgeleitet. Die Niederung bis nach Meienried hinunter, die einst oft von gewaltigen Überschwemmungen heimgesucht wurde, ist seit 1878 infolge der Juragewässerkorrektion vollständig gesichert. Infolge des Sinkens des Grundwasserspiegels sind die Auenwälder zurück-

⁶ M. Davis und G. Braun. — Grundzüge der Physiogeographie. Leipzig und Berlin 1911. S. 201.

gegangen und heute noch teilweise im Verschwinden begriffen. Andere flußbegleitende Pflanzengesellschaften dagegen — besonders Sanddorn, -Föhrenbestände und Kiesplätze mit offener Kräuter- und Staudenvegetation — sind dort bis zu einer Breite von 2 Kilometer in ihrer schönsten Ausbildung zu treffen und weisen treffliche Beispiele von Sukzessionen der Pflanzengesellschaften auf.

Eine Bewässerung der untersten Uferstufen findet noch heute dadurch statt, daß in das alte Aarebett, in die zahlreichen Flußarme und die Gießen eine Anzahl kleiner Bäche münden, die ihr Wasser dem ansehnlichen Sammelgebiet von 150 km² entnehmen. Diese Wasser fließen in dem flachen Gelände träge durch das breite Bett dahin und münden zwischen Meienried und Büren in den vom Bielersee herkommenden Nidau-Büren-Kanal.

So verstehen wir wohl, daß durch die Juragewässerkorrektur einerseits die Kulturen dieser Gegend vor Überschwemmungen verschont bleiben, auch dann selbst, wenn bei Hochwasser ein Teil der Aare sich bei Aarberg in das alte Bett ergießt, daß aber andererseits in der Flußniederung die großen Erlen- und Weidenbestände sich des prächtigsten Gedeihens erfreuen. Hier geht die Versumpfung sogar so weit, daß ein kleiner Erlenbruch sich bilden konnte, ein Wald, „der sich durch das höchste Maß von Bodennässe auszeichnet, das Laubbäume zu ertragen vermögen“.⁷ Am oberen Teil des alten Aarelaufes dagegen, direkt unterhalb Aarberg, in einem Gebiet, da das Bett wenig Wasser führt, zeigt sich das Fehlen desselben im raschen Zurückgehen von Weiden-, Erlen- und Eschenbeständen⁸; zudem beträgt von hier bis Dotzigen das Gefälle 1,25 ‰, während es von Dotzigen bis Meienried bloß 0,07 ‰ ausmacht.⁹

b) Unterhalb Meienried umfließt die alte Aare in weitem Bogen mit 0,04 ‰ Gefälle das sogenannte Häftli. Der Aare-Zihlkanal schneidet diesen Bogen ab und führt die Hauptwassermassen in geradem Lauf gegen Büren.

Die große Ebene oberhalb Solothurn, die in vielen Windungen durchflossen und bei Hochwasser gelegentlich in einen

⁷ Drude, O. 1896. l. c. S. 308. — ⁸ Vergl. Abschnitt V.

⁹ Schneider l. c. S. 84.

See verwandelt wird, besteht aus einer mehr als 4 Meter mächtigen Schicht Sand und feinem Kies, die stellenweise von einer Schicht grauem oder blauem Lehm bis zu 3,5 Meter Mächtigkeit überlagert wird. Eine oberflächliche, 30 cm bis mehr als 1 m mächtige, fruchtbare Dammerde trägt Wiesen und Äcker, schönen Klee und Esparsette, in günstigen Jahren schöne Kornfelder. Auenbäume — und Sträucher finden sich nur am Uferrand und treten nirgends in größeren Beständen auf.

4. Unterhalb Solothurn nimmt die Aare die Emme auf, und damit beginnt für den Flußlauf eine neue Phase. Die Emme schiebt ihren mächtigen Schuttkegel immer weiter vor, wirft große Mengen Geschiebmassen, meist der Nagelfluh entstammendes Quarzgestein und thonige Sinkstoffe in die Aare. Dieser Schuttkegel staut die Aare, drängt sie nördlich gegen den Brestenberg hin und zwingt sie gleichsam, hier in den Felsen ein neues Bett zu graben. Infolge dieser Stauung findet hier ein schroffer Gefällswechsel statt. Von Solothurn bis zur Einmündung der Emme ist das Gefälle $0,12\text{‰}$, unterhalb derselben beträgt es $1,6\text{‰}$ und sinkt nur allmählig auf 1‰ . Auf ihrem Laufe dem Fuße des Jura entlang weist die Aare sprungweise noch größeres Gefälle auf, so bei Attisholz, Wangen, Wynau, Ruppoldingen oberhalb Aarburg. An letzteren drei Stellen wurde das Gefälle durch die Anlage von Elektrizitätswerken ausgenützt. Längs des Flußlaufes finden wir meist nur Ufergebüsche, die selten sich zu Auenwaldparzellen erweitern.

II. Bei Aarburg tritt die Aare in die äußerste Kette des Jura ein, durchströmt diese in einem Quertal und wendet sich bei Olten nach Nord-Osten, um von dort aus:

1. bis nach Wildegg dem Südfuß des Jura entlang zu fließen. Während der Flußlauf von Aarwangen bis Olten sehr regelmäßig gestaltet ist, zeigt er unterhalb Olten ein äußerst verwildertes Aussehen. Seine Breite variiert zwischen 65 und 140 m, das Gefälle beträgt 1‰ bis $2,5\text{‰}$. Mehrere Inseln und Halbinseln verändern häufig und rasch ihre Gestalt und Lage und wirken dadurch umgestaltend auf den Flußlauf ein. Wo die Aare nicht direkt dem Jura entlang fließt, wird sie auf der untersten Terrasse jenes Ufers von

Auenwäldern begleitet.¹⁰ Namentlich schön entwickelt finden sich letztere aber auf dem rechten — oder Südufer, da der Fluß dort auf der flachen, mit Niederterrassenschotter bedeckten Abdachung des mittelschweizerischen Hügellandes beliebig weit ausgreifen kann. An verschiedenen Stellen mußten Grundwehren in die Aare gebaut werden, um der stark vertikal erodierenden Tätigkeit des Wassers an jenen Stellen entgegenzutreten. So geschah es bei Schönenwerd, Aarau und Rapperswil.

Von Aarau bis Wildegg ist die Aare größtenteils korrigiert; die Breite beträgt fast durchwegs 100 m. Aber gerade diese Grundwehren, die ein tieferes Einschneiden des Flusses verhindern, bewirken, daß der frühere Grundwasserstand des Ufergeländes erhalten bleibt und mit ihm auch, sogar in einem Gebiet starker Vertikalerosion wie im Aargau,¹¹ die vielen Weiden- und Erlenbestände oder Schächten, wie sie dort fast durchwegs bezeichnet werden.

2. Von Wildegg an, wo die Aare in den Jura einzutreten beginnt, wird sie außerordentlich inselreich und erlangt durch diese Zerfaserung stellenweise eine Breite von 180 m. Die

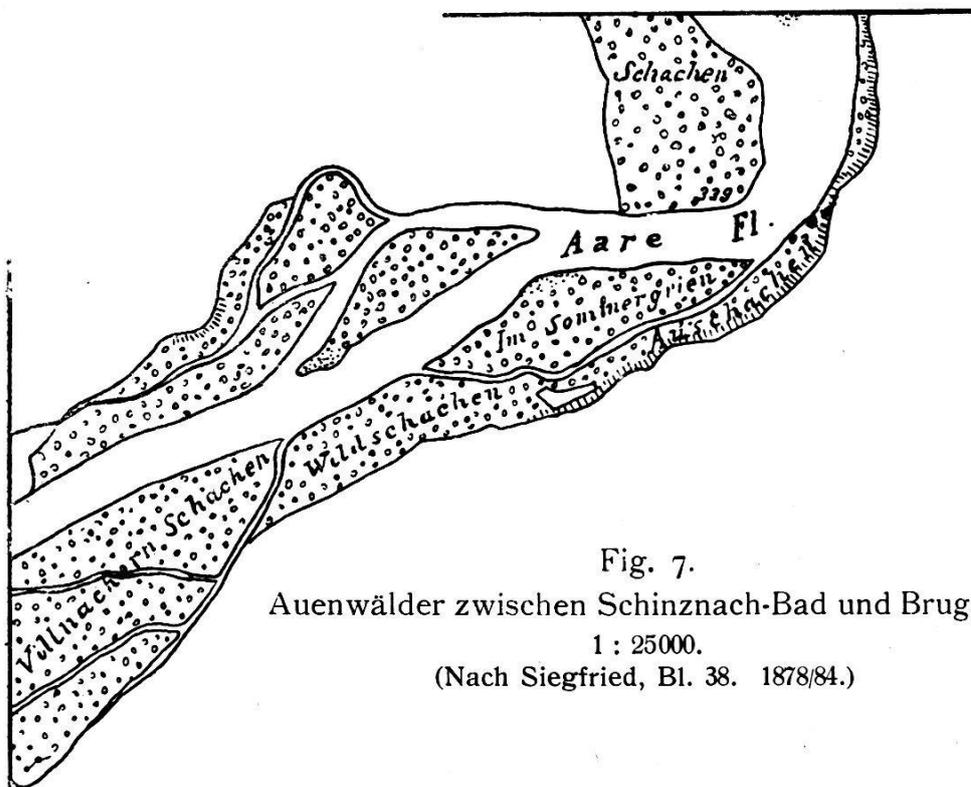


Fig. 7.
Auenwälder zwischen Schinznach-Bad und Brugg.
1 : 25000.
(Nach Siegfried, Bl. 38. 1878/84.)

¹⁰ Charakteristisches Beispiel dafür ist Fig. 7.

¹¹ Siehe S. 21.

Gestaltung der Ufer zeigt hier große Ähnlichkeit mit den Ufern der alten Aare im Seeland (vergl. Fig. 5. u. 7).

Bei Brugg dagegen, wo sie sich zwischen Jurafelsen hindurchzwängt, verengt sich das Bett auf 75 m, um sich weiter unten bei Windisch wieder zu erweitern, wo sie zwei bedeutende Nebenflüsse, die Reuß und die Limmat aufnimmt. Unterhalb der Einmündung letzterer fließt sie in breitem Bett, teilweise schon seit 1888 korrigiert dahin und weist auf der Strecke bis zur Einmündung in den Rhein große Gebiete mit Auenwäldern und -Gebüsch auf.

2. Der Boden der Auenwälder und seine Abhängigkeit von der Tätigkeit des Flußes.

— Erosion und Alluvion. —

Aus der Beschreibung der verschiedenen Tallandschaften geht hervor, daß es sich beim Boden dieser Auenwälder überall um lockeren Grund handelt, um Kies, Sand und Schlamm, der infolge der Flußströmung sehr leicht Veränderungen erleidet.

Das Flußgebiet Thun-Koblenz weist außer geringer Vertikalerosion vorwiegend Horizontalabtragung — und Anschwemmung auf, die nebeneinander stattfinden.

a) Die Ufer.

Die wichtigsten Erosions- und Alluvionsvorgänge.

Diese Erscheinungen sind ziemlich allgemein bekannt¹² und sollen hier nur soweit erläutert werden, als sie für die nächsten Abschnitte grundlegend sind und ich dort auf sie verweisen muß.

Bei einem Anprall der Strömung an eine Konkavität des aus lockerem Material aufgebauten Ufers beladet sich der Fluß mit Geschiebe. Im weiteren Verlauf der Krümmung wird dieses infolge größeren spez. Gewichtes unterhalb der Umbiegungsstelle nahezu tangential zu den Stromfäden abgeschleudert, währenddem diese umbiegen und direkt auf die

¹² Siehe darüber z. B. Davis, W. M. — Die erklärende Beschreibung der Landformen. Deutsch v. Dr. A. Rühl. Leipzig und Berlin 1912. S. 37, 45 ff., 53 ff.; ferner Davis und Braun l. c.

nächstfolgende Konkavität des gegenüberliegenden Ufers zulaufen. Dadurch gerät das Transportmaterial in den viel langsamer fließenden konkaven Teil des Flusses, der es infolge seiner geringeren lebendigen Kraft nicht mehr schwebend erhalten kann, sondern unterhalb der konvexen Krümmung des Flusses in Form einer Kies- oder Sandbank abgelagert.¹³

Solche zunächst schmale Streifen von „Flußebenen“ oder „*Flußbauen*“ treten abwechselnd auf beiden Seiten des Stromes auf.

Ob die Ablagerungen aus grobem Kies oder aus Sand und Schlamm bestehen ist für die darauf Platz ergreifende Vegetation sehr wichtig. Seien aber diese Bänke, wie bei Kiesunterlage, mit Gräsern und Sträuchern bewachsen, oder tragen sie als Schlammaufschüttungen Schilf als Hauptverlander (Fig. 8, 10, 12), so läßt sich in beiden Fällen sehr oft aus der Art und Weise der Besiedelung durch die Pflanzen und deren verschiedenem Alter auf Gesetzmäßigkeiten in der Ufergestaltung und, was für Studien der Sukzessionen der Pflanzengesellschaften besonders wichtig ist, auf früher stattgefundenen *Uferveränderungen* hinweisen.

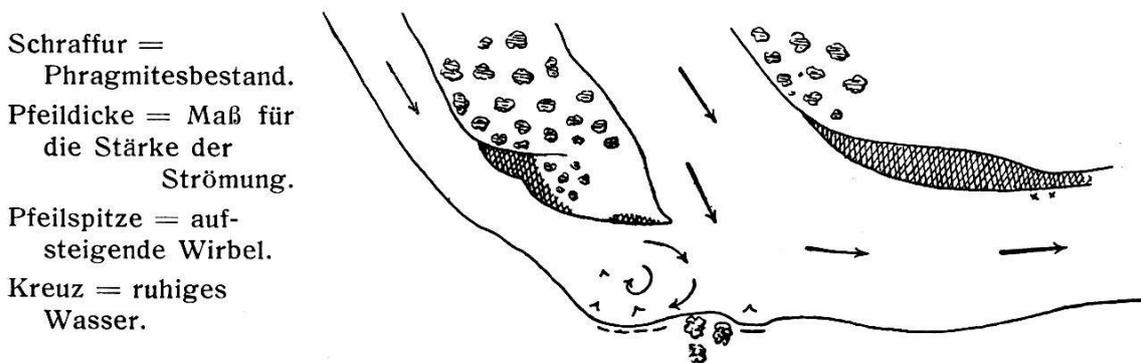


Fig. 8. *Erosionsufer* von zirka 10 m Höhe an der Aare oberhalb Dulliken (Kompensation) 12. VII 09.

Insel und konvexes Flußufer mit Eschen, Weiden und Erlen bewachsen.

b) Die Kiesbänke im offenen Fluß.

a) *Untergetauchte Bänke.*

Stehen wir an klaren, fließenden Wassern, die auf dem Grunde Sand mit sich führen, so können wir diesen auf dem Boden in feinen Rippelmarkes angeordnet sehen. Flußauf-

¹³ Vergl. auch Mühlberg, F. — Die heutigen und früheren Verhältnisse der Aare bei Aarau. Aarau 1885.

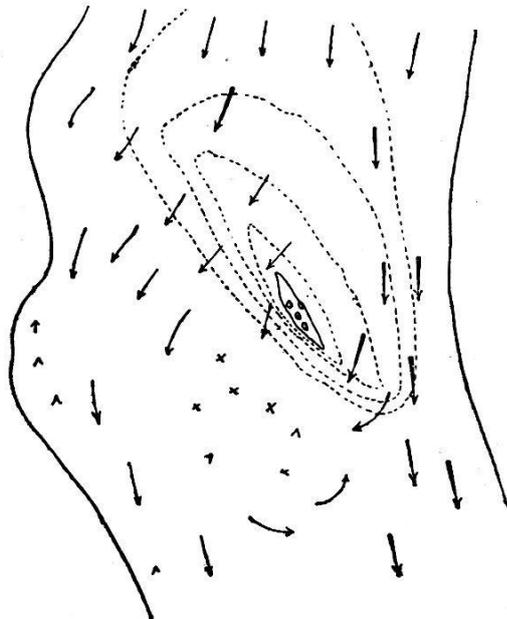
wärts sind sie flach, fast wagrecht, an ihrem unteren Ende dagegen weisen sie in plötzlichem Abfall eine sehr steile Böschung auf. Die Richtung ihres Wanderns ist ausgesprochen flußabwärts. Das mit Geschiebe beladene Wasser entspricht hier dem stauberfüllten Wind in Dünengebieten. Auch Dünen zeigen auf der Luvseite geringe, auf der Leeseite steile Böschung und wandern ganz analog diesen Flußbänken im Sinn der Richtung der auf sie einwirkenden Kraft. Daß man auch hier wirklich von einer Leeseite sprechen darf beweisen mir zahlreiche Beispiele in der Aare. So zeigten sich diese Strömungsverhältnisse namentlich klar an einer Insel unterhalb Wildegg, die bei mittlerem Wasserstand in einer Länge von etwa 8 m aus dem Wasser hervorragte. Zu beiden Seiten der Insel weisen die Flußarme starke Strömung auf, während unterhalb der Kiesbank viele m² fast ruhigen, tiefen Wassers sich finden. Der Boden an dieser Stelle besteht, soweit man mit dem Ruder einringen kann, aus Sand und Schlamm, während die Flußarme faustgroße Gerölle führen.

Ein anderes Beispiel für die Strömungsverhältnisse an Kiesbänken, die auch bei Niederwasser nur mit einzelnen Steinen aus der Wasseroberfläche emporragen, ist in Fig. 9 dargestellt.

Fig. 9.

Kiesbank in der Aare unterhalb Aarau,
bei Niederwasser (8. XII 08)

(Zeichen wie oben.)



Wirbel, wie sie diese Figur am unteren Inselende zeigt, sind von ganz anderem Charakter als die in Fig. 8 dargestellten. Während jene durch Energiezufuhr infolge seitlicher

Einwirkung einer Nachbarströmung entstehen, gehen diese hervor aus dem freiwilligen Abfließen seitlicher Strömungen nach einem von diesen unbestrichenen Raum. Daher ist es erklärlich, daß wir in diesem Fall, im Gegensatz zu Beispiel Fig. 8, fast immer Sandanschwemmung treffen. Im Anschluß daran sei hier schon erwähnt, daß die so oft anzutreffenden Schilfbestände an unteren Inselenden obiger Anschwemmungsweise ihre Entstehung verdanken.

β) Die Inseln.

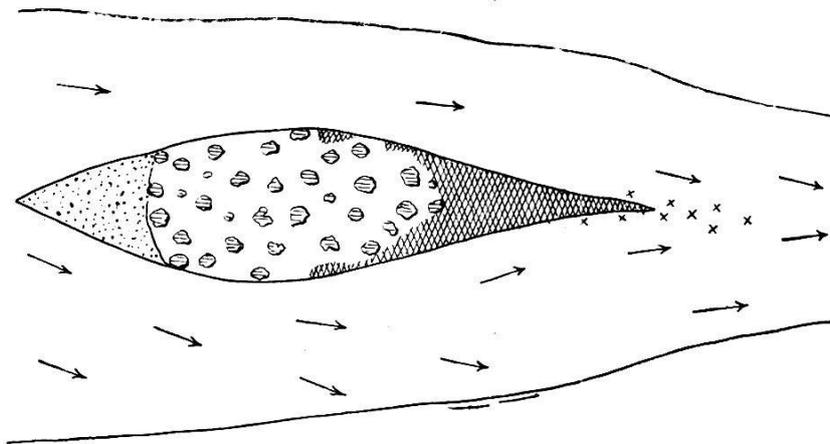


Fig. 10.

Aarinsel oberhalb Lüßlingen (Solothurn), zirka 100 Meter lang. 26. VI 09.
Von oben nach unten: Schotter, Auenwäldchen, Schilf.
Zeichen wie oben.

Fig. 10 stellt eine Insel dar, aus deren Besiedelung man schließen kann, daß sie aus einer Kiesbank hervorgegangen ist, wie sie in Fig. 9 abgebildet ist. Auch die analogen Strömungsverhältnisse lassen auf dieselbe Entstehungsart schließen

Der Übergang von Stadium Fig. 9 zu 10 geht meist wie folgt vor sich:

Flußbänke, die bei Hochwasser angeschwemmt werden, ragen bei Niedrigwasser oft über den Wasserspiegel empor und präsentieren sich während des größten Teils des Jahres als Inseln. Ist das darauffolgende Hochwasser so groß, daß solche Inseln unter Wasser gesetzt werden und die über die oberflächlichen Schichten streichende Strömung stark genug den Kies in Bewegung zu setzen, so lagert er sich direkt am flußabwärts gerichteten Rand der Bänke ab. In diesem Fall

wandert die Kiesbank flußabwärts. Dieser Zustand kann selbst dann noch eintreten, wenn die Inseln schon durch einigen Pflanzenwuchs fixiert sind. Wir konstatieren hier somit noch dieselben Verhältnisse, wie bei den untergetauchten Bänken.



Fig. 11. Aufschüttung von Kiesmassen am oberen Ende einer Insel bei Birrenlauf durch das Hochwasser vom 14. Juni 1912. Blick flußaufwärts. Im Vordergrund der alte, grobe Kies; darauf lagert eine 35 cm mächtige Schicht neuen Kieses. Phot. R. Siegrist, Dezember 1912.

Eine stärkere Fixierung der Insel tritt dagegen bei höherem Pflanzenwuchs ein; besonders *Salix*-Bestände verleihen einer jungen Insel große Widerstandsfähigkeit. Es kommt vor, daß nach Hochwasser der ganze Weidenbestand vollständig entrindet dasteht. Aber dennoch hat dabei die Pflanze im harten Daseinskampf gesiegt, indem sie nicht bloß den Standort festgehalten hat, sondern auch sich zu regenerieren vermag, da die Basen der Zweige und die Wurzeln trotz der gewaltig zerstörenden Wirkung von Geröll und Wellen am Leben geblieben sind. Inseln in diesem Entwicklungsstadium erhalten an ihrem flußaufwärtsgerichteten Ende beständig neuen Kies aufgeschüttet. Ob am gegen-

überliegenden Ende Alluvion im Sinne der Abbildung 10 stattfindet oder ob Erosion dort vorkommt, ist von den Uferverhältnissen, namentlich von der Geschwindigkeit des Fortschreitens der Erosion am konkaven Ufer abhängig. Von den gegenwärtigen Aarinseln ist die Zahl derer, die am unteren Ende sichtbare Erosionsspuren aufweisen, nicht groß. (Einzelte, hübsche Beispiele dafür finden sich bei Aarau, Wildegg und Brugg.) Man beachte demgegenüber die überwiegende Menge der Inseln, die unten große Schilfbestände aufweisen! (Fig. 8, 10.)

Wer keine Gelegenheit hat, während einer Reihe von Jahren die Veränderungen einer Insel zu beobachten, der kann gelegentlich aus der Art und Weise ihrer pflanzlichen Besiedelung sicher auf die Genesis ihrer Unterlage schließen. Weist eine Kiesbank z. B. an ihrem unteren Ende schönen Baumwuchs von Weiden und Erlen auf, der inselaufwärts immer niedriger erscheint und schließlich in Gebüschformation übergeht, wobei die Sträucher immer spärlicher werden und Gräser im obersten feuchten Teil Platz ergreifen, so ist klar, daß bei ungestörter, kontinuierlich fortdauernder Besiedelung der Insel jener unterste Teil als die älteste, der oberste dagegen als die jüngste Region der Kiesbank angesehen werden muß. Wir finden im ganzen Aarelauf zerstreut dafür typische Beispiele.

c) Inselbildung infolge von Anschwemmung losgerissener Vegetationskomplexe.¹⁴

Eine große Rolle bei der Bildung neuer Inseln spielen die bei Hochwasser gelegentlich fortgeschwemmten Vegetationskomplexe. Mächtige, oft mehrere Kubikmeter große Landmassen mit Gebüsch stürzen infolge Uferunterspülung in die reißende Strömung, die sie meistens an den oberen Rändern der Alluvionen wieder „auffährt“, gelegentlich aber auch an seichten Stellen absetzt, wo sie den Stock neuer Inseln zu bilden vermögen. Dem Absetzen des Gebüsches folgt dann kontinuierliche Alluvion ganz analog den besprochenen Ver-

¹⁴ Siehe auch S. 131.

hältnissen anderer Inseln, vom Gebüsch aus flußauf- oder abwärts. Meistens finden wir unterhalb des Gebüsches eine Sandzunge angespült — auf Grund der S. 16 besprochenen Ursachen — die gelegentlich sogar im Fluß-Nebenarm eine Länge von acht Metern per Jahr erreichen kann. (Oberhalb Brugg.)

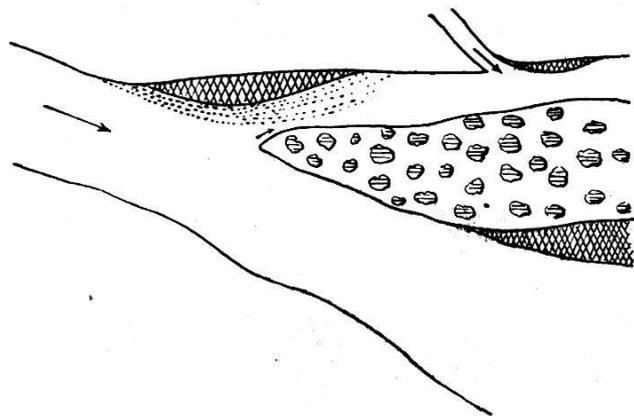
Als besonders geeignet zu dieser Neubildung von Inseln fand ich die Weiden, die dank ihres starken Regenerationsvermögens auch nach weitem Transport wieder zu ergrünen imstande sind. Weit weniger widerstandsfähig in dieser Hinsicht sind die Erlen.

d) Die Entstehung der Gießen.

Bei Kiesbänken, die sich als langgestreckte Inseln mehr auf der Seite des konvexen Ufers abgelagert finden, kommt es bei starker Aufschüttung manchmal vor, daß am oberen Inselende der kleinere Flußarm vollständig verstopft wird, wodurch dieser von der Strömung abgeschnitten wird.¹⁵ Das gleiche in mannigfaltigen Variationen findet man überall da, wo der Fluß in mehrere Arme sich teilt. Auf diese Weise entstehen die stillen Arme. Mündet in einen solchen ein Bach oder eine Quelle, welche letzteres häufig stattfindet durch Überfall-Quellen¹⁶ am Fuße der Ränder höherer Terrassen, so entsteht aus dem stillen Arm ein Gießen (Fig. 12), der die

Fig. 12.

Entstehung eines Gießens oberhalb Dulliken (Abschnitt Olten-Aarau), 12. VII 09.



Eigenschaft hat, an seinem unteren Ende mit dem Flußhauptbett dauernd in offener Verbindung zu stehen. Sie zeich-

¹⁵ Mühlberg. — Die heutigen und früheren Verhältnisse der Aare bei Aarau. Progr. der Aarg. Kantonsschule 1885. Aarau 1885. S. 10.

¹⁶ Grundwasserquellen! Siehe auch S. 36 ff.

nen sich fast durchwegs durch große Tiefe und Breite aus, was auf ihre Entstehung aus ehemaligen Flußarmen zurückzuführen ist.

Meistens findet man die Gießen am Fuße einer höhergelegenen Terrasse entlang sich ziehen und dadurch die äußere Grenze der unteren Terrassen bilden (vergl. Fig. 2, 3, 14). So hat man in den meisten Fällen beim Eintritt seitwärts in die typischen Auenwäldchen nicht bloß ein Bord hinunter zu steigen, sondern gleich darauf noch einen Gießen zu traversieren.

Bei Hochwasser werden die Gießen und stillen Arme von unten herauf gestaut und mit Sand und Schlamm teilweise, letztere oft ganz ausgefüllt. (Terrain für Verlandung!)

e) **Zeitdauer der Veränderungen des Flußlaufes.**

Für uns ist nicht allein die Art und Weise der Veränderungen maßgebend, sondern auch die *Zeitdauer*, die für solche Umgestaltungen nötig ist.

Während für die Schwankung des Wasserstandes schon seit einem halben Jahrhundert zuverlässige Aufzeichnungen bestehen, besitzen wir in den Notizen von Chroniken nur sehr bescheidene Mittel zur Rekonstruktion früherer Zustände der Talsohle mit ihren Flußbetten. Karten stehen zur Verfügung! Ich habe die zahlreichen „Kantonskarten vor und nach 1800“ studiert und andere, die mir von Wert zu sein schienen, wie die topographische Karte der Bern-Zürich-Straße von 1787. Da findet man allerdings Umgestaltungen im Flußlauf; es wäre aber nicht möglich Schlüsse auf den wirklichen Verlauf zu ziehen, da man bald sieht, daß auf die Aufzeichnung der hydrographischen Verhältnisse wenig Wert gelegt wurde. Gut ist die Michaeliskarte, die den Aargau wiedergibt.¹⁷ Auch auf die neuen Siegfriedkarten läßt sich für diese Untersuchungen meist nicht abstellen, da bei solchen Karten größeren Maßstabes (1 : 25 000) notwendig wäre anzugeben, bei welchen Wasserverhältnissen die Aufnahme erfolgte, da

¹⁷ Michaelis, E. H. -- Topographische Karte des Eidgenössischen Kantons Aargau. Aufgenommen 1837/43.

Siehe auch Mühlberg 1885 l. c., die Beschreibung der Flußverhältnisse nach dem Gemälde „Abryß der Stadt Aarow“, ferner „Karte der Flußterrassen“.

jene das Bild der Aare wesentlich beeinträchtigen und oft ausschlaggebend sind für das Untergetaucht- oder Sichtbarsein von Kiesbänken, ebenso aus gleichem Grunde die Intensität der aus dem Wasser hervorragenden Uferkrümmung variieren lassen.

Wohl könnte ich eine Unmenge von Aussagen älterer Leute anführen: daß da und dort der Hauptarm der Aare um 100 Meter vom jetzigen entfernt durchgeflossen sei, daß der Fluß in den vierziger Jahren an der Einmündung der Suhr unterhalb Aarau 5 $\frac{1}{2}$ ha Holz- und Weideland wegspühlte, in welchen Jahren Aarberg noch eine Insel und Meienried oberhalb Büren eine gefährdete Halbinsel war, u. s. w. Allein diese Angaben aus dem Volksmunde sind am wenigsten zuverlässig.

Wertvoller sind vereinzelte Kulturdenkmäler, die sich am Aarebett vorfinden: So die Römerstraße auf der Rohrerterrasse unterhalb Aarau, aus deren Verlauf geschlossen werden kann, daß die Aare noch in historischer Zeit bis 1,5 km vom heutigen Lauf entfernt am Rande jener Terrasse floß¹⁸ und seither die Talsohle gegen 9 Meter tief ausarbeitete. Im Gegensatz dazu zeugen Reste einer solchen Straße und ein römischer Kornbehälter im Kastell zu Altreu oberhalb Solothurn, sowie römisches Gemäuer bei Schwadernau von Kies- und Sandaufschüttung durch die Aare in jenem Gelände.¹⁹ Als Grundlage für Studien über die Besiedelung durch Pflanzen liegen diese Daten jedoch zu weit zurück.

Für die Vertikalerosion sind die Stromverhältnisse derart, daß infolge der Läuterung im Brienzer- und Thunersee und sodann im Bielersee die erodierende Wirkung verhältnismäßig bedeutend ist. Wie rasch und eingreifend diese z. B. im Aargau vor sich geht, zeigen Beobachtungen aus der Umgegend von Aarau Ende letzten Jahrhunderts: Die Vertiefung des Flußbettes innerhalb 25 Jahren betrug stellenweise mehr als 1 Meter. Aus industriellen Gründen mußte diesem Einschneiden Einhalt getan werden durch Anlage von Grundwehren, deren Einfluß auf die Erhaltung der Auenwälder S. 12 und 162 dargelegt ist.

¹⁸ Mühlberg 1885 l. c. S. 23. — ¹⁹ Schneider l. c. S. 28, 29.

3. Die Bewässerung des Auenwaldbodens.

a) Die Schwankungen des Flußniveaus.

a) *Aufzeichnungen über abnorme Wasserstände bis Mitte des 16. Jahrhunderts.*

Die besten Aufzeichnungen über die Schwankungen des Wasserstandes finden wir aus jenem Gebiet, das vom Hochwasser am meisten heimgesucht wurde, nämlich dem Seeland.

Häufigere bedeutende Überschwemmungen werden erst bekannt, nachdem die Emme ihre störende Einwirkung auf den Abfluß der Aare unterhalb Solothurn geltend machte. Es gab eine Zeit, da sich immer mehr Nichtgrundbesitzer des Emmentals auf dem Alluvialboden niederließen, ihn bebauten, die Ufer gegen Überschwemmungen nach Kräften schützten, so daß die Emme ihren Schuttkegel mit erhöhter Stoßkraft einem Riegel gleich in das Aarebett vorschob. Ungünstig werden die Wasserverhältnisse namentlich von 1570 an.²⁰ Lokalüberschwemmungen oberhalb Solothurn werden häufiger als früher. Wiesen oberhalb dieser Stadt, die noch 1666 von Chronikschreiber Hafner als „schöne, gute Matten“ beschrieben werden, versumpfen nachher völlig. Mühlen mußten am Aarlauf zu wiederholten Malen weiter flußaufwärts versetzt werden, da die Strömung zu gering geworden war.

Ähnliche Zustände wie an der Emme bewirkten auch an der Aare oberhalb Aarberg und an der Saane bedeutende Niveauschwankungen des Wasserstandes.

Nachdem um die Mitte des 16. Jahrhunderts die Aare zurückstauend gegen den See zu wirken begann und die Moos- und Sumpfgebiete hauptsächlich unter hohen Wasserständen zu leiden hatten, beklagten sich 1574 die Rebenbesitzer von Neuenstadt. 1651 war die Ebene ob Solothurn samt dem Bielersee 3 Tage lang eine einzige Wasserfläche. Am 1. Dezember des gleichen Jahres lief die Aare drei Fuß über die Brücke von Solothurn, war also dort höher als der Neuenburgersee! Das Wasser reichte bis an „die Füße unserer

²⁰ Vergl. Schneider l. c., die Angaben über die vielen Hochwasserjahre von 1570—1855.

lieben Frau der Kapelle vor und an der Spitalkirche“.²¹ Oberhalb der Stadt Aarau stand damals die Aare laut Chronik „von einem Berg zum andern wie ein See, daß kein Hag ob dem Wasser hervorging, sondern nur Bäume“.²² 1733 floß die Aare in den Bielersee zurück und bildete oberhalb Aarau von einem Rand der Talebene bis zum andern eine Fläche.

Die Gewässer im Seeland stiegen jeweils mit außerordentlicher Geschwindigkeit, bis 0,6 Meter in der Stunde, und die Differenz zwischen den höchsten und niedersten Wasserständen betrug 6,6 Meter. Anhaltende Hochwasser verursachten das Absterben von Tausenden von Fruchtbäumen einer Gegend, die einst durch Steinobst wohl renommiert war. An ihre Stelle traten Kartoffeläcker.

Aus langen Pegelbeobachtungen berechnete man vor der Juragewässerkorrektur folgende Abflußmengen pro Sekunde:²³

Aarberg:	Bei starkem Hochwasser zirka	800 m ³ .
	Bei Niederwasser	118 m ³ .
	Bei niedrigstem Wasserstand beträgt er kaum die Hälfte.	
	Sammelgebiet	5396 km ² .
Büren:	Bei höchsten Anschwellungen	1317 m ³ .
	Bei Niederwasser	213 m ³ .
	Sammelgebiet	8620 km ² .
Solothurn:	Hochwasser	1347 m ³ .
	Sammelgebiet	8778 km ² .

Um einen Begriff zu geben von dem Flächeninhalt des vor der Korrektur im Überschwemmungsperimeter liegenden Landes gebe ich folgende Angaben:²⁴

a) kultiviertes Land:

Aarberg-Büren 785,5 ha.

Büren-Solothurn 1472 ha (inbegriffen sind hier die sog. Wydenen oberhalb Solothurn).

²¹ Mitteilung von Staatsschreiber Amiet im „Bund“ vom Jahre 1852, Nr. 263, zit. in Schneider l. c.

²² Mühlberg — Der Boden von Aarau. Aarau 1896.

²³ Schneider l. c. S. 63 u. 64. Weitere Angaben über Wasserstände und Abflußmengen siehe Mühlberg — Bericht über die Erstellung einer Quellenkarte des Kantons Aargau. Aarau 1901. S. 62.

²⁴ Schneider S. 89.

b) verlassene Flußbetten :

Die Reisgründe von Aarberg - Meienried	1150 ha.
Büren - Solothurn	112 ha.

Solche Zahlen sind für sich schon sprechend genug und allgemein verlangte man Abhülfe der bestehenden Zustände. Endlich, am 22. Dezember 1863, wurde das großartige Projekt von La Nicca, Ableitung der Aare bei Aarberg durch einen Kanal in den Bielersee und Erstellung eines Kanals Nidau-Büren durch die Bundesversammlung angenommen.

Ich verzichte, hier die wichtigsten Daten in der Ausführung einzelner Stücke des Unternehmens mitzuteilen, da sie aus der Tabelle 1 ersichtlich sind.

β) *Die Schwankungen des Wasserstandes bei Aarau von 1859 an.*

Während man die Aufzeichnungen über abnorme Wasserstände bis Mitte des 16. Jahrhunderts nur in Chroniken findet, wird die Notierung von 1859 an für Aarau insbesondere eine ganz exakte.

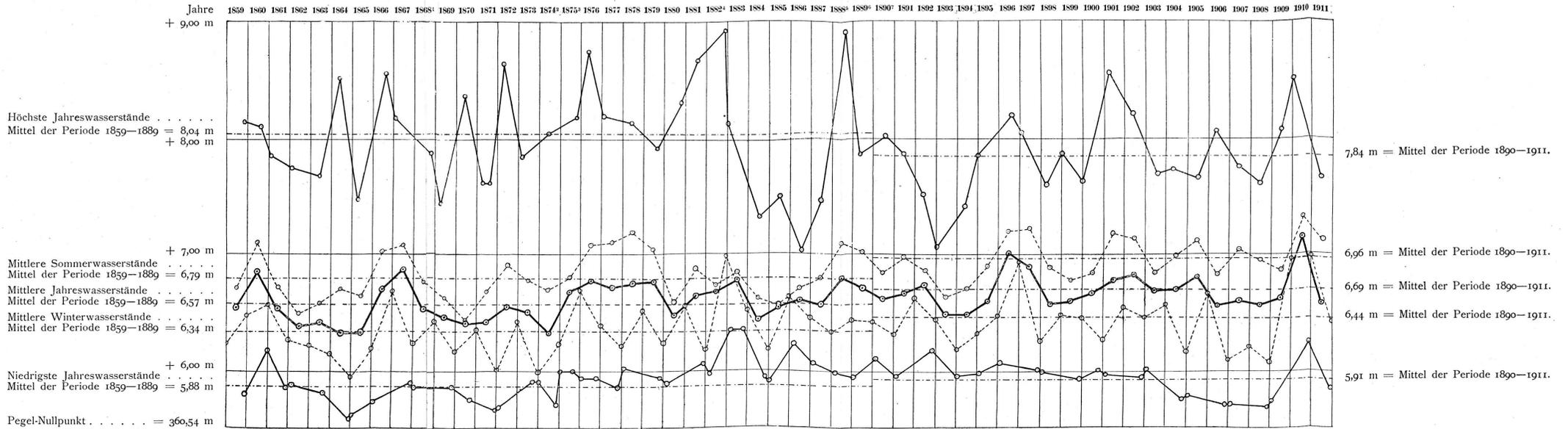
Aus den wichtigsten Pegelständen dieser Periode ergibt sich die beiliegende graphische Darstellung²⁵ Tab. 1 :

Zur Berechnung von Mittelwerten habe ich die Pegelstand-Aufzeichnungen in die zwei Perioden 1859—1889 und 1890—1911 geteilt. Dabei waren mir folgende Gesichtspunkte maßgebend: Würde man die Grenze Ende 1874 durchziehen,²⁶ in einer Zeit, da die Arbeiten an der Juragewässerkorrektion bedeutend fortgeschritten waren, so wäre schon ein merklicher Einfluß auf die Wasserstände unterhalb des Bielersees wahrzunehmen. Die volle Wirkung der Korrektion machte sich jedoch erst von dem Zeitpunkt an geltend, da die Aare, abgesehen von ganz außergewöhnlichen Hochwassern vollständig durch den Hagnekkkanal in den Bielersee abgeleitet worden ist. Die Abschwemmungsoperationen begannen in diesem Kanal 1878, waren jedoch erst gegen Ende des Jahres 1889 ziemlich beendet. Um die gleiche Zeit, Ende 1888,

²⁵ Nach einer Zusammenstellung von Ing. Ghezzi, Eidgen. hydrogr. Bureau.

²⁶ Siehe Originaldarstellung v. Ghezzi.

Graphische Darstellung der mittleren, höchsten und niedrigsten Wasserstände der Aare in Aarau von 1859—1911.



Nach einer Zusammenstellung von C. Ghezzi, Ing. Eidg. hydrogr. Bureau.

- ¹ Beginn der Arbeiten am Nidau-Büren-Kanal.
- ² Beginn der Arbeiten am Hagneck-Kanal und an der unteren Broye.
- ³ Beginn der Arbeiten an der oberen Zihl.
- ⁴ Ende der Arbeiten an der { unteren Broye.
 { oberen Zihl.
- ⁵ Beginn des Schleusendienstes in Nidau.
- ⁶ Ende der Arbeiten am Hagneck-Kanal.
- ⁷ Ende der Arbeiten am Nidau-Büren-Kanal.

begann der Betrieb der Schleuse im Nidau-Büren-Kanal. Dadurch wurde die Aare unterhalb des Bielersees, namentlich die Größe der Niederwasserstände neuerdings beeinflußt, was in der Kurve der niedrigsten Jahreswasserstände weniger in einer Änderung der Höhenlage als in einem gleichmäßigeren Verlauf jener Kurve erkenntlich ist. Diese Tatsachen bewogen mich, den Beginn der zweiten Periode in das Jahr 1890 zu verlegen. Man erkennt hauptsächlich in der Darstellung der Linien für die Mittelwerte der Periode 1890—1911 ein engeres Zusammentreten als bei denjenigen der Periode 1859—1889, eine Konzentration, die durch die geringeren Amplitüden der Wasserstände begründet ist; denn einerseits ist der Bielersee ein natürliches Reservoir, andererseits wirkt die Schleuse im Abfluß desselben ebenfalls in ausgleichendem Sinne.

Sollte einmal die Juragewässer-Korrektion noch vervollkommen werden, so würde bei der Ausführung irgend eines Projektes eine Änderung der Wasserverhältnisse im Prinzip darin bestehen, daß bei Hochwasser die Wassermengen aus dem Seeland, eventuell aus dem Bielersee rascher abfließen müßten, was im Aarunterlauf notwendig eine Erhöhung des heutigen Mittelwertes der Hochwasserstände zur Folge haben müßte. Diese wieder würden durch häufigere Überschwemmungen der unteren Stufen des Aarestrandes, der Flußbauen, ihren Einfluß eher zu Gunsten einer Ausdehnung der Auenbestände geltend machen.

Aus der Tab. 1 ist deutlich ersichtlich, daß das Mittel der höchsten Jahreswasserstände der Periode 1890—1911 gesunken, dagegen dasjenige der mittleren Sommerwasserstände um zirka 0,17 m gestiegen ist, ebenso ist auch, wie vorauszusehen war, das Niveau der mittleren Jahreswasserstände gestiegen (zirka 0,12 m). Die Tatsache, daß das Wasserniveau im Gebiet unterhalb des Bielersees während der Vegetationsperiode um 17 cm höher ist als früher, kann selbstverständlich nur eine größere Ausbreitung der Auenwälder, niemals aber eine Reduktion derselben bewirken. Wenn im übrigen das Mittel der höchsten Jahreswasserstände nach 1889 zirka 0,18 m niedriger ist, als in der Periode vor 1889, so sind die Überschwemmungen immer noch hoch genug um weite Uferstufen gelegentlich unter Wasser zu setzen. Tatsächlich kamen in den

11 Jahren 1901—1911 bei Aarau 23-mal²⁷ Wasserhöhen vor, die das Mittel der höchsten Jahreswasserstände der Periode 1890—1911 erreichten oder überschritten, was jedesmal eine Überflutung der unteren Uferstufen zur Folge hatte.

Es ist daher nicht anzunehmen, daß das Aussehen des Aarestrandes bei *natürlichem Fortgang der Entwicklung* der Auenbestände in der nächsten Zeit sich ändern wird.²⁸

Dagegen wird durch die Eindämmung des Flusses dem Mäandern desselben Einhalt getan. Es werden daher viel geringere Veränderungen des Ufergeländes stattfinden, Alluvionen seltener werden, und die Neubildung großer Auenwälder wird kaum mehr zu beobachten sein.

Eine interessante Übersicht über die Häufigkeit der eingetretenen Wasserstände gibt die Tab. 2.²⁹

Wir entnehmen daraus, daß einmal während der Jahre 1901—1911 im *Januar* ein starkes Hochwasser eintrat. Sonst aber verteilen sie sich vorzüglich auf die Monate April bis August. Gerade diese hohen Wasserstände zur Zeit des stärksten Wachstums in den Auenwäldern sind von großer Wichtigkeit für das Bestehen derselben und namentlich von Bedeutung für die natürliche Auslese der geeigneten Auenholzarten. Bemerkenswert ist das rasche Anwachsen des Flußniveaus im Frühjahr, so daß im *März* die Wasserstände am häufigsten bei einem Niveau auftreten, das 60 cm höher liegt als im Februar. Im Mai und Juni sind die häufigsten Wasserstände sogar 1 m höher als im Januar und Februar oder November und Dezember.

Da sich diese Tabelle an und für sich schon fast wie eine Kurve liest, so erachte ich es nicht für notwendig ihre Werte in graphischer Darstellung noch besonders wiederzugeben. Es lassen sich unter anderem hieraus schon mit großer Sicherheit Schlüsse ziehen auf den Verlauf einer Kurve der mittleren Monatswasserstände (Vergl. die eingerahmten Felder. Ihre Lage entspricht der untersten Kurve der Tab. 4.)

²⁷ Siehe Tabelle 2.

²⁸ Abgesehen vom Gebiet der *alten* Aare Aarberg bis Meienried.

²⁹ Das Aarg. Wasserbauamt hat mir in zuvorkommender Weise die Wasserstandsbeobachtungen am Pegel Aarau zur Verfügung gestellt.

Tabelle 2.

Übersicht über die Häufigkeit der in den Jahren 1901—1911 bei Aarau eingetretenen Wasserstände.

Zusammengestellt aus 3062 Wasserständen,³⁰ abgelesen mittags 12 Uhr.
Cote 0-Punkt des Pegels: 360,54 unten.

Wasserstand	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember	Total
8,40—8,59	1	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	3
8,20—8,39	1	—	—	1	—	1	2	—	—	—	—	—	5
8,00—8,19	—	—	—	5	3	2	5	—	—	—	—	—	15
7,80—7,99	1	1	—	4	1	3	20	—	1	—	—	—	31
7,60—7,79	2	1	—	4	8	13	11	13	1	—	1	1	55
7,40—7,59	3	8	2	28	40	50	11	14	5	8	3	3	175
7,20—7,39	4	12	6	45	87	89	36	29	34	13	4	13	372
7,00—7,19	8	23	14	53	106	107	114	71	29	19	9	15	568
6,80—6,99	21	9	66	85	71	51	129	117	69	48	27	19	712
6,60—6,79	45	23	105	55	24	14	13	69	64	49	32	49	542
6,40—6,59	46	30	76	42	1	—	—	22	63	66	31	48	425
6,20—6,39	63	72	29	6	—	—	—	6	45	71	77	63	432
6,00—6,19	117	93	25	—	—	—	—	—	14	46	96	119	511
5,80—5,99	10	38	18	—	—	—	—	—	5	20	20	5	116

In den eingerahmten Feldern liegen die Durchschnittswerte der Monatsmittel der Periode 1901—1911. Fett gedruckt sind die häufigsten Wasserstände.

Deutlicher jedoch als aus obiger Tabelle — denn diese soll ja eigentlich nur die Häufigkeit der verschiedenen Wasserstände dartun — geht der jährliche Verlauf der mittleren Wasserstände aus den folgenden Darstellungen, Tab. 3 und 4, hervor.

In Übereinstimmung mit der Tabelle über die Häufigkeit der Wasserstände konstatieren wir in den Kurven der mittleren

³⁰ Es fehlen: 1.—30. Nov. u. 1.—5. Dez. 1904; 1.—13. Jan. 1905; 12. Oktober 1906; 24.—27. Jan. 1907; 18. Dez. 1908; 13. Jan. 1909.

Tabelle 3.

Mittlere Monatswasserstände der Aare bei Aarau von 1901—1911.

Jahr	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
1901	6,17	6,08	6,41	7,61	7,09	7,20	7,04	7,01	7,05	6,89	6,27	6,28
1902	6,46	6,46	6,83	7,39	7,40	7,26	7,06	6,99	6,77	6,66	6,24	6,37
1903	6,51	6,35	6,52	6,48	6,88	6,94	7,04	7,09	6,65	6,57	6,64	6,50
1904	6,25	6,87	6,62	7,21	7,21	7,35	7,00	6,69	6,55	6,37	—	6,15
1905	6,08	5,99	6,38	7,11	7,17	7,09	6,94	7,24	7,18	7,14	6,75	6,54
1906	6,48	6,35	6,85	6,74	7,15	7,25	7,07	6,68	6,25	6,00	6,04	6,12
1907	6,10	6,08	6,57	6,94	7,31	7,44	7,21	6,90	6,50	6,15	6,11	6,34
1908	6,12	6,35	6,54	6,75	7,35	7,07	7,00	6,78	6,88	6,31	6,05	6,09
1909	6,19	6,02	6,16	6,88	6,81	6,85	7,31	6,95	6,53	6,74	6,34	6,80
1910	7,16	7,28	6,99	6,94	7,19	7,58	7,89	7,44	7,16	6,58	7,01	7,07
1911	6,60	6,42	6,67	6,73	6,99	7,20	6,86	6,66	6,39	6,34	6,23	6,21
Monatsmittel der Periode 1901—1911.												
1901—1911	6,37	6,39	6,59	6,98	7,14	7,20	7,13	6,95	6,72	6,52	6,37	6,32

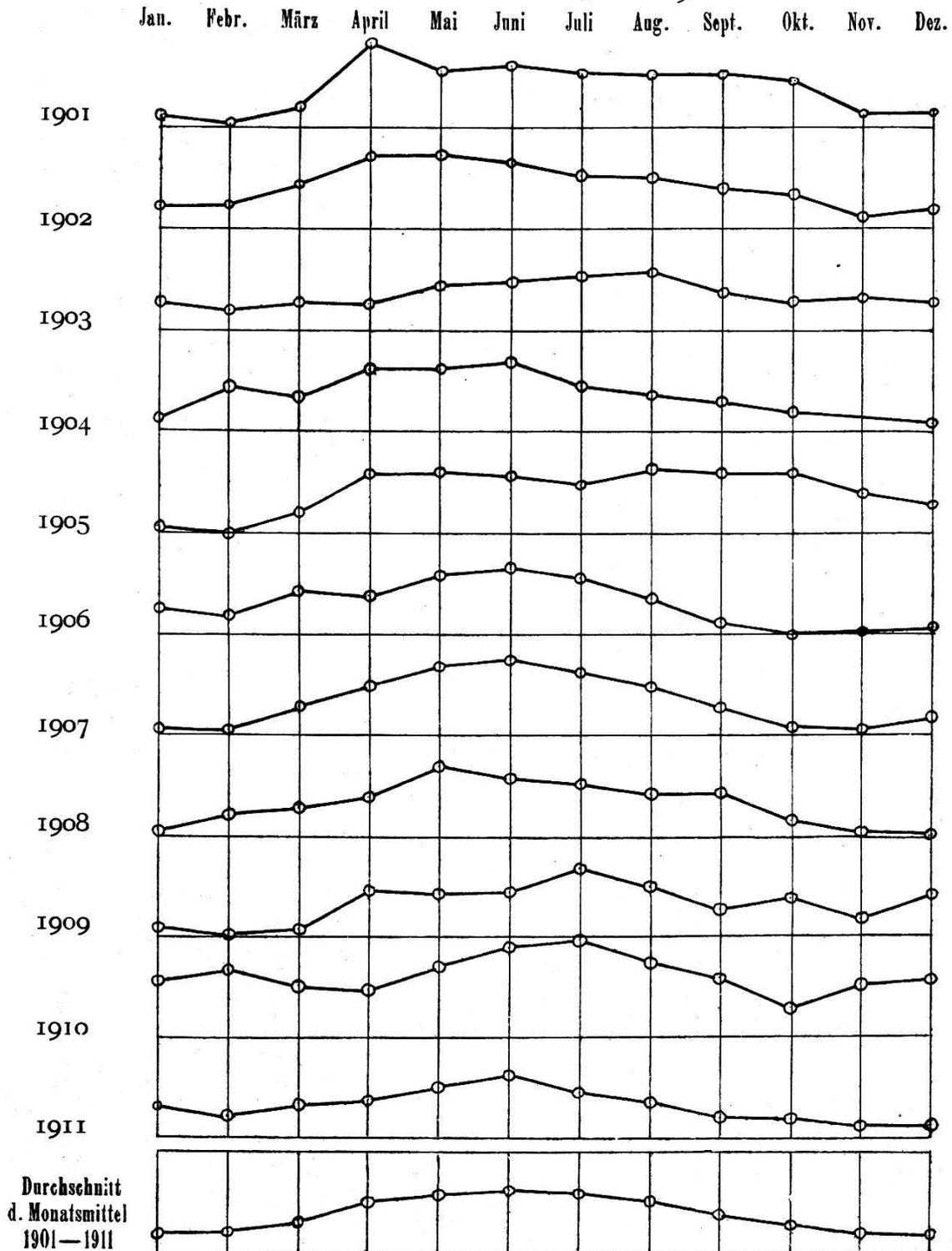
Monatswasserstände fast durchwegs ein rasches Ansteigen des Flußniveaus im April (Schneesmelze!), was, wie schon oben erwähnt, für die Bewässerung des Ufergeländes zur Zeit des intensiven Wachstums sehr wichtig ist. Von diesem Zeitpunkt an steigt das Wasser durchschnittlich immer höher, bis es im Juni den höchsten mittleren Monatswasserstand aufweist. Mit dieser Wahrnehmung stimmt auch die Tatsache überein, daß die hohen Wasserstände am häufigsten in diesem Monat auftreten. Gegen den Herbst beginnt das Wasser ziemlich rasch zu sinken, um im November und Dezember ungefähr wieder dieselben Tiefstände aufzuweisen wie im Januar und Februar.

Aus sämtlichen Tabellen geht für diese Periode unzweideutig hervor, daß von anhaltenden Hochwassern im Herbst nicht die Rede sein kann. Die hohen Wasserstände, aus denen sich die für die Auenwälder der Aare charakteristischen Überschwemmungen und die hohen Grundwasserspiegel ergeben, gehören fast nur den Monaten April bis August an.

Für frühere Zeiten, bis ins Jahr 1859 zurück, kann mit Hilfe der Tab. I aus der Lage der Punkte der höchsten Jahreswasserstände ungefähr auf den Monat jenes Hochwassers geschlossen werden.

Tabelle 4.

Graphische Darstellung der mittleren Monatswasserstände der Aare bei Aarau von 1901—1911.



b) Das Grundwasser.

Von ebenso großer Bedeutung wie die Überschwemmungen, für die Erhaltung der Auenwälder, ist das Grundwasser. Man versteht darunter jenes Wasser, welches in geringer Tiefe in den jüngsten geologischen Ablagerungen mit nahezu horizontaler, weit ausgebreiteter Oberfläche — mit freiem Spiegel — auftritt.³¹

Aus den jüngsten Beobachtungen des Grundwasserstromes des Aaretales³² wissen wir, daß das Grundwasser in dem durchlässigen Kies und Sand der Kiesflächen des Aaretales sich langsam wie ein Strom talabwärts bewegt. Dieser Strom folgt der Hauptrichtung des Talbodens, unbekümmert um die Richtungsänderung der Aare bei ihren Windungen.

Für die Umgebung von Schönenwerd (oberhalb Aarau) hat Hug ein Gefälle von $1,52 \text{ ‰}$ berechnet, was auf eine Strömungsgeschwindigkeit von zirka 10 m per Tag schließen läßt.³²

Das in den offenen Fluß sich ergießende Grundwasser besteht aus beträchtlichen Mengen. Besonders schön sind diese Quellen bei sinkendem Flußwasserstand und bei Niedrigwasser an zahlreichen Stellen des Flußufers zu beobachten. Auch in den ehemaligen Flußbetten treten sie als Überfallquellen häufig sehr ergiebig auf, und speisen dadurch die zahlreichen Gießen. Solche Quellbäche zeichnen sich durch ihr völlig klares Wasser aus, das den typischen Stich ins Blaue zeigt, der dem Quellwasser eigen ist. O. Zschokke³³ gibt für die Minimalwassermengen solcher Gießen unterhalb Aarau folgende Angaben:

Sengelbach $0,70 \text{ m}^3$ per Sekunde.

Quellbäche im Rohrschachen $1,35 \text{ m}^3$ per Sekunde.

Für einige Quellen bei Rohr, am Fuße der Rohrer Ter-

³¹ Höfer H. v. Heimhalt. — Grundwasser u. Quellen. Braunschweig 1912.

³² Dr. Hug. — Geologisches Gutachten über die Erweiterung der Wasserversorgung Schönenwerd. Manuskript a. d. Gemeindeganzlei Schönenwerd.

³³ Mühlberg F. — Bericht über die Erstellung einer Quellenkarte des Kantons Aargau. Aarau 1901. S. 58 ff.

rasse und etwas außerhalb davon berechnet Mühlberg einen Gesamterguß von 46 600 Min. l (Mai 1903).³⁴

Über die jährlichen Schwankungen des Grundwasserstandes besitze ich keine vollständigen Aufzeichnungen. Beobachtungen in Schächen bei Aarau ergaben an einzelnen Stellen der Auenwälder Grundwasserstände die in ihren Extremen 1,5 m auseinanderliegen. Daraus geht deutlich hervor, daß für das Auftreten bestimmter Pflanzenarten an der Aare nicht *ein* bestimmter Grundwasserstand maßgebend sein kann, wie dies z. B. Feilberg³⁵ für Jütland nachgewiesen hat.

Grund-, Nieder- und Hochwasserstände korrespondieren in der untersten Talsohle mit den Flußwasserständen: Im Winter der tiefste Stand, bei Hochwasser allmähliches Ansteigen des Grundwassers und Auftreten stagnierenden Wassers in den seichten Rinnen der ehemaligen stillen Arme und Gießen. Am raschesten und intensivsten zeigt sich der Einfluß ganz in der Nähe des offenen Flußlaufes und der von unten herauf gestauten Arme und Gießen, während mit der seitlichen Entfernung von diesen eine Verspätung des Maximums des Grundwasserstandes gegenüber demjenigen des offenen Flußes eintritt, die bei einer Entfernung von 1 km schon zwei Tage betragen kann.³⁶ Wir begegnen dadurch der Erscheinung, daß hier das Hochwasser erst eintritt, wenn das Aarehochwasser zu sinken begonnen hat. Auch die Abwässer bei der Herbst-, namentlich aber Frühjahrsbewässerung der Wiesen sind stellenweise von Bedeutung, indem sie in die Auenwälder abfließen und dort ein Stauen des Grundwassers bewirken, das in Vertiefungen und Mulden sichtbar zutage tritt.

Bei Überschwemmungen, die für die Ökologie der den Auenwald zusammensetzenden Arten von größter Bedeutung sind, findet selbstverständlich eine Infiltration des Ufergeländes durch Flußwasser statt. Dagegen wird meistens angenommen,

³⁴ Nach Einsicht in Manuskripte für die Erstellung der aarg. Quellenkarte, die mir von Herrn Prof. Dr. Mühlberg gütigst zur Verfügung gestellt wurden.

³⁵ Warming, E. — Lehrbuch der ökologischen Pflanzengeographie. Berlin 1896. S. 48.

³⁶ Mühlberg F. 1898 l. c. S. 4.

daß das Flußbett infolge des im Laufe der Zeit darin abgesetzten Schlammes ausgedichtet sei. Diese Frage kann, nachdem von Hug und Höfer v. Heimhalt³⁷ beobachtet wurde, daß der Grundwasserstrom stellenweise Beimischungen von Flußwasser erkennen läßt (Rhein bei Rheinau!) nicht beantwortet werden, ohne daß darüber von Fall zu Fall Untersuchungen gemacht werden.

Diese Frage kann am einfachsten durch die Bestimmung der Karbonathärte, den Gehalt an Kalk und Magnesia des Wassers beantwortet werden: Das Flußwasser zeigt meist 11–24 Härtegrade (1 Hg. = 0,01 gr kohls. Kalk per Liter Wasser), während das Grundwasser des schweizerischen Mittelandes nahezu die doppelte oder noch größere Härte aufweist. Durch Messung der Härte des Flußwassers und des normalen Grundwassers läßt sich für Stellen mit Flußwasserinfiltration das Mischungsverhältnis der beiden Wässer bestimmen.

Diese Frage ist jedoch für unsere synökologische Studie nicht von wesentlicher Bedeutung und soll daher nicht weiter verfolgt werden.

Für uns ist wichtig, daß die Niveauschwankungen der Grundwasser so sind, daß, wenn auch *anhaltende* Überschwemmungen dank der vielen Korrekturen heute selten sind, die Baumwurzeln doch während längerer Zeit des Jahres naß stehen, wodurch der wichtigste ökologische Faktor³⁸ für die Anwesenheit von Auenwäldern erhalten bleibt.

Aus diesen Tatsachen geht hervor, daß das Vorkommen von Auenwäldern sich nicht bloß auf die untersten Stufen der Ufer beschränken wird, sondern daß solche auch auf höher gelegenen Stufen auftreten werden, sobald Gießen oder flachstreichende Grundwasser dem Boden den notwendigen Wassergehalt und die Wasserschwankungen verleihen.

³⁷ Höfer v. Heimhalt l. c. S. 55 u. 57.

³⁸ Vergl. die Definitionen S. 1.

B. Die klimatischen Faktoren.

Das Klima des schweizerischen Mittellandes nimmt unter denen der drei Regionen der Schweiz die günstigste Stellung ein. Besonders bevorzugt ist das Gebiet dem Südrand des Jura entlang bis hinunter nach Brugg, das auf eine Länge von ungefähr 90 km durch das Aaretal gebildet wird.³⁹ Auf einem Streifen zwischen dem unteren Genfersee nordwärts bis an den unteren Bodensee betragen die Jahresmittel aller Talstationen 8—9° C und die Niederschlagshöhen betragen fast durchwegs weniger als 1000 mm. Während auf dem Plateau die Höhenzunahme gegen die Alpen sich rasch, hauptsächlich durch kühlere Sommer, geltend macht, ist das in die Alpen eintretende Aaretal, gleich wie alle die großen, aus den Alpen kommenden Täler begünstigt, indem der Föhn eine Erhöhung der Temperatur und eine Verminderung der sonst am Alpenrand auf 1200—1600 mm steigenden Niederschläge bewirkt.

Die Bedeutung der klimatischen Faktoren in der Pflanzengeographie ist bekannt, es erübrigt mir daher in folgenden Tabellen die wichtigsten ökologischen Faktoren, nämlich Temperatur und Feuchtigkeit einer Anzahl Stationen des Aaretals zu berücksichtigen.⁴⁰

1. Temperatur.

Monats- und Jahresmittel der Temperatur für 5 Stationen des Aaretals (Beobachtungsdauer 1864—1900).

Stationen	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahresmittel	Jahres-Schwankung
Aarau	−1,5	0,5	3,6	8,5	12,4	16,0	17,7	16,5	13,5	8,0	3,6	−0,5	8,2	19,2
Olten	−1,2	0,8	4,0	8,8	12,9	16,6	18,4	17,3	14,1	8,5	4,0	−0,2	8,7	19,6
Solothurn	−1,4	0,6	3,6	8,5	12,6	16,3	18,3	17,3	14,0	8,3	3,9	−0,3	8,5	19,7
Bern	−2,3	0,1	3,2	8,2	12,0	15,5	17,6	16,6	13,4	7,6	2,7	−1,7	7,8	19,9
Thun	−2,2	0,2	3,4	8,3	12,3	16,0	18,0	16,8	13,9	8,0	3,3	−1,8	8,1	20,2

³⁹ Siehe auch Christ, H. — Das Pflanzenleben der Schweiz. Zürich 1879. S. 115.

⁴⁰ Die Tabellenwerte stammen aus Maurer, Billwiller und Heß. — Klima der Schweiz. 1910.

Reduzieren wir die Jahresmittel auf das Niveau von 500 m, so ergibt sich für: Aarau 7,7; Olten 8,2; Bern 8,1; Thun 8,3.

In dem großen Gebiet zwischen der Berner-Aare und der Limmat variiert die mittlere Jahrestemperatur nur wenig, zwischen 8,1⁰ und 8,3⁰.

Das Gebiet der Aare unterhalb Brugg dagegen, samt der unteren Reuß und Limmat, bis an den Zürich- und Bodensee gehört einer rauheren Zone an mit weniger als 8⁰ mittlerer Jahrestemperatur.

Wichtig für die Charakterisierung des Klimas einer Gegend und oft ausschlaggebend für die Möglichkeit der Existenz bestimmter Arten sind die Temperatur-Maxima und Minima:

Mittlere Monats- und Jahresextreme der Temperatur.
(Periode 1881—1900.)

Stationen	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr	
Aarau	Min.	-10,0	-9,7	-6,7	-0,4	4,0	8,8	10,9	9,1	5,1	-0,2	-3,3	-9,7	-14,3
	Max.	6,9	8,8	14,5	19,1	23,6	26,0	27,3	25,9	22,7	17,6	12,4	8,0	28,0
Olten	Min.	-10,2	-9,0	-6,5	0,1	4,5	9,3	11,6	9,9	5,6	0,5	-2,6	-8,8	-13,4
	Max.	6,8	9,5	15,4	20,2	25,1	27,6	29,5	27,9	24,7	18,8	12,9	8,2	30,1
Bern	Min.	-11,6	-9,1	-7,2	-0,3	3,8	8,8	10,9	9,3	4,7	-0,4	-3,6	-10,3	-14,3
	Max.	7,0	8,9	13,8	18,1	22,8	25,1	27,2	26,3	23,2	17,6	12,5	8,2	27,9
Thun	Min.	-13,2	-9,9	-8,2	-0,4	3,7	8,7	10,7	8,8	4,2	-1,2	-4,2	-11,4	-15,4
	Max.	7,0	9,7	15,5	19,6	24,4	27,0	28,6	27,5	24,4	18,8	13,4	8,8	29,2

*Mittlere Jahressummen der Frosttage und mittlere Daten des ersten und letzten Reifs für die Periode 1881—1900.*⁴¹

Stationen	Anzahl der Frosttage	Mittlere Frostgrenzen		Mittlere Daten des Reifs	
		erster Frost	letzter Frost	erster Reif	letzter Reif
Aarau	78,7	4. Nov.	2. April	24. Okt.	22. April
Bern	86,2	30. Okt.	1. April	31. Okt.	2. April
Thun	96,4	24. Okt.	4. April	16. Okt.	1. Mai

⁴¹ Unter Frosttagen verstehen wir nach Maurer diejenigen Tage, an welchen die Temperatur mindestens an einem der drei Termine (7 h. a. m., 1 h. p. m., 9 h. p. m.) unter Null gesunken ist.

Mit den Temperatur-Minima in engem Zusammenhang stehen Frost und Reif. Ihre Häufigkeit ist für die Vegetation kaum so wichtig, wie die Daten des Auftretens des ersten und letzten Reifs.

2. Feuchtigkeit.

Über diese besteht eine lange Serie von Beobachtungen aus den Jahren 1846—1900, mit Ausnahme von Aarau, wo wir die Mittel bloß aus der Periode 1881—1900 berechnen.

Mittlere relative Feuchtigkeit 1864—1900.

Stationen	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahresmittel
Aarau	87	83	77	72	72	75	76	80	85	86	88	89	81
Olten	95	91	85	78	78	78	79	81	85	89	91	94	85
Bern	85	81	76	72	71	70	71	75	78	82	86	86	78
Thun	86	82	75	72	73	73	74	75	79	83	86	86	79

Mittlere jährliche Niederschlagshöhe in mm.

Stationen	Höhe ü. M.	Beobachtungsjahre	Mittel
Grimsel	1874	1864—1882	2000
Meiringen	605	1889—1903	1298
Thun	565	1876—1903	992
Bern	572	1864—1903	927
Aarberg	465	1899—1903	936
Olten	395	1864—1903	1005
Aarau	406	1864—1903	1051
Brugg	334	1883—1897	935

Mittlere Nebelhäufigkeit.

Das Aaretal ist besonders im Winterhalbjahr, da im Süden von Mitteleuropa oft längere Zeit hoher Luftdruck lastet, mit dichtem Nebel erfüllt, und die häufige Bewölkung ist ein Zeichen für die hohe relative Feuchtigkeit. Die größte Nebelhäufigkeit, im Durchschnitt mehr als 50 Nebeltage per Jahr,

hat ein 20—30 km breiter Streifen zu verzeichnen, der nordöstlich der Linie Bern - Neuenburg dem Fuße der Juraketten sich entlang zieht und bis an den Rhein hinunter reicht. Auch im Sommerhalbjahr, also während der Vegetationszeit, ist es dasselbe Gebiet, das das Maximum der Tiefnebel zu verzeichnen hat. Einzelne Stationen weisen in dieser Zone mehr als 100 Nebeltage per Jahr auf. Bern und Sursee 119! Sonst aber steigt auch hier die Nebelhäufigkeit (mit Ausnahme von Olten und Dießenhofen) nirgends erheblich über 60. Das Aaretal unterhalb Aarau besitzt zwischen 50 und 60 Nebeltagen.⁴²

⁴² Vergl. die Karte über die jährliche Anzahl der Nebeltage nach G. Streun in Maurer l. c..

III. Die Pflanzengesellschaften.

A. Allgemeiner Teil.

Die Gliederung der Ufervegetation in natürliche Pflanzengesellschaften.

Es kommen für uns diejenigen Pflanzengesellschaften in Betracht, die sich im Bereich des Hauptflusses und seiner Altwässer befinden. Ihr Boden bildet die tiefste Talsohle¹ und besteht aus dem jüngsten Niederterrassenschotter.

Eine scharfe geologische oder topographische Definition dieser Unterlage ist heute nicht möglich. Für uns ist praktisch wichtig, daß es diejenigen Uferstufen sind, die Auenwälder tragen.

Fast überall ist die Vegetation durch forstlichen Betrieb etwas verändert.² Doch bietet sich, dank der stellenweise ungestörten Besiedelung durch Pflanzengesellschaften und mit Rücksicht auf den Umstand, daß sich die Forstwirtschaft zum Teil auf den Niederwaldbetrieb beschränkt, Gelegenheit zum Studium natürlicher Pflanzengesellschaften und ihrer Sukzessionen.

*Der Auenwald, eine edaphische Formation.*³

Die edaphischen Faktoren bedingen unmittelbar die Zusammensetzung der natürlichen Pflanzengesellschaften. Für die Gliederung eines eng begrenzten Gebietes, wie das der Aare von Thun bis zur Einmündung in den Rhein, kommen die klimatischen Faktoren nicht in Betracht. Ich habe trotzdem

¹ Diese „tiefste Talsohle“ der Aare ist stellenweise schwer zu begrenzen. Eine besonders klare Darstellung erfährt sie in Mühlbergs „Geolog. Karte der Umgebung von Aarau“.

² Siehe Abschnitt V.

³ „Edaphische Formation“ im Sinne Schimpers — Pflanzengeographie auf physiologischer Grundlage. Jena 1908. S. 191

oben Temperatur und Hydrometeore wichtiger Aarestationen angeführt, da für den Vergleich mit edaphisch gleichen Formationen anderer Klimate solche Aufzeichnungen notwendig sind.

Wie sehr in solchen Formationen das Klima nur nüancierende Wirkung hat, zeigt schon ein Vergleich unserer Ufervegetationen mit denen nicht austrocknender Flüsse des Mittelmeergebietes. Wir finden hier größtenteils dieselben sommergrünen Laubholzgewächse, während dagegen die durch das Dominieren immergrüner Gehölze und Stauden ausgezeichneten klimatischen Formationen dieser Region in jeder Hinsicht weit von denen unserer Gebiete abweichen. Es ist daher in jenen Gegenden sehr leicht die scharfe Grenze zwischen den beiden Arten von Formationen zu ziehen, denn auf der Uferstufe über dem Flußniveau, da sich die Wirkung des Fluß- und Grundwassers nicht mehr geltend macht, setzt sogleich die von der edaphischen scharf differenzierte klimatische Formation ein (meist Garigues und Maquien). In unserer Ufervegetation eines feuchten Klimas dagegen finden sich häufig Übergänge zwischen den einzelnen Formationen.⁴ Ihre Standorte sind zum Teil einander ähnlich, so daß eine Menge von Formationsubiquisten auftreten.

Was überdies eine so wünschenswerte, *scharfe* Einteilung unserer Ufervegetation in Formationen erschwert, das ist die beständige und oft rasche Veränderung der ökologischen Bedingungen. Es findet an einzelnen Stellen Tiefereinschneiden des Flusses statt und kam namentlich früher in weit bedeutenderem Maße vor.⁵ *Mit dem dadurch eingetretenen Sinken des Flußniveaus ging gleichzeitig ein Sinken des nach dem Flusse zu abfließenden Grundwassers der anstossenden Ufer vor sich, wodurch Böden von ehemaligen Auenwäldungen zur Aufnahme von Bäumen trockengründigerer Kategorien fähig wurden.*⁶ Die Änderung der Standortsfaktoren gibt hier Anlaß zur allmählichen Umwandlung der ursprünglich edaphischen Formation in eine klimatische.

⁴ Übergangsformation S. 109 ff.

⁵ S. 21.

⁶ Darin liegt der Grundgedanke für das Studium der topographischen Sukzessionen. . Vergl. Abschnitt IV.

Solche Übergänge vollziehen sich aber äußerst langsam, indem lebenskräftige Formationen bisweilen hartnäckig auszuharren vermögen. Diese Erscheinung zeigt sich bisweilen zu einer Zeit noch, da der Standort sich schon derart verändert hat, daß, wenn der Boden neuerdings natürlich besiedelt würde, eine vollständig andere Formation entstehen würde, so z. B. an Stelle eines Auenwaldes ein mesophytischer Mischwald.

Oft wird der natürlichen Umwandlung einer edaphischen Formation in die klimatische bei unserem regen Forstbetrieb nicht Zeit gelassen. Die Eingriffe des Menschen bewirken eine künstliche Umwandlung.

Daher kommt es, daß wir stellenweise die Auenbäume vollständig durch Buchen ersetzt sehen. Es ergibt sich daraus das merkwürdige Bild — wie es namentlich schön Schinznach-Bad im Aargau aufweist — daß zur Seite von üppigen Auengebüschten direkt auf gleicher Terrasse ein prächtiger Rot-Buchenhochwald steht! Nach meiner Überzeugung ist ein solcher Bestand, dessen einzelne Glieder durch solche weit verschiedener ökologischer Gruppen (hier z. B. Weiden und Erlen durch Buchen) substituiert werden können, kein richtiger Typus eines Auenwaldes mehr. Wir müssen diese Bestände als Relikte betrachten, die, wenn sie in ihrem Aufbau einmal gestört werden, sich den neuen ökologischen Faktoren gemäß umgestalten und anders aufbauen werden.

Es ergibt sich daraus eine außerordentliche Schwierigkeit, die richtige Grundlage zur Unterscheidung natürlicher Pflanzengesellschaften (Formationen⁷) zu bestimmen:

1. Weil vielerorts die Standortsbedingungen sich geändert haben, ohne daß die dortige Formation bis jetzt Zeit gehabt hätte, durch eine Änderung ihrer Zusammensetzung sich den veränderten ökologischen Bedingungen anzupassen.

2. Weil durch die Bewirtschaftung der Auen die natürlichen Formationen überhaupt vielfach gestört sind.

⁷ „Formation“ im Sinne von Grisebach, Clements, Gradmann und von Beck. Siehe darüber Flahault und Schröter, C. — Nomenclature Phytogéographique. Votes et remarques. Zürich 1910. Bemerkung Becks S. 7.

Leitende Gesichtspunkte für die Charakterisierung der Pflanzengesellschaften.

Da der für die Ufervegetation in Betracht kommende Untergrund durchwegs aus Niederterrassenschotter besteht (mit Ausnahme der Pflanzengesellschaften auf dem Schlamm verlandeter Altwässer!), so bleiben als Hauptfaktoren für die Unterscheidung von natürlichen Formationen nur übrig:

1. Wassergehalt des Bodens,
2. Beschaffenheit des Bodens; und zwar ist für das Vorkommen und namentlich für die Entstehung bestimmter Pflanzengesellschaften bei dem durchwegs kalkreichen Schotter und Sand und bei gleicher Feuchtigkeit des Bodens *die Mächtigkeit der dem Schotter aufgelagerten Sand- und Humusdecke ausschlaggebend.*

Ziehen wir dabei in Betracht, daß infolge der Erosion des Flusses der erste Hauptfaktor beständiger Veränderung ausgesetzt ist, deren Einfluß sich bei der Vegetation in Veränderungen derselben geltend macht, so haben wir topographische Sukzessionen im Sinne von Cowles⁸ vor uns.

Den Sukzessionen ist unten ein besonderes Kapitel gewidmet; hier handelt es sich für uns *charakteristische Phasen* der Sukzessionen herauszugreifen, die ich, wie Clements⁹ es tat, als „Formationen“ betrachtet haben möchte, oder allgemein mit „Pflanzengesellschaft“¹⁰ bezeichne, ein Begriff der verschiedene ökologische Wertigkeit zuläßt.¹¹

Diese Pflanzengesellschaften, deren Böden geologischen Veränderungen (Erosion und Alluvion) ausgesetzt sind, werden

⁸ Cowles, C. H. — The Causes of Vegetative Cycles. Bot. Gazette. March 1911.

⁹ Clements, F. E. — The Development and Structure of Vegetation. Bot. Survey of Nebraska, 1901. Siehe auch Anm. 7 S. 39.

¹⁰ „Eine allgemeine Bezeichnung für synoekologische Einheiten jeden Ranges“ Flahault und Schröter, C. — Phytogeographische Nomenklatur. Zürich 1910. S. 24, entspricht der

„plant-community“ Tansley, A. G. — Types of British Vegetation. Cambridge 1911. S. 2 ff.

¹¹ Brockmann-Jerosch, H. und Rübél, E. — Die Einteilung der Pflanzengesellschaften nach ökologisch-physiognomischen Gesichtspunkten. Leipzig 1912. S. 11 und 12.

in neuester Zeit auch „Wanderformationen“ genannt¹² im Gegensatz zu den stabilen Formationen, die, vom geologischen Standpunkt aus betrachtet, einen verhältnismäßig stabilen Boden einnehmen.

Obwohl gerade die Anwendung letzterer Begriffe und ihrer Bezeichnungen für meine Studien der Pflanzengesellschaften, die in engem Zusammenhang mit dem Erosionszyklus eines Flusses stehen, sehr praktisch wäre, sehe ich vollständig davon ab. Meines Erachtens ist von weit größerer Wichtigkeit, zunächst eine allgemein anerkannte Definition für „Formation“ zu besitzen bevor wir uns Zusammensetzungen dieses, immer noch in sehr verschiedenem Sinne gebrauchten Begriffes erlauben dürfen!¹³ Überdies sind pflanzengeographische Studien über Sukzessionen auf dem europäischen Festlande noch außerordentlich spärlich,¹⁴ so daß diesen neuen Vorschlägen für eine Klassifikation der Pflanzengesellschaften und ihrer Entstehung erst eine beschränkte Zahl von Arbeiten amerikanischer und englischer Forscher zu grunde gelegt werden konnte.¹⁵

Außer diesen, bei der topographischen Sukzession auftretenden Pflanzengesellschaften gibt es an der Aare aber

¹² Crampton, M. B. — The Vegetation of Caithness considered in relation to the Geology. 1911. S. 20.

— The geological relations of stable and migratory Plantformations. 1912. S. 6.

¹³ Wie sehr die Ansichten über die Anwendung des Begriffes „Formation“ noch auseinandergehen siehe in Flahault und Schröter l. c. S. 5 ff.

¹⁴ Arbeiten mit besonderer Betonung der Sukzession gibt es auf dem europäischen Festlande bis jetzt überhaupt noch nicht, dagegen finden wir die Genesis hauptsächlich berücksichtigt bei:

Flahault, Ch. et Combres. — Observation sur la part qui revient au Cordon littoral dans l'exhaussement actuel du delta du Rhône. Montpellier 1894. S. 5 ff.

Beck, 1884 l. c. S. 53; Ginzberger, A. — Exkursion in die Donau-Auen unterhalb Wiens. Wien 1905, S. 13 und 14.

Cajander, A. K., — Die Alluvionen des unteren Lena-Tales. Helsingfors 1903. S. 24 ff.

Früh und Schröter l. c. S. 16, 68, 103.

¹⁵ Besonders lehrreich sind die Studien von Cowles und seiner Schule in Amerika, denen in letzter Zeit der Einfluß der dynamischen Geologie auf die Pflanzenassoziationen und Sukzessionen als Basis zu ihren Studien gedient haben.

auch solche, die als Ergebnis einer biotischen Sukzession aufzufassen sind, da eine Veränderung der ökologischen Faktoren durch die Vegetation selbst bewirkt wird.¹⁶

Diese beiden Arten von Sukzessionen finden bei uns ihren Abschluß im mesophytischen Mischwald, der aber auf der untersten Talsohle der Aare nirgends typisch ausgebildet vorkommt, sondern dort nur in Übergangsformationen seine Entstehung erkennen läßt.

Aus diesen einführenden Erörterungen geht hervor, daß wir es mit Pflanzengesellschaften zu tun haben, die beständigen Veränderungen unterworfen sind, wodurch sowohl die Ökologie als auch die floristische Zusammensetzung der Formation äußerst mannigfaltig und veränderlich wird. Nur an Orten, da der Fluß seine Vertikalerosion während längerer Zeit einstellt, kann es zur Ausbildung typischer Formationen kommen, da in diesem Fall Grund — und maßgebende Flußwasserstände \pm konstant bleiben. Pflanzengesellschaften, wie Bruch-, Auenwald etc., die sonst in genetischem Zusammenhang stehen und durch eine Menge von Übergängen gegenseitig verbunden sind, können sich in diesem Fall durch ziemlich scharf zu umschreibende ökologische Bedingungen und bestimmte floristische Zusammensetzung von einander unterscheiden. Ebenso treten bei biotischen Sukzessionen Pflanzengesellschaften auf, die vor allem durch ihre floristische Zusammensetzung und ihre Physiognomie den Eindruck wenig veränderlicher Bestände erwecken. So z. B. weisen die Föhrenwäldchen an der Aare eine derartige Selbständigkeit auf, daß ihre Genesis erst nach langen mühseligen Beobachtungen sicher festgestellt werden konnte.

Es scheint mir daher für die systematische Anordnung der Pflanzengesellschaften, besonders aber für eine klare Darstellung der z. T. nicht leicht verständlichen Sukzessionen folgendes Vorgehen am zweckmäßigsten zu sein:

1. Behandlung der typischen Formationen nach ihrer Ökologie und Zusammensetzung. Dabei soll auf die Sukzessionen nur soweit Rücksicht genommen werden, als zum Verständnis der betreffenden Pflanzengesellschaft unbedingt notwendig ist.

¹⁶ Vergl. auch Tab. 6 und Erläuterung S. 145.

2. Dieser Beschreibung soll diejenige der Sukzessionen obiger Formationen folgen, wobei auf die zahlreichen Übergänge zwischen letzteren eingetreten wird.

*Gruppierung der wichtigsten natürlichen Phanerogamenformationen der Aareufer nach ihren ökologischen Bedingungen.*¹⁷

A. Formationen von Kräutern und Stauden.

I. Im offenen Wasser:

Wasserpflanzen.

II. Boden während der längsten Zeit des Jahres untergetaucht oder doch naß. Meist schmale Ufersäume:

a) Der Ufersaum ist geringer Strömung ausgesetzt:

Verlandung: *Röhrichte*, *Großseggenbestände* (Streuwiesen, diese sind durch das Eingreifen des Menschen bedingte, künstliche Pflanzengesellschaften; die jährliche Mahd zerstört die Keimlinge der Bäume).

b) Der Ufersaum ist bei Hochwasser starker Strömung ausgesetzt:

a) *Vorübergehende Bewachsung*, meist durch Kräuter und Stauden.

β) *Dauernde Pflanzendecke*.

III. Boden feucht bis trocken, meist über der mittleren Hochwasserlinie. Kiesrücken ohne Sand- und Humusdecke:

Offene Kräuter- und Staudenvegetation.

B. Waldungen.¹⁸

1. Schotter mit Sand-, Schlamm- oder Humusdecke.

I. Der Boden „weist das höchste Maß von Nässe auf, welches Laubbäume ertragen können“:¹⁹

Bruchwald.

¹⁷ Vergl. auch Übersicht über die *topographische* Verbreitung, Tab. 5, und Übersicht über die *Sukzessionen* dieser Pflanzengesellschaften, Tab. 6.

¹⁸ Waldbildung kann in unserem Gebiet überall auftreten: Das Grundwasser fließt, und der von Graebner 1909 l. c. S. 11 erwähnte Eisgang, wie er jährlich u. a. an der Donau auftritt und durch Vernichten der oberirdischen Pflanzenteile ein Aufkommen des Waldes verhindert, kommt an der Aare nicht vor.

¹⁹ Drude 1896 l. c. S. 308.

II. Auf zeitweise überschwemmtem oder doch nassem Boden:²⁰

Auenwald.

III. Auf mäßig feuchtem Boden:

Übergangsformation zum mesophytischen Mischwald.

2. Schotter ohne Sand-, Schlamm- oder Humusdecke. Fast durchwegs verhältnismäßig trockene Schotterflächen, deren nackte Oberfläche einer Waldbildung hinderlich ist:

Föhrenwald (Sanddornbestände, mit nur lokaler Verbreitung).

Alle diese Formationen, zu denen noch eine Anzahl anderer, die z. T. nur lokal verbreitet, aber nicht weniger typisch ausgebildet sind, hinzukommt, bedürfen infolge ihrer genetischen Beziehungen zum Auenwald notwendig einer Beschreibung.

Im Auenwald selber haben wir wieder Gelegenheit verschiedene Phasen der topographischen Sukzession zu unterscheiden: zahlreiche, durch den Grad der Bodennässe bedingte Übergangsformationen zwischen Bruchwald und mesophytem Mischwald. Außerdem verschiedene Pflanzengesellschaften auf gleichen hydrographischen Stufen, die teils Zufälligkeiten in der Besiedelung zuzuschreiben, häufig auch als Stadien biotischer Sukzessionen aufzufassen sind.

Wir ersehen daraus hier schon, daß der Auenwald bei uns eine Menge verschiedener Typen aufweist, auf die alle einzutreten nicht möglich sein wird. Ein besonderes Kapitel über die Sukzessionen dagegen soll in die Entstehung solcher Typen einen Einblick gewähren.²¹

Ebenso wird dadurch begreiflich, daß es wenig Sinn hat, die Mengenverhältnisse und Mischungen der Bestandteile, z. B. des Niederwuchses einer, infolge biotischer und topographischer Agentien rasch sich verändernden Pflanzengesellschaft genau, mathematisch, zu bestimmen.²²

²⁰ Siehe Definitionen und Standortscharakteristik S. 1 ff.

²¹ S. 177 ff.

²² Vergl. z. B. Jaccard, P. — Nouvelles recherches sur la distribution florale. Lausanne 1908. Eine ausgezeichnete Methode für „stabile Formationen“ wie auch für beschränkte Gebiete von „Wanderformationen“, in denen durch periodische Aufnahmen der Vegetation die Veränderungen dadurch festgestellt werden können!

Es liegt ganz in der Natur des hier behandelten Stoffes, daß ich den Sukzessionen ebenso eingehende Studien widmete, wie dem gegenwärtigen Zustand der Formationen selbst: *Am beständig sich ändernden Mittellauf eines noch nicht vollständig korrigierten Alpenstromes, wie die Aare, müssen die mit den topographischen Veränderungen im Zusammenhang stehenden Wechsel in der Vegetation ganz besonderes Interesse beanspruchen.*²³

Daß diese, seit mehreren Jahren von mir unabhängig und selbständig befolgten und erst durch die, hauptsächlich seit 1911 erschienene englische und amerikanische Literatur geförderten Gesichtspunkte ihre volle Berechtigung haben verbürgt u. a. die Ansicht eines der bedeutendsten Geographen der Gegenwart:²⁴

„Denn ebenso wie die Landformen durch die Entwicklungsstadien bezeichnet werden, kann dies auch mit den botanischen Gruppierungen in entsprechender Weise geschehen. Dadurch werden wir eine weit verständlichere, viel wahrere Anschauung einer von Pflanzen bedeckten Landschaft erhalten, als durch Beschreibungen, in denen die Landformen so dargestellt werden, als ob sie sich niemals wandelten, und die Vegetation, als ob sie niemals einwanderte oder sich von der veränderten Landoberfläche wieder zurückzöge.“

Ebenso Vahl, Martin — Les types biologiques dans quelques formations vegetales de la Scandinavie. Bot. Tidsskrift 1909.

Raunkiaer — Formationsundersogelse og Formationsstatistik. Cit. in Vahl l. c.

²³ Vergl. im Gegensatz dazu die mehr stabilen Auenwälder an Fluß-Unterläufen benachbarter Länder, die in ihrer floristischen Zusammensetzung verschiedene Abweichungen aufweisen, welche z. T. auf die Stabilität jener Formationen zurückzuführen sind. S. 90 ff.

²⁴ Davis, William Morris — Die erklärende Beschreibung der Landformen. Deutsch bearbeitet von Dr. A. Rühl. Leipzig und Berlin 1912. S. 129.

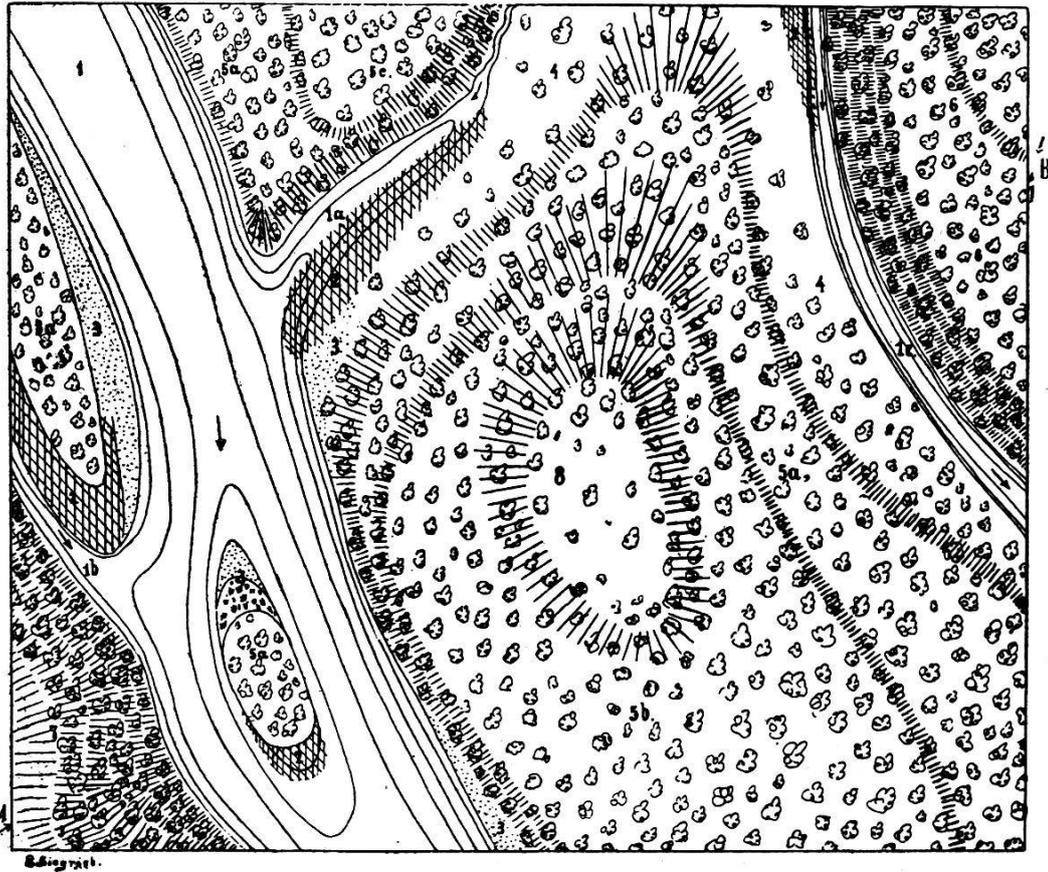
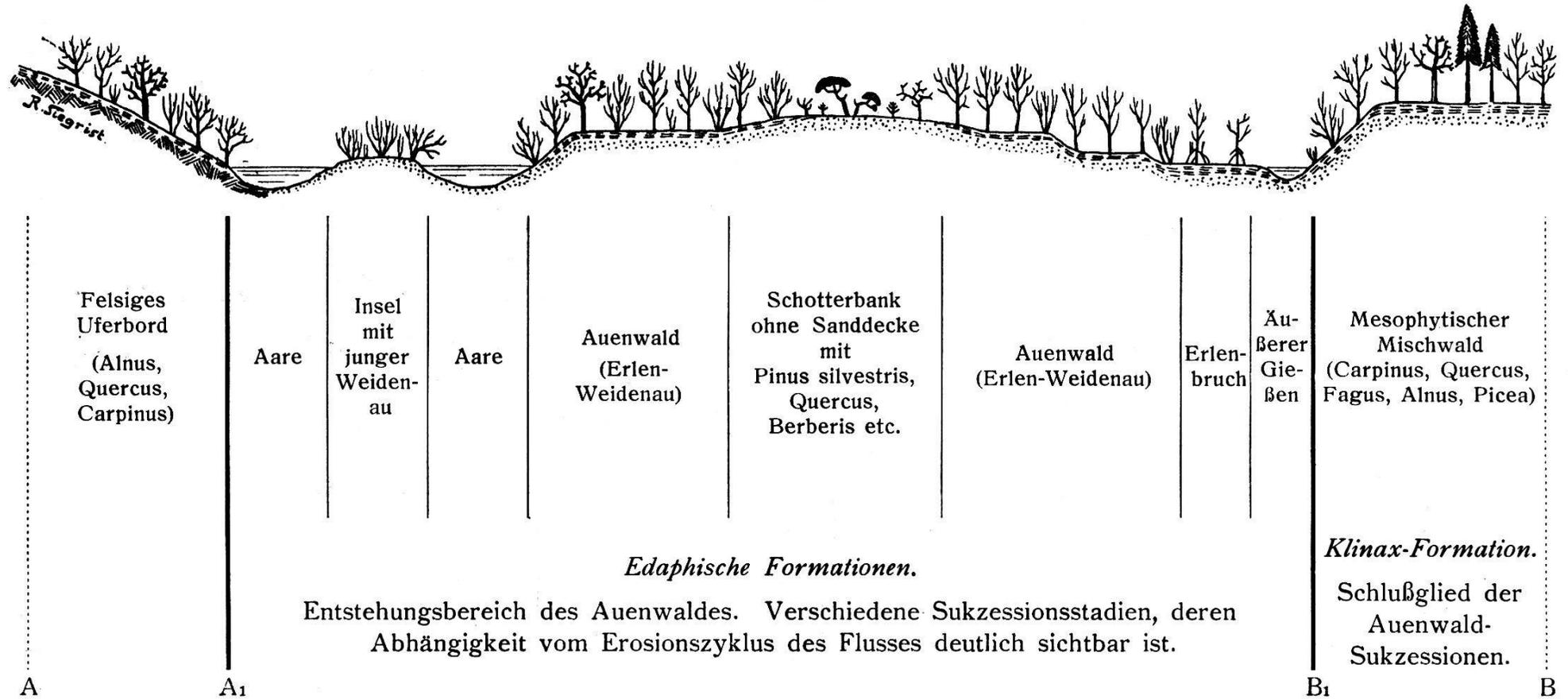


Fig. 13. Ideale Uferlandschaft der Aare bei mittlerem Jahres-Wasserstand.

Erläuterungen zu Fig. 13 und 14.

1. Die Aare.
- 1 a, 1 b. Verlandende Gießen.
- 1 c. Äußerer Gießen. Meist typisch als Grenze zwischen dem Entstehungsbereich des Auenwaldes und dem mesophytischen Mischwald.
2. Röhrichte, meist auf sandig-schlammigem Boden.
3. Alluvionen von Kies und Sand, z. T. vegetationslos, z. T. Bestände aus vorwiegend *Calamagrostis Pseudophragmites*.
4. Erlenbruch.
5. Auenwälder (Erlen- und Weidenauen); a, b, solche verschiedener Feuchtigkeitsstufen.
- 5 c. Auenwald mit Übergängen zum mesophytischen Mischwald.
6. Mesophytischer Mischwald = Klimaxformation (Schlußglied der Auenwald Sukzessionen).
7. Felsiges Ufer mit *Alnus*, *Quercus*, *Carpinus*.
8. Schotterfläche ohne Sanddecke, mit wenig *Pinus silvestris*, *Quercus*, *Berberis*.

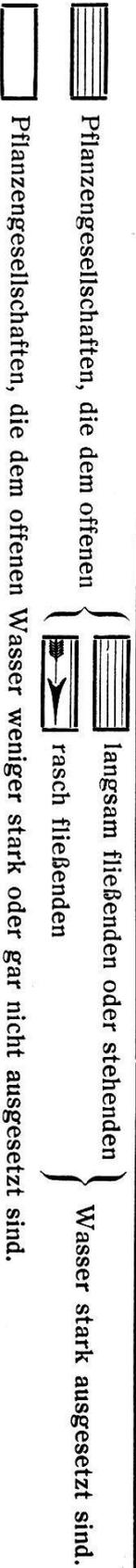
Fig. 14. Profil A—B durch ideale Uferlandschaft der Aare¹ (überhöht).



¹ Siehe auch Längsprofil der Insel S. 143.

Tab. 5.

Mittlerer Hochwasserstand	Auenwälder			Nackte Kiesrücken ohne Sanddecke. Offene Kräuter- u. Staudenvegetation, Sanddorn- und Föhrenbestände		Übergangsformation zum mesophytischen Mischwald	
	Wenige Wasserpflanzen	Röhrichte in temporären Wasseransammlung.	Magnocaricetum	Streuwiesen	Gräser-Assoz. Calamagrostidetum Pseudophragmitis etc.	Bruchwälder	Auenwälder
Mittlerer Sommerwasserstand	Wasserpflanzen			Größte Verbreitung der Röhrichte am Rande von: Hauptfluß, Flußarmen, Gießen, Teichen und einigen temporären Wässern. Magnocaricetum.			
	Größte Verbreitung der Wasserpflanzen			Wenige Röhrichte		Moose und Algen oder vegetationslos	
Mittlerer Niederwasserstand	Größte Verbreitung der Wasserpflanzen			Wenige Röhrichte		Moose und Algen oder vegetationslos	
	Größte Verbreitung der Wasserpflanzen			Wenige Röhrichte		Moose und Algen oder vegetationslos	
Grund der Gewässer	Größte Verbreitung der Wasserpflanzen			Wenige Röhrichte		Moose und Algen oder vegetationslos	



Übersicht der durch die Schwankungen der Flußwasserstände an der Aare bedingten Pflanzengesellschaften.

B. Spezieller Teil.

Die einzelnen Pflanzengesellschaften nach ihrer Ökologie und Zusammensetzung.

1. Phanerogame Wasserpflanzen.²⁵

Wir haben im Überschwemmungsgebiet der Aare zweierlei Wasseransammlungen zu unterscheiden:

- a) Permanente Teiche und Wasserläufe. (Ehemalige Flußarme, Gießen.)
- b) Temporäre Teiche und fließende Wasser z. Zeit höheren Wasserstandes.

Nach meinen Beobachtungen enthalten nur die ersteren Wasserpflanzen. Diese kommen dort aber oft in großer Menge vor und zeigen ein üppiges Wachstum. Die temporären Teiche dagegen, von denen die meisten nur während höchstens 2—3 Sommermonaten auftreten, erreichen nur einen Wasserstand bis zu wenigen dm Tiefe. Diese geringe Wassertiefe ist an und für sich schon ungünstig für das Vorkommen von phanerogamen Wasserpflanzen, während die kurze Dauer dieser Wasseransammlungen einem Gedeihen solcher Pflanzen am hinderlichsten ist. Dagegen konnte im Inundationsgebiet der unteren Donau beobachtet werden, daß gelegentlich große Mengen von *Potamogeton lucens* an höheren Stellen auftraten, wo nur in seltenen Jahren Überschwemmungen den Boden unter Wasser setzten.²⁶ Nach dem Abzug des Wassers faulen Stengel und Blätter und nur die Wurzelstöcke bleiben zurück. Diese sind imstande jahrelang in latentem Zustand zu verharren, bis wieder einmal günstige Existenzbedingungen eintreten. An Sumpfpflanzen kann ein ähnliches Verhalten auch bei uns beobachtet werden.²⁷

Von den permanenten Wässern sind wieder diejenigen an Pflanzen arm, welche im dunkeln Waldesinnern sich befinden.

²⁵ Die Moos- und Algenvegetation habe ich nicht untersucht.

²⁶ G. Antipa, Die Biologie des Donaudeltas und des Inundationsgebietes der unteren Donau. Jena 1911.

²⁷ S. 55.

Die Tiefe aller Wasser ist so, daß auf dem Grunde überall Phanerogamen-Vegetation auftreten kann.

Nach der Bewegung des Wassers unterscheiden wir zwischen stehenden und fließenden Gewässern. Letztere sind größtenteils langsam dahinfließende klare Quellwasser der Gießen oder ehemalige Aarearme, in die sich jetzt vom Hauptfluß aus nur noch ein kleines Wässerchen ergießt. Gewässer dieser Kategorie finden sich in großer Menge und Mannigfaltigkeit im Gebiete der alten Aare zwischen Aarberg und Meienried. Sie alle zeichnen sich aus durch die Anwesenheit ganzer Miniaturwälder von zum Teil seltenen Wasserpflanzen.

In Betten mit sichtbar fließendem Wasser fehlen die wurzellos flottierenden Pflanzen. Die wurzelnden zeigen infolge der sehr schwachen Strömung unbedeutende strukturelle Veränderung.

Verhalten der Wasserpflanzen bei Niederwasser.

Die sanft ansteigenden, seichten Ränder vieler Tümpel sind oft angefüllt mit Wasserpflanzen, namentlich Hippuris. Tritt dann im Herbst und Winter niederer Wasserstand ein, so zieht sich von diesen Rändern das Wasser zurück und über den Winter sind große Flächen trocken gelegt. Dabei beginnen die größeren Stengel von Hippuris abzusterben, und nur gelegentlich bilden sich vereinzelt kümmerliche Landformen. Die Rhizome überwintern in diesem trockenen Boden und beginnen im Frühjahr beim Eintritt höheren Wasserstandes wieder zu treiben. Dabei muß gesagt werden, daß der schlammige, stark humose Boden schon an und für sich nur sehr langsam sein Wasser abgibt, und daß überdies dichte Schichten abgefallenen Laubes im Herbst und Winter den Boden vor völligem Austrocknen schützen. Dabei kann es vorkommen, daß die ganz oberflächlichen Rhizome von Hippuris faulen oder im Winter erfrieren, während die, nur einige cm tief im Boden gelegenen gesunde, kräftige Erneuerungsknospen ausbilden (Umwandlung von Helophyten in Hemikryptophyten!²⁸).

²⁸ Raunkiaer, C. — Types biologiques pour la géographie botanique. 1905.

Liste der phanerogamen Wasserpflanzen.

Die für uns in Betracht kommende, mehr als 170 km lange Flußstrecke ist ein Gebiet, das für eine Arbeit über Wasserpflanzen allein schon reichlich Stoff liefert. Besonders interessant würde eine derartige Studie sich unter Einbeziehung der Lebensbezirke des Stromes gestalten, wobei aber notwendig die Kryptogamen-Vegetation ebenfalls zu untersuchen wäre.

Da meine Arbeit in erster Linie die synökologischen Verhältnisse berücksichtigt, kommt es mir bei den Pflanzenlisten nicht auf vollständige Standortsangaben an.

Anmerkung.

a) *Nomenklatur* nach Schinz, H. und Keller R. — Flora der Schweiz. 3. Aufl. Zürich 1909.

b) *Standortsangaben:*

Arten ohne Standortsangaben sind im ganzen Gebiet allgemein verbreitet.

Standort ohne Bemerkung dahinter: Vom Autor dort selbst gesehen.

(F) Standort nach Fischer, L. — Flora von Bern, Bern 1903.

(L) „ „ Lüscher, H. — Flora des Kantons Solothurn. Solothurn 1898 und „Nachträge“ 1904 und 1910.

(M) Standort nach Mühlberg, F. — Flora des Aargaus. Aarau 1880.

Viele der in den älteren Floren zitierten Standorte stimmen heute nicht mehr. Solche Ortsangaben, von denen ich sicher weiß, daß die betr. Art dort nicht mehr vorkommt, werden in meine Listen nicht aufgenommen.

Potamogeton natans L.

— *nodosus* Poiret, selten, Auenstein (M), Hard bei Wildegg (M).

— *perfoliatus* L., stehende Gewässer vorziehend.

— *lucens* L., Altreu (L), Solothurn (L), in stillen Wässern der Aare bei Aarau (L, M).

— *crispus* L.,

— *pusillus* L., Wangen a. d. Aare (L), Wöschnauerli (M).

— *pectinatus* L., mehr in fließendem Wasser.

— *densus* L.

Elodea canadensis Michaux, scheint im Berngebiet seltener zu sein als unterhalb. Aare bei Grenchen, Altreu, Solothurn seit der Jura-Gewässer-Korrektion (L). Im Aargau tritt sie stellenweise massenhaft auf, verdrängt ganze Chara-bestände (Kirchberg bei Aarau) und andere Wasserpflanzen, verschwindet dann aber fast plötzlich wieder.

- Lemna minor* L., meist nur auf den äußersten Altwässern.
Castalia alba (L.) Wood, sehr selten, Meienried (L).
Nymphaea lutea L., wie obige.
Ceratophyllum demersum L., ? ob an der Aare ?
Ranunculus fluitans Lam., nicht häufig, im fließenden Wasser,
z. B. im Lyßbach.
— *circinatus* Sibth., selten, Aare bei Lyß (F), Büren (L), Aare
bei Grenchen (L), Schönenwerd-Wöschnau (L), Sengel-
bach bei Aarau (M), Biberstein, Wildegg.
— *aquaticus* L., selten, Eiholzmoos bei Wabern (Bern) (F),
Rohrerschachen (M) ?
— *flaccidus* Pers., häufig, auch die f. *terrestris* Gren. u. God.
Roripa Nasturtium aquaticum (L.) Beck, häufig in Gießen.
— *amphibia* (L.) Besser, Meienried, Altreu (L), Telli bei Aarau
(M), Aarinseln unterhalb Kirchberg (M), Biberstein.
Callitriche palustris L.
Myriophyllum verticillatum L., in kleinen Wasseransamm-
lungen, verbreitet.
— *spicatum* L. seltener als vorige Art, Lyß (F), Altreu (L).
Hippuris vulgaris L., Alte Aare bei Lyß, Altreu (L), Ober-
gösgen (L), Schönenwerd bis Brugg ziemlich häufig.
Hottonia palustris L., in stehendem Wasser, selten, bei
Dotzigen (Bern) r. Ufer, zwischen Schönenwerd und
Wöschnau (L), Rohrerschachen (M), Fähre Birrenlauf
r. Ufer.
Veronica Anagallis aquatica L.
— *Beccabunga* L.
Utricularia vulgaris L.
— *minor* L., seltener als vorige Art, unterhalb der Hunziken-
brücke (Bern) (F), Rohrerschachen (M) ?, bei Station
Schinznach-Bad.

2. Das Röhricht.

Bei der Beschreibung der Tätigkeit des Flusses wurde gelegentlich darauf hingewiesen, daß die Ablagerungen größerer Sand- und Schlamm-bänke einer Besiedelung durch *Phragmites* vorausgehe. Dort schon wurden, um die Bedeutung jener Ablagerungen durch den Fluß anschaulich zu

machen, in den betreffenden Abbildungen die Schilfbestände eingezeichnet.²⁹ Wir entnehmen jenen Darlegungen, daß das Röhricht hauptsächlich im Sand und Schlamm stagnierender oder träge fließender Wässer sich bildet. Wir finden es daher überall in stillen Flußarmen und Gießen, Fig. 12, 13, stellenweise am Rande des Flusses und zwar hauptsächlich an konvexen Ufern im langsam fließenden, weniger tiefen Teil des Flusses, Fig. 8, 12, 13, 15, gelegentlich am unteren Teil ausgeschwemmter Kiesbänke, ebenso im langsam von der Seite her zuströmenden Wasser am unteren Ende von Inseln, Fig. 8, 10, 13.

Nach ihrem Vorkommen müssen wir die Schilfbestände der Aare in folgende Hauptgruppen einteilen:

1. dauernd im Wasser.

a) Am Ufer des Hauptflusses, der permanenten Flußarme und Gießen mit nicht sehr langsam fließendem Wasser.

b) Am Rande permanenter Teiche oder sehr langsam fließender Wässer.

2. Nur zeitweise im Wasser.

c) In temporären Wasseransammlungen.

3. Außerhalb des Bereichs des offenen Wassers.

Die Abgrenzung der Verlandungszonen 1 a u. b auf der Landseite kann sein:

1. Scharfe Abgrenzung infolge eines Uferbordes; bei a sehr häufig der Fall.

2. Allmählicher Übergang in die Sumpfwiese.

3. Übergang — resp. Eintritt einzelner Bestandteile des Verlandungsbestandes — in den Uferwald.

Typus a.

Eine Skizze des der Auenwälder und auf weiten Strecken auch der Ufergebüsche völlig entbehrenden Flußlaufes Büren-Solothurn zeigt deutlich die Lage dieser Verlandungsbestände. Ihre Verbreitungsgebiete sind fast durchwegs die konvexen Ufer (Fig. 15).

Weitaus vorherrschend und oft fast reine Bestände bildend ist *Phragmites communis*. *Schoenoplectus lacustris*, das weiter

²⁹ Abb. 8, 10, 12.

ins Wasser hinaus vordringt, ist weit seltener; vermutlich infolge der Strömung. Stellenweise wird *Phragmites* ersetzt durch *Phalaris arundinacea*, das ebenso reine Bestände bilden kann. So kann man gelegentlich diese beiden Assoziationen auf gleicher Stufe und gleichem Boden prächtig nebeneinander gedeihen sehen. Die ökologischen Bedingungen sind in beiden Beständen dieselben, so daß es nach meinem Dafürhalten hier bloß darauf ankam, welche von den beiden bestandbildenden Arten zuerst Platz ergriff. Jede derselben dehnte sich dann aus, bis sie auf die andere stieß. Ich werde unten, bei der Besprechung des Auenwaldes noch Gelegenheit haben, ähnliche Fälle zu berühren.

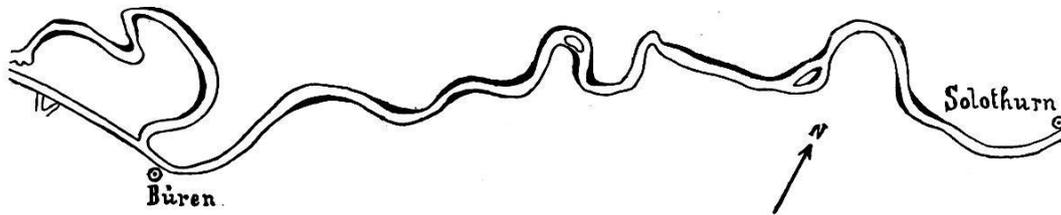


Fig. 15. Verbreitung des Röhrichts an der Aare zwischen Büren und Solothurn (ca. 1 : 160,000).
(Nach Aufzeichnungen im Juli 1909 und Juli 1911.)
Verdickte Uferlinien = Röhrichte.

An Stellen, die durch Schilf nicht vollständig besiedelt sind, treten entweder Wasserpflanzen: *Ranunculus*, *Elodea*, *Potamogeton* etc. in die Lücke oder andere Assoziationen, wie diejenige von *Glyceria fluitans* und *Gl. plicata*, *Catabrosa aquatica* tragen zur Befestigung des verlandeten Ufers bei.

Als weitere Bestandteile dieses Verlandungstypus können mehr oder weniger alle die Arten einbezogen werden, die beim folgenden Typus angeführt sind. Dabei ist aber zu beachten, daß oft nur einige wenige derselben als Einsprenglinge betrachtet werden müssen, indem *Phragmites*, stellenweise wohl auch *Phalaris* immer weitaus dominieren, ja fast reine Bestände bilden.

b) Die permanenten Teiche, zu denen ich also in diesem Fall auch die ehemaligen Flußbetten mit sehr langsam fließendem Wasser rechnen kann, zeigen oft prächtige Stadien der Verlandung. Diese selbst geht in den meisten Tümpeln der Aareufer mit wahren Riesenschritten vor sich. Es gedeihen

Schilf und Seggen, überhaupt Sumpfpflanzen, die in ihren Dimensionen kaum von denen anderer Standorte übertroffen werden. „Böschen“ von *Carex elata* All., die nachdem sie abgemäht sind, noch 90 cm Höhe und mehr als einen Meter Durchmesser haben, sind nicht selten zu finden. (Vergleiche Tafel VIII.) Der Alluvialboden weist große Fruchtbarkeit auf, die infolge der beständig wiederkehrenden Überschwemmungen und der damit verbundenen Ablagerungen frischer Sand- und Schlammsschichten nie versiegt.³⁰

Die Verlandung kann in allen Stadien, oft auf kleinem Raum beobachtet werden.

c) Die temporären Wasseransammlungen.

Während die Wasserpflanzen nach meinen bisherigen Beobachtungen in solchen Tümpeln sich nicht einfinden, treten hier eine ganze Anzahl von Sumpfpflanzen auf. Viele derselben vegetieren nach dem Sinken des Wassers kümmerlich weiter. Doch haben fast alle von ihnen zum Blühen und zur Ausbildung ihrer Früchte Zeit gefunden.

Die Formationen bilden insofern den Übergang zu der folgenden, als auch hier während zirka $\frac{3}{4}$ Jahren kein offenes Wasser eintritt.

d) Das Röhricht kann mit einzelnen seiner Bestandteile auch auf Boden auftreten, der nur selten oder nie überschwemmt wird. *Phalaris arundinacea*, *Calamagrostis Epigeios* und *C. Pseudophragmites* gedeihen auch an trockenen Standorten noch. *Phragmites* findet sich stellenweise selbst auf den trockenen Kieshügeln, in den nur gelegentlich überschwemmten Auenwäldern, sogar in Getreidefeldern und Kartoffeläckern. Die meisten dieser Exemplare zeigen aber kümmerlichen Wuchs und kommen nur sehr selten zum Blühen. Tritt dagegen längere Zeit nasses Wetter ein, dann sind auch die Rhizome dieser Pflanzen noch wohl befähigt, kräftige Stengel zu treiben, ihre Wurzelstöcke auszubreiten und sich zu vermehren, als stünden sie in der Verlandungszone.

Diese Widerstandsfähigkeit zarter Organe von Wasser- und Sumpfpflanzen ist von wesentlicher ökologischer Bedeu-

³⁰ Vergl. auch das Bild von *Petasites*. Fig. 20.

tung, und es könnte lohnend sein, die betreffenden Schutzeinrichtungen solcher Pflanzen zu untersuchen.

Die Röhrichte sind an Arten oft ziemlich arm. Besonders reich, sowohl an verlandenden Wässern, wie an selteneren Arten ist die Gegend von Aarberg bis Meienried.

Im Röhricht, oder sonst als wichtige Bestandteile der Verlandung (exkl. Sumpfwiesentypen) wurden beobachtet:

Die oben angeführten Wasserpflanzen.

Equisetum limosum L., spielt gelegentlich bei der Verlandung eine wichtige Rolle, indem es die Lücken zwischen den *Carex elata*-Bülten besiedelt. Hier oft im Verein mit *Phragmites*, *Phalaris arundinacea*, *Ranunculus Lingua*, *R. Flammula*, *Polygonum amphibium*. In verlandenden Tümpeln (Altwässern) dringt er oft weiter ins Wasser vor als *Phragmites communis* und nimmt die Stellen von *Schoenoplectus lacustris* ein.

Typha latifolia L.

— *Shuttleworthii* Koch und Sonder, im ganzen Gebiet verbreitet, Kiesen (F), Hunzikenbrücke, Radelfingen (F), Lyß, Aarau (M), Auenstein.

— *angustifolia* L., ziemlich selten, Radelfingen (F), Aarufer bei Aarau (L, M) ?, Klingnau (M).

— *minima*, verbreitet, aber nicht häufig, Wichtrach (F), unterhalb Muri (F), Radelfingen (F), Aarberg-Lyß, Inselmatten ob Büren (L), Solothurn (L), Ruppoldinger Insel (L), Biberstein (M), Villnachern, Brugg (M).

Sparganium erectum L.

— *simplex* Hudson, Schönenwerd-Wöschnau (L, M) ?

Alisma Plantago aquatica L.

Sagittaria sagittifolia L., sehr selten, Dotzigen (L), Meienried (L), im Aargau an keinem der von (M) angeführten Standorte mehr zu finden!

— var. *vallisneriifolia* Coss. Arch (L).

Phalaris arundinacea L., häufig, siehe S. 54, im übrigen oft unter *Phragmites* und *Glyceria*.

Phragmites communis Trin., sehr häufig, zeigt, wie oben aus der Einteilung der Schilfbestände ersichtlich ist, sehr mannigfaltiges Vorkommen: Als eigentlicher Verlander in stehenden und fließenden Gewässern bis zu 2½ m Tiefe

hinaus, auf gelegentlich überschwemmten Ufern mit schlammigem, sandigem oder kiesigem Untergrund, auf Moorwiesen, Bruchwäldern, sogar Kartoffeläckern und Saatfeldern!

Catabrosa aquatica (L.) Tal., Rohrschachen (M) ?

Glyceria aquatica (L.) Wahlenberg, selten, „Flußgebiet der Aare bis Neuenburger- und Murtnensee“. (Schinz und Keller.)

— *fluitans* (L.) R. Br.

— *plicata* Fries, häufig in Gießen.

Schoenoplectus triquetrus (L.) Palla, selten, Lyß, Aartümpel bei Däniken (L), Schönenwerd-Wöschnau (L) ?, Biberstein (M), Wildegg, Schinznach.

— *lacustris* (L.) Palla, verbreitet, namentlich in den Altwässern zwischen Aarberg und Meienried große, fast reine Bestände bildend.

— *Tabernaemontani* (Gmelin) Palla, verbreitet, ähnlich wie *lacustris*, aber seltener, Aare längs des Belpmooses (F), Lyß (F), bei Däniken (L), Auenstein (M), unterhalb Wildegg, Aaremündung (M).

Eleocharis acicularis (L.) R. u. S., Meienried, Altreu (L), Wildegg.

— *pauciflora* (Lightf.) Link.

— *palustris* (L.) R. u. S., ziemlich häufig.

Carex disticha Hudson, selten, bei Biel (L), Aarau (L), Rohrschachen (M).

— *elata* All., sehr häufig.

1. Als Hauptverlander am Rand von stehenden und fließenden Gewässern, große feste Büten bildend (gegen 1 m Höhe und 1 m Durchmesser).

2. In gelegentlich überschwemmten Riedwiesen.

3. Als Verlandungsrelikt im Molinietum, wo sie allmählich erstickt. So häufig in der Uttigen-Au unterhalb Thun.

4. Als Übertreter in den lichten Bruchwald bei zunehmender, als Relikt dort bei abnehmender Versumpfung.

— *gracilis* Curtis, mehr auf Streuwiesen.

— *Goodenowii* Gay.

- Carex flava* L. ssp. *lepidocarpa* (Tausch) Godron, ssp. *Oederi* (Retz.) A. u. G.
— *Pseudocyperus* L.
— *lasiocarpa* Ehrh.
— *flacca* Schreber.
— *inflata* Hudson.
— *vesicaria* L.
— *acutiformis* Ehrh.
Juncus conglomeratus L.
— *alpinus* Vill., sandige Ufer zerstreut, Lyß, Ruppoldingen (L), Aarburg (L), Obergösgen (L), Aarau (M).
— *articulatus* L.
Iris Pseudacorus L., überall, oft große Bestände bildend.
— *sibirica* L., sehr selten, scheint nur vereinzelt oberhalb der Hunzikenbrücke zu sein (F).
Epipactis palustris (Miller) Crantz, häufig.
Rumex Hydrolapathum Hudson, selten, Wöschnauerli (L, M) ? Rohrschachen (M), unterhalb Wildegg.
Polygonum amphibium L.
— *lapathifolium* L. em. Koch.
Caltha palustris L., häufig.
Ranunculus Lingua L., selten, Meienried, Wöschnau b. Aarau (L, M) ?, unterhalb Wildegg.
— *Flammula* L.
Roripa islandica (Oeder) Schinz u. Thellung.
Cardamine amara L., häufig, namentlich in kleineren Gießen.
Filipendula Ulmaria (L) Maxim.
Sanguisorba officinalis L., häufig.
Hypericum acutum Mönch, an nassen Gräben.
Epilobium Dodonaei L., stellenweise, bei Belp (F), Lyß, Geröll der Aare bei Aarau (M).
Lythrum Salicaria L., häufig.
Sium erectum Hudson, besonders in Gießen.
Lysimachia vulgaris L.
Convolvulus sepium L., ziemlich häufig, manchmal im Röhricht an den Schilfstengeln kletternd.
Myosotis scorpioides L. em Hill.
Mentha aquatica L.
— *arvensis* L.

Mentha spicata L. em. Hudson.
Galium palustre L.
Valeriana officinalis L., häufig.
— *dioeca* L.
Eupatorium cannabinum L., häufig.
Pulicaria dysenterica (L.) Bernh.
Achillea Ptarmica L.
Senecio paludosus L., nicht häufig, Lyß, Meienried, unterhalb Aarau.
— *aquaticus* Hudson.
Cirsium palustre (L.) Scop.
— *oleraceum* (L.) Scop.

3. Kräuter und Stauden auf Ufern, welche zur Zeit der Hochwasser starker Strömung ausgesetzt sind.

Wo zur Zeit hohen Wasserstandes starke Wellenbewegung die Oberfläche des Ufers beständig verändert, ist dauernde Besiedelung schwierig. Solche Stellen sind die oberen Enden der erst vor kurzem angeschwemmten Kiesbänke, die entweder Inseln oder konvexen Ufern angehören.

Dabei kommt es allerdings ziemlich häufig vor, daß bei Hochwasser kleinere Vegetationskomplexe, vorwiegend Weidengebüsche und Tamarisken, auf solchen Kiesbänken abgelagert werden, wo sie in vielen Fällen den Grundstock einer weiteren Besiedelung bilden können.³¹ Wenn aber dies auch nicht geschieht, machen verschiedene Pflanzen fortwährende Anstrengungen die günstigsten Teile der Kiesbank in Besitz zu nehmen. Es kommen dabei hauptsächlich die über dem mittleren Sommer-Wasserstand liegenden Ufer in Betracht. In Monaten mit etwas tieferem Wasserstand bieten die nassen und feuchten Kies-Sandplätze einer Menge von meist durch den Wind herangewehten Samen günstige Keimungsbedingungen. Sind dann solche Kiesbänke einmal durch einen mehr oder weniger geschlossenen Rasen bedeckt, so kann gelegentlich das Hochwasser tagelang darüber hinwegfluten, ohne an der Ober-

³¹ S. Besiedelung S. 131.

fläche der Kiesbank Angriffspunkte für starke Erosion zu finden.

Wir finden hier:

1. Vor allem ein Gras mit großer Vermehrungsfähigkeit: *Calamagrostis Pseudophragmites* bildet auf solchen Kiesalluvionen oft fast reine, große Bestände. Es tritt überall auf dem der Strömung zugekehrten Ende der Kiesbänke des offenen Flusses massenhaft auf.

2. Dazwischen eingestreut treten, namentlich auf Sandflecken, Pflanzen häufig auf, deren Samen durch den Wind verbreitet werden, vor allem *Salix*, auch *Populus*, verschiedene Gräser, und die überall als gemeine Unkräuter bekannten Disteln, *Gnaphalium*, *Senecio*, *Erigeron* etc.

3. Solche Pflanzen, deren Samen durch den Transport im Wasser ihre Keimfähigkeit nicht einbüßen. Unter diesen findet sich vorwiegend *Salix*.

Ich habe über die Schwimmfähigkeit von Samen der Ufervegetation keine Untersuchungen unternommen, indem nach meinen Beobachtungen die *Samenverbreitung durch Wasser eine geradezu unbedeutende Rolle spielt gegenüber der Verbreitung durch den Wind*.

Unter den unten angeführten Pflanzen erwähnt Ravn³² bei Arten mit schwimmfähigen Samen einzig *Ranunculus reptans* (= *R. Flammula* L. ssp. *reptans* L.).

4. Gelegentlich finden sich Pflanzen, die aus angeschwemmten Rhizomen oder anderen regenerationsfähigen Pflanzenteilen entstanden sind.

Mit Rücksicht auf die Jahreswasserstände kann bei solchen Ufern eine tiefer gelegene Stufe unterschieden werden, die in vielen Fällen mit der Grenzzone³³ der Seen und ihrer an die Überschwemmung eigenartig angepaßten Flora, den Amphiphyten, Ähnlichkeit zeigt.

³² Ravn, F. K. — Om Flydeevnen hos Froene af vore Vandog Sumpplanter. (Saertryk af Botanisk Tidsskrift. Kjöbenhavn 1894).

³³ Unter der Grenzzone der Seen versteht Schröter (Schröter, C. und Kirchner, O. — Die Vegetation des Bodensees. Lindau 1896 II. Teil. S. 42 ff.) den schmalen Uferstreifen, der zwischen dem mittleren Hochwasser- und Niederwasserstand liegt. Doch darf diese nicht identifiziert werden mit der zwischen diesen Wasserständen liegenden Uferstufe der Aare. (Siehe darüber namentlich S. 130.)

Die Vegetation dieser Ufer besteht aus einer Menge von Arten, die in Bezug auf ihre Ansprüche auf Feuchtigkeit und Zusammensetzung des Bodens (Kies oder Sand) sehr verschieden sind. Bei der Gliederung der Artenliste nach ökologischen Gruppen halte ich mich hauptsächlich an Schröter.³⁴

1. Bestandteile des Röhrichts. Die Mehrzahl der oben S. 56 ff. angeführten Arten treten hier gelegentlich und meist vereinzelt auf.

2. Amphiphyten (typische Bewohner der „Grenzzone“).
Eleocharis acicularis (L.) R. Br.

Ranunculus Flammula L. ssp. *reptans* (L.). Schinz u. Keller.
Litorella uniflora (L.) Ascherson, unterhalb der Jabergbrücke (Bern) (F), oberhalb Bern (L), Wildeg, auf feuchtem Sand.

Agrostis alba L. var. *prorepens* (Koch) Aschers., mit weit kriechenden oberirdischen Ausläufern. Wichtigster Sandfänger und Pionier auf den der Strömung zugekehrten Inselenden.

3. Bewohner der Kies- und Sandflächen.

a) Feuchte Flächen:

Equisetum variegatum Schleicher ex Weber u. Mokr.

Calamagrostis Epigeios (L.) Roth, häufig, auch auf trockenem Boden.

— *Pseudophragmites* (Haller) Baumg., sehr häufig, oft große, fast reine Bestände bildend; auch auf mäßig trockenes Geschiebe gehend.

Cyperus flavescens L.

— *fuscus* L., seltener als *flavescens*, Schlamm vorziehend.

Weiden-, selten Pappelkeimlinge.

Myricaria germanica (L.) Desv., stellenweise massenhaft, namentlich von Thun bis Uttigen, sonst überall zerstreut, häufig wieder unterhalb Wildeg.

Hippophaë Rhamnoides L., stellenweise häufig, unterhalb Büren seltener als oberhalb; häufig auch auf trockenem Geschiebe (Dotzigen, Lyß, Aarberg).

b) Trockenere Plätze.

Erucastrum obtusangulum (Schleicher) Rchbg.

³⁴ Schröter und Kirchner l. c. II. Teil S. 76.

Reseda lutea L., ziemlich häufig.

— *luteola* L., seltener.

Erigeron annuus (L.) Pers.

— *canadensis* L.

— *acer* L., ssp. *acer* (L.), ssp. *droebachensis* (O. F. Müller),
Dotzigen (L), Meienried.

4. Vereinzelte Bestandteile der Sumpfwiesenvegetation.
Fast alle zeichnen sich dadurch aus, daß sie an bewachsenen
Stellen auftreten:

Triglochin palustris L.

Epipactis palustris (Miller) Crantz, ziemlich häufig.

Thalictrum flavum L., vereinzelt.

Filipendula Ulmaria (L.) Maxim., ziemlich häufig.

Sanguisorba officinalis L., ziemlich häufig.

Lythrum Salicaria L.

5. Mesophyten.

Deschampsia caespitosa (L.) Tal., zerstreut.

Festuca arundinacea Schreber.

Rumex obtusifolius L.

Polygonum Persicaria L.

Barbarea stricta Andrzej., selten, Suhremündung (M).

— *vulgaris* R. Br.

Arabis arenosa (L.) Scop., selten, Emmemündung (L), Ober-
Gösgen (L).

Potentilla reptans L., ein überall zu findender Ubiquist.

Melilotus albus Desr., häufig.

— *altissimus* Thuill., seltener.

— *officinalis* (L.) Lam., ziemlich häufig.

Symphytum officinale L.

Solanum dulcamara L.

Valeriana officinalis L.

— *dioeca* L.

Solidago canadensis L., seltener als folgende Art.

— *serotina* Aiton, häufig, reine Bestände bildend, die ge-
legentlich Flächen von *vielen Aren* vollständig bedecken,
ohne darin eine einzige andere Pflanze aufkommen zu
lassen. So z. B. unterhalb Wildegg.

Gnaphalium uliginosum L.

Bidens tripartitus L.

Bidens cernuus L., seltener als vorige Art.

Petasites hybridus (L.) Fl. Wett.

Taraxacum officinale Weber.

Sonchus oleraceus L. em. Guan.

— *asper* (L.) Garsault.

— *arvensis* L.

Vorübergehend finden sich hier zeitweise noch andere angeschwemmte Ansiedler, die aber infolge der für sie ungünstigen ökologischen Bedingungen bald wieder verschwinden:

Verschiedene Wiesenpflanzen: Klee- und Gräser-Arten, *Cardamine pratensis*, *Coronaria flos cuculi*, *Cardamine pratensis* etc.

Gemüse: Weiße Rüben, verschiedene Kohlarten, Kartoffeln, Zwiebeln, Schnittlauch (vielleicht stellenweise mit alpiner Herkunft!), Spargeln etc.

Getreide.

Zierpflanzen: Astern, *Hemerocallis fulva*, *Helianthus annuus*.

Auch alpine Arten sind da und dort anzutreffen, jedoch im Gebiet unterhalb des Bielersees viel seltener als früher. Da ich außerdem die Mehrzahl dieser Pflanzen vorwiegend trockene Alluvionen bewohnen sah, werde ich bei diesen in einem besonderen Abschnitt alle heruntergeschwemmten Alpenpflanzen zusammen behandeln.³⁵

Der Uferwald.

4. Der Bruchwald; Erlen-Weiden-Bruch.

Wenn an einigen Orten im Hintergrund des Phragmitetum direkt die Sumpfwiese sich anlehnt, so kann an anderen Orten an die Stelle der letzteren der Erlenbruch treten.

Es ist jedoch nicht notwendig, daß der Ausbildung des Uferwaldes ein Phragmitetum oder Caricetum vorangehe. In

³⁵ S. 127.

unserem Gebiete ist sogar Regel, daß er auf versumpften Mineralböden aufwächst, bevor eine Moorschicht vorhanden ist.

In diesem Boden mit dauernder Feuchtigkeit und einer gewissen Wasserbewegung können noch Erlen³⁶ und Weiden gedeihen. „Diese Wälder weisen das höchste Maß von Boden-nässe und Versumpfung auf, welches Laubbäume zu ertragen vermögen“. (Drude) Sie stehen an einigen Orten während nahezu eines halben Jahres mit dem ganzen Wurzelstock in völlig nasser Erde.

Im Bereich der Aare treten sie meist als kleine, oft nur wenige Acre große Waldparzellen an folgenden Stellen auf:

1. Auf der untersten, meist flach gegen den Fluß absteigenden Uferstufe (unterste Terrasse), deren Oberfläche nur wenig über dem mittleren Sommerwasserstand liegt.

2. An flachen Uferändern der Gießen und permanenten Teiche auf entsprechendem Niveau über dem Wasser, wie Nr. 1.

3. Inmitten von Auenwäldern, in Mulden, die im Sommer während langer Zeit naß oder sehr feucht sind.

Der Boden des Bruchwaldes besteht aus Kiesaufschüttungen mit \pm Sand und Schlamm vermennt, der oben mit einer von Bruchstücken alter Stämmchen und von Zweigen und Blättern reich durchsetzten Schlammschicht in der Mächtigkeit von wenigen Zentimetern bis zu einigen Dezimetern überlagert wird.

Neben *Alnus incana* weist diese Formation an Bäumen noch folgende Weiden auf:

Salix alba L.

Salix fragilis L.

Salix triandra L.

Salix incana Schrank, seltener.

Gelegentlich finden sich auch Schwarzpappeln und Eschen eingepflanzt. Als Unterholz findet sich *spärlich* der Nachwuchs des Oberholzes und vereinzelt:

Salix viminalis L.

Salix nigricans Sm.

³⁶ An der Aare ausschließlich *Alnus incana*, während nach Drude 1896, l. c. p. 308 für größere Flüsse das Vorherrschen von *A. glutinosa* charakteristisch ist.

Salix pentandra L.
Salix purpurea L.
Frangula Alnus Miller.
Viburnum Opulus L.
Prunus Padus L.
Lonicera Xylosteum L.
Clematis Vitalba L.
Humulus Lupulus L.

Der Niederwuchs kann je nach dem Standort eines Bruches fast ganz fehlen oder an Arten reich sein. Ersteres ist meistens der Fall beim Vorkommen eines Bruches direkt am fließenden Wasser und in sumpfigen Mulden der Auenwälder, letzteres beim Auftreten an verlandenden Teichen und langsam fließenden Gießen.

a) Die Brüche mit spärlichem Niederwuchs weisen nur wenige Exemplare von Polygonum Hydropiper und wenige zerstreute Einsprenglinge aus der Vegetation benachbarter Auenwälder oder Verlandungsbestände auf. Beim ersten Anblick bekommt man den Eindruck, der Boden entbehre vollständig jeder Kraut- und Staudenvegetation. Die Armut an Niederwuchs mag davon herrühren, daß es in unseren Gegenden nicht viele Schattenpflanzen gibt, die eine solche, zum Teil stagnierende Nässe lange Zeit auszuhalten vermögen. So beobachtete ich inmitten eines typischen Bruches des Gebietes der alten Aare in der Nähe von Lyß eine kleine Erlenau auf einer Erhöhung von höchstens 40 cm über dem Bruche, bei gleicher Lichtintensität mit üppigem Niederwuchs von Auenpflanzen (*Rubus caesius*, *Angelica silvestris*, *Aegopodium Podagraria*, *Solidago serotina*), ohne daß von diesen, sonst massenhaft sich vermehrenden Arten auch nur eine im sumpfigen Bruchboden zu treffen war.

Ein Hauptgrund für die spärliche Besiedelung ist in den immer wiederkehrenden Überschwemmungen des ziemlich rasch fließenden Wassers zu suchen, das den Boden zum Teil fortschwemmt, stellenweise aber mit neuen Sand- und Schlamm-schichten bedeckt.³⁷

³⁷ Willkomm, Forstliche Flora S. 346 zit. in Drude l. c. S. 309, gibt als größten Erlenbruch Mitteleuropas den Spreewald und Oderbruch an und führt dabei an, daß das Untergebüsch „überhaupt oft wie eine Art Grasmoor

Diese Veränderungen gehen an der Aare gewöhnlich sehr rasch vor sich. So ist ein kleiner, typischer Erlen-Weiden-Bruch, den ich im Juli 1909 an der alten Aare bei Bußwyl traf, schon während der zwei folgenden Jahre infolge wiederholter starker Sedimentation umgewandelt worden. Mit ihm ist das interessanteste Bruchwäldchen, das ich an der Aare kennen gelernt habe, verschwunden und damit auch der einzige Standort wohl ausgebildeter Stelzenwurzeln an *Alnus incana*. Was dort alles auf einer Fläche von zirka 40 Aren beobachtet werden konnte, muß jetzt getrennt in verschiedenen weniger gut ausgebildeten Brüchen untersucht werden.

Der Kiesboden zeigte eine oberflächliche, 15 cm dicke Schlammschicht, die gleichmäßig über die ganze Fläche sich ausbreitete und in einigen kleinen, flachen Pfützen offenes Wasser aufwies. Der weiche Schlamm war mit Wasser gesättigt und enthielt eine große Menge faulender Blätter, Zweige und Bruchteile alter Stämmchen.

Der Boden wies nur da und dort einige Exemplare von *Polygonum Hydropiper* auf. Am Rande des Bestandes waren einzelne Büschel von *Carex elata*. Das Oberholz bestand aus *Alnus incana*, *Salix alba*, *fragilis* und *triandra*.

Das Verhalten der Wurzeln von Alnus incana im Bruchwald.

Erlen und Weiden zeigen überall ein oberflächlich weitverzweigtes Wurzelsystem. Zu wiederholten Malen konnte ich an *Alnus incana* 2—3 Meter weit laufende Wurzeln beobachten, die in einer Tiefe von nur 2—6 cm unter der Erdoberfläche verliefen und stellenweise rötliche, aus der Erde heraustretende Würzelchen aufweisen. Erscheinungen, die auf einen Mangel an Sauerstoff im Boden schließen lassen.³⁸

oder Sumpfwiese aussehe, nur mit dem Unterschied, daß überall Gesträuch von Faulbaum und Weiden . . . zwischen den Erlenwäldchen sich ausbreitet und die geselligen Grasbestände nicht zusammenhängend aufkommen läßt.“ Das ist die fertige Ausbildung eines Bruches, wie sie bei uns infolge der häufigen Uferveränderungen kaum zustande kommen dürfte.

³⁸ Siehe auch Siegrist, R. — Beobachtungen über das Verhalten einiger Gehölze bei großer Bodennässe. Der prakt. Forstwirt f. d. Schweiz, Heft 5 1913 und Potonié, H. — Ein von der Holländisch-Indischen Sumatra-Expedition entdecktes Tropen-Moor. Naturwissensch. Wochenschrift Nr. 42 1907.

Eine weitere Eigentümlichkeit liegt in der Ausbildung kleiner Adventivwurzeln, die in einer Höhe bis zu 30 cm über dem Boden am unteren Ende der Stämme entstehen. Jene können einfach, schwach verzweigt oder pinselförmig sein. Nach Tubeuf³⁹ scheinen von den Auengehölzen Weißerlen und Aspen Überflutung am wenigsten ertragen zu können. Nach meinen Beobachtungen zeigen erstere auf wochenlang anhaltend überschwemmtem Boden schlechtes Wachstum. Durch die Ausbildung von Adventivwurzeln an der Stammbasis, die sich in einigen Fällen zu Stelzwurzeln entwickeln können, vermag sie aber während der ungünstigen Zeit ihr Dasein zu fristen und in Jahren mit durchschnittlich weniger hohem Wasserstand wieder kräftig zu treiben. Gleichzeitig mit der Entstehung solcher Wurzeln bedeckt sich der untere Teil des Stämmchens und selbst die oberflächlich gelagerten Hauptwurzeln mit einer auffallend großen Zahl von Lentizellen. *Über* der Erdoberfläche bilden sich schöne Mycorrhizen aus (Fig. 17 u. 18). „Es wirkt hier vermutlich der Sauerstoffmangel als Reiz, durch den aerotropische Wurzeln gebildet werden... Fraxinus und ganz besonders Alnus glutinosa zeigen, wenn sie im Sumpfboden stehen, nicht nur eine große Menge von stammbürtigen Adventivwurzeln, welche fast gar nicht in den sauerstofflosen Boden eindringen, sondern in einer Höhe über demselben horizontal verlaufen; nein, auch von dem in der Erde befindlichen Wurzelwerk treten Auszweigungen wieder zutage, um verzweigend auf dem Erdboden hinzukriechen. Vielleicht sind es gerade diese aerotropischen Wurzeln, welche dem Baume den Aufenthalt im Moorboden ermöglichen. An trockeneren Standorten fand ich keine solchen „Luftwurzeln“.⁴⁰ Potonié⁴¹ hat an Alnus glutinosa-Kulturen nachgewiesen, daß, „mit ihrem Wurzelwerk in stagnierendes Wasser gebrachte Exemplare den Sauerstoffmangel, den die Wurzeln erleiden, durch Bildung von Luftwurzeln zu beseitigen suchen“.

³⁹ Tubeuf, C. — Hochwasserschäden in den Auenwäldungen des Rheins nach der Überschwemmung im Sommer 1910. Naturw. Zeitschr. für Forst- und Landwirtschaft. Jahrg. 1912. Heft 1. Stuttgart.

⁴⁰ Jost, D. L. — Ein Beitrag zur Kenntnis der Atmungsorgane der Pflanzen. Bot. Ztg. XLV, S. 601 ff. cit. nach Potonié l. c.

⁴¹ Potonié, H. l. c. S. 663 und Potonié H. — Die rezenten Kaustobiolithe und ihre Lagerstätten. Berlin 1908.

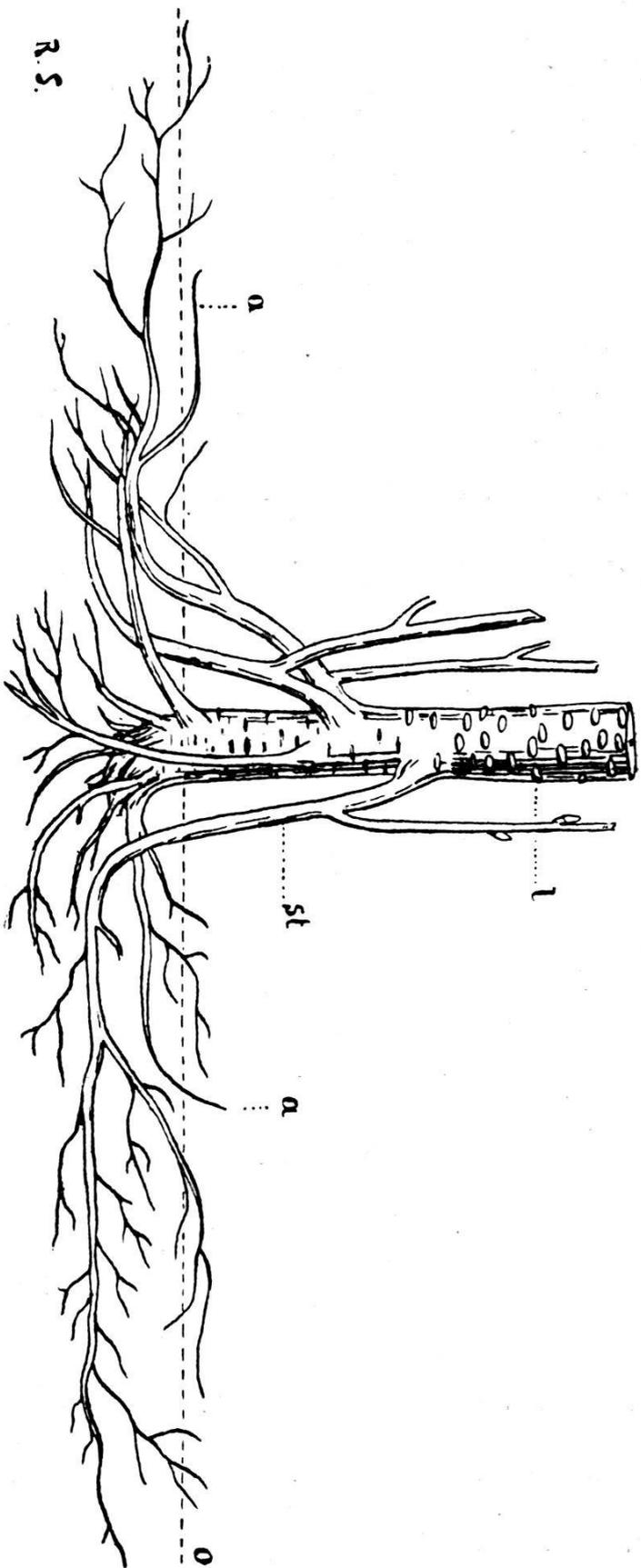


Fig. 16. Wurzelwerk einer Bruchwald-Weiberle aus dem Kugellangschachen bei Aarau.

o Erdoberfläche. *a* Atemwurzeln. *st* Stelzwurzeln. *l* Lenticellen.

Das alte Wurzelwerk ist fast ganz abgestorben.

Im Zusammenhang mit der, durch den Sauerstoffmangel bedingten physiologischen Trockenheit steht wohl auch die Tatsache, daß die Erlen solcher Brüche ihr Laub im Herbst 1912 mindestens 14 Tage früher fallen ließen als diejenigen direkt daran anstoßender typischer Auenwäldchen.

Alle diese Erscheinungen, flaches Ausbreiten der Nährwurzeln, Ausbildung von Luftwurzeln und einer großen Menge von Lentizellen, ebenso die oberflächliche Lage der Mycorrhizen sind mehr oder weniger schön ausgebildet in jedem Bruch wahrzunehmen. Selten dagegen entstehen Stelzenwurzeln (Fig. 16, 18 u. 40).

Figur 18 zeigt das Wurzelsystem einer zwölfjährigen Weißerle. Die Stammdicke in 1 m Höhe betrug 38 mm, die durchschnittliche Höhe der Stelzenwurzeln 17 cm (Max. 23 cm). 6 Stämmchen wiesen einen Durchmesser von 1—1½ cm, 14 einen solchen von weniger als 7 mm auf. Die Länge des Stammstückes zwischen den Abzweigungspunkten der unteren Stelzwurzeln und dem Boden war zirka 12 cm. Das Stämmchen ist auf dieser Strecke selber bedeutend dünner (zirka $\frac{2}{3}$) als über den Stelzwurzeln. Seine Wurzeln — also das ursprüngliche Wurzelwerk der Erle — waren zum Teil abgestorben und vermodert. Die Stelzenwurzeln dagegen zeigten alle eine starke, weitausgebreitete Verzweigung, die in 2—5 cm Tiefe wagrecht unter der Bodenoberfläche sich dahinzog. (Bei anderen Exemplaren war die Wurzelverzweigung um einige Meter größer, als dies aus der Photographie ersichtlich ist.) Der Stamm der Erle war einige Dezimeter über den Stelzenwurzeln dicht mit Lentizellen besetzt, die mit Sicherheit auf einen Mangel an Sauerstoff im Boden schließen ließen. Solche waren auch bei mehreren Stämmchen der Stelzenwurzeln zu sehen, von denen außerdem die größeren über dem Boden eine Menge gut entwickelter Wasserschosse entspringen ließen. Die am schönsten ausgebildeten Knöllchen der Mykorrhizen traten durchwegs an den ganz oberflächlich streichenden Wurzeln oder sogar an den Stämmchen der Stelzenwurzeln auf.

Für ihre Entstehung scheint mir das oben beschriebene Exemplar einen wichtigen Anhaltspunkt zu geben:

„Das ursprüngliche Wurzelwerk der Erle war zum Teil abgestorben und vermodert“. Diese Wachstumsstörung ist

vermutlich zu einer Zeit eingetreten, da die Versumpfung des Bodens größer wurde und vielleicht auch gleichzeitig noch eine neue Schlammschicht die Wurzeln tiefer in der Erde begrub. Als Folge davon stellten sich die Stelzenwurzeln ein, die gleich unter der Erdoberfläche knieförmig wagrecht abbogen und ein weitverzweigtes, an der sauerstoffreicheren Oberfläche gelegenes Wurzelsystem entwickelten. Das untere Stammstück, zum Teil mit erstickten Wurzeln versehen, erhielt weniger Nahrung und blieb daher im Wachstum gegenüber dem über den Stelzenwurzeln gelegenen Stamm zurück. Während dieses Vorgangs wurde aber sicher der obere Teil des Stammes durch die physiologische Trockenheit in Mitleidenschaft gezogen (teilweises Vertrocknen der Rinde!), und die korrelative Erscheinung davon ist die Bildung zahlreicher kräftiger Triebe an den Stämmchen der Stelzenwurzeln.

Diese Beobachtung scheint mir umso beachtenswerter, als Tubeuf⁴² nach Überschwemmungen im Sommer 1910 die Basis älterer (60—70-jähriger) Eschen, Buchen, Ahorne, Kirschen und einzelner Schwarzerlenstangen erkrankt oder abgestorben fand, *wobei aber die Wurzeln lebend blieben*. Das schien ihm zu beweisen, „daß die Bodenluft nicht in der Weise ausgetrieben und sauerstoffarm wurde, daß die Wurzeln hätten ersticken müssen.“ Er suchte die Ursache der Erkrankung der Bäume in einem Ersticken der Rinde, der oberirdischen, basalen Stammteile und der, über die Erde hinstreichenden Wurzeln. Von diesem Gesichtspunkte ausgehend unterscheidet er zwei, die Überschwemmung ungleich ertragende Holzartengruppen:

1. glattrindig, die Überschwemmung nicht ohne Nachteil ertragend: Esche, Buche, Ahorn, Kirsche, schwächere Schwarzerlen.

2. Bäume mit viel Borke, die Überschwemmung ohne Schaden ertragend: Eiche, Ulme, Kiefer, Pappel, Weide und Birke.

Bei der ersten Gruppe legt sich das Wasser der Rindenoberfläche dicht an und verschließt ihre Lentizellen, sodaß die *Aufnahme von Sauerstoff*, überhaupt der Gasaustausch,

⁴² Tubeuf l. c.

verhindert wird. Bei der zweiten Gruppe stehen die Lenticellen in der Tiefe von Borkenrissen, aus denen die Luft nicht so leicht verdrängt werden soll, wodurch der dort befindliche Luftvorrat die Atmung für längere Zeit zu unterhalten vermag.

Meiner oben erwähnten Beobachtung über das Absterben von Wurzeln bei *Alnus incana* habe ich ergänzend einen analogen Vorgang bei Weidenkeimlingen beizufügen, wo bei neuen Sand- und Schlamm-Aufschüttungen und anhaltender Überschwemmung zuerst die Wurzeln absterben, während die Stämmchen gesund bleiben und nach dem Abfließen des Wassers bis an ihre Basis wieder neue Wurzeln bilden können.⁴³

Ähnlich, wie in unseren Erlenbrüchen, kann Sauerstoffarmut des Bodens auch in Fichtenwäldern für das Gedeihen derselben ausschlaggebend sein, wie das jüngst von Hesselmann⁴⁴ nachgewiesen wurde.

Fichtenwälder auf nassem Boden:

1. langsamwüchsige Bestände, Bodenwasser 0,36—0,86 cm³ Sauerstoff per Liter;
2. raschwüchsige Bestände, Bodenwasser mehrere cm³ Sauerstoff per Liter.

Auf Grund einer Menge instruktiver Beobachtungen und Versuche weist er nach, daß aus diesem Grunde die Versumpfung nicht eine Wasser- sondern Sauerstoff-Frage ist! So ist z. B. sehr beachtenswert, daß an Stellen mit bewegtem Wasser, an Waldbächen mit strömendem Wasser etc., schöne Fichtenwälder sogar auf nassem Boden stehen, andere dagegen auf Boden mit stehendem Wasser schlecht wachsen. Bei den Fichten ist die Entdeckung dieser Ursachen umso wichtiger, als diese Bäume, im Gegensatz zu den typischen Auenwaldgehölzen, nicht befähigt sind, durch besondere Einrichtung (Luftwurzeln etc.) den Wurzeln im sauerstofffreien Medium Sauerstoff zu verschaffen.

Mit aller Sicherheit geht aus den verschiedenen, in Brüchen gemachten Beobachtungen:

⁴³ Vergl. S. 139 ff.

⁴⁴ Hesselmann, H. — Om vattnets syrehalt och des inverkan på skogsmarkens försumpning och skogens växtlighet. Stockholm 1910.

1. oberflächliches, weitverzweigtes Wurzelsystem mit über die Erdoberfläche tretende Atemwurzeln (Fig. 16);
 2. Luftwurzeln, Adventivwurzeln die sich zu Stelzenwurzeln entwickeln können (Fig. 17 u. 18);
 3. Bildung zahlreicher Lentizellen (Fig. 16—18);
 4. oberflächliche Lagerung der Mykorrhizen (Fig. 17 u. 18);
- übereinstimmend hervor, daß der Boden der meisten jener Formationen an der Aare, die ich zu den **Bruchwäldern** rechne, arm an Sauerstoff ist. Diese Tatsache würde auch den spärlichen Pflanzenwuchs begreiflich machen.

Wollte man daher sehr streng sein, so wären vielleicht die „Brüche mit reichem Niederwuchs“ an der Aare nicht mit dem obigen Typus zu vereinigen und besser mit einem anderen Namen zu belegen. Demgegenüber ist aber zu bedenken, daß es

1. viele nicht scharf zu charakterisierende Typen von Pflanzengesellschaften gibt, die eine bestimmte Entwicklungsphase darstellen und daher als Übergänge betrachtet werden müssen; daß

2. die Bodenfeuchtigkeit, dieser ökologische Hauptfaktor, in Jahren extremer Wasserstände sich zu Gunsten der einen oder anderen Formation verschieben kann.

Eine zu weitgehende Neubenennung aller Pflanzengesellschaften mit bestimmter floristischer und ökologischer Eigentümlichkeit würde daher keineswegs der Übersicht förderlich sein.

b) Brüche mit reichem Niederwuchs stehen ausschließlich im Hintergrund von Verlandungsbeständen. Das zum Teil verlandete Terrain wird durch Weiden und Erlen langsam besiedelt, und eine Menge von Pflanzen des ehemaligen Verlandungsgürtels finden sich dann als Verlandungsrelikte im aufwachsenden Erlen - Weiden - Bruch.⁴⁵ Auch in das Innere benachbarter Brüche und selbst Auenwälder treten solche Pflanzen — hauptsächlich Schilf — gelegentlich ein und bedecken den Boden mit einem geschlossenen Bestand krautiger Pflanzen.

⁴⁵ Siehe auch Entstehung S. 145 und Analogie mit Swamp carr S. 148.

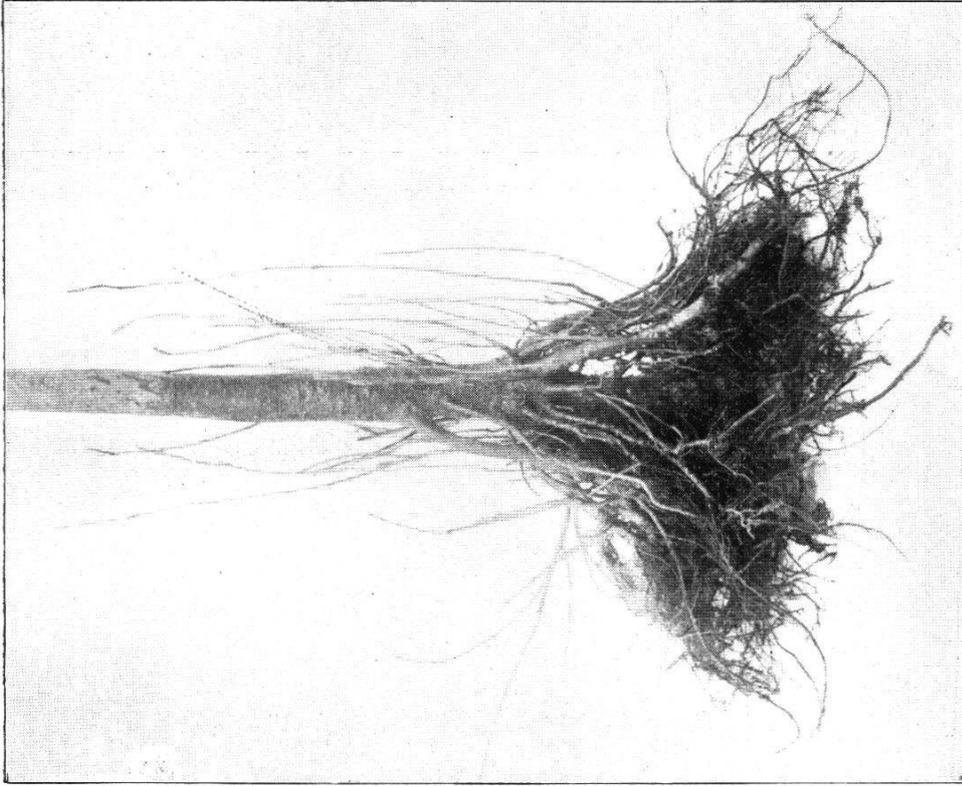


Fig. 18. 12jährige Weißerle mit Stelzenwurzeln.
Bei Lyß.

Phot. R. Siegrist (28. X 1909).



Fig. 17. *Alnus incana* mit Atemwurzeln, zahlreichen
Lenticellen und oberflächlich gelagerten Mycorrhizen.
Kugelfangschachen oberhalb Aarau.

Phot. R. Siegrist (Herbst 1912).



Fig. 19. Erlen-Weiden-Au (*A. incana* und *S. alba*) im Kugelfangschachen bei Aarau, während des Hochwassers vom 14. VI 1912.
Phot. R. Siegrist.



Fig. 20. Riesenhafte Entwicklung der Pestilenzwurz auf Alluvionen an der Suhremündung.
Phot. K. Stiner.

Als solche, in den Bruchwald übertretende Arten sind zu notieren:

Equisetum palustre Ehrh.

Equisetum hiemale L., ziemlich häufig, oft gesellig größere Flächen allein bewachsend.

Deschampsia caespitosa (L.) Pal.

Phragmites communis Trin., häufig, oft große, fast reine Bestände bildend.

Festuca arundinacea Schreber.

Scirpus silvaticus L.

Carex diandra Schrank.

Carex paniculata L.

Carex elata All.

Carex gracilis Curtis.

Carex flacca Schreber.

Orchis maculatus L.

Polygonum Hydropiper L.

Caltha palustris L., an lichterem Stellen.

Ranunculus aconitifolius L.

Thalictrum aquilegifolium L.

Cardamine amara L.

Geum rivale L.

Filipendula Ulmaria (L.) Maxim.

Geranium palustre L.

Epilobium parviflorum Schreber.

Epilobium obscurum Schreber.

Angelica silvestris L.

Primula elatior (L.) Schreber.

Lysimachia vulgaris L.

Lysimachia nummularia L.

Convolvulus sepium L.

Stachys paluster L. (?)

Eupatorium cannabinum L.

Petasites hybridus (L.) Fl. Wett.

Crepis paludosa (L.) Mönch.

5. Der Auenwald.

A. Auenwälder der Aare.

a) Die edaphischen Faktoren.

Wie schon aus der Beschreibung des Bruchwaldes hervorgeht, braucht es nur eine geringe Erhöhung inmitten eines Erlen - Weiden - Bruches und der Auenwald mit seiner unvergleichlich üppigen Vegetation tritt auf. Es ist dabei selbstverständlich, daß je nach der Höhenlage über dem dauernd nassen Boden zahlreiche Übergangsformationen zu finden sind, die schon durch die Reichhaltigkeit ihres Niederwuchses mehr Bruch- oder mehr Auenwaldcharakter aufweisen.

Eine strenge Angabe der topographischen Lage der Auenwälder kann, wie schon in dem allgemeinen Teil erörtert wurde, nicht gegeben werden. In einem Querprofil des Aaretals können wir z. B. in einiger Entfernung des Flusses eine trockene, fast unbewachsene Kiesbank treffen, während auf gleicher absoluter Höhe zur Seite eines Gießens ein Auenwald steht.

Der Auenwald zeigt außer seiner typischen Ausbildung je nach der Lage zur Bodenfeuchtigkeit:

1. Nach unten: Übergänge zum Bruchwald. Dieses Zwischenglied der beiden Wälder verdient hier kein besonderes Interesse, da es einfach einen Zustand stärkerer Versumpfung im Auenwald darstellt, der sich in der Armut des Niederwuchses deutlich ausdrückt.

2. Nach oben: Übergang zum gemischten Laubwald der Niederung und Hügelregion. Damit wird die obere Grenze des eigentlichen Uferwaldes hergestellt.

Der typische Auenwald an der Aare ist stellenweise ein Erlen - Weiden - Niederwald mit einer Umtriebszeit von durchschnittlich ungefähr 30 Jahren. Fast durchwegs aber ist er Mittelwald; d. h. neben Stockausschlägen der Erlen und Weiden finden sich auch Samenpflanzen. Auch hier herrscht zirka 30-jähriger Umtrieb des Unterholzes; dagegen werden die Samenpflanzen als Oberständer stehen gelassen. Besonders geeignet dazu sind Eschen und Eichen, auch Pappeln.

Der Boden der Auenwälder besteht aus Geröllen, Sand und Schlamm. Darüber lagert eine Schicht milder, lockerer, mullartiger Humus, der fast durchwegs mit viel kalkhaltigem Sand vermengt ist und dem Auenboden sowohl in Hinsicht auf seine physikalischen wie chemischen Eigenschaften eine außerordentliche Fruchtbarkeit verleiht (siehe Fig. 20). Die Mächtigkeit dieser Schicht kann je nach der Lage und dem Alter des betreffenden Auenwaldes entweder bloß einige Zentimeter oder 2—3 dm betragen. Eine reiche Humusflora aus *Anemone nemorosa*, *Allium ursinum*, *Stachys silvaticus* deutet schon auf den ersten Blick auf die wichtigste Zusammensetzung des oberflächlichen Auenwaldbodens.

Regenwürmer sind meist sehr zahlreich vorhanden und vermengen den Humus mit dem darunterliegenden Sand zu einer höchst fruchtbaren Erde, wie sie sonst nur durch künstliche Mischung beim Gärtner zustande kommt.⁴⁶

Der Boden besitzt infolge seines großen Porenvolumens reichen Luftgehalt. Nur zur Zeit der Hochwasser werden diese Poren mit Wasser gefüllt. Dieser große Unterschied an Sauerstoffgehalt zwischen dem oben beschriebenen Bruchwald und dem Auenwaldboden bewirkt auch eine auffällige Verschiedenheit in der Wurzel Ausbildung: Dieselben Erlen und Weiden weisen hier ein tiefer in die Erde eindringendes Wurzelwerk auf als im Bruch. Dadurch besitzen diese Pflanzen — namentlich *Alnus incana* — die Fähigkeit, in Zeiten niederen Wasserstandes die nötige Feuchtigkeit aus beträchtlicher Tiefe zu holen, eine Eigenschaft, die angesichts der Schwankungen der Wasserstände im Auenwaldboden für die Existenz dort vorkommender Pflanzen zur Notwendigkeit wird.

b) Die Gliederung und Zusammensetzung des Auenwaldes.

Nach dem gemeinsamen Urteil fast aller Autoren zeichnet sich diese, fast ausschließlich aus Laubhölzern bestehende For-

⁴⁶ Nach G. Antipa l. c. flüchten sich bei Hochwasser die Regenwürmer in den Mulm von Höhlen alter Weidenstämme. Wenn aber keine passenden Bäume in der Nähe sind — und das ist an der Aare fast überall der Fall — so vergraben sie sich tief in die Erde und verbringen dort die ungünstige Zeit in einer Art latentem Zustand.

mation, durch das Fehlen der Buche aus. Allerdings hat Drude gelegentlich in der Formation des gemischten Auenwaldes auch *Fagus silvatica* und *Pinus silvestris* genannt.⁴⁷ Auch Reiche erwähnt das Vorkommen einzelner schöner Buchen in den Auenwäldern des Elstergebietes der Umgegend von Leipzig.⁴⁸ Dennoch aber betrachtet Drude diesen Baum als dem Typus der Auenwälder fremd, da „vielleicht einzelne kleine Erhöhungen fast unmerklicher Art die Bäume der trocken Gründigeren Kategorie zulassen und dadurch ein Gemisch verschiedener Vegetationsgruppen erzeugen“.⁴⁹ Über die künstlichen Buchenpflanzungen an der Aare habe ich im allgemeinen Teil Angaben gemacht,⁵⁰ denen hier nur noch beizufügen ist, daß ich *Fagus silvatica* in keinem typischen Auenwald gesehen habe und nur äußerst selten im Unterholz eine junge Buche fand.

Auf höheren, trocken Gründigeren Stufen dagegen, die aber entschieden nicht mehr dem typischen Auenwald angehören, sondern als Übergang zum mesophytischen Mischwald der Hügelregion zu betrachten sind, mögen wohl Buchen und namentlich Fichten sich von selbst einfinden. Die Föhre dagegen ist schon gar kein Baum des Auenwaldes, sondern findet sich an der Aare fast ausschließlich auf den trockeneren Kiesterrassen ohne Sanddecke.

Neben Weiden und Erlen (nur *Alnus incana*) sind Stieleichen, Ulmen, Eschen und Hainbuche ziemlich häufig vertreten; Ahorn, Linden und Fichte sind vereinzelt zu treffen. Die Stieleiche ist nach Höck⁵¹ für die Auenwälder charakteristisch und begleitet sie bis nach Portugal.

In seinem Wuchse zeichnet sich der Auenwald vor allem durch seine außerordentliche Üppigkeit aus. Er ist in den ersten paar Jahren nach dem Abhiebe am dichtesten und oft ohne gutes Messer oder Beil undurchdringlich. Haben sich dann die Kronen der Bäume zu einem dichten Laubdach zu-

⁴⁷ Drude — Deutschlands Pflanzengeographie. Stuttgart 1896. S. 307.

⁴⁸ Reiche, in Abhandlungen der „Isis“. Dresden 1886. S. 44.

⁴⁹ l. c. S. 308.

⁵⁰ S. 39.

⁵¹ Höck, F. — Pflanzen der Schwarzerlenbestände Norddeutschlands. Bot. Jahrbücher XXII. Band.

sammengeschlossen, so kann an selbst noch jungen Wäldchen deutlicher Etagenwuchs beobachtet werden: Zu oberst das Laubdach des Oberholzes; an den Stämmen klettern unsere heimischen Lianen, Waldrebe, Hopfen, Heckenwinde empor und breiten die meisten Blätter im Raume über dem Laubdach des Unterholzes aus. Unter diesem selber bilden sich meist noch zwei Stockwerke aus den aufrechten und den kriechenden Stauden und Kräutern.

In einer Erlen - Weidenau bei der Einmündung der Emme in die Aare wurden folgende Stockwerke notiert:

- | | |
|--------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Höhe zirka 6 m; $L^{52} = 1$; | 5. Oberholz, <i>Alnus incana</i> , <i>Salix triandra</i> , <i>fragilis</i> . |
| Höhe bis 4 m; $L = \frac{1}{12}$; | 4. Lianen, <i>Clematis Vitalba</i> , <i>Humulus Lupulus</i> . |
| Höhe zirka 1,8 m; $L = \frac{1}{17} \left(\frac{1}{1,6} \right)^{53}$; | 3. Unterholz, <i>Ligustrum vulgare</i> , <i>Frangula Alnus</i> , <i>Viburnum Opulus</i> . |
| Höhe bis 70 cm; $L = \frac{1}{30} \left(\frac{1}{2} \right)^{53}$; | 2. Aufrechter Niederwuchs, <i>Rubus caesius</i> , <i>Brachypodium silvaticum</i> , <i>Deschampsia caespitosa</i> . |
| Höhe bis 10 (15) cm; $L = < \frac{1}{80}$ | 1. Kriechender Niederwuchs, <i>Glechoma hederaceum</i> , <i>Lysimachia Nummularia</i> . |

Obwohl eine ganze Anzahl Frühlingspflanzen ebenfalls in die unteren Stockwerke hineinpassen würde, sehe ich von einem Einreihen derselben ab, da dies vom ökologischen Standpunkt aus keinen Sinn hat. (Die Frühlingspflanzen haben eine andere Vegetationszeit als die oben angeführten Pflanzen!) Zusammensetzung, Größe und Deutlichkeit des Etagenwuchses wechseln nach der Verschiedenheit der ökologischen Faktoren der Standorte, worunter die Lichtstärke ausschlaggebend ist.

Von einer Gliederung des Auenwaldes, resp. einer Aufstellung verschiedener Assoziationen muß ich absehen. Ich

⁵² L = Relativer Lichtgenuß bei wolkenlosem Himmel am 22. VII. 1909 mittags.

⁵³ Lichtgenuß in Sonnenflecken.

glaubte ehemals nach dem Oberholz typische Weidenauen, Erlenauen und Mischwälder von Erlen und Weiden unterscheiden zu können. Nach zahlreichen Aufnahmen der Auenwälder von Thun bis Koblenz mußte ich aber einsehen, daß für die ersten beiden Bestände eigentlich nichts Charakteristisches und auch keine Leitpflanze zu finden war, als gerade die des Oberholzes! Es war eine anziehende und immer wieder von neuem fesselnde Aufgabe, zu ermitteln, was denn eigentlich der Grund sei, daß an einer Stelle fast nur Weißerlen, an einer anderen aber, mit genau denselben ökologischen Bedingungen, nur Weiden sich einfanden. Ich kam dabei zur Überzeugung, daß:

1. diese Tatsache in keiner Beziehung zum Substrat stehen kann, sondern einzig nur von der Art und Weise und der zufälligen Zusammensetzung der ersten Besiedelung abhängig ist.⁵⁴

2. Die Weidenauen an der Aare nur Übergangsformationen sind, indem Erlen sich einmengen und den ursprünglich reinen Bestand umgestalten, und daß

3. der Vorgang Nr. 2 durch die Bewirtschaftung — worunter hauptsächlich durch die zirka 30-jährige Umtriebszeit und die Einpflanzungen — bedeutend erleichtert und beschleunigt wird.

Ich bin überzeugt, daß bei natürlichem Fortgang der Entwicklung jene drei verschiedenen Auenwaldtypen mit bestimmter floristischer Zusammensetzung zu unterscheiden wären. Das beweisen gelegentlich weitabgelegene, während einigen Jahrzehnten mehr ihrem Schicksal als einer rationellen Bewirtschaftung überlassene Auenwäldchen und Inseln. Letztere würden fast ausschließlich Träger von Weidenauen sein.⁵⁵

Unter den jetzigen Umständen dagegen ist mit Sicherheit nur:

a) *Der Mischwald der Erlen und Weiden
oder die Erlen-Weiden-Au*

als typischer Auenwald zu erkennen.

Das Oberholz: Von den Erlen kommt fast ausschließlich nur die Weißerle, *Alnus incana* (L.) Mönch, vor. *Alnus*

⁵⁴ Siehe Besiedelung S. 140 ff. — ⁵⁵ S. 144, Fußnote 22.

rotundifolia Miller habe ich nur in vereinzeltten Exemplaren angetroffen, wovon in einem Fall erst noch mit Sicherheit künstliche Anpflanzung erkannt werden konnte. Es müßte lohnend sein, den Grund der Alleinherrschaft von *Alnus incana* näher zu untersuchen, haben mir doch viele Standortsbeobachtungen an Zuflüssen der Aare bis jetzt nur Überraschungen und Enttäuschungen gebracht, ohne daß über die Ursache des Vorkommens der beiden Arten irgendwelche sicheren Anhaltspunkte zu gewinnen gewesen wären. Es ist sehr fraglich, ob den bis heute in der Literatur verbreiteten Ansichten über das Vorkommen von Weiß- und Schwarzerlen allgemeine Gültigkeit beigemessen werden darf. Über die Abhängigkeit von der Zusammensetzung des Substrates hat Sendtner⁵⁶ ausführliche Untersuchungen angestellt, deren wichtigste Resultate folgende sind:

Die Schwarzerle (*A. rotundifolia* Miller) ist eine Pflanze des kieselreichen Bodens und findet sich daher sowohl auf schwerem Ton- als auf leichtem Sandboden. Zugleich verlangt sie viel Feuchtigkeit. Die Weißerle dagegen „ist mehr dem Kalk zugetan und der ihr am besten zusagende Boden ist Kies, Gesteinschutt und Kalksand. Sie ist eine Pflanze der Flußufer.“ Wenn auch Ausnahmen vorkommen, so soll sicher sein, daß die Weißerle immer dort die herrschende ist, wo der Kalkgehalt des Bodens am größten ist und umgekehrt; daher könnte man das Vorherrschen der Weißerle auf den kalkreichen Terrassen der Aare begreifen.

Demgegenüber ist aber zu beachten, daß die Suhr, ein Nebenfluß, der unterhalb Aarau in die Aare mündet, größtenteils durch stark kalkhaltigen Niederterrassenschotter fließt, aber auf ihrem ganzen Lauf, mit Ausnahme der untersten 2 km, ausschließlich von *A. rotundifolia* begleitet wird. Von zwei Nebenbächen der Suhre aber, der Uerke und der Ruderchen, die beide aus mariner Molasse kommen, weist die erstere dem Ufer entlang nichts als Schwarz- letztere dagegen vorwiegend Weißerlengebüsche auf. Dabei haben in beiden entlegenen Tälchen bis in jüngster Zeit keine Bachverbauungen

⁵⁶ Zitiert nach: Paul, H., — Die Schwarzerlenbestände des südlichen Chiemseemoores. Mitt. d. K. B. Moorkult. Heft 1 II. Stuttgart 1907. S. 64, 65.

stattgefunden, und sonstige Gründe zur gänzlichen Ausrottung der einen und Einbürgerung der anderen Art sind keine zu entdecken. Ich will mit diesem Beispiel, das durch einige ähnliche noch bekräftigt werden könnte, bloß darauf hinweisen, wie schwer und gewagt es ist, für die Abhängigkeit des Vorkommens einer Art von einem bestimmten ökologischen Faktor allgemeine Regeln aufstellen zu wollen.⁵⁷

Als typischen Erlenbegleiter (*Alnus rotundifolia*) gibt Höck⁵⁸ die Stieleiche, *Quercus Robur* L., an. Sie mag früher im Flußbereich der Aare in großen Beständen geherrscht haben, daraufhin weisen die Funde alter, mächtiger Stämme, die gelegentlich im Flußbett oder in seiner Nähe gemacht wurden (z. B. Meienried-Solothurn). Auch lassen viele Flurnamen, die mit „Eich“ gebildet sind, an Stellen der Aareufer, da heute kein Baum mehr steht, auf ehemalige Anwesenheit von Eichen schließen. Auch heute noch entwickeln sie sich im Auenwald zu schönen Bäumen, kommen aber nur noch zerstreut vor, was vermutlich mit der, bis vor kurzem in diesen Wäldern der Flußniederungen allgemein verbreiteten Niederwaldwirtschaft zusammenhängt.⁵⁹ Viel seltener ist *Quercus sessiliflora* Smith.

Der eine Hauptanteil am Oberholz entfällt auf die Erle, den anderen beanspruchen die baumförmigen Weiden. Das Dominieren der einen oder andern Art wechselt beliebig oder ist durch künstliche Eingriffe geregelt. So mag nicht wenig das ästhetische Empfinden den Menschen beeinflußt haben, die Silberweide, *S. alba* L., zu großen, oft weit über das Wasser hinauslehrenden Bäumen heranwachsen zu lassen, die in ihrem hellschimmernden Laub oft weite Uferstrecken beherrschen. Aus praktischen Rücksichten angepflanzt findet sich *Salix fragilis* L. Im aargauischen und solothurnischen Gebiet ist sie bedeutend häufiger als im oberen Laufe. Überall häufig dagegen ist *Salix triandra* L. Während *Salix viminalis* L. und *S. incana* Schrank stellenweise als Ufergebüsche massenhaft auftreten (erstere oft kultiviert!), sind sie als

⁵⁷ Über die beiden Erlen siehe ferner S. 91 ff.

⁵⁸ l. c. S. 552.

⁵⁹ Siehe hierüber auch Brockmann — Die natürlichen Wälder der Schweiz. Zürich 1910.

Bäume nur vereinzelt zu treffen. Gelegentlich entwickelt sich auch die Salweide, *S. caprea* L. zu einem Baum, seltener die Reifweide, *S. daphnoides* Vill.⁶⁰

Die Esche, *Fraxinus excelsior* L. ist häufig. So viel noch bestimmt werden kann, findet sie sich ursprünglich eingesprenkt in dem gemischten Auenwald, wird aber vielfach aufgeforstet.⁶¹

Die folgenden Arten treten zerstreut auf und sind oft eingepflanzt:

Populus tremula L.

Populus alba L., ziemlich häufig kultiviert, verwildert dann, indem die Samen leicht keimen. Ihre Sämlinge sind auf noch unbewaldeten, aber mit Gras bedeckten Stellen auf der Auenwaldstufe, hauptsächlich aber auf noch höheren Terrassen zu treffen. Das in den Schächchen allgemein verbreitete Streuemähen macht aber leider ihrem Wachstum bald ein Ende.

Populus nigra L., oft kultiviert.

Populus italica (Duroi) Mönch, gelegentlich gepflanzt an Wegen und am Rand der Auenwälder.

Carpinus Betulus L.

Betula pendula Roth.

Ulmus scabra Miller.

Robinia Pseudacacia L., stellenweise in größerer Anzahl eingepflanzt.

Acer Pseudoplatanus L., selten.⁶²

Tilia cordata Miller.⁶²

Tilia platyphyllos Scop., selten.

Auf Zweigen von *Populus nigra* und *Salix alba* wurde an mehreren Orten *Viscum album* L. beobachtet.

Allgemein kann im Wuchs des Oberholzes ein rasches Emporschießen wahrgenommen werden. Es herrscht überall ausgesprochenes Streben nach dem Licht, wobei es harte Kämpfe ums Dasein absetzt, die an vielen Orten damit endigen,

⁶⁰ Varietäten und Bastarde der Weiden: S. 83.

⁶¹ Eschenau S. 89.

⁶² Nach Drude l. c. S. 308, sollen in den Fällen, da die Definition 2 (S. 1) zutrifft, gern einzelne Ahorne und Lindenbäume eintreten.

daß verhältnismäßig nur wenige zu Bäumen emporwachsen, während die Mehrzahl aus Mangel an Licht verhungert.⁶³

Große Partien von Auenwäldern, besonders diejenigen auf dauernd nassem Boden, in welchem die Wurzeln fast an der Erdoberfläche verlaufen, zeichnen sich dadurch aus, daß fast alle Weiden niederliegen, z. T. sogar entwurzelt sind (Fig. 23). Die dadurch entstehenden Lücken im Laubdach werden durch schnellwüchsige, senkrecht von den geneigten Stämmen abgehende Zweige ausgefüllt. Bei späterem, wiederholtem Niederliegen entspringen diesen neuen Stämmchen ebenfalls wieder senkrecht wachsende Abzweigungen, so daß stellenweise urwaldähnliche Bilder von in allen Richtungen liegenden Stämmen und Zweigen entstehen. Die Hauptursache dieser Erscheinung ist Schneedruck.

Die Lianen. In keinem anderen unserer Wälder, höchstens etwa an Hecken, kann man ein so häufiges Auftreten von Schling- und Kletterpflanzen beobachten, wie im Auenwald. Ihre große Verbreitung hier ist in der beständig reichen Wasserzufuhr vom feuchten Boden aus begründet. Diese Formation zeigt in ökologischer Hinsicht Ähnlichkeit mit dem tropischen Regenwald, der bekanntlich den größten Reichtum an gelegentlich mehreren hundert Metern langen Lianen aufweist.⁶⁴ Bei uns fehlt für eine noch üppigere Ausbildung die Wärme.⁶⁵

Wir haben in unserem Gebiet bloß 4 Arten zu notieren, die aber durch eine große Zahl von Individuen vertreten sind:

Tamus communis L., im Aargau an der Aare selten, häufiger im solothurner und berner Gebiet. In feuchten Gebüschern zeigt sie oft üppigen Wuchs; so fand ich ob Wangen Blätter von 17 cm Länge und 15 cm Breite.

Humulus Lupulus L. ist die häufigste und verbreitetste Liane der Auenwälder. Die Stengel, die im Jahr mehr als 5 m hoch werden können, umwinden oft alle Baumstämme einer Waldparzelle (Fig. 24).

⁶³ Nähere Angaben S. 141.

⁶⁴ Schimper A. F. W. — Pflanzengeographie auf physiologischer Grundlage. Jena 1908. S. 333.

⁶⁵ Siehe auch die üppige Ausbildung von *Clematis Vitalba* und *Vitis silvestris* an der Donau bei Wien, S. 105.

Clematis Vitalba L. ist stellenweise so häufig wie der Hopfen und bildet dann Dickichte, die ohne kleine Axt undurchdringlich sind (Fig. 22). Gelegentlich bedeckt sie selbst das Oberholz in so dichten, schweren Massen, daß dieses, vor allem die Weiden, unter der enormen Last niederstürzt. Fig. 21 zeigt eine Fläche von nahezu einer Acre, da die Weiden zusammengebrochen unter der Waldrebe verdeckt liegen. Dagegen vermochten, wie bei Schneedruck, die Erlen die Last ohne Schaden auszuhalten (auf der Figur links).

Convolvulus sepium L., tritt überall auf. Im Waldesinnern ist sie aber selten und entwickelt keine Blüten.

Das Unterholz ist je nach der Dichte des Oberholzes und dem Dominieren von Licht- oder Schattenbäumen mehr oder weniger dicht und mannigfaltig. Im allgemeinen gilt für das oben angeführte Oberholz, daß die Arten mit schmalen Blättern (*Salix*) mehr Licht nötig haben, als die mit breiten Blättern (*Alnus*). Die Konsequenz davon ist, daß erstere in ihre Bestände mehr Licht eindringen lassen als die letzteren. Und dementsprechend ist auch die Ausbildung des Unterholzes, sonst gleiche ökologische Bedingungen vorausgesetzt, dort üppiger als hier.

Als Unterholz finden wir den Nachwuchs des Oberholzes, jedoch ist selten eine dieser Arten dominierend. Ebenso finden sich die folgenden Weidenarten ziemlich selten im Unterholz, sondern mehr als Gebüsche auf lichtoffenen Plätzen, wo sie zu den ersten Besiedlern zu rechnen sind:

Salix pentandra L., vereinzelt.

Salix purpurea L., häufig.

Salix cinerea L.

Salix nigricans Sm.

Varietäten und Bastarde: ⁶⁶

Salix alba L., var. *ovalis* Wimm., bei Aarau.

— — var. *argentea* Wimm., bei Aarau.

— — var. *vitellina*, oft um Aarau, auch gepflanzt.

— — f. *heterogamica*, bei Aarau.

— *triandra* L., var. *discolor* Koch, kultiviert bei Aarau.

⁶⁶ Zusammengestellt nach den von Buser revidierten Belegexemplaren im „Herbarium helveticum“ der Eidgenössischen techn. Hochschule Zürich.

- Salix triandra* var. *discolor vulgaris*, Industriekanal bei Aarau.
— — var. *discolor angustifolia*, sandige Aaralluvionen
Wöschnauerle oberhalb Aarau.
— — var. *concolor vulgaris*, wie vorige.
— — var. *stipularis*, Auenstein.
— — var. *amygdalina concolor*, Aare bei Aarburg.
— — var. *amygdalina discolor*, Aare bei Aarburg.
— *viminalis* L., var. *abbreviata* Wimm., Sandalluvionen Ober-
Gösgen, Wöschnau bei Aarau.
— *daphnoides* Vill, var. *sericea*, Alluvionen von Ober-Gösgen,
Wöschnau, Biberstein, häufig reduzierte Landformen!
— — var. *sericeocarpa*, Auenstein.
— — var. *macrostachys*, Wöschnauerli.
— — var. *latifolia*, Wöschnauerli.
— *nigricans* Sm., f. *parviflora* Wimm., Aarau.
— — f. *eriocarpa* Koch, Auenstein.
— — f. *angustifolia*, Schönenwerd.
S. alba × *fragilis*, Aarau, kultiviert.
S. triandra × *fragilis*, Aarau, kultiviert.
S. purpurea × *caprea*, Aare bei Aarau, Wöschnau.
S. caprea × *incana*, Wöschnau, Aarau, Villigen, Stilli.
S. daphnoides × *incana*, unterhalb Thun r. Ufer, Aarburg,
Aarau, kultiviert.
S. viminalis × *purpurea*, Aarburg häufig, Winznau, Däniken,
Ober-Gösgen, Schönenwerd, Wöschnau, Aarau, Auen-
stein, Holderbank.
S. daphnoides × *caprea*, unterhalb Thun beim Munitionsdepôt,
Schönenwerd.
S. incana × *daphnoides*, Kandergrien bei Thun, Lyß, Aarburg,
Schönenwerd, Wöschnauerli. „Sehr reduzierte Form
sandreicher, im Sommer sonnverbrannter Stellen, auf
den Aaralluvionen“ bei Lyß, Murgenthal, Winznau,
Gösgen, Schönenwerd, Wöschnau, Aarau, Biberstein,
Fahr Stilli und zahlreichen anderen Orten.
S. triandra × *viminalis*, kultiviert bei Aarau.

Die folgenden Arten treten z. T. häufig und gruppenweise
auf:

Corylus Avellana L., vereinzelt; mehr gegen die obere
Übergangsstufe.

Crataegus monogyna Jacq.

Crataegus Oxyacantha L., beide mehr in der Übergangsstufe, aber dort häufig.

Prunus spinosa L., wie *Crataegus*.

Prunus Padus L., ein typischer und häufiger Begleiter im Unterholz! Während die oberen 3 Arten in dichten Beständen starke natürliche Reinigung zeigen, gedeiht bei gleichem Lichtgenuß die Traubenkirsche noch gut.

Nicht selten tritt bei ihr durch niederliegende Sprosse ungeschlechtliche Vermehrung auf.⁶⁷ Das schönste Beispiel dafür bot ein etwa 6 m langer Zweig aus einem Auenwäldchen an der Aare unterhalb Lyß. Der an der Basis des Strauches entspringende Zweig weist 6 ± kräftige Seitensprosse auf. Das ganze Gebilde der schlanken, mit großen, zarten Blättern (Schattenblättern!) besetzten Zweige, liegt flach dem Boden auf. Fast alle der Zweige haben an ein bis mehr Stellen Würzelchen getrieben und sich im Boden fest verankert. Wo diese Einwurzelung nicht weit vom Sproßende entfernt ist, hat dieses sich senkrecht aufwärtsgebogen und in einen orthotropen Sproß verwandelt. Die Legesprosse weisen meistens gegen die Wurzelstellen zu Verdickungen auf, die auf eine Saftstauung im Muttersproß schließen lassen.. (Ob vielleicht selbst Saftströmung ein Stück weit in entgegengesetzter Richtung zu konstatieren wäre?!)

Ob 1. mechanische Einflüsse, Schneedruck, Wind, die Ursache des Niederliegens sind, ob

2. infolge geringen Lichtgenusses die Lichtstreberei zu einer solch schwächlichen, langgestreckten, man möchte fast sagen lianenartigen Ausbildung der Sprosse führt, oder ob

3. solche Legesprossen bei *Prunus Padus* gar eine erbliche Eigentümlichkeit sind, könnte erst nach dem Studium des Verhaltens dieser Art an anderen Standorten mit einiger Sicherheit festgestellt werden. Mir scheint Punkt 2 verdiene am meisten Beachtung. Daß der fast immer feuchte Boden die Ausbildung der Adventivwürzelchen bewirkt, ist weiter nichts besonderes. Es können nach einiger Zeit die Verbindungs-

⁶⁷ Auch Brecher — Aus dem Auenmittelwalde, Berlin 1886, erwähnt diese natürliche Fortpflanzung durch „Absenker“.

stücke des Muttersprosses absterben, wodurch die vegetative Vermehrung beendet ist.

Evonymus europaeus L., mehr am Waldrand.

Acer platanoides L., gepflanzt?

Frangula Alnus Miller.

Cornus sanguinea L.

Ligustrum vulgare L. Ähnlich wie *Prunus Padus* weist auch dieser Strauch, durch passives Herunterbiegen von Sprossen, ausgiebige vegetative Vermehrung auf. Die Ursache des Niederliegens scheint auf Schneedruck zurückzuführen zu sein. Ein Einwurzeln findet vielfach nur gegen das äußere Ende des Bogens zu statt, und tritt namentlich sehr schön auf, wenn dieses auf feuchtes Moos zu liegen kommt. Von dem Bogen aus, namentlich aber an der Wurzelstelle wachsen orthotrope Sprosse.

Viburnum Lantana L.

Viburnum Opulus L.

Lonicera Xylosteum L.

Der Niederwuchs. Dieser ist, abgesehen von der Lichtintensität im Innern des Auenwaldes viel mehr von der Bodenbeschaffenheit abhängig als das Unterholz. Sicher ist, daß der reichste Niederwuchs in denjenigen Auenwäldern zu finden ist, deren Bodenoberfläche vom mittleren Hochwasser nicht überflutet wird, sondern ein wenig über dieses Niveau emporragt. Analog ist es bei den durch das Grundwasser bedingten Auenwäldern. Aber nicht außer Acht darf gelassen werden, daß auch hier in ein und demselben Bestand Zufälligkeiten in der Besiedelung eine Rolle spielen.

Artenliste für den Niederwuchs.⁶⁸

Equisetum hiemale L., häufig, besonders auf schlammigem Boden der Weidenauen oft reine Bestände bildend.

Milium effusum L.

⁶⁸ Die für das ganze Gebiet charakteristischen Arten des Auenwaldes, sowie diejenigen, die stellenweise dem Niederwuchs das Gepräge verleihen, dominieren, sind hervorgehoben. Bemerkungen über das Vorkommen werden nur angebracht wo etwas besonderes zu sagen ist; die übrigen Arten treten im ganzen Gebiet zerstreut auf.

Deschampsia caespitosa (L.) Pal., ein steter Begleiter, meist vereinzelt Horste.

Molinia coerulea (L.) Mönch, Waldrand, ziemlich häufig.

— — var. *litoralis* (Host) A. u. G., häufig.

— — var. *genuina* A. u. G.

— — var. *genuina* subvar. *viridiflora* Lej., gelegentlich auf sehr buschigen Plätzen, ob Meienried.

Melica nutans L., an lichten Stellen.

Poa nemoralis L., meist var. *vulgaris* Gaud.

Milium, *Melica* und *Poa* sind vereinzelt, zum Teil selten.

Festuca heterophylla Lam., selten, Wöschnau (L).

— *gigantea* (L.) Vill., mehr am Waldrand und auf abgeholzten Plätzen.

— *silvatica* (Poll.) Vill.

Brachypodium pinnatum (L.) Pal., meist nur am Rand des Auenwaldes und an Wegen.

— *silvaticum* (Hudson) R. u. S. häufig.

Agriopyrum caninum (L.) Pal.

Carex brizoides L., nirgends in großer Zahl, wie z. B. in den „Mooswäldern“ am Rhein (Vergl. S. 99); gelegentlich mit *Deschampsia*, sonst nur am Waldrand.

— *digitata* L., Waldrand.

— *alba* Scop., in lichten Beständen, mehr gegen die Übergangsformation zu.

— *silvatica* Hudson, wie vorige.

Arum maculatum L., verbreitet, Aarau bis Brugg häufig, kommt nur an lichten Stellen zum Blühen, sonst steril.

Luzula pilosa (L.) Willd.

Colchicum autumnale L., gelegentlich an lichten Stellen, an verlandenden Gräben. Rohrer-Schachen.

Allium ursinum L., stellenweise in großer Menge, auf 1 m² im Rohrschachen bei Aarau 57 Scheindolden!

Scilla bifolia L., selten, steinige Aarauer am Fuße des Born, Aarschächen bei Brugg, (L); häufiger in der oberen Übergangsstufe.

Ornithogalum umbellatum L., zerstreut in Auenwäldchen um Aarau herum, aber überall steril.

Polygonatum multiflorum (L.) All., fehlt fast ganz und tritt erst gegen die Übergangsformation zu auf.

- Paris quadrifolius L., selten, Ruppoldingeringinsel (L).
Orchis militaris L., vereinzelt, mehr an höheren Stellen.
— maculatus L., mehr am Waldrand.
— latifolius L., vereinzelt, wie vorige.
Platanthera bifolia (L.) Rchb.
Listera ovata (L.) R. Br.
Urtica dioeca L., stellenweise, aber nur in kleinen Herden.
Melandrium dioecum (L.) Schinz und Thellung.
Saponaria officinalis L., stellenweise häufig.
Caltha palustris L.
Anemone ranunculoides L., im ganzen Gebiet herdenweise zerstreut.
Anemone nemorosa L., sehr häufig.
Ranunculus Ficaria L.
Ranunculus auricomus L., stellenweise häufig, b. Aarau.
— aconitifolius L., bis gegen Brugg, ob unterhalb?
Thalictrum aquilegifolium L.
Rubus caesius L., sehr häufig, oft ein dichtes Laubdach bildend und vollständig dominierend.
Filipendula Ulmaria (L.) Maxim., mehr am Waldrand.
Mercurialis perennis L.
Euphorbia stricta L.
— dulcis L.
Impatiens Noli tangere L.
Pimpinella major (L.) Hudson.
Aegopodium Podagraria L., überall häufig, am weitesten ins Waldesinnere eindringend.
Angelica silvestris L.
Primula elatior (L.) Schreber.
Lysimachia Nummularia L.
— nemorum L.
Pulmonaria officinalis L., stellenweise häufig, meist var. immaculata Opiz, doch an verschiedenen Orten der Typus mit panachierten Blättern.
Pulmonaria montana Lej., selten, bei Muri (F), Hunzikenbrücke, Bußwil, Dötzigen (L).
Glechoma hederaceum L., sehr häufig.
Stachys silvaticus L., häufig, oft mit *Aegopodium*, *Anemone*, *Primula* und *Pulmonaria* zusammen.



Fig. 21. Partie aus einer Erlen-Weidenau zwischen Aarberg und Lyß. Fläche von ca. 1 Are, auf der unter der Last von Clematis sämtliche Weiden zusammengebrochen sind.

Phot. R. Siegrist, 1912.



Fig. 22. Clematis Vitalba im Unterholz undurchdringliches Dickicht bildend.

Phot. R. Siegrist.



Fig. 23. Wirkung des Schneedruckes im Oberholz einer Erlen-Weidenau zwischen Aarberg und Lyß. Die niederliegenden Weiden vermögen sich nicht mehr aufzurichten, Bildung neuer Stämmchen.

Phot. R. Siegrist.



Fig. 24. Humulus Lupulus in einer Erlen-Weidenau.

Phot. R. Siegrist.

Scrophularia nodosa L.

Galium silvaticum L., mehr am Waldrand.

Solidago virga aurea L., sehr selten, mehr in der Übergangsformation.

— *canadensis* L., in zerstreuten Gruppen.

— *serotina* Aiton., sehr häufig, stellenweise ein unausrottbares, forstliches Unkraut, besonders im Aargau.

— *graminifolia* (L.) Ell.

Inula Vaillantii (All.) Vill.; Bußwil, Dotzigen (L), Aarburg (M), Gösgen, Wöschnauerli (M), Biberstein, Auenstein, Wildenstein (M), oberhalb Fähre Birrenlauf-Schinznachdorf.

β) Die *Eschenau* ist an der Aare durchwegs künstlichen Ursprungs. Typische ältere Bestände, die eine von den benachbarten Erlen-Weidenauen stark abweichende Zusammensetzung zeigen, gibt es nur sehr wenige. Die jüngeren Eschenwäldchen weisen keine namhafte Umwandlung auf. Meine Angaben über diese Formation können daher absolut nicht Anspruch auf allgemeine Gültigkeit machen, sondern beziehen sich lediglich auf einige in der Ausbildung begriffene Eschenwäldchen und bedürfen einer späteren bedeutenden Vervollständigung.

Der Boden, auf derselben Stufe, wie derjenige der übrigen Auenwälder, zeigt in seiner Zusammensetzung nichts Besonderes: In einem Falle war kein oder nur wenige cm Humus, in einem andern mehr als 30 cm mit Sand vermischter Humus vorhanden. Darunter eine Sandschicht mit Humusteilchen durchsetzt auf einer Kies-Sandbank. Beide Böden waren durch eine Unmenge von Regenwürmern durchwühlt.

Das Oberholz besteht fast ausschließlich aus *Fraxinus excelsior*; vereinzelt können wenige Eichen sich darunter mengen.

Die bedeutend größere Lichtintensität im Innern des Bestandes fällt sofort auf. Messungen in zwei Eschenauen ergaben nahezu dieselben Lichtwerte: $\frac{1}{8}$ — $\frac{1}{11}$ relativen Lichtgenuß für das Unterholz,⁶⁹ zirka $\frac{1}{63}$ ⁷⁰ für 40 cm hohe *Rubus*

⁶⁹ Messungen vom 21. und 27. VII 09 gegen Mittag; Erlenau $\frac{1}{17}$ S. 77.

⁷⁰ Aufrechter Niederwuchs in Erlenau $\frac{1}{30}$ siehe S. 77.

caesius und $< \frac{1}{80}$ für Niederwuchs von zirka 25 cm Höhe. Das Unterholz ist der guten Beleuchtung entsprechend meist wohl entwickelt. Außer den Sträuchern, die wir im Unterholz der Erlen - Weidenau trafen, kommen hier noch hinzu:

Fraxinus excelsior L.

Fagus silvatica L., nur vereinzelt.

Rosa canina L.

Crataegus monogyna Jacq., ist manchmal vorherrschend im Unterholz.

Robinia Pseudacacia L., stellenweise eingepflanzt.

Niederwuchs: *Polygonatum multiflorum* (L.) All.

Paris quadrifolius L.

Convallaria majalis L.

Hedera Helix L.

Deschampsia caespitosa (L.) Pal.

Carex alba Scop.

Primula elatior (L.) Schreber.

Equisetum hiemale L.

Brachypodium silvaticum (Hudson) R. u. S.

Rubus caesius L.

Viola silvestris Lam. em Rchb.

Poa nemoralis L.

B. Vergleich mit Auenwäldern und verwandten Pflanzengesellschaften anderer Ströme.

a) Allgemeine Beschreibungen.

Aus den Definitionen Roßmäblers und Drudes (vergl. S. 1 ff.) geht deutlich hervor, daß flußbegleitende Wälder, wie wir sie an der Aare treffen, zu den charakteristischen Auenwäldern zu rechnen sind.

Wenn Roßmäbler aber anführt, daß in den tiefsten Stellen das Terrain meist den Schwarzerlen überlassen werde,⁷¹ so können dabei sowohl die ausgedehnten Auenwälder Süddeutschlands, wie auch diejenigen der ganzen Donau nicht inbegriffen sein, indem für diese Wälder die Weißerle charakteristisch ist, genau wie in unserem Aaregebiet.

⁷¹ Roßmäbler 1881 l. c. S. 636.

Nimmt man nach floristischen Gesichtspunkten eine Gliederung der verschiedenen Auenwälder der Flüsse und Ströme Mitteleuropas vor, so mag dabei die dominierende Holzart den Ausschlag geben. So unterscheidet Beck⁷² an der Donau Weidenauen, Pappelauen; Drude⁷³ im Entwurf des hercyn. Berglandes, 1889, den gemischten Auenwald, den er dem Eichenauenwald gegenüberstellt. Bei den Auenwäldern mit Erlen als vorherrschende Holzart muß eine Unterscheidung gemacht werden, je nachdem sie im Bereich der Weiß- oder Schwarzerle liegen.

Über die Verbreitung von *Alnus incana* gibt Willkomm an, daß sich in Europa zwei gesonderte Verbreitungsbezirke unterscheiden lassen, einen nördlichen und einen südlichen. Ersterer erstreckt sich südwärts, wenig über die russischen Ostseeprovinzen hinaus, letzterer liegt in den Karpathen, Alpen und Apenninen. Zu diesen gehören auch die Gebirge Zentralfrankreichs, des Jura, der Vogesen und des Schwarzwaldes. Unser Flußgebiet der Aare liegt somit mitten in diesem Verbreitungsbezirk. „Dem Laufe der in diesen Gebirgen entspringenden Flüsse, an deren Ufer die Weißerle im südlichen Bezirke vorzugsweise wächst, folgend, mag sich diese Holzart bis in die Rheinfläche und in das niederösterreichische Donautal verbreitet haben, wo sie auf Inseln (auf den Rheininseln zwischen Basel und Worms und auf den Donauinseln oder „Auen“ bei Wien) einen vorherrschenden Bestandteil der Auenwaldung bildet“.⁷⁴ Dagegen verdanken die Weißerlenbestände in den Ebenen Norddeutschlands und im Hügellande Mitteldeutschlands nach Willkomm unzweifelhaft ihre Existenz dem Anbau. *Alnus incana* „gedeiht auf flachgründigem, in der Tiefe durchlassendem Boden besser als *Alnus glutinosa*, nicht aber auf Torfboden, wo sie viel seltener vorkommt als letztere“.

Als naturgemäße Standorte von *Alnus glutinosa* werden Brüche, Moore und Ufer angeführt.⁷⁵ Am besten gedeiht sie

⁷² Beck 1890 l. c. S. 53 u. 54.

⁷³ Zit. nach Drude 1896 l. c. S. 307.

⁷⁴ Willkomm, M. — Forstliche Flora von Deutschland und Österreich. Leipzig 1887. S. 352 ff.

⁷⁵ Sendtner — Vegetationsverhältnisse Südbayerns. S. 515 ff.

auf einem tiefgründigen, mit starker Humusschicht bedeckten, anhaltend feuchten bis nassen, sandigen Lehmboden.“⁷⁶ Sie ist der Baum der Erlenbrüche, wie die Erlen-Nieder- oder auch Hochwälder der morastigen Niederungen der „Auen“ langsam fließender Gewässer ebener Gegenden, bezeichnet werden. Solche Niederungen finden sich vorherrschend in norddeutschen Gegenden, wo die Schwarzerle teils in reinen Beständen, teils mit *Betula alba*, *Populus tremula*, seltener mit Eichen, Eschen, Ulmen, Ahornen, Linden und Fichten vorkommt. Nach Willkomm⁷⁷ finden sich die größten Erlenbrüche Deutschlands im Spreewald, Oderbruch, in der Lüneburger Haide, im Oldenburg'schen, in Mecklenburg, Pommern und in Ostpreußen, außerhalb Deutschlands in Lithauen und den baltischen Provinzen, in Österreich, in Böhmen, im ungarischen Tieflande bei Kapuvar und Esterhaza etc., sowie an der oberen Theiß.

Aus dieser Übersicht, sowie aus den Definitionen der Auenwälder Seite 1 ff. und den noch folgenden Beschreibungen geht hervor, daß die Verbreitung solcher ökologisch ähnlicher Pflanzengesellschaften im engen Zusammenhang mit den 3 Hauptgebieten eines Flußlaufes stehen: Oberlauf, Mittellauf und Unterlauf:

a) Am Unterlauf von Strömen und größeren Flüssen vorherrschende Ablagerungen, Bodenauffüllungen, teilweise Flußstauungen und Versumpfung: Gebiete ausgedehnter Bruchwälder.

b) Am Mittellauf. Vertikalerosion und Alluvion halten sich ungefähr im Gleichgewicht. Serpentinien: Größte Verbreitung der Auenwälder.

c) Am Oberlauf. Vertikalerosion. Auch hier können sich vorübergehend Wäldchen mit Auenwaldcharakter bilden, werden aber meistens nicht als solche bezeichnet, sondern beispielsweise: Erlen-Weidengebüsch, „Formation der Erlen und Weiden“,⁷⁸ „Kiesbetten der Gebirgsflüsse.“⁷⁹

⁷⁶ Willkomm l. c. S. 346.

⁷⁷ *ibid.*

⁷⁸ Beck 1884 l. c. S. 14 und Beck, 1893 l. c. S. 55.

⁷⁹ Graebner l. c. S. 260.

Auch bei unserem Flußgebiet könnte man sich fragen, ob seine Vegetation nicht als eine, dem Auenwald untergeordnete, besondere Formation zu betrachten wäre, wie Beck es mit seiner Erlen- und Weidenvegetation in Hernstein tat. Umso eher, da meine Untersuchungen, auf der dynamischen Geologie basierend, zur Genüge zeigen, daß die Feuchtigkeitsgrade des Bodens infolge Vertikalerosion des Flusses bestimmten Veränderungen und im Zusammenhang damit die zugehörigen, ökologisch bedingten Pflanzengesellschaften einer kontinuierlichen Sukzession unterworfen sind. Da aber die die Aare begleitenden Wälder nicht nur als schmale Ufergebüsche auftreten, sondern eine Breite von 1 km einnehmen können und bei typischer Ausbildung in ihrer ganzen floristischen Zusammensetzung sich scharf von benachbarten mesophytischen Wäldern unterscheiden, durften sie wohl füglich als „Auenwälder“ aufgefaßt werden.

Ihnen gegenüber unterscheidet sich Becks „Formation der Erlen und Weiden“ besonders dadurch, daß „ihr Niederwuchs sich nicht zu etwas Besonderem und Eigentümlichem aufzuschwingen vermag, da die Ufergehölze nebst zahlreicher eigener Nachkommenschaft zumeist nur Bewohner der nassen Wiesen beherbergen“.⁸⁰ Gewächse des Buchenwaldes finden sich dort zahlreich zwischen Weiden und Erlen. Immerhin kommen dort im Niederwuchs einzelne charakteristische Arten des Auenwaldes vor, die unserem Aaregebiet fehlen, wie: *Gagea lutea*, *Galanthus nivalis*, *Corydalis cava*.⁸¹ Auch Drude erwähnt *Gagea lutea*, *Corydalis cava* und *Leucojum vernum* in den Auenwäldern des hercynischen Florenbezirks.⁸²

Diese Unterschiede in floristischer Hinsicht geben aber noch keinen genügenden Grund um flußbegleitende Wälder von meistens mehreren 100 m Breite, wie sie die Aare aufweist, kurzweg als „Vegetation der Kiesbetten der Gebirgsflüsse“ zu bezeichnen.⁸³ Graebner beschreibt diese „Formation“ folgendermaßen:

⁸⁰ Beck 1884 l. c. S. 14.

⁸¹ Es scheinen diese Arten mehr den älteren Beständen anzugehören, auch Graebner führt *Gagea* „in älteren Erlenbrüchen“ an.

⁸² Drude 1902 l. c. S. 137 und 415.

⁸³ Graebner 1909 l. c. S. 260.

„Besonders ausgebildet ist sie in den Alpen, auch längs der aus ihnen herabströmenden Flüsse findet sie sich oft weit herab, bis etwa nach Oberbayern und bis zur Rheinfläche. Die den Fluß oder Bachlauf begleitenden Gehölze besitzen fast alle eine graue Farbe, meist eine Rutenformtracht und schmale Blätter, dadurch dem Flußlauf ein sehr charakteristisches Aussehen verleihend. In erster Linie kommen neben einigen Weiden (*Salix daphnoides*, *S. incana*, *S. purpurea*) noch in Betracht die Deutsche Tamariske *Myricaria Germanica* und der Sanddorn (*Hippophaës rhamnoides*), hin und wieder findet sich als breitblättrige Pflanze auch die Grauerle, *Alnus incana*. Diese Pflanzen sind in ganz eigenartiger Weise angepaßt, bald bei großer Feuchtigkeit und daher bei dem luftreichen schäumenden Wasser und dem lockeren Geröllboden sind sie in den günstigsten Vegetationsbedingungen zu finden, zu anderer Zeit, wie oft im heißen Sommer, aber völlig aufs Trockene gesetzt. Viele dieser Bäche und Flüsse führen zur Zeit der Schneeschmelze große Wassermassen, in Trockenzeiten aber sind sie fast oder ganz wasserlos. Aus dem kiesigen Boden versickert das Wasser bald, und die Pflanzen sind gezwungen, es sich aus großer Tiefe zu holen, tief zu wurzeln und auch ihre Blätter gegen zu starke Verdunstung zu schützen, daher die graue Bekleidung und die Fähigkeit der schmalen Blätter, sich zu Zeiten der Trockenheit einzurollen.“

Eine derartige Bezeichnung ist sehr bequem, vereinigt aber in sich, wie aus meiner Gliederung des Ufergeländes S. 52 ff. und der Tab. 5 schon hervorgeht, Formationen der verschiedenen ökologischen Bedingungen, ist daher bloß eine geographische Bezeichnung und ist als pflanzengeographische Benennung absolut nichtssagend.

Was an der Aare mit Rücksicht auf ihre Flora und ihre *durchwegs gleichartige* Ökologie als Gebirgsfluß zu bezeichnen wäre, das ist höchstens der Flußlauf von der Quelle bis zum Eintritt in die flache Talsohle oberhalb des Brienersees. Dort könnte man behaupten, daß bei großer Feuchtigkeit ein *luftreiches, schäumendes Wasser* der Vegetation zu gute kommt. Aber schon beim Austritt aus dem Thunersee wird ein schäumendes Wasser, in einem nicht 100 m breiten Flußbett für die, einige 100 m breiten Auenbestände fast gar nicht in Betracht

kommen; geschweige in den Gebieten des gewundenen, langsam durchflossenen Bettes der Gegend von Aarberg bis Meienried und unterhalb Olten. Schon dieser Begriff von dem Wesen eines Flusses oberhalb der Rheinfläche scheint mir unzutreffend zu sein.

Gar nicht stimmen aber kann die Meinung, daß, wenn von der Anpassung der Pflanzen des Flußrandes die Rede ist, so ziemlich alle Bäume und Sträucher in eine Kategorie gezählt werden dürfen: *Salices*, *Myricaria* und *Hippophaë* sollen „bei großer Feuchtigkeit und daher bei dem luftreichen schäumenden Wasser“ in den besten Vegetationsbedingungen zu finden, zu anderer Zeit, wie oft im heißen Sommer aber völlig aufs Trockene gesetzt sein. Welche Weide hält eine solche Trockenheit aus? Einzig *Salix incana* und *daphnoides* finden sich mit *Hippophaë Rhamnoides* auf Flächen oder Hügelchen, deren Fuß noch von Hochwasser bespült wird, die aber sonst während der längsten Zeit des Jahres fast stäubend trocken sind.⁸⁴ Die anderen Weiden sind dagegen bei gutem Gedeihen auf Orte angewiesen, die während des größten Teils des Jahres, auch fast während des ganzen Sommers naß oder doch feucht sind. Gelangen solche Weiden gelegentlich zufällig oder durch verständnislose Anpflanzung auf den an der Aare für *Hippophaë* charakteristischen Standort, so gehen sie in kurzer Zeit an Trockenheit zu Grunde.

Es geht daraus hervor, daß einerseits die Mehrzahl der Weiden und andererseits der Sanddorn ganz verschiedenen ökologischen Gruppen angehören und verschiedenen angepaßt sind. Graue Bekleidung kommt aber nicht nur bei *Hippophaë* und *Salix incana*, sondern, wie schon aus der Charakterisierung des Flußlaufes bei Graebner hervorgeht, auch bei den meisten anderen Gehölzen mit „Rutenformtracht“ vor. Ist diese graue Bekleidung hier ein Schutz gegen zu starke Transpiration, dann kann er nicht gegen die absolute Trockenheit, denn solche kommt zur Vegetationszeit fast gar nicht vor, sondern bloß gegen physiologische⁸⁵ gerichtet sein.⁸⁶

⁸⁴ Auch Robert Keller unterscheidet in „Vegetationsbilder aus dem Val Blenio“ *außerhalb* der Überschwemmungszone eine Formation von *Hippophaë Rhamnoides* (Mitt. der Natw. Ges. in Winterthur Heft V Jahrg. 1903 und 1904).

Ich bin mir wohl bewußt, daß den einzelnen, von mir unterschiedenen natürlichen Pflanzengesellschaften bisweilen nur kleine Parzellen angehören, sodaß es gegenüber denjenigen großer Ströme nur Miniaturbestände sind. Trotzdem aber ist infolge der sehr verschiedenen ökologischen Bedingungen eine natürliche Gliederung deutlich vorhanden, auf die in einer Charakterisierung nach pflanzengeographischen Gesichtspunkten Rücksicht genommen werden muß.

Wenn außerdem bei uns eine typische Ausbildung des Auenwaldes nicht in allen Teilen derart möglich ist, wie am Mittel- und Unterlauf träge dahinfließender Ströme, so hat das seinen Grund hauptsächlich in der kurzen Dauer des Bestehens bestimmter ökologischer Faktoren. Im Zusammenhang mit dem Erosionscyklus stehen verhältnismäßig rasch sich folgende Sukzessionen von Pflanzengesellschaften, so daß an der Aare der Auenwald selbst nur als *vorübergehendes* Vegetationsstadium betrachtet werden muß,⁸⁷ während er auf den Auen

⁸⁵ Über Verhalten bei physiologischer Trockenheit siehe die Erörterungen bei der Stelzenerle S. 66.

⁸⁶ Einen sehr interessanten Beitrag zur Erforschung der „Sumpfxerophyten“ liefert Yapp, — *Spirea Ulmaria*, L., and its Bearing on the Problem of Xeromorphy in Marsh Plants. 1912. Durch das Studium der Morphologie von *Spirea Ulmaria* L., ganz besonders der Art der Behaarung der Blätter, kommt er zu dem Schlusse, daß sehr wahrscheinlich nicht allein edaphische Faktoren (physiologische Trockenheit) ausschlaggebend sein können, sondern auch atmosphärische (Luftfeuchtigkeit, Wind) wichtig sein müssen. Im großen ganzen nehmen die mehr hygrophytischen Arten, oder die mehr hygrophytischen Pflanzenteile von Arten (z. B. die untersten Blätter krautiger Pflanzen) die tieferen, feuchten Etagen der Vegetation ein, und umgekehrt erheben sich die mehr xerophytischen Arten oder Pflanzenteile in die oberen Etagen, wo Bedingungen für stärkere Transpiration vorhanden sind.

Es ist immerhin sehr fraglich, ob man Behaarung jeglicher Art als Schutz gegen zu starke Transpiration aufzufassen hat. So hat Lämmermayr — Verbreitung und Rolle der weißen Farbe im Pflanzenreiche. Aus der Natur VI. Jahrgang 1911 Heft 24 — die Ansicht, daß der auf der Blattunterseite entwickelte Überzug luftgefüllter Haare den Zweck habe, die Benetzung der Spaltöffnungen durch Nebel oder Tau zu verhindern. Es sind viele Gewächse der Flußufer: Mehrere *Salices*, *Alnus incana*, *Hippophaë*, *Filipendula Ulmaria* etc. Eine Ansicht, die sich auch bei Kerner findet.

⁸⁷ Wanderformation im Sinne Cramptons vergl. S. 41.

„alter Täler“ den natürlichen Abschluß solcher Sukzessionen darstellt und eine „stabile Formation“ wird.⁸⁸

Über *die Zusammensetzung der Auenwälder* im allgemeinen kann gesagt werden, daß, nach gemeinsamem Urteil die Buche dem typischen Auenwald fern bleibt.

Einzig Drude nennt im „Entwurf der Vegetationsformationen des hercynischen Berglandes“ 1889 Seite 37 in der Formation des gemischten Auenwaldes neben *Quercus*, *Populus tremula*, *Betula*, auch *Fagus silvatica* und *Pinus silvestris*. Und Reiche erwähnt in den Abhandlungen der „Isis“⁸⁹ das Vorkommen einzelner schöner Buchen in den Auenwäldern des Elstergebietes um Leipzig herum. Nach Drude Seite 308 scheint es sich dabei aber wahrscheinlich um kleine Erhöhungen zu handeln, die die Bäume der trockengründigen Kategorie zulassen und dadurch ein Gemisch verschiedener Formationsgruppen erzeugen.

Tritt ein derartiges Gemisch auf, so geht teilweise der in den Definitionen beschriebene Charakter des Auenwaldes verloren und wir müssen solche Gebiete nach ihrer Ökologie notwendig in verschiedene natürliche Pflanzengesellschaften zu gliedern suchen,⁹⁰ sollen nicht Mißverständnisse und Verwirrung bei solchen Begriffen sich einstellen.

Später dagegen gibt Drude⁹¹ für „Wälder der nassen Niederung und Talverbreiterungen“, denen auch die Auenwälder angehören, an, daß „*Fagus* fehlt“. Ebenso sind alle „Nadelhölzer, besonders aber Fichte und Tanne, ausgeschlossen“.

Allgemein wird der Auenwald als eine vorwiegend aus Laubhölzern zusammengesetzte Formation geschildert. Meist sind es ausgedehnte Bestände von *Quercus*, *Carpinus*, *Alnus*, *Betula*, *Populus*, *Fraxinus*, *Prunus avium*.⁹² Eine Ausnahme macht Frhr. v. Raesfeldt in seiner Studie „Der Wald in

⁸⁸ „Stable Formation“, siehe S. 41.

⁸⁹ Dresden. 1886. S. 44.

⁹⁰ Vergl. meine Übersichten über die Gliederung der flußbegleitenden Wälder etc. S. 43 ff. u. 48.

⁹¹ Drude 1902 l. c. S. 94 ff.

⁹² Drude 1902 S. 95.

Niederbayern“, der auch für den „Auwald“ die Fichte als „die herrschende und fast einzige Holzart“ angibt.⁹³

Diese Bezeichnung „Auwald“ ist mit Vorsicht aufzunehmen und scheint sich mit unseren Definitionen nicht ganz zu decken. Die ökologischen Bedingungen dieses bayrischen Auwaldes sind aus der Beschreibung nicht klar ersichtlich, indem nur gesagt wird, daß es „dauernde Zustände des Bodens sein können, die jenen Grad *mäßiger aber ständiger Nässe herbeigeführt* haben, die dem Auwald eigen ist“. Die Unterlage besteht aus zugeschwemmtem Ton. Der Auboden ist dort „in der Regel mit Heidelbeerkraut, auch Moos und Gras bewachsen“.

„Auiger Grund“ entsteht nach Raesfeldt auch, wenn Quellwässer durch Barrieren am raschen Ablauf gehindert werden. Auf derartige Stauungen, z. B. bei Windfällen, soll die Entstehung vieler kleiner Auen zurückzuführen sein. Wir sehen daraus, daß Raesfeldt den Begriff Auwald in erweitertem, ökologischen Sinne anwendet.

Drude⁹⁴ ersetzt die frühere Bezeichnung „sumpfige Fichtenwaldformation“ mit „Fichten-Auwald der Bergregion mit Sphagneten und *Vaccinium uliginosum*“ und erweitert dadurch den Begriff Auenwald im Sinne Raesfeldts.

b) Die Ströme in Einzeldarstellungen.

a) Auenwälder am Rhein.

Ausgedehnte Auenwaldbestände finden sich in der Rheinebene zwischen Basel und Mannheim. Außer dem Überschwemmungsgebiet des Flusses treten solche nach Meigen⁹⁵ auch in der eigentlichen Ebene auf, zwischen dem Fluß und dem Gebirge, erlangen jedoch größere Ausdehnung nur dort, wo der Grundwasserstand sehr hoch ist. Auf dem mehr sandigen Boden werden sie von *trockenen* Kieferwäldern abgelöst.

⁹³ Raesfeldt, Frhr. v. — Der Wald in Niederbayern. Landshut 1894. S. 77. Merke die Bezeichnung: „Auwald“, nicht „Auenwald“.

⁹⁴ Drude. 1902. l. c. S. 95 und 139.

⁹⁵ Meigen, W. — Die Pflanzenwelt des Grh. Baden S. 119.

Im Oberholz finden sich Eichen, Eschen, Hainbuchen, Ulmen, Birken, Akazien, auch Kiefern. Für Buchen ist die Nässe zu groß; Tannen und Fichten sind selten, Pappeln finden sich angepflanzt.

Der meist sehr dichte Unterwuchs besteht aus Haseln, Erlen, Weiden, Faulbaum, *Cornus sanguinea*, Liguster, *Viburnum opulus*, *Evonymus*, *Acer campestre*, *Prunus spinosa*, Rosa, Rubus, Clematis, Humulus.

„Wo der Wald zurücktritt“ herrschen die genannten Sträucher allein. Für solche Stellen sind ferner besonders kennzeichnend: *Hippophaë*, *Myricaria germanica*, *Berberis*.

Unter den Kräutern und Stauden sind fast genau dieselben vertreten wie in unseren Aareuen. Erwähnenswert ist, daß *Carex brizoides* in feuchten Auenwäldern, den sogenannten Mooswäldern, oft in ungeheurer Menge vorkommt und dadurch zu einem nicht unbedeutenden Handelsartikel wird.

Solche Mooswälder zeigen ähnlich unseren Auenwäldern im Frühjahr das schönste Bild zur Blütezeit von Anemonen, *Ranunculus ficaria*, *Caltha palustris*, *Primula*, *Allium ursinum*. Zuweilen finden sich auch *Lathraea* und *Scilla*.⁹⁶

Als montane Arten treten in die Rheinebene: *Polygonum bistorta*, *Prenanthes purpurea*, *Chaerophyllum hirsutum* und *Ranunculus aconitifolius*. *Thamus communis* findet sich in den oberen Rheinwäldern bis gegen Rastatt.

Herabgeschwemmte alpine Pflanzen: *Gypsophila repens*, *Linaria alpina*, *Campanula kochleariifolia*. Einzig letztere hat sich dauernd niedergelassen bei Ottenheim. *Veronica urticifolia* ist an einigen Stellen angesiedelt.

In den Niederwäldern der zahlreichen Rheininseln von Elsaß-Lothringen dominieren nach Solms-Laubach⁹⁷ die Weiden: *Salix alba* (dominierend), *S. triandra*, *S. purpurea*, *S. fragilis*; seltener sind *S. incana* und *S. daphnoides*. Außerdem finden sich *Populus alba* und *P. nigra*, *Alnus incana*, Humulus und Clematis.

Die „niedere Buschvegetation der sandigen Auen“ besteht aus *Hippophaë* und *Myricaria* mit *Calamagrostis epigeios*,

⁹⁶ Meigen l. c. S. 128. Die Nomenklatur habe ich *unverändert* aus der jeweils zit. Literatur in meine Arbeit herübergenommen.

⁹⁷ Solms-Laubach, H. — Flora von Elsaß-Lothringen. S. 6.

C. litorea und Typha minima dazwischen. Im übrigen weist die Florenliste eine ähnliche Zusammensetzung auf wie bei uns.

Unter den angeschwemmten Pflanzen sind außer den oben, von Meigen angeführten, noch zu erwähnen: Typha Shuttleworthii aus dem Aaretal und Gentiana utriculosa.

In einiger Entfernung vom Rhein bestehen die Nieder- und Mittelwälder in der Regel aus dichtem Gewirr verschiedener Laubbölzer: Ulmus, Fraxinus, Alnus, Acer campestre, Corylus, Cornus, Viburnum lantana, Quercus (diese vielfach Oberständer!). Thamus und Lonicera kommen vor, auch Vitis vinifera, von der nicht bekannt ist, ob sie als Derivat alter Kultur-Individuen oder als Rest der wilden Stammart aufzufassen ist.⁹⁸ Clematis ist sehr gemein.

β) Im Elbegebiet

unterscheidet Domin für das tertiäre Becken von Veseli, Wittingau und Gratzen in Böhmen⁹⁹ neben Erlenbrüchen, die stets auf Torfboden stehen und mit den Sumpfmooeren viele Arten gemeinsam haben, eine „Formation der Uferpflanzen“. Diese kommt sowohl auf Sand- wie auf Torfboden vor und schließt sich eng an die Röhrichtformation an. Sie enthält folgende wichtige Bäume und Sträucher: Alnus glutinosa, A. viridis, A. incana, A. pubescens (= incana × glutinosa), Populus tremula, P. alba, Spirea salicifolia (häufig), Salix pentandra (nicht selten), S. cinerea (zerstreut), S. aurita (häufig), S. alba, S. fragilis, S. amygdalina, S. purpurea, S. viminalis. Frangula alnus (häufig), Rhamnus cathartica (seltener), Evonymus vulgaris (ziemlich häufig).

Die Arten des Niederwuchses finden sich auch in unseren Auenwäldern der Aare.

Eine weitere Gliederung dieser „Formation der Uferpflanzen“ findet sich bei Domin leider nicht. Über die Verbreitung wird ergänzend gesagt, daß diese Formation auch

⁹⁸ Siehe auch Vitis silvestris in den Donauauen. S. 105.

⁹⁹ Domin, K. — Die Vegetationsverhältnisse des tertiären Beckens von Veseli, Wittingau und Gratzen in Böhmen. Beil. z. Bot. Zentrbl. XVI 1904. S. 321, 329, 344.

an Bach-, Fluß- und Teichufern, in Gräben etc. mit demselben Gepräge vorkommt.¹⁰⁰

Drude¹⁰¹ beschreibt für den Bereich der durch ihre Überschwemmungen berüchtigten Flüsse zwischen Altenburg und Leipzig Waldungen von ausgeprägtem Laubholz-Auencharakter. Um Leipzig herum sind sie am schönsten ausgebildet. Vorherrschend sind die Eichen; mit ihnen vermengt, in der Reihenfolge ihrer Häufigkeit aufgezählt: Hainbuche, Birke, Espe, Esche und Linde; die gemeinsten Sträucher sind *Frangula alnus* und *Evonymus europaeus*, ersterer begleitet mit der Erle allein die natürlichen Gräben und Wasserläufe. *Carex brizoides* bedeckt den Boden in ungeheuren Mengen. Daneben sprießen schon Anfang April in dichter Menge aus dem Boden hervor:

<i>Allium ursinum.</i>	<i>Corydalis fabacea.</i>
<i>Leucojum vernum.</i>	<i>Corydalis solida</i> (selten).
<i>Gagea lutea.</i>	<i>Anemone ranunculoides.</i>
<i>Gagea spathacea</i> (selten).	<i>Veronica montana.</i>
<i>Arum maculatum.</i>	<i>Cardamine impatiens.</i>
<i>Corydalis cava.</i>	<i>Euphorbia dulcis.</i>

Im Frühsommer treten auf:

<i>Deschampsia caespitosa,</i>	<i>Anthoxantum.</i>	<i>Potentilla silvestris.</i>	
<i>Milium effusum,</i>	<i>Melica nutans.</i>	<i>Sanicula europaea.</i>	
<i>Carex silvatica,</i>	<i>pallescens,</i>	<i>remota.</i>	<i>Circaea Lutetiana.</i>
<i>Luzula nemorosa,</i>	<i>multiflora.</i>	<i>Trientalis europaea.</i>	
<i>Smilacina bifolia.</i>		<i>Stachys silvatica.</i>	
<i>Convallaria majalis.</i>		<i>Stellaria Holostea.</i>	
<i>Polygonatum multiflorum.</i>		<i>Alliaria officinalis</i> usw.	

Von den Sträuchern zeichnen sich durch ungemein häufiges Auftreten aus: *Prunus Padus*, *Sambucus nigra* und *Evonymus*. Nadelhölzer und Buchen fehlen gänzlich.

Reiche¹⁰² nennt unter den Bäumen auch den Spitzahorn, der nur selten und nur angepflanzt vorkommt. Dagegen sind *Acer Pseudoplatanus* und *A. campestre* weitverbreitet, auch Schlehe, Weißdorn, Hartriegel und Liguster sind anwesend. Reiche gibt auch *Ribes rubrum* als wild wachsend an.

¹⁰⁰ Domin l. c. S. 329.

¹⁰¹ Drude 1902. S. 413 ff.

¹⁰² Zit. nach Drude 1902 S. 414.

γ) *Donau.*

Für die Auen der Donau in Niederbayern und ihrer Nebenflüsse Isar und Inn ist nach Raesfeldt *Alnus incana* charakteristisch, die „vielleicht aber erst allmählich mit dem Geschiebe von den Alpen herabgewandert“ ist.¹⁰³ Dagegen fehlt sie gänzlich im Innern und in den Waldungen des Hügellandes, wo an den kleinen Flüssen und Bächen und auf den moorigen Bodenstellen *Alnus glutinosa* zu Hause ist. Dort treten, wie schon oben erwähnt, auch Fichten als schöne Bäume in Auenwäldern auf, wobei aber zu beachten ist, daß auch andere Gebiete als nur diejenigen mit periodischen Überschwemmungen als „Aufläichen“ betrachtet werden.¹⁰⁴

Beck¹⁰⁵ unterscheidet an der Donau zwei Hauptgruppen von Auenwäldern: die *Weidenau* und die *Pappelau*. Erstere schildert er als Insel-Buschwald, mit einem unserer Erlen-Weidenau sehr ähnlichen Aufbau. Im Oberholz sind häufig: *Populus alba*, *P. nigra*, *Salix purpurea*, *S. alba*, *S. incana*, *S. triandra*, *Alnus incana*, seltener *Salix viminea* und *Alnus glutinosa*. Als Leitpflanzen im Niederwuchs werden genannt: *Talictrum flavum*, *Angelica silvestris*, *Aegopodium podagraria*, *Vicia cracca*, *Stachys silvatica*, *Mentha aquatica*, *Lithospermum officinale*, *Symphytum officinale*, *Solanum dulcamara*.

Die Weidenau, ein Buschwald-Typus, stellt die erste Stufe in der Ausbildung des Auenwaldes dar und vermag meist den Überschwemmungen zu trotzen und den Boden vor starker Ausspülung zu sichern.

Wo aber Humus sich bilden kann, werden Erlen und Weiden zurückgedrängt, dafür bildet sich ein Mischwald, vorwiegend aus Pappeln- und Ulmen-Arten, die „Pappelau“. Im Oberholz sind häufig: *Populus alba*, *P. nigra*, *Ulmus campestris*, *U. pedunculata*, *Acer campestre* und stellenweise, als Reste ehemaliger Eichenmischwälder *Quercus robur* und *Carpinus betulus*.

An der Aare gibt es keine Wälder mit ähnlicher Zusammensetzung. Die Verschiedenheit zeigt sich namentlich

¹⁰³ Raesfeldt l. c. S. 226.

¹⁰⁴ Vergl. Raesfeldt l. c. S. 77 und 249.

¹⁰⁵ Beck l. c. 1893. S. 53.

auch im häufigen Auftreten von *Vitis vinifera* im Unterholz, von *Galanthus nivalis*, *Scilla bifolia*, *Gagea fascicularis* und *Parietaria erecta* im Niederwuchs der Pappelau.

Kerner¹⁰⁶ erwähnt in seinen „Uferwäldern“ Stieleichen, Pappeln, Ulmen, Eschen, Erlen und Weiden, die bald reine Bestände, bald mannigfach zusammengesetzte Mischwälder bilden. Dagegen sind Hainbuche, Birke, Silberbuche und Weißerle hier nicht zu finden. Diese Waldformationen der ebenen Sumpf- und Flußufer des ungarischen Tieflandes haben große Ähnlichkeit mit den analogen Formationen der Auen in dem westlicher gelegenen österreichischen Donaugelände. Aber es fehlen in Ungarn die Kiefern und Fichten, die Tamariske, der Sanddorn, die Grauweide und die Schimmelweide, die sich von dem alpinen Vegetationsgebiet der Donau entlang ausbreiten und zum Teil erst bei Preßburg ihre östliche, untere Grenze erreichen. Dafür weisen die ungarischen Auen einige andere auffallende Arten auf: *Crataegus nigra*, *Glycorrhiza echinata*, *G. glandulifera*, *Hierochloa orientalis* und *Elymus arenarius*. Besonders charakteristisch ist *Glycorrhiza echinata*, die oft als Unterholz den Grund der Pappel- und Weidengehölze erfüllt und an eine ähnliche Kombination der nordamerikanischen Uferflora erinnert, wo Akazien als Unterholz unter Weiden und Pappeln auftreten.

Eschen und Erlen können selbständige Gehölze bilden. Die Eschenau weist einen artenarmen Unterwuchs auf: Sumpfkreuzkraut, Wolfsmilch und Dolden bilden mit Schneeball und Kreuzbeeren zusammen streckenweise ein schwer zu durchdringendes Buschwerk.

Mannigfaltiger ist die Erlenau. Wo zwar die Erlen (*Alnus glutinosa*) geschlossene Bestände bilden, ist die Vegetation des Waldgrundes derjenigen der Eschenau ähnlich; in offenen Beständen dagegen entsteht eine außerordentlich üppige Pflanzendecke aus Gräsern und Riedgräsern, über welchen sich *Aspidium Thelypteris* in Mengen, auch Münzen, Dotterblumen und Sumpfdolden erheben. An den Stämmen winden sich Kletten, Hopfen, Wald- und Weinrebe empor.¹⁰⁷

¹⁰⁶ Kerner, A. — Das Pflanzenleben der Donauländer. Innsbruck 1863. S. 48 ff.

¹⁰⁷ Kerner l. c. S. 56.

Während Beck und Kerner die Bestände nach der vorherrschenden Holzart benennen, unterscheidet Ginzberger¹⁰⁸ in den Donau-Auen unterhalb Wiens die sogenannten „harten Auen“ und die „Haufen“. Dieser Unterschied ist besonders bei Berücksichtigung der Sukzession von Bedeutung.

Die *harten Auen* verdanken ihren Namen dem Umstand, daß in ihnen, gegenüber den weichen Holzarten, namentlich den Weiden, die hartholzigen Bäume und Sträucher (*Ulmus glabra*, *U. pedunculata*, *Acer campestre*, *Prunus padus*, *Pirus communis*, *Crataegus monogyna*), eine größere Rolle spielen. Daneben finden sich freilich auch weichholzige, wie *Populus alba* und *P. nigra*. Sehr schöne Exemplare von *Quercus robur* und *Carpinus betulus* finden sich als „Reste des einstigen Eichenmischwaldes, der infolge der herrschenden Niederwaldwirtschaft durch raschwüchsiges Auholz verdrängt worden ist“.¹⁰⁹ „Alles in allem stellen die harten Auen ein späteres Glied der Entwicklung der Gehölze der Donauufergebiete dar.“¹¹⁰ Es wird hier zum erstenmal auf die Sukzession hingewiesen. Wir treffen in den „harten Auen“ ungefähr dasselbe Stadium der Entwicklung, wie es an der Aare durch den „Übergang zum Mischwald“ dargestellt wird.¹¹¹

Die „*Haufen*“ dagegen sind meist Inseln, die zwischen den „harten Auen“ und dem Strom selbst liegen. Sie sind geologisch jüngeren Datums und in ihrer Gehölzvegetation spielen die weichen Hölzer die Hauptrolle: *Populus alba*, *P. nigra*, *Salix purpurea*, *S. alba*, *S. incana*, *S. viminalis*, *S. triandra*, *S. fragilis*, *Alnus incana*, seltener *A. glutinosa*. Erst in neuerer Zeit mischen sich hier harte Hölzer ein, sodaß allmählich eine Vermischung mit den „harten Auen“ eintritt.¹¹²

Beachtenswert ist auch, daß Ginzberger nicht wie andere Forscher, z. B. Beck, *Hippophaë* und *Myricaria germanica*

¹⁰⁸ Ginzberger, A. — Exkursion in die Donau-Auen unterhalb Wien. Wien 1905. S. 14.

¹⁰⁹ Beck 1893 l. c. S. 51 und 54.

¹¹⁰ Ginzberger, l. c. S. 14.

¹¹¹ S. 109 ff.

¹¹² Analoger Vorgang an der Aare siehe unter „Sukzession“: „Übergang von Auenwald in Mischwald“. S. 109 ff. und 160.

einfach als Glieder des Auenwaldes, sondern als Besiedler der „Vegetationsarmen Schotteranhäufungen“ anführt, was unbedingt notwendig ist, wenn nicht von der Zusammensetzung des Auenwaldes ein falsches Bild entstehen soll! Diese beiden typischen Bewohner der Kiesalluvionen von Flüssen und Bächen der Alpen sind bei Wien nahe an der Ostgrenze ihres Verbreitungsbezirkes. Clematis vitalba und Vitis silvestris (wild!) erzeugen stellenweise im Auenwald tropenhafte Bilder.

An der Donau rückt Alnus incana bis gegen die ungarische Tiefebene vor, um dort von Alnus glutinosa abgelöst zu werden; andererseits tritt jene auch an der Donau auf, wo sie nach Scharfetter¹¹³ in *Kärnten* ausgedehnte Auenwälder bildet. Im Oberholz dieser Auenwälder dominiert Alnus incana, daneben finden sich: Picea excelsa, Pinus silvestris, Alnus rotundifolia, A. viridis und Betula pendula.

Das Unterholz zeigt die gleiche Zusammensetzung wie dasjenige unserer Auenwälder der Aare. Die Anwesenheit von Majanthemum bifolium, Polygonatum officinale, Convallaria majalis, Paris quadrifolia, Asarum europaeum, Anemone hepatica im Niederwuchs der Erlenaue von Villach in *Kärnten* läßt darauf schließen, daß jenen Erlenaue wohl an einigen Stellen der eigentliche Auenwaldcharakter fehlt und Übergänge zum Buchenwald oder einem mesophytischen Mischwald sich finden.

Bei der Betrachtung der *Sandsteppen Serbiens*, die sich der Donau entlang ziehen, erwähnt Adamovic¹¹⁴ im Inundationsgebiet und auf feuchtem Sandboden kleinere und größere Auenwaldkomplexe, welche aus verschiedenen Gehölzen, namentlich aber aus Pappeln, Weiden, Ulmen und Eichen bestehen. Nach der vorherrschenden Holzart unterscheidet er Weiden-, Pappeln- und Eichen-Facies. Am häufigsten sind die ersten beiden, die Eichenbestände sind seltener und viel kleiner. Die Pappelau mit prächtig entwickelten Individuen von Populus alba und P. nigra ist die häufigste Form der Sand-Auwälder.

¹¹³ Scharfetter, Rud. — Die Vegetationsverhältnisse von Villach in *Kärnten*. S. 23.

¹¹⁴ Adamovic, L. — Die Vegetationsformationen Ostserbiens. 1908. S. 607 und 610.

Daneben unterscheidet Adamović ähnlich wie Beck¹¹⁵ eine Formation der Ufergehölze, die er in 4 Facies einteilt:

1. Die Hochweiden-Facies ist am meisten zu treffen: *Salix alba*, *S. amygdalina*, *S. fragilis*, *Populus alba*, *P. nigra*, *P. tremula*, *Salix incana*, *S. purpurea*, *Alnus glutinosa* und *A. incana*.

2. Die Erlen-Facies ist ähnlich wie obige, dagegen sind die Erlen dominierend.

3. Die Zwergpappel-Facies¹¹⁶ kann auch als Facies des Auenwaldes aufgefaßt werden.

4. Die Zwergweiden-Facies bildet oft in anderen Facies das Unterholz und besteht zur Hauptsache aus *Salix purpurea*.

Es ist klar, daß in vielen Fällen keine scharfen Grenzen zwischen diesen Facies gezogen werden können, sondern häufig Vermischungen und Übergänge auftreten.¹¹⁷

Unter den „Vegetations-Formationen Ostserbiens“ erwähnt Adamović¹¹⁸ die Weidenau, die sich meistens in sehr schmalen Streifen sämtlichen Flüssen entlang zieht und mit *Salix alba*, *S. amygdalina*, *S. fragilis*, ferner ihren Pappeln und Erlen im Oberholz eine ähnliche Zusammensetzung aufweist wie die Auenwälder der Aare. Ebenso finden sich auch dort im Unterholz und Niederwuchs eine Menge charakteristischer Pflanzen des Auenwaldes.

δ) *Lena*.

Während Beck und Ginzberger für die Donau die Sukzession der Formationen nur an einigen wenigen Beispielen darlegen, haben wir von Cajander¹¹⁹ eine Studie des Lenatales, die in weitgehendstem Maße die Genesis der Vegetation berücksichtigt.

Bei der Unterscheidung verschiedener Assoziationen auf den Alluvionen spielen die Niveauverhältnisse und damit die

¹¹⁵ Beck 1893 l. c.

¹¹⁶ Ungarisch „törpe nyárfa erdő“ = Graebners „Zwerg-Populus nigra-Wald.“

¹¹⁷ Vergl. demgegenüber die wohl etwas zu schematische, stufenweise Gliederung bei Cajander.

¹¹⁸ Adamović l. c. S. 157.

¹¹⁹ Cajander, A. K. — Alluvionen des unteren Lena-Tales. 1903—5.

Bodennässe eine durchgreifende Rolle. „Eine jede Association des überschwemmten Bodens in einer Gegend kommt in bezug auf den höchsten und niedrigsten Wasserstand auf ziemlich konstantem Niveau vor. Durch das Vorkommen von Tälern, Tümpeln, Seen und dergleichen innerhalb der Alluvionen werden die Niveauverhältnisse verwickelter. Wäre es möglich einen Durchschnitt durch ein solches Gebiet zu machen, so würde man finden, daß die absoluten Niveaus einer und derselben Association am Ufer der Lena selbst und in der verschiedenen Tälern durchaus verschieden sind; und zwar sind sie am niedrigsten an der Lena, am höchsten in den Tälern gelegen. Aber die gegenseitige Reihenfolge der Associationen (d. h. die Succession) ist an allen verschiedenen Stellen dieselbe.“¹²⁰

Der Boden ist dort überall ziemlich gleichartig. Das wichtigste Sediment ist Sand. So bestehen die 10—20 km langen Inseln aus Sand.

Der Entwicklung der Alluvionen gemäß herrscht ein genetischer Zusammenhang zwischen den Assoziationen: nachdem der Alluvialboden durch die jährlich sich wiederholende Sedimentation mehr in die Höhe gewachsen ist, geht die für denselben charakteristische Assoziation in die des nächst höheren Niveaubezuges über. Auf jeder Alluvion kommen also mehrere Assoziationen nach einander zur Ausbildung. Eine solche konstante, nach den Niveau-, resp. Feuchtigkeits-Verhältnissen gegliederte Reihe von Assoziationen, zwischen deren einzelnen Gliedern in der Regel ein genetischer Zusammenhang herrscht, nennt Cajander eine *Serie*. Dementsprechend unterscheidet er an der Lena eine Serie von Gehölz-Assoziationen von:

1. Saliceta viminalis.
2. Fruticeta mixta.
3. Alneta incanae.
4. Alnastreta viridis.
5. Betuleta odoratae.
6. Piceeta obovatae.
7. Piceeta Lariceta.

¹²⁰ Cajander l. c. S. 164.

8. Lariceta dahuricae.

9. Hainartige Waldung.

10. Pineta silvestris.

Es handelt sich hier um eine topographische Sukzession im Sinne Cowles.¹²¹

Sukzession der Gehölz-Assoziationen an der Lena :

1. Neue Alluvionen. Oft sind mehrere km lange Inseln ohne Pflanzen. Unter den ersten Pionieren tritt *Salix viminalis* auf. Ihr beigemischt sind *Equisetum arvense*, *Nasturtium palustre* \pm vereinzelt. Seltener *Heleocharis acicularis*, *Juncus alpinus*, *J. bufonius*, *Polygonum aciculare*, *Corispermum*, *Stellaria crassifolia*, *Bidens platycephalus*, *Gnaphalium uliginosum*, *Inula britannica* etc. Bisweilen auch einige *Salix triandra*.

Die älteren Saliceten werden nach ihrer Dichte in 3 Typen eingeteilt, von denen besonders die dichten, 4—7 (—8) m hohen Gebüsch durch ihre charakteristische Physiognomie immer die Aufmerksamkeit der Reisenden auf sich gezogen haben. Nordenskiöld¹²² verglich sie mit Rambusa-Wäldern der Tropen. Bunge¹²³ mit Rohrdickicht u. s. w.¹²⁴.

2. Allmählich mischen sich andere Bäume und Sträucher bei, *Picea obovata*, *Salix triandra*, *S. viminalis*, *S. pyrolifolia*, *S. hastata*, *Betula verrucosa*, *B. odorata*, *Alnus incana*, *Alnaster viridis*, *Ribes pubescens*, *R. dikuscha*, *Prunus padus*, *Rosa acicularis*, *Crataegus sanguinea*, *Sorbus aucuparia*, *Cornus sibirica*, *Lonicera coerula*. Dadurch entsteht die Assoziation der *Fruticeta mixta* (Mischgebüsch), welche eine außerordentliche Dichtigkeit aufweisen.

Von den hier angeführten Arten stellen sich einige bei verschiedenem Höhenniveau ein, in der Reihenfolge: *Salix triandra* — *Alnus incana*, *Cornus sibirica* — *Salix pyrolifolia*, *Rosa* etc. — zuletzt *Betula* und *Picea*.

3. Die Assoziationen von *Alneta incanae* sind im Gegensatz zu den Mischgebüsch nicht besonders dicht und weisen

¹²¹ Siehe S. 40 u. 145.

¹²² Nordenskiöld, 1881. S. 367. Zit. nach Cajander l. c.

¹²³ Bunge, 1895. S. 7. Zit. nach Cajander l. c.

¹²⁴ Vergl. auch Skarmann l. c.

einen ziemlich reichen Niederwuchs von *Calamagrostis phragmitoides* auf. Die Entstehungsbedingungen dieser Assoziation sind nicht genau ermittelt, Cajander betrachtet es als sehr unwahrscheinlich, daß sie aus typischen Mischgebüschern entstehen.¹²⁵

4. Assoziation von *Alnastreta viridae*. Auch *Alnaster viridis* kann stellenweise selbständige Bestände bilden. Auch seine Genesis ist nicht bekannt.

5. Die Assoziation von *Betuleta adoratae*. Je höher der Boden durch fortgesetzte Sedimentablagerung wird, umso mehr nehmen Birken und Fichten der Mischgebüsche (resp. der *Alneta* und *Alnastreta*) zu, und das Gebüsch geht allmählich in Wald über. Charakteristisch für das *Betuletum* ist das Vorkommen von *Rosa acicularis*.

Das *Betuletum* ist ein früheres Entwicklungsstadium der 6. Assoziation von *Piceeta obovata*.

Daß die folgenden Gehölzassoziationen Nr. 7—10 fortlaufende Glieder dieser topographischen Sukzession sind, scheint mir zweifelhaft zu sein. Cajander selbst teilt sie ein nach der absoluten Höhe ihrer Lage, ohne die genetischen Beziehungen in ihren Einzelheiten sicher zu ermitteln.¹²⁶

6. Übergangsformation zum mesophytischen Mischwald.

Wir finden bei Drude¹²⁷ eine Formation unter der Bezeichnung „gemischte Laubholzformation der Niederung und Hügelregion“. Darunter versteht er Gehölze, die *stellenweise* mit unserem Mischwald große Ähnlichkeit haben: Laubgehölze, wo der Charakter der Auenwälder mit nassem Untergrund durch häufige Gegenwart der Buche im Gemisch mit Eiche, Hainbuche und Birke beseitigt ist, in die sich Linden und Ahorne einmischen, seltener Esche und Salweide, auch Eberesche, und welche durch starke Beimischung von Gesträuchern, wie *Evonymus*, *Prunus avium* und *P. padus*, *Crataegus*, auch *Rhamnus*, *Rosa* und *Rubus* den Charakter von geschlossenen

¹²⁵ Vergl. demgegenüber Skarmann und Verf. S. 142 und Tab. 6.

¹²⁶ Vergl. damit die Genesis des *Pinetum silvestris* S. 156 ff. u. Tab. 6.

¹²⁷ Drude 1896 l. c. S. 309.

Laubholz-Hochwäldern noch nicht haben, in deren Staudensammlung die Arten des nassen Bodens fehlen, dafür größere Mengen von solchen der niederen Bergregion, viele humose Gräser, Melica-Arten, Miliun, Brachypodium silvaticum, einziehen. „Um solche Waldungen vor dem Auflösen in die folgende Formation (den Buchenwald) zu bewahren, müssen die Wachstumsbedingungen der Lokalität dauernd für Buschholz, für Mittel- und Niederwald die geeigneteren sein, die Hainbuchen also gegenüber der Rotbuche nicht zurücktreten.“

Der mesophytische Mischwald findet sich bei uns auf höheren Terrassen, in größerer Entfernung vom Fluß, meist außerhalb des Bereichs der Flußarme und Gießen. In dem Gebiet der Altwässer und Gießen selber treten aber auf Uferstufen über derjenigen des Auenwaldes häufig *Übergänge* zu diesem auf. Besonders reich an solchen ist, infolge der prächtigen Terrassierung des Niederterrassenschotters, der Aargau. Am korrigierten Aarelauf zwischen Thun und Bern, besonders aber im interessanten Gebiet der alten Aare zwischen Aarberg und Meienried vermögen vielfach die infolge gesunkenen Grundwasserspiegels rasch absterbenden Weißerlen nicht gleich durch natürliche Besiedelung seitens des Laubmischwaldes ersetzt zu werden. Einer natürlichen topographischen Sukzession kommt der Mensch voraus, indem er geeignete Holzarten, wie Pappel, Esche, Ulme, Kiefer anbaut.¹²⁸

Das Oberholz der natürlichen Übergangsformation unterscheidet sich leicht von demjenigen der Erlen-Weidenau durch das fast völlige Fehlen der Weiden. Dagegen findet sich *Alnus incana* meist noch in großer Zahl. Auch *Fraxinus excelsior* L. ist vorhanden und von den übrigen Auengehölzen sind *Quercus Robur* L., Tilia, Ulmus, Acer und Carpinus häufiger als im typischen Auenwald. Ebenso tritt hier *Picea excelsa* häufig auf, entweder einzeln oder in kleineren Gruppen. In der Literatur wird sie selten als eigentlicher Auenbaum erwähnt.¹²⁹ Meinerseits konnte ich fast überall die Wahrnehmung machen, daß an Orten, wo sie sich zu schönen Hochstämmen entwickelt, der Boden nicht mehr die Feuchtigkeit

¹²⁸ So besonders rationell unterhalb Aarberg durch Oberförster Cunier. Im übrigen siehe Bewirtschaftung S. 163.

¹²⁹ Siehe oben S. 98.

aufweist wie im Auenwald, sondern zur Aufnahme der Glieder des mesophytischen Mischwaldes, selbst der Buche, sehr geeignet ist. Doch ist letztere auch hier noch selten zu finden.¹³⁰ Die übrigen, im Auenwald aufgezählten Bäume des Oberholzes treten auch hier vereinzelt auf.

Von den Lianen ist im Waldesinnern der Hopfen weniger häufig. Die Waldrebe dagegen tritt auch hier, besonders an lichten Stellen massenhaft im Gebüsch auf und Hedera Helix L. stellt sich ein.

Das Unterholz: Nachwuchs des Oberholzes. Weiden sind sehr selten, *Salix caprea* L., *S. cinerea* L.

Corylus Avellana L.

Crataegus monogyna Jacq.

Crataegus Oxyacantha L., weniger häufig.

Prunus spinosa L.; diese 4 Arten sind sehr häufig, die letzteren drei bilden oft undurchdringliches, mehr als 2 m hohes Gestrüpp, unter dem infolge Lichtmangels Niederwuchs, selbst im Frühjahr, vollständig fehlt.

Berberis vulgaris L., ziemlich häufig.

Niederwuchs:¹³¹ Von den Arten des Auenwald-Niederwuchses finden sich alle auch hier ein, wobei aber folgende Änderung zu beachten ist:

Folgende Arten, welche im Auenwald vereinzelt oder selten waren, treten hier häufig auf:¹³²

Milium effusum L.

Melica nutans L.

Poa nemoralis L.

Brachypodium silvaticum (Hudson) R. u. S.

Carex alba Scop.

— *silvatica* Hudson.

Luzula pilosa (L.) Willd.

Mercurialis perennis L.

¹³⁰ Wo sie nicht als Parkbaum gepflanzt wurde, wie z. B. in Schinznach-Bad.

¹³¹ Man beachte wohl, daß es sich hier nicht um eine Liste *sämtlicher* in unserem mesophytischen Mischwald auftretenden Arten handeln kann, sondern nur um eine *Anzahl, beim Übergang zu demselben neu auftretenden Arten*. Der typische mesophytische Mischwald, an vielen Stellen ein reiner Laubmischwald, ist nicht in meine Studien einbezogen.

¹³² Es sind meist Buchenbegleiter.

Festuca silvatica (Poll.) Vill.
Scilla bifolia L.
Polygonatum multiflorum (L.) All.
Paris quadrifolius L.
Solidago Virga-aurea L.

Folgende Arten, die dort häufig oder vereinzelt waren, sind in der Übergangsformation selten:

Arum maculatum L.
Allium ursinum L.
Saponaria officinalis L.
Caltha palustris L.
Anemone ranunculoides L.
Ranunculus Ficaria L.
— *auricomus* L.
— *aconitifolius* L.
Thalictrum aquilegiifolium L.
Rubus caesius L.
Filipendula Ulmaria (L.) Maxim.
Impatiens Noli tangere L.
Solidago canadensis L.
— *serotina* Aiton.

Als neue Bestandteile, die zum Teil für den Buchenwald charakteristisch sind, treten hinzu:

Festuca silvatica (Poll.) Vill.
Carex pendula Hudson.
Majanthemum bifolium (L.) F. W. Schmidt.
Polygonatum officinale All., selten.
Convallaria majalis L., selten.
Cephalanthera alba (Crautz) Simonkai, vereinzelt, Rohrschachen.
Stellaria nemorum L.
Helleborus viridis L., Solothurn am r. Aarufer unterhalb der Emme (L).
Helleborus foetidus L., stellenweise häufig, im Bernergebiet selten.
Alliaria officinalis Andr.
Potentilla erecta (L.) Hampe.
Geranium Robertianum L.
Viola silvestris Lam. em. Rchb.

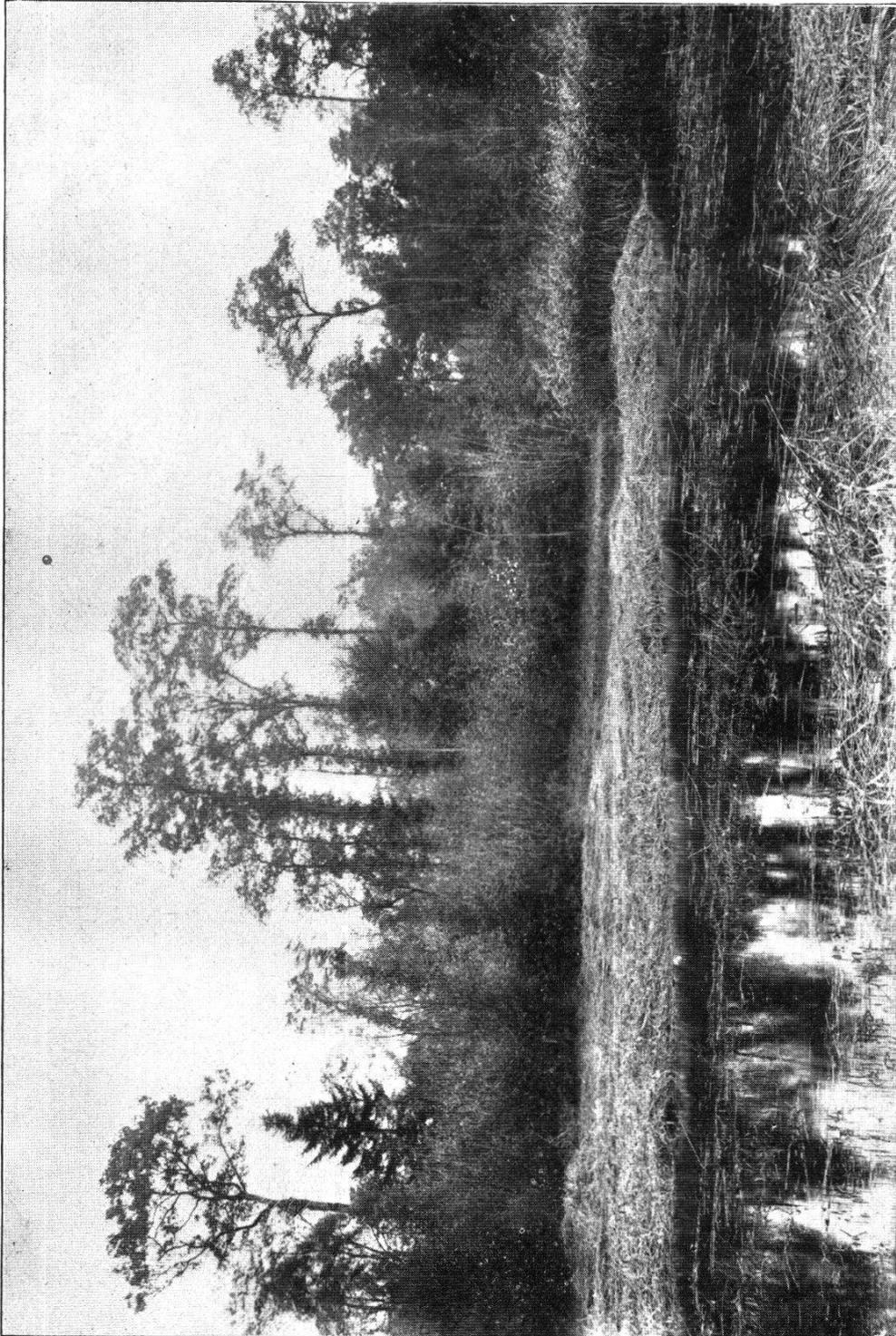


Fig. 25. Verschiedene Formationen an einem Gießen unterhalb Rohr: im Hintergrund, auf höherer Terrasse ein mesophytischer Mischwald, mit Eichen als Oberständer, links eine Weidenau, davor abgemähter Schilf, rechts ein Röhricht, im Vordergrund der verlandende Gießen.

Phot. W. Hunziker.



Fig. 26. Vegetationsarme Schotterterrasse zwischen Aarberg und Lyß. *Salix daphnoides* (z. T. gepflanzt!) im Hintergrund vorrückendes *Pinetum silvestris*.
Phot. R. Siegrist, 1912.



Fig. 27. Stark fruchtende *Hippophaë*-Sträucher an der alten Aare bei Bußwil.
Phot. R. Siegrist.

- Viola Riviniana Rchb., seltener.
— hirta L.
Daphne Mezereum L., vereinzelt.
Epilobium montanum L.
Circaea lutetiana L.
Pyrola rotundifolia L., selten.
Galeopsis Tetrahit L.
Lamium maculatum L.
— album L., selten, fehlt im oberen Lauf.
— Galeobdolon (L.) Crantz.
Veronica officinalis L.
— Chamaedrys L.
Melampyrum pratense L.
Galium Aparine L.
— Mollugo L.
Phyteuma spicatum L., selten.
Campanula glomerata L.
Lactuca muralis (L.) Fresenius.
Hieracium murorum L. em. Hudson.
— vulgatum Fries.
— umbellatum L.

7. Die Pflanzengesellschaften der verhältnismässig trockenen Schotterbänke ohne Sanddecke.

Diese öden, stellenweise fast kahlen, dünnen Plätze, bei denen der Schotter offen zu Tage tritt, liegen meistens über der Hochwasserlinie.¹³³ Sie stehen im frappanten Gegensatz zu den saftstrotzenden Auenwäldern, die nur wenige Dezimeter unter, ja sogar auf der Höhe der wüsten Kiesplätze stehen können. In ihren ökologischen Hauptfaktoren unterscheiden sich die Auenwälder von den letzteren durch das Vorhandensein einer dem Schotter aufgelagerten, wenn auch nur ein paar Dezimeter mächtigen Sandschicht.

¹³³ An verschiedenen Tagen im Oktober 1912 wurden solche Terrassen in der Gegend von Aarberg-Bußwil und Schönenwerd-Wildegg 1,9—2,5 m über dem Grundwasserstand beobachtet. Die damalige Aarewasserhöhe entsprach ungefähr dem mittleren Jahreswasserstand.

Solche Miniatursteppen sind dem ganzen Flußlauf entlang häufig. Je breiter die Zone der Flußauen ist, umso ausgeprägter sind sie. So finden wir sie in der Gegend von Uttigen, Münsingen; mit großer Ausdehnung, sehr typisch ausgebildet zwischen Aarberg und Meienried;¹³⁴ als kleinere Flächen auf der ganzen Strecke von Olten bis Koblenz. (Fig. 26). Nach unten können die Schotterbänke in den Auenwald oder in noch feuchtere Uferstufen übergehen.¹³⁵

Im Übergang zu letzteren entsteht oft ein buntes Gemisch von Xerophyten und Hygrophyten. So beobachtete ich im Gebiet der alten Aare Aarberg-Meienried gelegentlich auf kleinem Raum von wenigen m² Größe bunt durcheinander zerstreut:

Salix triandra L.	Solidago serotina Aiton.
Salix purpurea L., wenige.	Symphytum officinale L.
Salix alba L., wenige.	Vicia Cracca L.
Salix incana Schrank.	Allium angulosum L.
Myricaria germanica (L.) Desr.	Oenothera biennis L.
Alnus incana (L.) Mönch.	Verbascum Thapsus L.
Phalaris arundinacea L.	Sedum acre L.
Deschampsia caespitosa (L.) Pal.	Centaurea Jacea L.
Valeriana officinalis L.	

Dieses Beispiel zeigt, wie die Periodizität in der Bodenfeuchtigkeit Pflanzen extremer ökologischer Gruppen an einer Lokalität zu vereinigen vermag, ganz ähnlich wie im Waldesinnern die Periodizität in der Beleuchtung das Auftreten zweier verschiedener Pflanzengruppen bewirkt:

1. Periode: Bäume unbelaubt, Zeit der Lichtpflanzen, Frühlingspflanzen.
2. Periode: Bäume belaubt, geringe Lichtstärke, Schattenpflanzen.

Ähnlich haben wir hier mit Rücksicht auf die Bodenfeuchtigkeit:

1. Periode: Hochwasser. Günstige Zeit für die Hygrophyten.
2. Periode: Niederwasser. Günstige Zeit für die Xerophyten; die Hygrophyten leiden unter Trockenheit.

¹³⁴ Eine Folge jener mächtigen Geschiebeablagerungen. S. 9.

¹³⁵ Übersicht der Pflanzengesellschaften. Tab. 5 S. 48.

Die Xerophyten halten die bei uns meist nur wenige Tage dauernden Hochwasser verhältnismäßig leicht aus; dagegen haben die Hygrophyten einen harten Kampf während der langen Trockenheit dieser Stufe. Die Folgen sind deutlich sichtbar: Junge Weiden gedeihen sehr schlecht, viele vertrocknen; ältere, mit tiefer gehenden Wurzeln gedeihen besser, namentlich *S. incana* und ganz besonders *S. daphnoides*. Der Vorteil von Rhizomen und Zwiebeln während der zweiten Periode ist einleuchtend. (*Phalaris*, *Valeriana*, *Solidago*, *Allium*.)

Als wichtigste Pflanzengesellschaften der „Schotterbänke ohne Sanddecke“ unterscheiden wir:

- a) Meist offene, spärliche Kraut- und Staudenvegetation.
- b) Der Hippophaë-Bestand.
- c) Bestände von *Pinus silvestris*.

a) Die Kräuter und Stauden.

Je ärmer ein Bestand an Individuen, umso reicher ist er an Arten. Das ist ein in der Pflanzengeographie wohl bekannter Grundsatz,¹³⁶ der, auf diese Pflanzengesellschaft angewendet, aufs Deutlichste bestätigt wird.

Um bei der Besprechung der Formationen *b* und *c* nicht eine Anzahl Arten zum drittenmal anführen zu müssen, enthält die folgende Liste auch die gelegentlich an lichten Stellen jener Bestände zerstreut auftretenden Arten.

Fast durchwegs sind es lichtfordernde Pflanzen, die ebensogut für Brachland, Äcker, Dämme, Mauern, Schutt, trockene, magere Wiesen und Wegränder charakteristisch sind! Durch die günstigen Standortsbedingungen, die der mannigfaltig zusammengesetzte und mit allen Feuchtigkeitsgraden versehene Uferboden solchen Pflanzen bietet, wird die Uferflora durch eine Menge für sie \pm typischer Arten bereichert.

Es sind teils Xerophyten, teils Mesophyten, die sich in verschiedener Weise an im großen und ganzen gleiche Standortsbedingungen angepaßt haben. Eine ökologische Gruppierung der Arten geschieht daher am besten durch Unter-

¹³⁶ Vergl. z. B. Jaccard, P. — Nouvelles recherches sur la distribution florale. Lausanne 1908.

scheidung der wichtigsten *biologischen Typen* im Sinne Raunkiaers.¹³⁷

1. *Therophyten*. Einjährige Pflanzen. Erneuerungsknospe im Samen.

a) Im Frühjahr keimend und im gleichen Jahre blühend und fruchtend.

- Panicum sanguinale L.
- humifusum (Rich.) Knuth.
- Phalaris canariensis L.
- Polygonum aviculare L.
- Convolvulus L.
- Chenopodium album L.
- Arenaria serpyllifolia L.
- Iberis amara L.
- Sisymbrium officinale (L.) Scop.
- Erucastrum Pollichii Sch. u. Sp.
- Erophila verna (L.) E. Meyer.
- Reseda lutea L.
- Alchimilla arvensis (L.) Scop.
- Medicago lupulina L.
- Melilotus officinalis* (L.) Lam., häufig.
- Trifolium dubium Sibth.
- Linum catharticum L.
- Malva neglecta Walbr.
- Daucus Carota L.
- Solanum nigrum L. em. Miller.
- Erigeron canadensis* L., häufig.
- Senecio vulgaris L.
- Carlina vulgaris L.
- Centaurea Cyanus L., stellenweise, kümmerliche Formen.
- Sonchus oleraceus L., vereinzelt.
- asper (L.) Garsault.
- Crepis capillaris (L.) Wallr.

¹³⁷ Raunkiaer, C. — Types biologiques pour la géographie botanique, (oversight over det Kgl. Danske Videnskabernes Selskabs Forhandling. 1905). Die biologischen Typen sind charakterisiert durch die Art und Weise und den Grad des Schutzes, welchen die bleibenden Knospen (Winterknospen, Erneuerungsknospen) genießen und veranschaulichen die Anpassung der Pflanzen an die schlimme Jahreszeit.

b) Überwinternd, im Herbst keimend, im folgenden Frühjahr blühend und fruchtend.

Hieher, von den unter *a* angeführten: *Arenaria*, *Erucastrum*, *Linum*, *Daucus*, *Erigeron*, *Senecio*, *Carlina*.

Agrostis Spica venti L.

Arabis arenosa (L.) Scop., selten, Emmemündung (L),
Obergösgen (L), Aarau (M), Auenstein (M),
Wildeggen (M).

Medicago minima (L.) Desr.

Pastinaca sativa L.

2. *Kryptophyten*. Erneuerungsknospen unter der Erdoberfläche.

a) Mit Rhizom.

a) Ohne Ausläufer:

Asparagus officinalis L., im ganzen Gebiet zerstreut.

Epipactis atropurpurea Rafin.

Tussilago Farfara L.

Cirsium arvense (L.) Scop., am verbreitetsten die ssp.
angustifolia (Schrank) Gugler und ssp. *jungens*
Gugler.

β) Rasen - bildend:

Calamagrostis Epigeios (L.) Roth., unterirdisch kriechend.

— *Pseudophragmites* (Haller) Baumg. do.

b) Mit Zwiebel.

Allium angulosum L., vereinzelt, Meienried.

3. *Hemikryptophyten*. Erneuerungsknospen direkt an der Erdoberfläche.

a) Ohne Ausläufer:

Hieher von den unter *1a* erwähnten: *Reseda*, *Medicago*,
Melilotus und *Malva*.

Poa bulbosa L.

Bromus sterilis L.

— *tectorum* L.

Tofieldia calyculata (L.) Wahlenb., ziemlich selten,
häufig an der Hunzikenbrücke.

Thesium alpinum L., bei der Hunzikenbrücke (F), früher
auch bei Aarau (M).

Thesium pratense Ehrh., ziemlich häufig oberhalb Biel,
unterhalb Biel selten.

Lepidium Draba L.

Erucastrum obtusangulum (Schleicher) Rchb.

Arabis hirsuta (L.) Scop.

Reseda Luteola L.

Sanguisorba minor Scop., unterhalb Olten weniger
häufig.

Medicago sativa L., gelegentlich verwildert.

Melilotus albus Desr., häufig.

— *altissimus* Thuill, mehr auf feuchten Plätzen.

Trifolium montanum L.

Anthyllis Vulneraria L.

Tetragonolobus siliquosus (L.) Roth, nicht nur auf
feuchten — wie meistens angegeben wird — sondern
auch auf trockenen Plätzen verbreitet, z. B. neben
Helianthemum, *Euphorbia Cyparissias* etc.

Hippocrepis comosa L.

Polygala amarellum Crantz.

— *vulgare* L.

Euphorbia Cyparissias L., häufig.

Malva silvestris L.

Hypericum perforatum L.

Oenothera biennis L.

Vincetoxicum officinale Mönch, mehr am Waldrand.

Cynoglossum officinale L.

Lithospermum officinale L.

Echium vulgare L.

Glechoma hederaceum L.

Brunella vulgaris L.

— *grandiflora* L., seltener als vorige.

Salvia pratensis L.

Origanum vulgare L.

Verbascum nigrum L.

— *Thapsus* L.

— *thapsiforme* Schrader.

Linaria vulgaris Miller, gelegentlich.

Scrophularia canina L.

Asperula cynanchica L.

Dipsacus silvester Hudson.
Scabiosa Columbaria L.
Aster salicifolius Scholler.
— annuus (L.) Pers.
Erigeron acer L., ziemlich selten, Lyß, Meienried, Aargau.
— acer ssp. droebachensis (O. F. Müller), zerstreut.
Inula salicina L.
Chrysanthemum Leucanthemum L.
Artemisia vulgaris L.
Senecio Jacobaea L.
Arctium Lappa L.
— minus (Hill.) Bernh.
Carduus nutans L. ssp. eunutans Gugler.
— defloratus L., vereinzelt.
— crispus L., häufig.
Cirsium lanceolatum (L.) Hill.
Centaurea Jacea L.
Cichorium Intybus L.
Picris hieracioides L., vereinzelt.
Taraxacum officinale Weber, am häufigsten die ssp. vulgare (Lam.) Schinz und Keller, gelegentlich ssp. obliquum (Fries) Schinz und Thellung.
Hieracium florentinum All., selten, Obergösgen (L).
Hieracium umbellatum L.

b) Mit Ausläufern oder niederliegend einwurzelnden Sprossen.

a) unterirdische Ausläufer:

Lotus corniculatus L., nicht selten unterirdische Ausläufer.

Teucrium Chamaedrys L.

Satureia vulgaris (L.) Fritsch.

Campanula rotundifolia L., locker rasig.

Achillea Millefolium L.

Tanacetum vulgare L.

Senecio crucifolius L.

β) Oberirdische Ausläufer:

Ajuga reptans L.

Hieracium Pilosella L.

γ) Niederliegende, einwurzelnde Sprosse:

Potentilla verna L. em. Koch, rasenbildend.

4. *Chamaephyten*. Erneuerungsknospe nahe über dem Erdboden (zirka 25 cm).

Sedum acre L.

— *mite* Gilibert.

Ononis spinosa L.

Helianthemum nummularium (L.) Miller ssp. *ovatum*
(Vis), ziemlich häufig.

Teucrium montanum L.

Thymus Serpyllum L.

*Moose als Pioniere auf dem Sand der Schotterrücken.*¹³⁸

Auf den von Phanerogamen nicht besiedelten Plätzen findet sich stellenweise ein kleines Moos (*Tortella inclinata*) (Hedwg.) Limp.¹³⁹ Von Aarberg bis Meienried tritt es massenhaft zwischen den großen Geröllen auf und bedeckt gelegentlich Flächen von einigen Aren! Durch seine zahlreichen Rhizoiden verfestigt es den Boden bis in eine Tiefe von 2 bis 3 cm. Die Sandkörner kleben so fest aneinander, daß Stücke dieser Schicht herausgeschnitten werden können, ohne daß sie zerfallen. Ich vermute, daß es ohne diese Befestigung des Sandes gelegentlich zur Bildung kleiner Dünen kommen könnte.

Viele der oben aufgezählten Pflanzen sind mit ihrem unteren Teil in ein von Ameisen aufgebautes, kuppelförmiges Sandhügelchen getaucht. Diese Kuppel und der darunter liegende Kiesboden sind von einem Labyrinth von Ameisengängen durchzogen. Pflanzen, wie *Epipactis atropurpurea*, *Euphorbia Cyparissias*, *Hippocrepis comosa*, mit Vorliebe aber *Helianthemum nummularium* werden häufig als natürliche Säulen der Erdkuppeln von den Ameisen benützt.¹⁴⁰

¹³⁸ Im übrigen sind nur die Gefäßkryptogamen in meine Studien einbezogen worden, aber mit Rücksicht auf die Bedeutung von *Tortella* für die Besiedelung bedarf diese Art notwendig der Erwähnung.

¹³⁹ Nach gefl. Bestimmung durch Herrn Meylan, La Chaux.

¹⁴⁰ Laut Forel — Die Nester der Ameisen, Zürich 1892, bauen bei uns alle *Lasius*-Arten exkl. *fuliginosus* Ltr., *brunneus* Ltr. und *emarginatus* Ol. Erdkuppeln mit Labyrinth, unter denen stets ein miniertes Nest liegt.

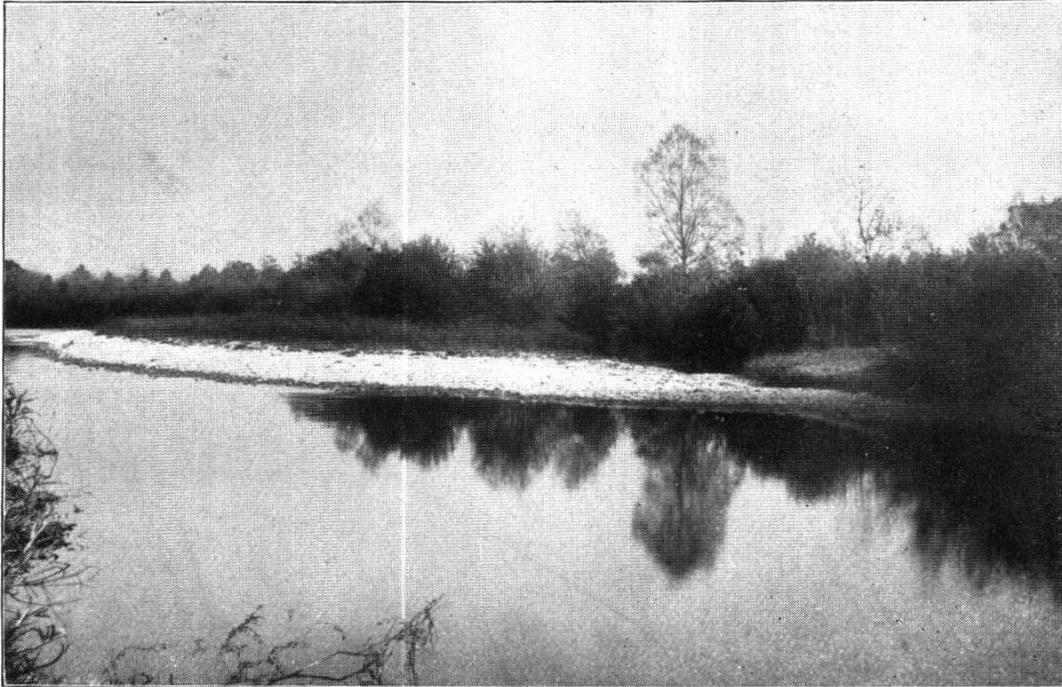


Fig. 28. Besiedelung einer Schotterbank durch Weidenkeimlinge verschiedener Arten bei Kirchberg unterhalb Aarau. Die Grenze zwischen dem besiedelten und unbesiedelten Ufergürtel fällt mit der Linie des mittleren Sommerwasserstandes zusammen.

Phot. R. Siegrist, 1912.

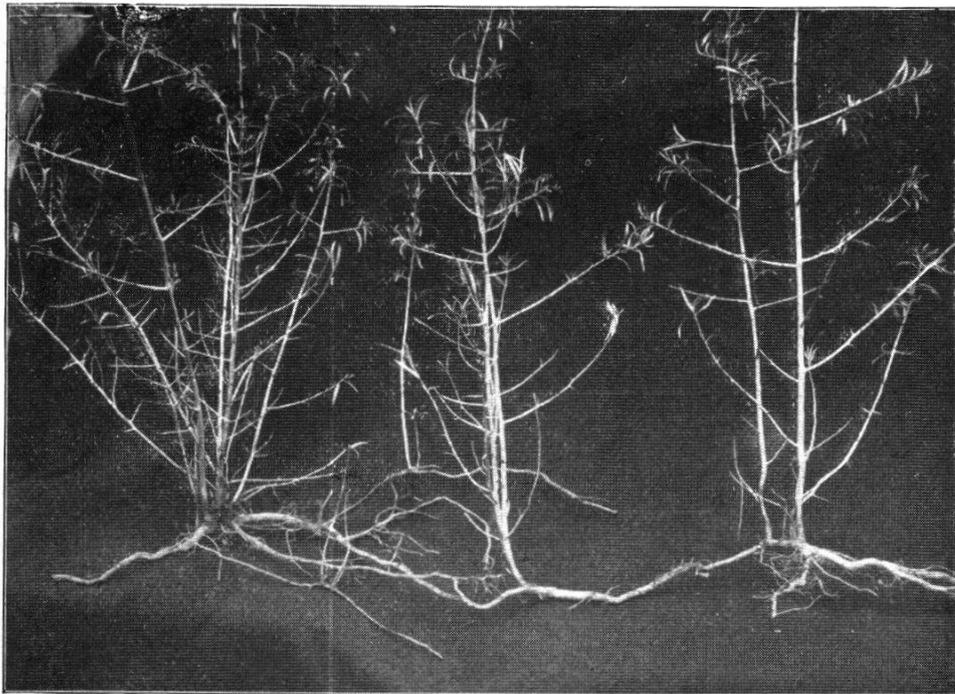


Fig. 29. Wurzelbrut bei Hippophaë. Ein- bis dreijährige Exemplare.

Phot. R. Siegrist, 1912.

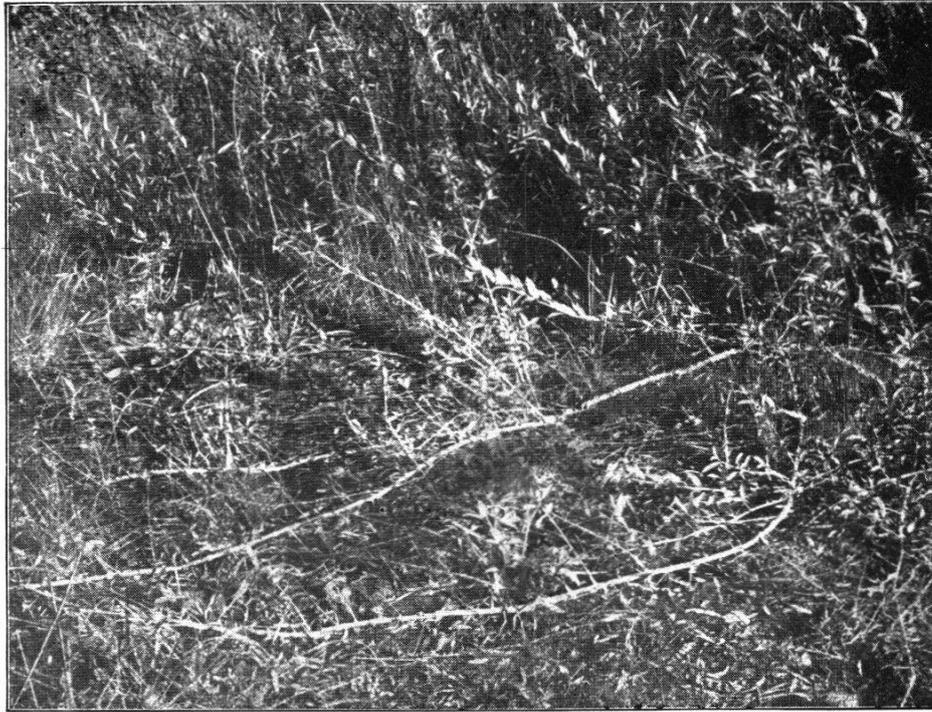


Fig. 30. Einwurzelnde, 3,5 m lange Kriechtriebe eines Ligusters bei Lyß.
Phot. R. Siegrist, Herbst 1912.

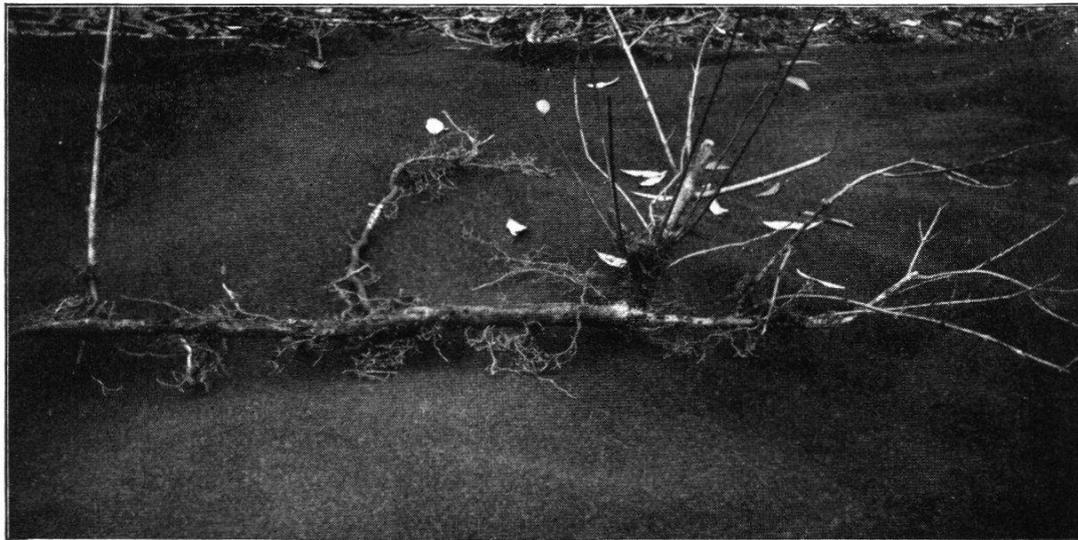


Fig. 31. Ein Kriechtrieb des Ligusters aus einem lichten Föhrenbestand
bei Bußwil.

Phot. R. Siegrist, 1912. (Zweig auf Tuchunterlage.)

Helianthemum weist über solchen einen merkwürdig polsterartigen Wuchs auf: Viele in der Kuppel untergetauchte Zweige sterben ab, dafür breiten sich über derselben neue Verzweigungen aus. Wie lange dieses Zusammenleben dauert, und ob es nicht schließlich zum Absterben der betreffenden Pflanze führt, konnte nicht beobachtet werden.

Die Ameisen spielen hier als Vorbereiter des Bodens für eine spätere Besiedelung eine nicht zu unterschätzende Rolle. Besonders nach Regenwetter im Frühjahr beginnt das Minieren zwischen den Geröllen und unter der Bodenoberfläche und ihrer Moosdecke. Der feuchte Sand wird an die Oberfläche gebracht und dort von den Arbeitern zu Gängen und Mäuerchen zusammengepreßt. Das dadurch überschüttete Moos stirbt ab, bereichert den Boden an Humus und bildet mit ihm über ehemals nacktem Geröll verfestigte, vom Wind nicht leicht verwehbare Sandhügelchen. Werden diese später von den Ameisen verlassen, so bieten die, durch den Zerfall ehemaliger Kuppeln entstandenen Sanddecken günstigere Keimungsbedingungen als der Schotter *ohne* Sanddecke.

Die oben angeführten Pflanzenarten, die am häufigsten in den Ameisenkuppeln zu treffen sind, scheinen lediglich als Stützen für diese benutzt zu werden, ohne daß es sich dabei um myrmekochore Arten handelt.¹⁴¹

b) Der Hippophaë-Bestand.

Von Thun bis Büren ist dieser Strauch massenhaft an Dämmen und auf kiesigen Plätzen zu finden. Unterhalb Büren tritt er aber nur vereinzelt und selten auf.

Während er unterhalb Thun bis in die Umgegend von Uttigen ziemlich häufig auf dem nassen Kies kleinerer Gießen hart neben schönen Beständen von *Myricaria germanica* zu finden ist, weisen die höher gelegenen Terrassen mit gleichem Grundwasserstand und auf gleicher Höhe wie der Boden der unter a erwähnten Pflanzengesellschaft zwischen Aarberg und Meienried die schönsten und ausgedehntesten Sanddorn-

¹⁴¹ Sernander, R. — Entwurf einer Monographie der europäischen Myrmekochoren, Uppsala und Stockholm 1906, führt unter den Myrmekochoren *Helianthemum* und auch die übrigen oben erwähnten Arten nicht an.

gebüsch auf. Sie bilden oft ein undurchdringliches Dickicht und bieten einer Menge von Vögeln Brutstätten und Unterschlupf.

Das Vorkommen dieses Strauches hier auf den höchst gelegenen, trockensten Schotterbänken, auf denen sogar *Alnus incana* infolge Sinkens des Grundwasserspiegels stellenweise eingeht, ist umso beachtenswerter, als er anderwärts auf *stets* feuchtem Boden wächst.

Servettaz¹⁴² gibt über die geographische Verbreitung folgendes an: „*Hippophaë rhamnoides* se plaît le long des cours d'eau et ne s'en écarte guère car il lui faut un sol argilo-siliceux, très aéré, non gazonné, très meuble et imprégné d'humidité“. „Lorsqu'il réussit à s'implanter à une certaine distance des cours d'eau, c'est toujours sur les talus escarpés ou dans les couloirs des montagnes remplis d'éboulis décalcifiés qu'on le retrouve.“ Es handelt sich aber in unserem Falle weder um einen sehr feuchten noch entkalkten Boden.¹⁴³

Es ist nicht anzunehmen, daß seit der Korrektur die Verbreitung des Sanddorns sich wesentlich geändert habe. Schon zur Zeit der großen Überschwemmungen war er der Kolonist auf den höchsten Schotterterrassen ohne Sanddecke, während auf dem Sand der tieferen Terrassen, den Altwässern und Gießen entlang damals schon ausgedehnte Bestände von Weiden und Erlen sich ausbreiteten. Trotz des Eingehens einzelner Erlenbestände seit der Korrektur konnte ich nirgends ein Vordringen des *Hippophaëtums* gegen einen Auenwald konstatieren. Nirgends also retrogressive topographische Sukzession, sondern im Gegenteil überall progressive biotische Sukzession infolge Vordringens von *Quercus*, *Pinus*, *Picea* und vieler Bestandteile des Auenwald-Unterholzes gegen das *Hippophaëtum*.¹⁴⁴

Eine Anpassung an den im Sommer trockenen Boden scheint darin zu bestehen, daß es gelegentlich Sträucher von

¹⁴² Servettaz, Camille — Monographie des *Eléagnacées*. Dresden 1909 S. 151.

¹⁴³ Der Boden ist kalkreich. Tortella z. B., das direkt daneben sehr gut gedeiht, zieht kalkhaltigen Boden vor. (Nach gefl. Mitteilung von Hrn. Meylan.)

¹⁴⁴ Siehe darüber Sukzession S. 153 ff.

zirka 1 m Höhe gibt, die eine bis mehr als 1,2 m tief, fast senkrecht in die Erde gehende Hauptwurzel ausbilden! Überdies ist hier reichere Stachelbildung vorhanden als bei der Form feuchter Standorte, und die Blätter sind steifer, kleiner, am Rande mehr gerollt und dichter schülferig als bei letzterer Form.

Der Sanddorn ist stellenweise mit Früchten voll behangen. (Siehe Fig. 27.) Die leuchtenden, orangefarbenen Scheinfrüchte fallen im Herbst nicht ab, sondern bleiben den Winter über am Strauch hängen. Die zarte Hülle der beerenähnlichen, saftigen Scheinfrucht zerreißt infolge Frost und Vogelfraß etc. sehr leicht, wobei der Saft ausfließt. Im Frühling hängen nur noch die trockenen Früchte, umgeben von der Hülle der Scheinfrucht an den Zweigen. Nach Servettaz¹⁴⁵ fallen die schwimmfähigen Früchte meistens ins Wasser. Daher die Verbreitung längs der Flüsse.

Nach Servettaz sollen Vögel bei der Samenverbreitung eine sehr geringe Rolle spielen. Ein Häher wurde während 8 Tagen mit diesen Früchten gefüttert, die er sehr begierig nahm. Trotz des wenig muskulösen Magens dieses Tieres wurden sämtliche Samen zerstört, so daß nicht einer in ganzem Zustand den Darmkanal verließ.

Trotz der überaus reichen Samenbildung sind im Gebiet der alten Aare nirgends Keimlinge zu finden. Die Vermehrung scheint ausschließlich vegetativ, durch Wurzelbrut vor sich zu gehen (Fig. 29). Die seitlichen Wurzeln, an denen Adventivsprosse überall entstehen können, liegen bloß 7—15 cm unter dem Boden. Bisweilen bietet sich einem das schöne Bild, daß mitten in sonst ödem, trockenem Gebiet ein 4—5 m hoher, fast baumartiger Sanddorn steht.¹⁴⁶ Rings um ihn herum scharen sich eine Menge jüngerer Sträucher, die umso kleiner sind, je größer ihre Entfernung von der Mitte ist. So finden sich hin und wieder Kreisflächen von 30 und mehr Meter Durchmesser, deren äußerster Ring die jüngsten, kaum aus dem Boden geschlüpften Dörnchen bilden.¹⁴⁷ Auf

¹⁴⁵ l. c. S. 145.

¹⁴⁶ Während er sonst in *offenen* Beständen nur Gebüsch von wenig mehr als 1 m Höhe bildet.

¹⁴⁷ Sehr schön oberhalb Uttigen, linkes Ufer, 30. VII. 09.

diese Weise werden große, kahle Flächen besiedelt. Wo vorher kahler oder nur mit Moos bedeckter Schotter war, findet sich jetzt unter 1½ m hohen Sträuchern 1—2 cm Humus.

Durch Ausbildung prächtiger Mykorrhizen ist Hippophaë zur Besiedelung der nackten Schotterplätze besonders geeignet. Den Nutzen derselben hat Servettaz deutlich nachgewiesen.

Der Sanddorn hat für die kahlen Schottergebiete hohe Bedeutung, indem er den Boden fixiert, durch Humusbildung ihn bereichert und eine spätere Besiedelung durch andere Pflanzen begünstigt.

An Stellen, da eine Humusdecke von wenigen Centimeter Mächtigkeit gebildet ist, wird die Kraut- und Staudenvegetation gelegentlich etwas dichter; so kann hier *Molinia coerulea* ziemlich geschlossene Bestände bilden. Ist aber der Hippophaë-Bestand sehr dicht, so verschwindet der Niederwuchs ganz. Von den übrigen, oben unter a angeführten Arten ist für diese Formation keine besonders typisch; alle treten zerstreut auf.

In offenen Hippophaë-Beständen finden sich fast immer als einzige typische Begleiter *Salix incana* und *daphnoides*, die von den Weiden am weitesten auf die trockenen Gebiete vordringen. Selten findet sich auch *Juniperus communis* hier ein (einige wenige Exemplare zwischen Lyß und Aarberg, häufiger im Aargau, wo aber Hippophaë seltener wird).

Gelegentlich können sich andere Sträucher hinzugesellen als Pioniere einer späteren Waldformation.¹⁴⁸ Von solchen zeigt der *Liguster* stellenweise ein interessantes Verhalten:

Ähnlich, wie er und *Prunus Padus* in geschlossenen Beständen und in dichten Gebüschern niederliegende, einwurzelnde Zweige aufweist, sind auch hier auf lichtoffenen, fast vegetationslosen Schotterplätzen, dem Boden flach aufliegende Sprosse zu beobachten.

Dabei ist aber mit Sicherheit anzunehmen, daß es sich nicht bloß um die oben schon beschriebene Erscheinung passiven Niederliegens handelt, indem auch die *dünnsten Enden der Legesprosse dem Boden flach aufliegen*. Dieser Umstand läßt nach meinem Dafürhalten darauf schließen, daß wir es

¹⁴⁸ Siehe die Sukzessionen S. 153 ff.

hier mit *aktiv niederliegenden Zweigen*, also eigentlichen Legesprossen oder Kriechtrieben zu tun haben.¹⁴⁹ (Fig. 30 u. 31.)

Leider sind mir bis jetzt erst wenige schöne Beispiele für diese merkwürdige Eigentümlichkeit des Ligusters bekannt: Auf den Schotterflächen zwischen Aarberg und Meienried, vereinzelt in lichten Föhrenbeständen im Aargau.

Es treten gelegentlich Legesprosse bis zu 4 m Länge auf, die von ihrer Basis bis zur Spitze dem sandigen Boden flach aufliegen und sich einwurzeln. An mehreren Stellen, manchmal besonders in der Nähe der Wurzeln, wächst ein Zweig senkrecht empor. (Fig. 31.)

In drei von mir untersuchten Fällen wurde als auffallendes Merkmal notiert, daß der Legesproß auf seiner ganzen Länge genau konzentrisch gelagertes Mark enthielt, obwohl die obere Seite der Beleuchtung ganz, die untere dagegen ihr gar nicht ausgesetzt war! Dagegen zeigten die von ihm ausgehenden senkrechten Zweige von ihrer Basis an eine auffallende, der Beleuchtung entsprechende Exzentrizität.

Über diese Erscheinung weitere Schlüsse zu ziehen wäre wohl verfrüht, da noch mehr als nur die paar, mir bis jetzt bekannten Beispiele untersucht werden müßten. So ist z. B. schwer zu sagen, ob eine besondere Form des Ligusters vorliegt, die, ähnlich wie eine Menge anderer Bewohner nackter Schotterflächen und dergleichen, durch flaches Aufliegen auf den Boden nach vorwiegend horizontaler Ausbreitung tendiert, oder ob es sich bloß um eine Korrelationserscheinung infolge des zeitweisen Abschneidens dieser Pflanze handelt.¹⁵⁰ Versuche müssen hier lehren!

c) Der Föhrenwald.

Auch dieser steht auf derselben Stufe wie der obige Bestand, oft direkt daneben, oft greifen sie sogar ineinander. Nie sind es ausgedehnte Bestände, sondern nur kleinere Wäldchen,

¹⁴⁹ Analogie: Legehalme bei Phragmites. Schröter und Kirchner l. c. S. 32.

¹⁵⁰ In einem Falle wurde auch eine stark angefaulte Wurzelbasis des Mutterstrauches gefunden.

die, wenn sie nicht künstlich angelegt wurden, oft aus krüppelhaften Exemplaren von *Pinus silvestris* L. bestehen. In anderen Fällen wieder zeigen sie mehrere Dezimeter lange Jahrestriebe, so daß man sich wundern muß, daß an solchen Stellen der Boden forstwirtschaftlich nicht besser ausgenützt wird.¹⁵¹

Solche Föhrenwäldchen sind am häufigsten im Aargau zu finden. Unter *Pinus silvestris* mischt sich häufig *Quercus Robur*, *Picea excelsa*, sehr selten *Abies alba* Miller und *Larix decidua* Miller. Typisch für das Pinetum — abgesehen vom Seeland — ist *Juniperus cummunis* L., auch *Berberis vulgaris* L., ist ziemlich häufig im Unterholz. *Prunus spinosa*, *Crataegus*, *Viburnum Lantana* und andere Sträucher der Übergangsformation und des Auenwaldes stellen sich meist zerstreut ein.

Der Niederwuchs ist aus zerstreuten Arten obiger Liste zusammengesetzt und ist, namentlich bei jungen Föhrenbeständen, für diese in keiner Weise typisch. Ältere Föhrenwäldchen dagegen besitzen oft einen zusammenhängenden Rasen aus Gramineen und Cyperaceen.

Am Rande des Bestandes und an lichten Stellen geht dieser Rasen oft in ein fast reines Molinietum über. (Es ist dazu keine feuchte Unterlage notwendig.)

Als wichtigste Arten des Niederwuchses sind zu nennen:

Melica nutans L.

Briza media L.

Festuca ovina L., meistens ssp. *duriuscula* (L.) Koch, zerstreut.

— — ssp. *vulgaris* Koch.

— *gigantea* (L.) Vill.

Brachypodium pinnatum (L.) Pal., häufig.

— *silvaticum* (Hudson) R. u. S. *Orchis Morio* L.

Carex brizoides L. — *ustulatus* L.

— *pilulifera* L. Aarwald b. Olten (L). — *militaris* L.

— *digitata* L. — *masculus* L.

— *alba* Scop., häufig und gesellig. — *maculatus* L.

¹⁵¹ Über Aufforstungen an einzelnen Orten siehe S. 162 ff.

Ophrys arachnites (Scop.) Murray, sehr typisch für das Pinetum, aber ziemlich selten. Zerstreut von Olten bis Aarau, doch vielfach dem Verschwinden nahe, so besonders in der Umgebung von Aarau.

— *apifera* Hudson, sehr selten, Wöschnauerle, ob noch?

— *muscifera* Hudson, wie *arachnites*.

Gymnadenia odoratissima (L.) Rich., sehr selten, früher im Rohrschachen bei Aarau, ob noch?

Platanthera bifolia (L.) Rchb.

Epipactis atropurpurea Rafin.

Daphne Mezereum L., „ziemlich häufig längs der Aare zwischen Kiesen und der Hunzikenbrücke“ (F), Villnachern (Aargau).

Galeopsis Tetrahit L.

Überdies können auch vereinzelt Einsprenglinge aus der „Übergangsformation zum Mischwald“ oder des Auenwaldes zugegen sein.

8. Herabgeschwemmte Alpenpflanzen.

„Die kiesigen, mit Weiden- oder Erlengebüsch bewachsenen Ufer der Flüsse gewähren ein besonderes Interesse. Verschiedene Alpenpflanzen, aus höheren Regionen herabgeschwemmt, entwickeln sich dort, teils sporadisch, teils einzeln, teils finden sie daselbst einen bleibenden Wohnort. Am reichsten ist in dieser Beziehung das linke Ufer der Aare von Kiesen bis zur Mündung der Gürbe bei Selhofen. Einzelne alpine Species finden sich auch weiter unten, bei Aarberg und Lyß, ferner an der Emme, am Schwarzwasser, an der Sense und Saane.“¹⁵²

Je größer die Entfernung von den Alpen ist, umso seltener treten solche Kolonisten auf. Die Kiesplätze der alten Aare zwischen Aarberg und Büren weisen noch eine solche Menge dauernd angesiedelter Alpenpflanzen auf, daß diese dort für die trockenen Kies-Sand-Stufen (Formation 7) geradezu typisch sind; aber sie gehören nur wenigen Arten an (fast nur *Gypsophila repens*, *Campanula cochleariifolia*).

¹⁵² Fischer — Flora von Bern. Bern 1903. Vorwort S. IV.

Im Gebiet unterhalb des Bielersees gehören Alpenpflanzen schon ganz zu den Seltenheiten und sind nur während kurzer Zeit zu beobachten. Einzig *Gypsophila repens* scheint sich an wenigen Stellen unterhalb Olten und im Aargau seit früherer Zeit (aus der Höhe der betreffenden Standorte zu schließen viele Jahrzehnte lang) halten zu können.

Die folgende Liste macht keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Wohl sind darin alle Arten enthalten, die an der Aare sich dauernd zu halten scheinen, dagegen sind vielleicht andere, nur selten, einzeln und vorübergehend auftretende Pflanzen unbeachtet geblieben.

Allium Schoenoprasum L., selten, bei Aarau (M), Wildegg.

Gypsophila repens L., an vielen Orten, hinunter bis Meienried stellenweise häufig, weiter unten selten, Obergösger Gemeindeschachen (L), Schönenwerd bis Wöschnau.

Dianthus superbus L., bis Meienried vereinzelt, im Aargau nicht beobachtet.

Aconitum Lycoctonum L., an der Hunzikenbrücke (F).

Kerneria saxatilis (L.) Rchb., selten, in der Nähe der Hunzikenbrücke.

Arabis alpina L., selten, nur oberhalb Bern beobachtet.

Saxifraga aizoides L., dauernd angesiedelt im nassen Kies, an kleinen Bächlein mit Kiesufern etc. In Mengen oberhalb Uttigen (b. Thun), sonst bis gegen Bern hinunter verbreitet, aber mehr einzeln. Weiter unten nur vorübergehend.

Gentiana verna L., ziemlich selten, oberhalb Münsingen (F).

Stachys alpinus L., selten, nur bei der Hunzikenbrücke.

Linaria alpina (L.) Miller, vereinzelt und vorübergehend, bei Aarberg (F), Bußwil bis Dotzigen (L).

Pinguicula alpina L., vorübergehend auf Alluvionen bei Aarau (M).

Globularia cordifolia L., Meienried (L).

Campanula cochleariifolia Lam., verbreitet auf trockenem Geschiebe bis nach Meienried, an der alten Aare oft gesellig, weiter unten seltener: Schuttkegel der Emme (L), bei Solothurn (L), Obergösgen, Schönenwerd bis Wöschnau, Auenstein (M).

IV. Besiedelung, Sukzession der verschiedenen Formationen.

Der offene Fluß.

Bei der Besiedelung neuer Schotterbänke kommen hauptsächlich die Inseln und die, meist den konvexen Ufern angelagerten Kiesbänke, welche den jüngsten Saum der Flußauen darstellen,¹ in Betracht.

Sie gehören zu den untersten Uferstufen und sind nach der Stärke der Strömung einzuteilen in:

- a) Ufer an schwacher Strömung,² der Strömung abgekehrtes Ende der Kiesbank.
- b) Ufer an starker Strömung, der Strömung zugekehrtes Ende der Kiesbank.

Diese beiden Unterschiede sind für eine Besitznahme der Kies-Sand-Bank durch die Vegetation von fundamentaler Bedeutung und auf bestimmten Uferstufen dieser Bänke bei der Frage nach der Möglichkeit einer Besiedelung ausschlaggebend.

Als natürliche Uferstufen kommen dabei diejenigen in Betracht, deren Grenzen von folgenden mittleren Höhen gebildet werden:³

1. Hochwasserlinie.
2. Sommerwasserstände.
3. Niederwasserstände.

Wir erhalten dadurch:

- a) Das Hochwasserufer, das ist das über dem mittleren Hochwasser auftauchende Ufer.

¹ Vergl. S. 14 ff.

² Relativ! In Bezug ungefähr auf den mittleren Jahreswasserstand.

³ Entsprechend der Übersicht über die Verteilung der wichtigsten Pflanzengesellschaften an der Aare. S. Tab. 5.

- b) Die Uferstufe zwischen den Linien der mittleren Sommerwasserstände und mittlerem Hochwasser.
- c) Die Uferstufe zwischen dem mittleren Niederwasserstand und dem mittleren Sommerwasserstand.
- d) Die beständig untergetauchten Uferstufen.

Die Uferstufen⁴ b und c entsprechen der Grenzzone Schröters,⁵ deren eigenartig angepaßte Vegetation er als die „Formation der Amphiphyten“ bezeichnet.

Aus der Tabelle 5, wie auch aus mehreren Abbildungen (Insel bei Kirchberg etc.) geht deutlich hervor, daß für eine Abgrenzung der verschiedenen Uferstufen an der Aare der *mittlere Sommerwasserstand* von weit größerer Bedeutung ist als der Hochwasserstand. Der mittlere Hochwasserstand bewirkt keine namhafte ökologische Verschiedenheit der flußwärts und landwärts direkt an ihn grenzenden Uferstufen, während an Ufern mit rasch fließendem Wasser der mittlere Sommerwasserstand geradezu ausschlaggebend ist für die Möglichkeit einer dauernden Besiedelung durch die meisten Phanerogamen. Daher rührt es, daß Ufer an rasch fließendem Wasser in den meisten Fällen Bilder aufweisen vom Typus Fig. 28. Sehr reiche Besiedelung über der Sommerwasserlinie, sehr spärliche unter derselben.

Die Wichtigkeit dieser Grenze erhellt auch aus Tab. 2, die unter „total“ auf der Höhe des mittleren Sommerwasserstandes (6,96) im Feld 6,80—6,99 die größte Häufigkeit der eingetretenen Wasserstände aufweist. Am nächsthäufigsten sind dann die Wasserstände in unmittelbarer Nähe dieser Cote, während nach oben zu gegen den relativ hoch gelegenen mittleren Hochwasserstand (7,83) die Häufigkeit auffallend rasch abnimmt.⁶

Bei einer Betrachtung der Ufervegetation an der Aare vom topographisch-physiognomischen Standpunkt aus muß die mittlere Sommerwasserstandsmarke als wichtige Grenze festgesetzt werden. Das gilt vorwiegend für die Ufer an rascher

⁴ Uferstufen in topographischem Sinn in Übereinstimmung mit Flahault und Schröter — Phytogeographische Nomenklatur. Zürich 1910. S. 28.

⁵ C. Schröter und O. Kirchner — Die Vegetation des Bodensees. Lindau 1896. S. 42.

⁶ Vergl. Tab. 2.

Strömung, während dieser Wassermarke an Ufern mit langsam fließendem oder stehendem Wasser nicht mehr die Bedeutung einer *Grenze* zukommt, sondern hier mehr als der *Mittelwert eines ökologischen Hauptfaktors*, der Feuchtigkeit, angesehen werden muß.

Die Möglichkeit einer Besiedelung ist bei obigen vier Stufen sehr verschieden.

A. Ufer an schwacher Strömung.

Für alle vier Stufen ist eine Möglichkeit dauernder Besiedelung viel größer als bei Ufern an starker Strömung.

a) Aktive Besiedelung durch das Röhricht.

a) das Hochwasserufer ist unabhängig von der Stärke der Strömung und ist unten besprochen.

b—d) Die verlandenden Schilfbestände kommen nur für diese 3 unteren Uferstufen in Betracht. Die eigentliche Besiedelungsstufe ist c, liegt also zwischen den mittleren Niederwasser- und Sommerwasserständen.⁷

b) Passive Besiedelung durch Auffahren der bei Ufereinstürzen in die Strömung gefallen Vegetationskomplexe.⁸

Unterspülte Ufergebüsche stürzen schließlich in den Fluß und werden flußabwärts bei geringerer Strömung im wenig tiefen Wasser auf einer Kiesbank abgesetzt. Auf dem Transport werden die Zweige teilweise zerstört, gebrochen, abgedreht und geschält, so daß oft der ganze Strauch nachher dürr bis auf den Grund dasteht. Für diesen Transport besonders aber geeignet sind ihrer Widerstandsfähigkeit wegen die Weiden. Solche bilden daher oft auf ihrem sekundären Standort den Grundstock einer neuen Insel, denn die Basis der Zweige und Wurzeln bleibt regenerationsfähig, so daß

⁷ Über Entstehung und Ausbreitung besitze ich keine Beobachtungen, die etwas Neues enthalten. Ich verweise im übrigen auf das „Röhricht“ S. 52.

⁸ Siehe auch „Inselbildung“ S. 18.

dieser erste Kolonist in kurzer Zeit neue Triebe bildet und in der Kiesbank sich einwurzelt. Werden die Sträucher nur eine kurze Strecke in der Strömung transportiert, so erleiden sie nur geringe Beschädigungen und enthalten beim Auffahren oft noch den Erdklumpen, in den die Wurzeln gebettet sind.

Der Tamariske, *Myricaria germanica*, darf als Inselbildner auf der Aare keine Bedeutung beigemessen werden. Wohl ist sie für den Wassertransport sehr widerstandsfähig und findet sich daher (abgesehen von den Exemplaren, die aus Samen entstanden sind) häufig auf jungen Inseln; allein um als Grundstock einer Insel der anprallenden Strömung zu trotzen, dafür ist ihr Wurzelwerk zu schwach. Auch andere Sträucher oder Bäume, wie Erlen, Eschen etc., die vielleicht so häufig durch das Hochwasser fortgeschwemmt werden wie die Weiden, sah ich nie die Ursache der Entstehung einer Insel bilden. Sie sind weit weniger regenerationsfähig, und ihr Wurzelwerk ist nicht massig genug um Wellen und Geröll längeren Widerstand zu leisten.

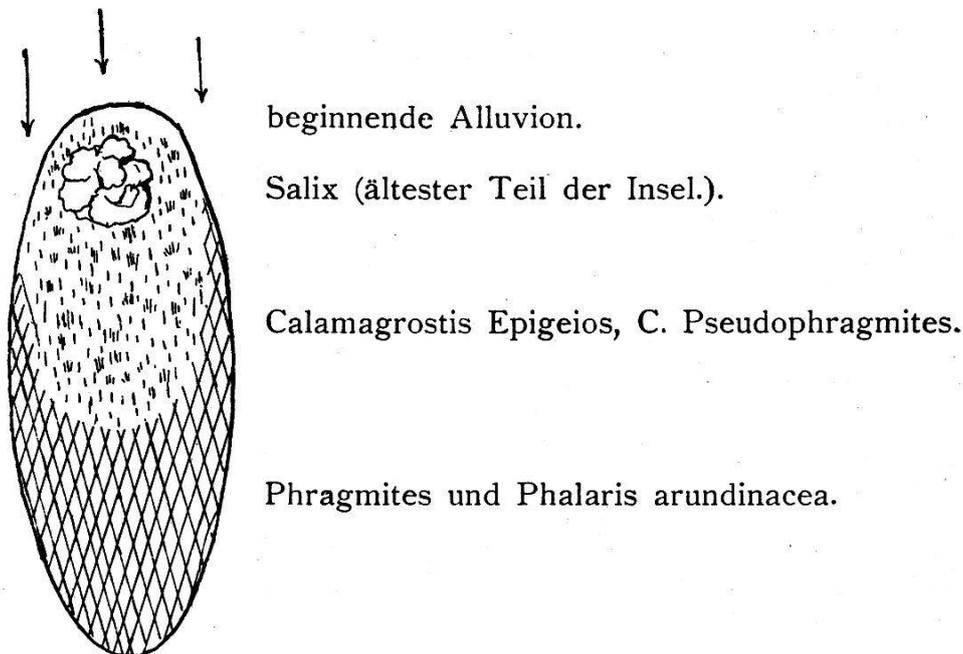


Fig. 32. Entstehung und Besiedelung einer 8 m langen Inselzunge während 1 $\frac{1}{2}$ Jahren.

(Nach Beobachtungen in den Jahren 1907 und 1908 oberhalb Brugg.)

An das abgesetzte Weidengebüsch lehnt sich flußabwärts eine Sandzunge,⁹ die in einer Länge von mehreren Metern

⁹ Ursachen dieser Sand- und Schlammablagerungen s. S. 15.

noch in der gleichen Hochwasserperiode sich bilden kann (Fig. 32). Als erster Besiedler dieser Zunge stellt sich *Phragmites* ein. Gelegentlich werden solche Miniaturinseln nur von der ursprünglichen Weide und einem Schilfbestand bedeckt. Oft aber gesellt sich auch *Phalaris arundinacea* hinzu und wenn die Insel nicht während des größten Teils des Jahres unter Wasser gesetzt ist stellen sich auch Kompositen ein, von denen ich namentlich *Solidago serotina* ganze Bestände bilden sah; Fig. 33.

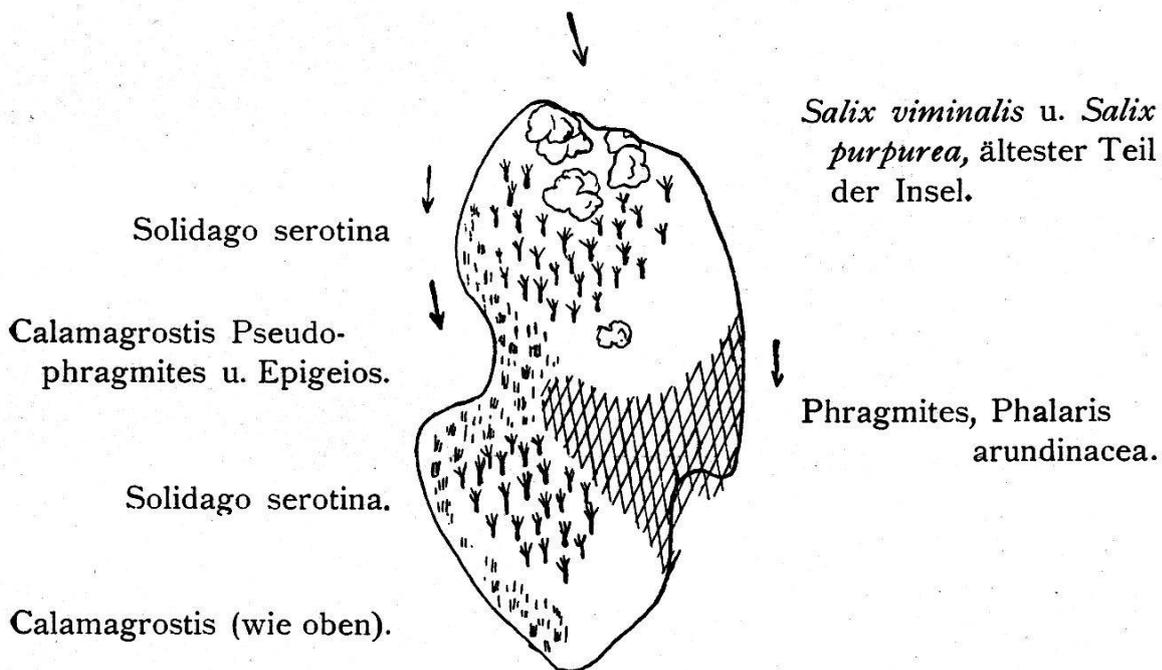


Fig. 33. 15 m lange Insel bei mittlerem Wasserstand.
(Aufnahme am 16. V. 1908 unterhalb Wildegg.)

Von diesem Zeitpunkt an, da solche Sandbänke, sei es durch Verlandung, sei es durch Ablagerung neuer Sand- und Schlamm-Massen, während des größten Teils des Jahres aus dem Wasser emporragen, geht die Besiedelung analog derjenigen der im Folgenden zu besprechenden Kies-Sandbänke vor sich.

B. Ufer an starker Strömung.

a) (= d) S. 130) **Unterste, auch bei mittlerem Niederwasserstand untergetauchte Uferstufen.**

Eine Besiedelung durch Phanerogamen ist nicht möglich.

b) (c) Stufe zwischen mittlerem Niederwasser- und mittlerem Sommerwasserstand.

Samen von Phanerogamen, die im Spätsommer oder Herbst bis Frühling¹⁰ durch den Wind auf solche Kiesplätze gelangen, können vielleicht eben gekeimt haben, wenn das Wasser zu steigen beginnt und sie alle wieder vernichtet. Möglichkeit einer dauernden Besiedelung durch Sämlinge ist auf dieser Stufe also nicht vorhanden.

Als wichtiger Pionier auf dem nackten Schotter dieser Stufe findet sich *Agrostis alba* L. var. *flagellaris* Neilreich. Gegen den unteren Rand dieser Zone findet sich meistens die *forma fluitans* Schröter. Eine Besiedelung durch diese Art scheint überall auf Anschwemmung ganzer, anderwärts losgetrennter Pflanzen oder einzelner Teile, die sich mit Leichtigkeit an den Knoten wieder einwurzeln, zurückzuführen zu sein. Vielfach trifft man diese Pflanzen, teilweise zwischen Geröllen eingeklemmt in zerzaustem Zustand. (Die dunklen Flecken auf dem Kies, Abb. 28.) Sie vermag aber rasch sich zu erholen und bildet stellenweise größere Rasenflecken.

Ihre große Bedeutung als Pionier der Vegetation auf dieser Uferstufe liegt meines Erachtens in erster Linie in dem Umstand, daß sich von ihrer Anwuchs- oder Befestigungsstelle aus flußabwärts ein kontinuierlich sich erhöhender dünenartiger Sandhügel anschwemmt, dessen Oberfläche durch *Agrostis* überzogen und fixiert wird.

Durch die Bildung solcher, gelegentlich mehrere Meter langer und bis 5 dm hoher Sandhügel (Phot. 37) auf dem ursprünglich nackten Kies erfährt der Standort eine wesentliche Veränderung, die sich bei der topographischen Sukzession der Pflanzengesellschaften später in auffallender Weise bemerkbar zu machen vermag.¹¹

Am flußabwärts gekehrten Ende der Sandhügel, das durch *Agrostis* noch unbesiedelt ist, und wo die Strömung des Wassers gebrochen ist, stellen sich einzelne sandbewohnende Hygro-

¹⁰ Auch im Winter und Frühling ist Möglichkeit der Samenverbreitung, z. B. bei *Solidago serotina* vorhanden, indem ich 4% der Samen von „Winterstehern“ im Frühjahr noch keimfähig gefunden habe.

¹¹ Siehe die Entstehung der Weidenau S. 138 ff.

phyten und typische Amphiphyten der Grenzzone, wie *Ranunculus Flammula* ssp. *reptans* ein.¹²

Vielerorts kommt es aber bei starker Strömung überhaupt nicht zur Ausbildung solcher Agrostisrasen und Sandhügel. Es fehlen dann auch die Amphiphyten auf den überströmten Kiesflächen ganz.

c) (b) Stufe zwischen dem mittleren Sommerwasser- und dem mittleren Hochwasserstand.

(Oben beschriebene Pflanzengesellschaften dieser Stufe: Röhrichte in temporären Wasseransammlungen, *Calamagrostisetum Pseudophragmitoides*, Bruchwälder, Auenwälder.)

§ 1. *Einfluß der zeitlichen Verteilung der Hochwasser auf die Zusammensetzung der besiedelnden Pflanzendecke.*

Diese Stufe ist am meisten in den vier Monaten April bis Juli durch Hochwasser gefährdet.¹³ Samen, die in dieser Zeit dorthin gelangen, haben wenig Aussicht, sich dauernd halten zu können, indem sie oder ihre Keimlinge durch den höheren Wasserstand zerstört werden. Die ersten 3 Monate des Jahres kommen für die Besiedelung, infolge des Vorhandenseins geringer Samenmengen, fast gar nicht in Betracht. Außerordentlich günstig aber ist die Zeit vom August bis in den Winter. Von diesem Zeitpunkt an sind Hochwasser selten, so daß dem Standort angepaßte robuste Arten, die sich schon im ersten Lebensjahre im Boden fest verankern (*Phragmites*, *Phalaris*, *Calamagrostis*, *Agrostis*, Weiden etc.) ziemlich gesichert sind.

Aus dieser zeitlichen Verteilung der Hochwasser ergibt sich eine Erklärung für das ungleiche Vorkommen einiger früh fruchtender Kompositen, was namentlich bei Inseln auf dieser Uferstufe beobachtet wurde:

Petasites hybridus ist auf sandigen Ufern stellenweise massenhaft zu treffen und erreicht dort infolge sehr günstiger Vegetationsbedingungen enorme Größen (siehe Phot. 20).

¹² Siehe Liste S. 61.

¹³ Vergl. Tab. 2-4.

Seine Früchte sind für die Windverbreitung wohl eingerichtet; trotzdem kommt *Petasites* auf dieser Stufe auf Inseln wenig vor.

Taraxacum officinale, ein sonst überall zu treffendes, gemeines Unkraut, zeigt trotz seiner vorzüglich fliegenden Früchte auf dieser Stufe eine geradezu minime Verbreitung.

Tussilago Farfara, der auf den Kiesbänken höherer Stufen, auf Ruderalstellen und Dämmen bis an den Rand des Wassers sehr häufig auftritt, ist hier selten.

Dem gegenüber verzeichnen wir als erste häufige und gesellige Besiedler, abgesehen von angeschwemmten regenerationsfähigen Pflanzenteilen, *Agrostis alba*, *Calamagrostis Epigeios*, *Calamagrostis Pseudophragmites*, *Phragmites communis*, *Valeriana officinalis*, *Solidago*, *Erigeron canadensis*, auch Disteln, die ihre Früchte gegen den Herbst reifen und verbreiten und somit auf der nunmehr bis gegen den künftigen Sommer selten überschwemmten Uferstufe ungefährdet absetzen können.

§ 2. Sukzession der Formationen dieser Stufe.¹⁴

a) Die Formationen der Gräser.

Die unter § 1 gezogenen Folgerungen beziehen sich ausschließlich auf Arten, deren Samen durch den Wind verbreitet werden. Damit ist nun nicht gesagt, daß auf den Kiesbänken, spez. den Inseln, nur die obgenannten Gramineen und Kompositen die Pioniere der Vegetation sein können. Aber daran müssen wir festhalten, daß sie an der Aare überall zu den ersten Besiedlern gehören, daß der Boden von keiner anderen Art für sie zunächst vorbereitet zu werden braucht, und daß sie infolge ihres geselligen Auftretens für diese Stufe typisch sind, ihr die Physiognomie verleihen. So vor allem *Calamagrostis Pseudophragmites*.

Zwischen diese Arten hinein gesellen sich nach und nach, meist zerstreut, verschiedene der charakteristischen Bewohner der Uferstufe, die zur Zeit des Hochwassers überströmt wird.

Die Grasbüschel sind bald wirksame Schlamm- und Sandfänger und bewirken dadurch stellenweise (wo die Hochwasserströmung nicht nachher wieder erodiert) eine allmähliche

¹⁴ Siehe auch die Übersicht über die Sukzessionen Tab. 6.

Erhöhung der Ufer. Die ursprünglich offene Vegetation kann sich in kurzer Zeit¹⁵ in einen geschlossenen Rasen verwandeln.

Während und nach dieser Umwandlung stellen sich verschiedene der ursprünglich regellos und zerstreut überall stehenden Arten allmählich an den, ihrer Ökologie entsprechenden Orten ein. Das an etwas trockener, kiesiger Stelle abgesetzte Schilfrhizom entwickelt sich, paßt sich nach und nach an den etwas ungünstigen Standort an, so daß es sich nach etwa 2 bis 3 Jahren durch Rhizomverzweigung auszubreiten sucht. Dabei bleiben die oberirdischen Stengel aber klein. Tritt von der Seite her *Calamagrostis Pseudophragmites* oder auch *Agrostis alba* bestandbildend herzu, dann ist der Kampf ums Dasein mit Sicherheit zu Ungunsten des Schilfrohrs entschieden.

So breitet sich hier das eine Gras aus, während an immer nassen, sandigen Stellen *Phragmites* den ganzen Raum in Beschlag nimmt und — als ginge die enorme Vermehrung durch die unterirdischen Stengel nicht rasch genug — auch noch mehrere Meter lange Legehalme über dem feuchten, noch kahlen Boden ausbreitet. Auch *Phalaris arundinacea*, *Calamagrostis Epigeios* und *Solidago* unterliegen an Stellen, wo sie nicht dank günstiger Standortsfaktoren sich rasch vermehren und ausbreiten können. Aber ebenso bildet an mehr sandigen, schlammigen Plätzen *Solidago serotina* einen derart geschlossenen Bestand, daß darin auch nicht *eine* andere Pflanze mehr bestehen kann.

Die sich hier bekämpfenden Arten sind fast alle gesellig auftretende Wanderpflanzen. Die nur vereinzelt vorkommenden ortfesten, wie z. B. *Epipactis palustris*, *Talictum flavum*, *Barbarea vulgaris*, *Reseda lutea*, *Potentilla reptans*, *Filipendula Ulmaria*, *Sanguisorba officinalis*, *Melilotus albus*, *Lythrum salicaria*, *Valeriana officinalis*, *Sonchus*-Arten sind an diesem Kampf der Arten wenig beteiligt und können als Formations-

¹⁵ Es sind eine solche Menge von Faktoren, die auf eine Besiedelung einwirken — Größe der Hochwasser, Beschaffenheit der betreffenden Stufe, Jahre mit durchschnittlich tiefem Wasserstand, Entfernung der nächsten Formation dieser Art — daß eine bestimmte Zeit nicht angegeben werden kann. Im Minimum scheinen dazu, nach Beobachtungen auf Inseln unterhalb Wildegg, 3—4 Jahre nötig zu sein.

ubiquisten, wenn die Formation, der sie vorher angehörten durch eine andere verdrängt wird, auch meist in dieser gut fortkommen.

Während der Zeit dieser Umwandlung sind an verschiedenen Stellen junge Weiden aus Samen emporgewachsen. Sind aber die Bestände von *Calamagrostis Pseudophragmites* dicht geschlossen, so finden Weiden nur wenige günstige Keimplätze. Der Buschwald tritt lange Zeit als offener Bestand auf und vermag sich nur langsam zu schließen. Ein energisches Vordringen einer Gebüschformation gegen die geschilderten Grasbestände ist erst von dem Moment an zu beobachten, da ein ansehnlicher Teil der Kiesbank eine offene oder geschlossene Strauchformation oder gar einen Auenwald trägt.

Eine andere als die hier beschriebene Besiedelungsweise durch Kräuter und Stauden kommt auf dieser Uferstufe an der Aare nach meinen bisherigen Beobachtungen nicht in Betracht. Die von Beck¹⁶ erwähnten *Polygonum*- und *Chenopodium*-Arten, die auf den Sandbänken der Donau als erste Besiedler auf feuchtem Sand auftreten, gehören zum Teil bei uns auch gelegentlich zu den ersten Kolonisten, spielen aber neben den Gräsern bei der Ansiedelung eine verschwindend kleine und nur vorübergehende Rolle. (*Polygonum Lapathifolium*, *P. Hydropiper*.)

β) Die Formationen der Bäume und Sträucher.

aa) Die ersten Spuren der Weidenau.

Auf dieser Stufe kommen Weidenkeimlinge stellenweise in ungeheurer Zahl vor, bis zu 400 und 500 Stück zweijähriger Samenpflanzen per m²!¹⁷ Die weitaus günstigsten Keimplätze sind nackte, feuchte Sand- und Schlammflächen, die sich kaum über die mittlere Sommer-Wasserstandslinie erheben. Solche Bestände sind gegen den Fluß zu scharf abgegrenzt und stossen direkt entweder an nackte oder nur mit wenigen,

¹⁶ Beck 1890 l. c.

¹⁷ Beobachtet bei *Salix alba* im Kugelfangschachen bei Aarau im Sommer 1911, bei *Salix incana* und *purpurea* bei Kirchberg, Biberstein und Wildegg im Oktober 1912.

zum Teil vorübergehenden Ansiedlern versehene Kiesbänke (Fig. 11 u. 28, 35, 36) oder an das Seite 134 beschriebene Agrostisetum. Landwärts gehen sie in ältere Auengebüsche über oder stossen an obenerwähnte Formationen der Gräser dieser Stufe.

Die scharfe Abgrenzung gegen den Fluß stimmt mit dem mittleren Sommerwasserstand ungefähr überein, wie es nicht anders zu erwarten ist, da dieser Wasserstand und die Samenverbreitung bei den Weiden ziemlich genau in die gleiche Zeit fallen.

Bei späteren Überschwemmungen resp. Wasserhöhen *über* dem mittleren Sommerwasserstand bilden diese ersten Besiedler wichtige Sand- und Schlammfänger und bewirken dadurch allmählich die Bildung einer Sandschicht, die, mit Humus vermischt, später als fruchtbare, wenn auch nur 3 dm mächtige, dem Schotter auflagernde Erdschicht, üppige Auenwälder zu tragen imstande ist.

Bei diesem Vorgang ist zu beachten, wie sich der Standort zu Gunsten einer späteren, zu Ungunsten der gegenwärtigen Pflanzengesellschaft verändert, was übrigens unten immer wieder bei den biotischen und topographischen Sukzessionen konstatiert werden kann.¹⁸ Es bildet sich durch die Erhöhung der Sandschicht der für den spätern Auenwald nötige Boden, dagegen haben die jetzigen Bewohner beständig gegen das Überschwemmtwerden durch Sand und Schlamm zu kämpfen. Interessant ist dabei das Verhalten dieser jungen Weidenpflänzchen:

2- bis 3-jährige Weidenpflanzen (*S. incana*, *S. viminalis* und *S. alba*) von rutenförmiger Gestalt und bis zirka 80 cm Höhe standen im Sommer 1912 bei lang anhaltend hohem Wasserstand während mehreren Wochen mit ihrer Stammbasis mindestens 2 dm tief im Wasser. Diese Überschwemmung bewirkte:

¹⁸ Siehe auch die Sukzessionsgesetze von Clements in Crampton, M. B. — The geological relations of stable and migratory Plantformations. 1912: „2. Each stage of a succession reacts upon the habitat in such a way as to produce conditions more or less unfavourable to itself, but favourable to the invaders of the next stage“. S. 2.

1. Ein Absterben des ursprünglichen Wurzelstockes. Meines Erachtens ein Ersticken infolge Sauerstoffmangels im Boden.¹⁹

2. Gleichzeitig die Ausbildung feiner Würzelchen in und über dem Wasser, — als erster Ersatz für die außer Funktion gesetzten Wurzeln — welche die Fähigkeit besitzen, teils aus dem Wasser, teils aus der Luft Sauerstoff aufzunehmen.²⁰

Durch die Überschwemmung fand eine Ablagerung von zirka 10 cm Sand statt.

3. Direkt unter der Oberfläche dieser neuen Sandschicht bildeten sich beim Sinken des Wasserspiegels eine Menge neuer, kräftiger Wurzeln aus, während die Atem- und Wasserwürzelchen darüber rasch vertrockneten (Fig. 34). Solche „Etagenbewurzelung“ kann sich während mehreren Überschwemmungsperioden wiederholen.

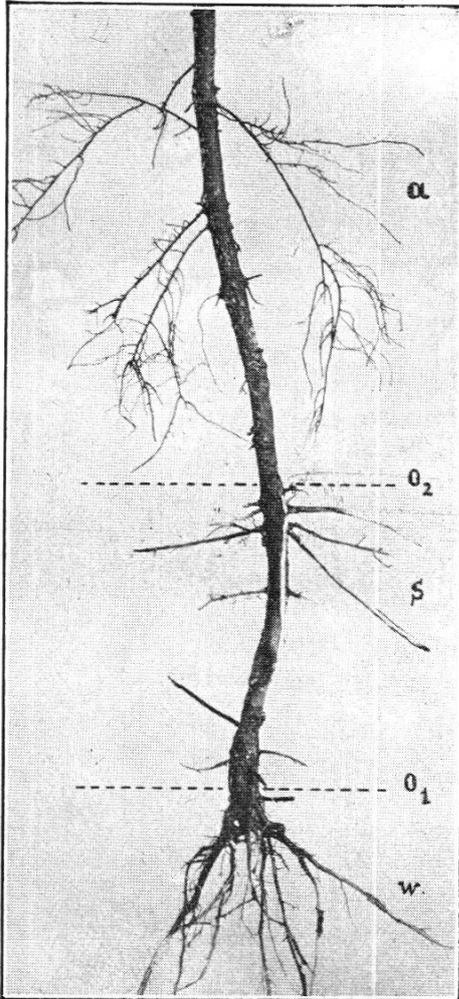
4. In dem Maße, wie der Grundwasserspiegel langsam unter das Niveau des ursprünglichen Wurzelstockes fiel und dadurch eine Durchlüftung des Bodens stattfand, zeigte das zwischen der neuen Bodenoberfläche und dem ursprünglichen Wurzelstock noch regenerationsfähig gebliebene Stammstück eine von oben nach unten schreitende Ausbildung zahlreicher junger Wurzeln.²¹ Während in Fig. 34 neue Wurzeln sich erst dicht unter der neuen Bodenoberfläche entwickelt haben, zeigt die folgende Fig. 35 ein Stadium, da die Regeneration bis zur Basis des ursprünglichen Stämmchens fortgeschritten ist, so daß dort eben zwischen den abgestorbenen primären Wurzeln neue, prächtig weiße zu sprießen beginnen.

Mit der Art und Weise der Samenverbreitung unserer Gehölze steht die Tatsache im Einklang, daß die meisten Inseln und auch viele dem Ufer angelagerte Kiesbänke in den

¹⁹ Siehe darüber „Erlenbruch“ S. 63 ff.

²⁰ Solche Pelze von Wurzeln bilden sich auch bei älteren Weiden immer bei längeren Überschwemmungen, auch wenn diese nicht ein Absterben der Nährwurzeln herbeiführen. Vergl. auch C. von Tubeuf — Hochwasserschäden in den Auenwäldungen des Rheins nach der Überschwemmung im Sommer 1910.

²¹ Wir finden hier im Gegensatz zu Tubeufs Beobachtungen eine regenerationsfähige, glatte Rinde, während die Wurzeln abgestorben sind; nicht aber die umgekehrte Erscheinung, wie sie von Tubeuf erwähnt wird (l. c. S. 4).



o_1 Bodenoberfläche vor der Überschwemmung.

o_2 Bodenoberfläche nach der Überschwemmung.

w Ursprüngliche Nährwurzeln, während der Überschwemmung abgestorben.

a Atemwurzeln, während der Überschwemmung entstanden.

s Sekundäre Nährwurzeln, nach der Überschwemmung entstanden.

Fig. 34. Wurzelwerk einer dreijährigen Weidenach anhaltender Überschwemmung.

Phot. R. Siegrist, 1912.

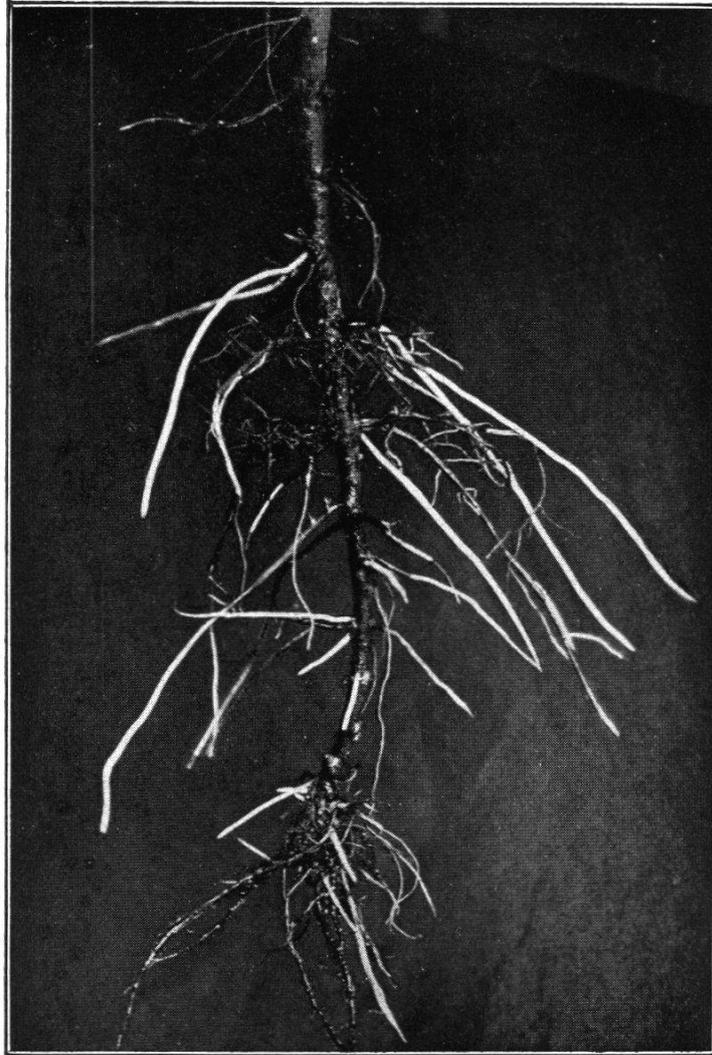


Fig. 35. Dreijähriger Weidenkeimling. Alte Wurzeln tot.
Von oben nach unten schreitende Ausbildung neuer Wurzeln.

Phot. R. Siegrist.

ersten Jahren ihres Bestehens einen reinen Weidenbestand tragen. Von den vielen Weidenarten traf ich *Salix alba*, *viminialis*, *triandra*, *purpurea* und *incana* als erste und häufigste Pioniere. Später erst und dabei vielfach auch auf künstlichem Wege, durch den Menschen, gesellen sich Erlen den jungen Weiden zu.

Seien solche Weidenbestände gleichzeitig mit den übrigen ersten Bewohnern dieser Stufe aufgewachsen und rücken dann gegen die allmählich sich erhöhenden Rasen von *Calamagrostis Pseudophragmites* vor, oder seien sie auf letzterer direkt entstanden, in beiden Fällen müssen die dort anwesenden Lichtpflanzen in kurzer Zeit unterliegen. Von diesem Zeitpunkt an erfolgt die Verteilung der Arten nicht mehr nach den Forderungen die sie an die physikalischen Eigenschaften des Bodens stellen, sondern nach ihrem Lichtbedürfnis. Sind nicht schon einige Schattenpflanzen auf der Kiesbank anwesend, wie z. B. *Solidago*, so kann es vorkommen, daß eine junge Weidenau einer Insel eine zeitlang ohne irgendwelchen Niederwuchs ist. Nur vereinzelt treten mehr gegen den Rand und an lichterem Stellen noch Relikte der ursprünglichen Besiedelung auf, wie z. B. kleinere Grasbüschel.

ββ) Das Aufwachsen der Weidenau.

Die jungen Gehölze beginnen im Innern ihres Bestandes sehr bald mit der natürlichen Reinigung. Es beginnt ein erbitterter Kampf ums Licht zwischen den Individuen unter sich. Auf einer jungen Insel unterhalb Wildegg zeigte sich dieser Lichtkampf in einem jungen Wäldchen von *Salix triandra* in folgender Weise:

Bis zu einer Höhe von 3—6 m über dem Boden sind die Seitenzweige dürr. Ein armdickes, ungefähr 7 m hohes Weidenstämmchen, schlank aufgeschossen, hat einer Lücke oben im Laubdach zugestrebt. Bevor es aber mit seinen obersten Zweigen in die freie Luft hinausreichte schloß sich darüber das Laubdach und ließ den Streber darunter, infolge Lichtmangels zu Grunde gehen. Das gleiche Schicksal erleiden auf einem einzigen m² 26, durchschnittlich fingerdicke Weidenstämmchen. Dürre, dünne Stangen zeugen noch von dem früheren Kampf

ums Dasein, und bloß 13, etwas weniger als armdicke Stämme haben auf dem gleichen Quadratmeter das Licht erreicht.

17) Kampf der Erlen gegen die Weidenau.

Hat die Weidenau eine solche Höhe erreicht wie im obigen Beispiel geschildert wurde, dann ist sie auch auf Kiesbänken, die andere angrenzende Formationen tragen, für die nächste Zeit gesichert. Im Innern des Bestandes findet vorläufig infolge des Lichtmangels kein natürlicher Weidennachwuchs mehr statt, dagegen treten Erlen im Unterholz auf und gedeihen infolge weit geringeren Lichtbedürfnisses sehr gut.

Ich glaube aber, daß es ihnen bei diesem nachträglichen und vereinzelt Auftreten kaum oder äußerst langsam gelingen würde die Weiden zu unterdrücken, wenn in diesen Gebieten nicht Niederwaldbetrieb gebräuchlich wäre, denn meistens hat die biotische Sukzession noch nicht in der Erlenau ihren Abschluß gefunden, wenn sich infolge topographischer Sukzession in der Erlen-Weidenau schon Übergänge zum gemischten Laubwald einstellen. Aber nach einem Kahlschlag wachsen die Erlen gleichzeitig mit den Weiden auf, wobei die benachbarten Weiden den viel dunkleren Erlenschatten nicht zu ertragen vermögen und absterben. Ich habe an verschiedenen Stellen beobachten können, daß sogar in Beständen, wo die Weiden in der Mehrzahl waren, viele von ihnen durch die Erlen unterdrückt wurden, ohne daß letztere irgendwie unter der Anwesenheit der Weiden zu leiden hatten. An Sandbänken neben schon bestehenden Erlen-Weidenauen, wo auch den Samen von *Alnus incana* besser Gelegenheit gegeben ist, sich zu entwickeln, als draußen auf kleiner Insel im Fluß, ist bei einem gleichzeitigen, nebeneinander hergehendem Aufwachsen von Weiden und Erlen die letztere immer sichtlich im Vorteil. Weiden, auch wenn sie in großer Zahl vertreten sind, werden durch die Erlen beschattet und sterben ab. Aus dieser Tatsache erklärt sich uns nun auch das äußerst seltene Auftreten der Weiden im Unterholz der Erlen-Weidenau.

Einzelne Weidenarten, die sonst meist nur als Gebüsche auftreten, zeigen in der schattigen Erlen-Weidenau in ihrem Wachstum ein anderes Verhalten als gewöhnlich. *Salix incana*, *S. caprea*, *S. daphnoides* geben durch rasches Höhenwachstum

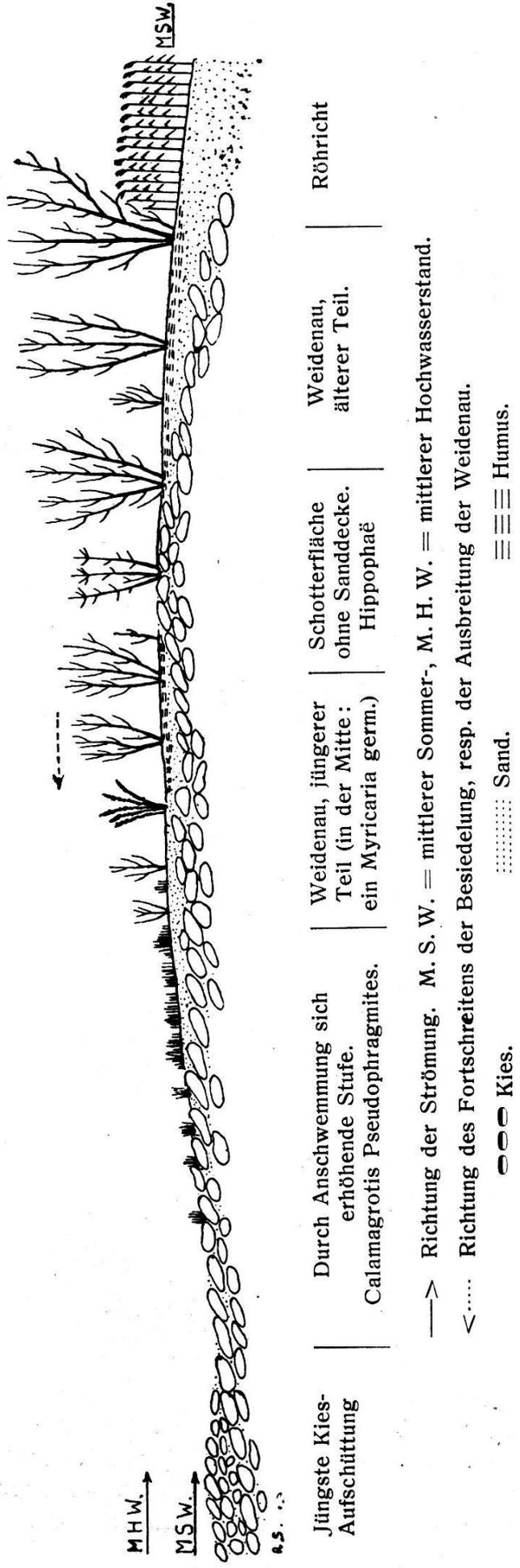


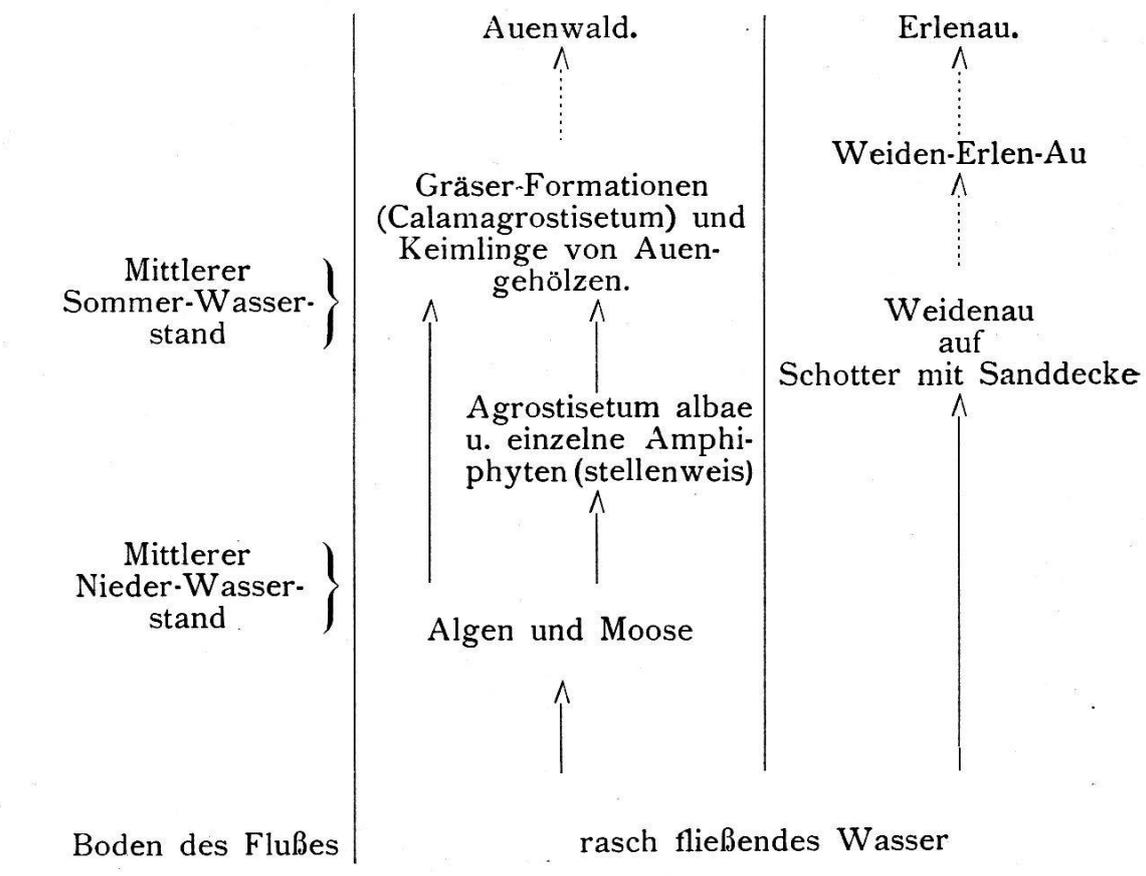
Fig. 36. Die häufigste Besiedelungsart bei Aarinseln (Längsprofil, überhöht).

ihre Strauchform auf, um eine allfällige Lücke im Laubdach des Oberholzes auszufüllen. Ist dabei die Krone auch noch so spärlich, so genießt die Pflanze dadurch doch das volle Licht und fristet derart ihr Dasein.

Aus diesem Kampf zwischen den wichtigsten Vertretern der Auengehölze müßte an solchen Stellen schließlich eine Erlenau hervorgehen, die leider infolge der Einpflanzungen an der Aare nur in seltenen Fällen so entstanden sein mag.²² Fast überall ist eben eine natürliche Sukzession durch menschliche Eingriffe zerstört, und nur die jüngsten Alluvionen und das Verhalten der Gehölze nach einem Kahlschlag geben sichere Anhaltspunkte für die Art und Weise der natürlichen Sukzession.

Übersicht der oben beschriebenen Sukzessionen.

(Erläuterung dazu Seite 145.)



²² Besonders interessant für diese Vorgänge sind die Studien von Skarman, J. A. O. — Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Salixformation an den Ufern des Klarelfs. Bot. Zentr.-Bl. 1887. Der Verfasser hat z. B. *Salix triandra* an vielen Stellen am Rande von Inseln und Holmen gesehen, im Innern dagegen war sie von *Alnus incana* verdrängt worden.



Fig. 37. *Agrostis alba* als Pionier am oberen Ende einer Insel bei Kirchberg
dünenartige Sandhügel bildend.

Phot. R. Siegrist, Herbst 1912.



Fig. 38. Dichtes Bündel von Stelzenwurzeln einer Baum-Weide
von Schinznach-Bad.

Phot. R. Siegrist, Herbst 1912.

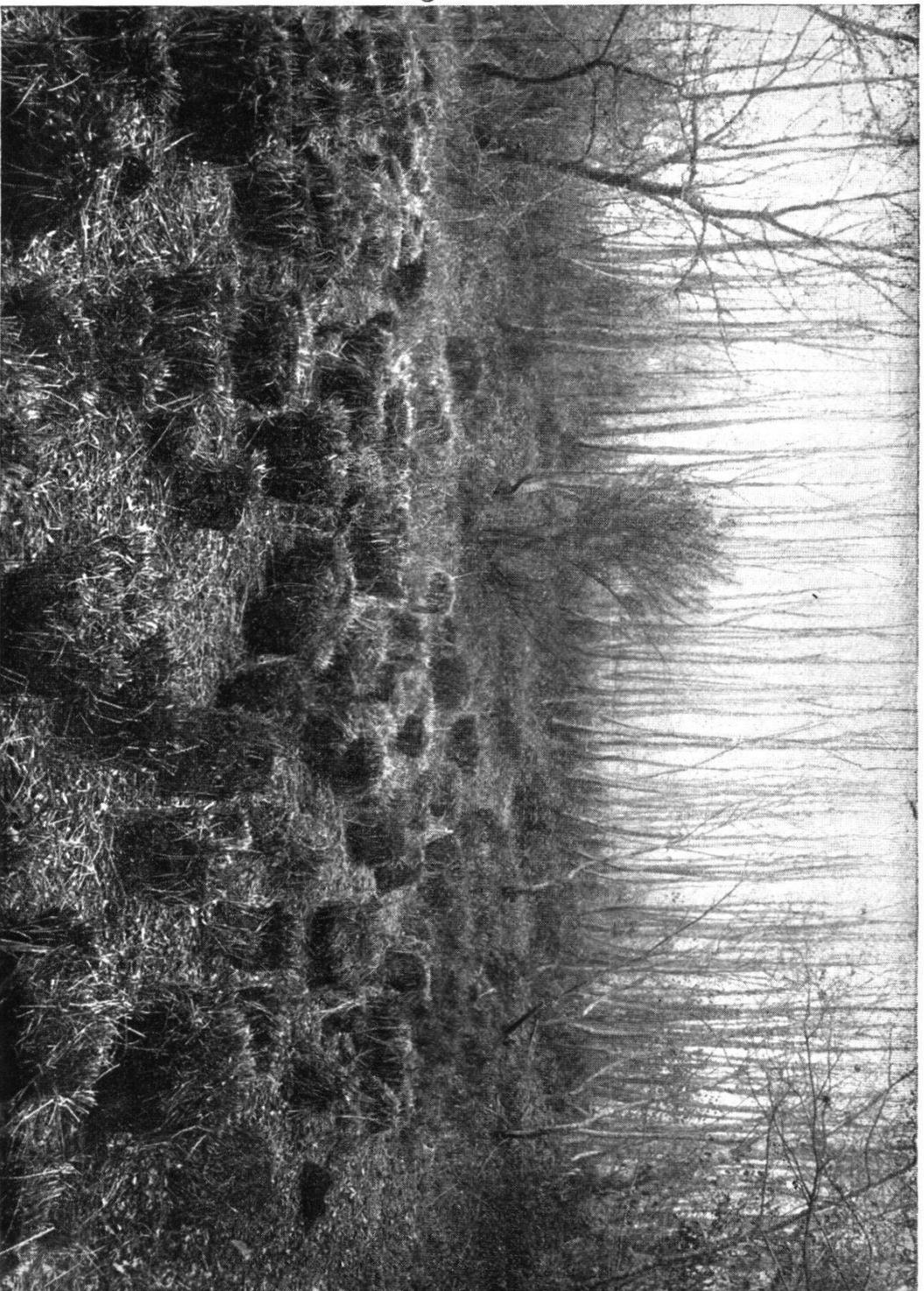


Fig. 39. Verlandung eines Tümpels im Kugelfangschachen bei Aarau durch die steife Segge (*Carex elata*).
Phot. W. Hunziker.

Erläuterung:

—> topographische Sukzession²³. Als solche werden nur diejenigen betrachtet, bei denen notwendig eine topographische Veränderung stattfinden muß, damit eine neue Formation entsteht.

.....> biotische Sukzession. Es ist dabei zur Entstehung einer Folgeformation keine topographische Veränderung nötig, wobei aber nicht ausgeschlossen ist, daß gleichzeitig solche Veränderungen stattfinden. Jedoch dürfen diese auf die betreffende biotische Sukzession keinen Einfluß haben.²⁴

A n h a n g.

*Die Entstehung des Bruch- und Auenwaldes auf dem Verlandungsbestand.*²⁵

„Große Rohr- und Schilfbestände ragen aus dem Wasser empor. Vom flachen Ufer aus dringen kräftige, oft mehr als ein Meter breite Horste der steifen Segge in dem seichten Wasser verlandend vor. Jahr um Jahr sterben die oberirdischen Triebe dieser Pflanzen ab und sinken auf den Grund des Wassers. Auch kleine Zuflüsse und Überschwemmungen bewirken durch Mitführen von Sand und Schlamm ein Heben des Grundes, so daß von Jahr zu Jahr der Tümpel seichter wird. Die vom Lande her eindringenden Pflanzen fassen immer festeren Fuß, Schilf, Binsen und Wasserpflanzen immer mehr verdrängend. So werden namentlich die großen Seggenhorste jetzt eine zeitlang Alleinherrscher, wo ehemals ein tiefer Tümpel war. (Abb. 25 zeigt einen ehemaligen Tümpel in diesem Verlandungsstadium.)

Dieses Stadium der Verlandung bietet den Sträuchern und Bäumen des Auenwaldes die erste Gelegenheit auf dem kaum

²³ Über die Definition der Cyclen von Vegetations-Assoziationen siehe Cowles — The Causes of Vegetative Cycles. Bot. Gazette March 1911. Auch Crampton, M. B. 1911 S. 20.

²⁴ Solche Sukzessionen treffen wir unten: z. B. Hippophaëtum> Pinetum, Hippophaëtum> Übergangsassoziation, Pinetum> Übergangsformation. Es gibt aber auch Beispiele gemischter, d. h. biotisch-topographischer Sukzession, so die Verlandung an Gießen und am Hauptfluß, da zeitweise starke Sedimentation von Sand und Schlamm stattfindet. Ihres lokalen Auftretens wegen sehe ich aber von einer solchen Einteilung ab.

²⁵ R. S. (Siegrist) — Eine Entstehungsart des Auenwaldes. Der praktische Forstwirt für die Schweiz. 48. Jahrg., April 1912 S. 72—75.

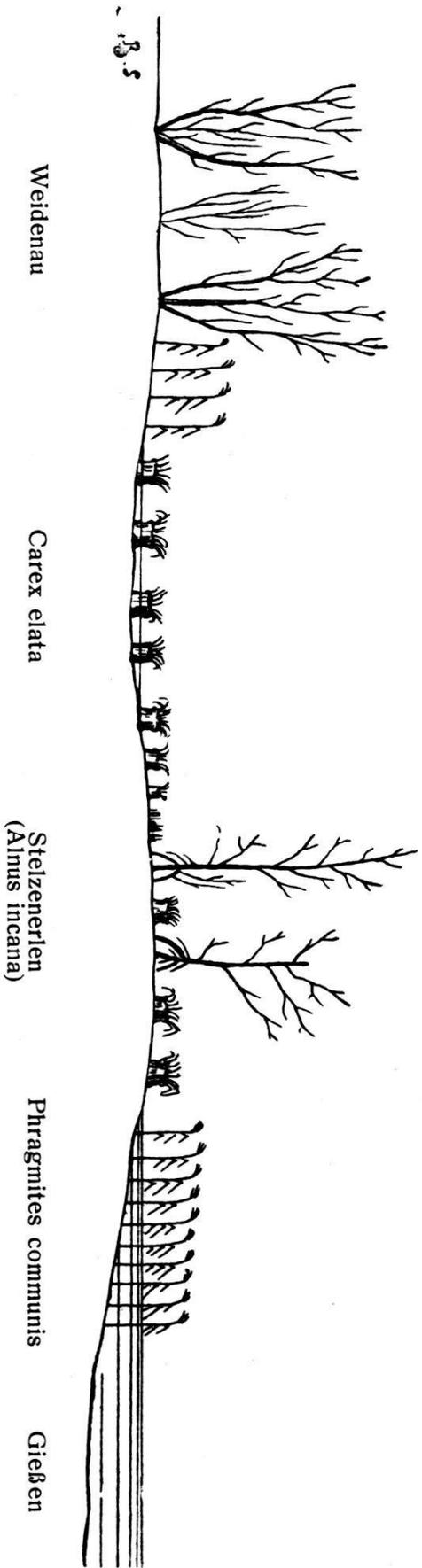


Fig. 40. Anfänge einer Erlenau auf dem Verlandungsbestand. Kugelfangschachen bei Aarau.

dem Wasser abgerungenen Gebiete festen Fuß zu fassen. Günstige Stellen für Erlenkeimlinge finden sich auf den mäßig feuchten Seggenhorsten, die, an ihrem Umfange sich immer weiter ausbreitend, von innen heraus nach und nach absterben und guten Humus bilden.

Wieder fallen abgestorbene, oberirdische Pflanzenteile auf den Boden, eine neue Humusdecke bildend. Ablagerungen bei Überschwemmungen bewirken, daß die noch gebliebenen Vertiefungen zwischen den „Seggenböschchen“ ausgefüllt und dadurch der Boden über den normalen Wasserstand gehoben wird. In diesem Zustand ist auch der übrige Boden jetzt fähig, Samen aller Auenwaldgehölze: Erlen, Weiden etc. keimen zu lassen (Fig. 40). Der Segge jedoch, dieser Sumpfpflanze und einstigem Eroberer sind die Tage des Lebens gezählt. Der Boden enthält für sie nicht mehr das nötige Maß von Feuchtigkeit, ihre Triebe werden immer schwächer und spärlicher, neue, an diese Feuchtigkeitsverhältnisse angepaßte Pflanzen gedeihen fröhlich auf ihren Leichen. (Siehe Hintergrund der Abb. 39.)

Rasch wachsen die jungen Holzpflanzen auf, dank dem Lichte und der Feuchtigkeit des Bodens. Kräuter und Stauden gesellen sich dazwischen. Meistens sind es aber nicht die späteren typischen Auenwaldkräuter, sondern mehr lichtliebende, rasch sich ausbreitende Körbchenblütler, so namentlich die Goldrute“ (*Solidago serotina*).

Diese Entwicklung des Auenwaldes ist aber sehr selten und unvollständig zu beobachten. Meistens sind nur die Anfangs- und Abschlußstadien derselben deutlich sichtbar, während ein natürlicher Fortgang dieser interessanten Entstehung auch hier durch den Eingriff des Menschen zerstört wird. Als den verderblichsten darunter nenne ich das Streuemähen, bei dem jährlich der junge Holzaufwuchs solcher Übergangsstadien vernichtet wird.

Eine ähnliche Entstehungsart des Erlenbruches beschreibt H. Paul,²⁶ der für die Bildung dieser Pflanzengesellschaft zwei Möglichkeiten annimmt:

²⁶ Paul, H. — Die Schwarzerlenbestände des südlichen Chiemseemoores. Stuttgart 1907. S. 68.

1. wahrscheinlich ist sie ursprünglich auf versumpftem Mineralboden aufgewachsen, ehe noch eine Moorschicht vorhanden war.

2. ist aber auch möglich, daß teilweise der Ausbildung des Bruches ein Arundinetum oder Magnocaricetum vorausging.

Auch Graebner²⁷ schildert eine der letzteren entsprechende Entwicklung des Erlenbruches auf den durch Gewässer-Verlandung entstandenen Moorflächen.

In jüngster Zeit wird von Marietta Pallis²⁸ unter den Pflanzengesellschaften der Flußtäler von Ost-Norfolk eine ähnliche Waldbildung, diejenige des „swamp carr“ beschrieben. Dieser „Sumpfwald“ erscheint auf Verlandungsbeständen.

Sein ursprünglich nasser, schwankender Moorboden wird zuletzt fest und nähert sich infolge Abnahme seines Wassergehalts demjenigen des Niedermoorwaldes (fen carr). Mit dieser Verminderung der Bodennässe weist die Zusammensetzung der Vegetation dieser beiden Waldtypen immer größere Ähnlichkeit auf, so daß aus beiden Waldarten schließlich *eine* Abschlußformation hervorgeht, der „ultimate carr“.

Oft kommt der „swamp carr“ mit einem benachbarten Caricetum (*Carex paniculata* und *C. riparia*) vergesellschaftet vor. Ob der Wald im Seggenbestand entsteht, oder ob die Entwicklung dieser beiden Formationen eine gleichzeitige ist, konnte an jenen Stellen bis jetzt noch nicht ermittelt werden. Sicher scheint dagegen zu sein, daß der „swamp carr“ in Verlandungsbeständen von *Phragmites* und *Typha* sich nicht bildet.

Vergleichshalber mag hier die Liste der Pflanzen im „swamp carr“ angebracht sein:

Alnus rotundifolia d²⁹. *Salix cinerea* a. *Carex acutiformis* a. *Carex paniculata* a. *Lastrea Thelypteris* a.

Aus den übrigen Listen³⁰ geht hervor, daß — namentlich im „ultimate carr“ — im Dominieren von *Alnus*, dem gänz-

²⁷ Graebner, P. — Die Pflanzenwelt Deutschlands. Lehrbuch der Formationsbiologie. Leipzig 1909. S. 240 ff.

²⁸ In Tansley l. c. S. 236—245.

²⁹ d = dominant.

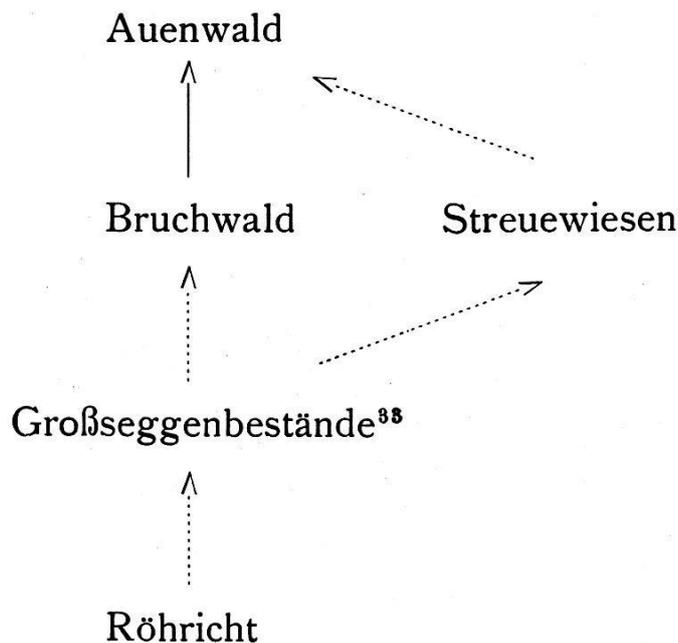
a = abundant.

³⁰ Tansley, l. c. S. 240.

lichen Fehlen der Buche und der Nadelhölzer, ferner in der Zusammensetzung des Niederwuchses einige Ähnlichkeit mit dem Bruch- und Auenwald besteht. Was aber die Entstehung anbetrifft, so kann eine Analogie zum „fen carr“ (Niedermoorwald) in unseren Auenwaldgebieten an der Aare nicht nachgewiesen werden.³¹ Es kommt nach der Verlandung vieler Gießen und Altwässer infolge des regelmäßigen Streuemähens nicht zur Bildung eines Waldes, trotzdem Erlen- und Weidenkeimlinge sich zahlreich im Sumpf einfinden. Dagegen findet vom Rand anstoßender Auengehölze aus, da dort vielfach nicht sauber bis dicht an die Gebüsche gemäht wird, langsames Vorrücken des Auenwaldes auf die Sumpfwiese statt.

Zusammenfassung :

*Übersicht des genetischen Zusammenhangs des Auenwaldes mit dem Verlandungsbestand.*³²



Legende: Siehe S. 145.

³¹ Über ähnliche Laubholzbestände, z. T. auch ihre Entstehung siehe Früh und Schröter l. c. S. 218—220 Nr. 9—28, S. 225 4 a, S. 372—375.

³² Über Genesis der Verlandungsbestände siehe Früh und Schröter S. 16, 68 und 69.

³³ Magnocaricetum nach Schröter und Kirchner l. c. S. 77.

d) (a) Das Ufer über dem mittleren Hochwasserstand.

(Oben beschriebene Pflanzengesellschaften dieser Stufe: Auenwald, Übergang zum mesophytischen Mischwald, Schotterflächen ohne Sanddecke, Sanddorn- und Föhrenbestand.)

Bei Kiesbänken, um die es sich hier handelt, kann

1. durch ein starkes Hochwasser der Rücken derselben mit neuen Ablagerungen bedeckt und dadurch erhöht worden sein; oder

2. fand durch wiederholte Hochwasser eine allmähliche Erhöhung statt, durch Sedimentation in dem oben besprochenen Calamagrostidetum Pseudophragmitis und im jungen Auenwald; oder

3. ist die Vertikalerosion so weit fortgeschritten, daß die Uferstufe zwischen dem Sommerwasserstand und Hochwasserstand nunmehr über den mittleren Hochwasserstand zu liegen kommt.

In jedem dieser Fälle ist der Boden infolge geringerer Nässe und selteneren Überschwemmungen zur Aufnahme neuer Arten tauglich. Während von den unter *c)* angeführten mehrere zurückbleiben, so vor allem Phragmites communis und Phalaris arundinacea sind Calamagrostis Epigeios und Pseudophragmites seltener und brauchen länger, bis ein geschlossener Rasen gebildet ist. Samen von Weiden finden hier im feuchten Sand immer noch genügend günstige Keimungsbedingungen. Auch die Tamariske, teils angeschwemmt, teils aus Samen emporgewachsen, wächst stellenweise auf dieser Höhe über dem Wasser. Dazu gesellt sich meist auf dem höchsten, *kiesigen* Rücken der Kiesbank ein buntes Gemisch von Xerophyten und Hygrophyten, wie es Seite 114 beschrieben wurde, ebenso eine Anzahl der bei jener Uferstufe angeführten Arten.

Die Besiedelung durch diese Arten geht meist nur langsam vor sich und ist stark von Zufälligkeiten abhängig, so daß kaum zwei Kiesbänke dieser Stufe mit ähnlichem Pflanzenwuchs zu finden sind. Bei diesen Zufällen spielt das Hochwasser eine Hauptrolle. Tritt ein solches zur Zeit der Heuernte ein, so können ganze Büschel gemähten Grases an Weiden angelagert werden. Viele Samen keimen, so daß ge-

legentlich an jener Stelle im folgenden Jahr eine kleine Wiese von *Dactylis*, *Anthoxanthum*, *Phleum*, *Holcus* etc. entsteht. Einzelne dieser Komponenten vermögen sich am Gebüschrand zu behaupten und bilden so den Anfang zu einem ganz gewöhnlichen Gebüsch-Niederwuchs.

Zu anderen Zeiten führt das Wasser eine Menge Samen von *Rumex acetosa* und *R. obtusifolius* mit. Dabei scheint aber nach meinen bisherigen Beobachtungen langer Wasseraufenthalt ihre Keimfähigkeit sehr herabzusetzen, daher wohl die seltene Anwesenheit dieser beiden Arten.

Im ganzen scheinen nur wenige Pflanzen ihre Existenz einem durch das Wasser angeschwemmten Samen verdanken zu haben; viel wichtiger ist die Anschwemmung ganzer Pflanzen. Solche blühen bisweilen am neuen Standort, mit den Wurzeln oft nur lose im Wasser stehend und tragen Früchte (*Barbarea vulgaris*, *Sinapis arvensis*, *Scrophularia nodosa*, *Reseda lutea*, *Gnaphalium uliginosum*).

Der Hauptfaktor für die Samenverbreitung ist auch hier der Wind. *Tussilago Farfara* ist stellenweise häufig, ebenso \pm alle in Formation 7 erwähnten Arten mit Windverbreitung.

a) *Die Herkunft der Auenwälder auf dieser Stufe.*

1. Die meisten sind auf der nächstunteren Stufe entstanden, bei der sich infolge der topographischen Veränderungen — Tieferereinschneiden des Flusses — die Wassermarken gesenkt haben, so daß diese Stufe mit ihren Auenwäldern *über* den Hochwasserstand zu liegen kommt.

Stellenweise verändern sich die Vegetationsbedingungen für den Auenwald infolge Sinkens des Grundwasserspiegels. Selbst *Alnus incana* kann dürr werden und eingehen. Es wird dadurch eine topographische Sukzession eingeleitet: Im Auenwald zeigen sich Übergänge zum mesophytischen Mischwald.

2. Der Auenwald kann auch auf dieser Stufe sich direkt neu bilden, *vorausgesetzt, daß die Schotterbank eine genügend mächtige Sandbedeckung trägt.*³⁴ Auf nackten Schotterplätzen ohne Sanddecke dagegen kann der Auenwald nicht direkt

³⁴ Nach meinen Beobachtungen *mindestens* 1—2 dm.

entstehen, sondern stellt sich erst spät im Laufe sehr langsam fortschreitender biotischer Sukzession ein. (Siehe unten!)

β) Die Besiedelung der verhältnismäßig trockenen, nackten Schotterbänke ohne Sanddecke.

Diese Plätze, die stellenweise, besonders zwischen Aarberg und Lyß, auch bei Dotzigen Flächen von vielen Aren einnehmen, stehen in ihrem steppen- bis wüstenähnlichen Aussehen in auffälligem Gegensatz zu der, oft auf gleicher Terrasse stehenden, üppigen Auenvegetation.

Die Seite 120 aufgeführte Besiedelung durch *Tortella inclinata* und die offene Pflanzendecke von Kräutern und Stauden vermag den Kiesboden nur langsam und fast unmerklich an Humus zu bereichern.

Diese nackten Schotterterrassen bieten eine Anzahl interessanter Beispiele biotischer Sukzessionen, eine Aufeinanderfolge von Pflanzengesellschaften, die in ihrer Ökologie von einander grundverschieden sind, indem, wie wir unten sehen werden, sowohl die offene Kräuter- und Staudenvegetation als auch Sanddorn- und Föhrenbestände nur Übergangsformationen zum Auenwald oder zum mesophytischen Mischwald sind.

αα) Das Vordringen des Auenwaldes auf den Schotterbänken.

Trotzdem auch am Rande solch nackter Kiesplätze gar keine oder eine nur wenige cm mächtige Humusschicht sich bilden können, vermag ein angrenzender Auenwald langsam Schritt für Schritt auch in diesem Gebiet vorzudringen. Das Unterholz des Auenwaldes ist am Rande infolge vollen Lichtgenusses gewöhnlich sehr gut entwickelt und bedeckt und beschattet dadurch oft ein mehr als 2 m breites Band der Kiesfläche derart, daß eine Anzahl Schattenpflanzen der Erlenu oder Erlenu-Weidenau über den Rand ihres eigentlichen Bereiches heraustreten. Es bildet sich also eine Art „Vorholz“ im Sinne Becks,³⁵ in welchem sich hauptsächlich *Quercus robur*, *Crataegus*, *Prunus spinosa*, *Berberis vulgaris*, *Ligustrum*

³⁵ Beck, 1884 l. c. S. 14.

vulgare, *Cornus sanguinea* einfinden, die oft vollständig mit *Clematis Vitalba*, weniger stark mit *Humulus Lupulus* überhangen sind. Einige frühere Besiedler des nackten Kieses bilden mit Gewächsen des Auenwaldniederwuchses einen vorübergehenden Gebüschniederwuchs. *Aegopodium Podagraria*, *Solidago serotina*, *Milium effusum*, *Melica nutans*, *Molinia coerulea* treten unter diesem „Vorholz“ als Pioniere auf. Durch die ganze Vorholzvegetation wird der Boden infolge Humusbildung für anspruchsvollere Holzarten vorbereitet. Keimlinge der Gehölze, es sind vorwiegend Erlen, auch Eichen, finden hier günstigere Wuchsorte als auf der oberflächlich trockenen nackten Kiesfläche. Durch ihr Emporwachsen ist die Waldgrenze wieder um einen Schritt vorgerückt.

Während vielerorts auf diese Art der Auenwald an Terrain gewinnt, ist es an anderen Plätzen wieder die Übergangsformation zum gemischten Laubwald, die in ähnlicher Weise vordringt. In diesem Fall ist von den Bäumen dann *Quercus Robur* der Pionier. Auch Fichten stellen sich ein und Föhren.

ββ) Kampf des Auenwaldes gegen Sanddornbestände.³⁶

Auch diese so verschiedenen Pflanzengesellschaften finden sich nicht selten auf gleicher Uferstufe nebeneinander. Beide breiten sich aus, so lange sie Platz finden, anfänglich der Auenwald an Stellen mit genügend mächtiger Sanddecke, der Sanddorn meistens auf kiesigen Plätzen.

Infolge seiner sehr starken Wurzelbrutbildung dehnt sich der Hippophaëbestand bedeutend viel rascher aus als der Auenwald. Auch *Alnus incana* mag hie und da durch Wurzelbrut sich vermehren, aber ich selbst beobachtete hier überall nur aus Samen aufgewachsene Erlen. Überdies braucht der Auenwald einen vorbereiteten, d. h. an Humus bereicherten Boden, auf dem er vorzudringen vermag, während der Sanddorn mit dem kahlen Schotter Vorlieb nimmt, auf dem er keine Konkurrenten findet. Alles das sind Bedingungen, die eine

³⁶ Die schönsten Beispiele, die mir den Einblick in diese Sukzession gewährten, finden sich zwischen Aarberg und Meienried, einige auch zwischen Thun und Uttigen.

rasche Ausbreitung des Sanddorns, eine langsame des Auenwaldes zur Folge haben.

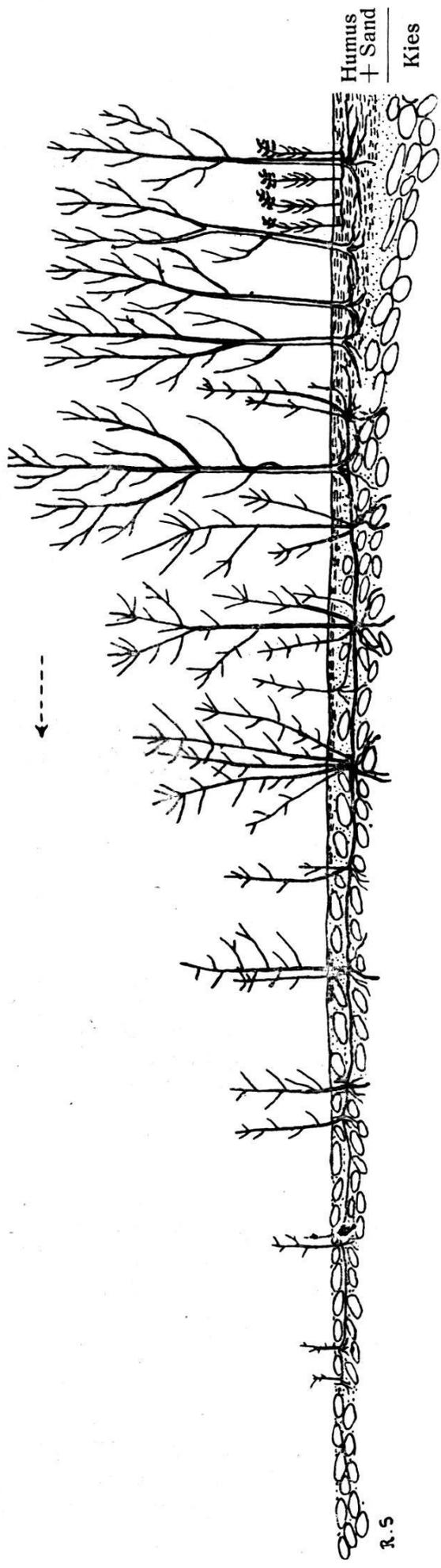
Sobald die beiden Bestände zusammenstossen, beginnt an der Grenze ein harter Kampf. Ein Fortkommen des Sanddornes im Auenwald ist unmöglich, denn er ist eine ausgesprochene Lichtpflanze. Alle die eindringenden Pflänzchen gehen in kürzester Zeit zugrunde, während junge Erlen, sogar vereinzelt Weiden im Sanddorngesträuch aufkommen können. Schon darin zeigt sich die Überlegenheit der Erlen-Weidenau und das Vordringen derselben. Am deutlichsten aber ist der Kampf am Rand der Formationen, wenn größere Hippophaë-Sträucher mit einigen Erlen zusammenstossen. An dieser Kampfzone ist der Rand der Erlenau grün und gesund, während der darangrenzende Rand des Hippophaëbestandes dürr ist. Wachsen die beiden Arten nebeneinander auf, so wird der Sanddorn teilweise durch die Erlen beschattet und zeigt viel mehr dürre Zweige als im gewöhnlichen. Er streckt sich infolge der Beschattung, so daß am Rand von Erlenbeständen gelegentlich wahre Sanddornbäumchen von einer Höhe bis zu 5 m zu sehen sind! Aber auch diese werden schließlich überflügelt und sind nach Jahren als dürre Gebilde im Inneren des Auenwaldes zu finden. (Fig. 41.)

Somit steht auch hier wieder *Alnus incana* im Wettbewerb am gesichertsten da. Vom Erlenbruch³⁷ bis hinauf zur oberflächlich trockenen, nackten Kiesstufe oder zum Hippophaëbestand gewinnt sie, bei ungestörtem Fortgang der Entwicklung der betreffenden Pflanzengesellschaft, im Kampf zwischen den Arten den Sieg. Im Zusammenhang damit steht die Tatsache, daß Erlenauen sowohl gegen Pflanzengesellschaften höherer wie niederer Uferstufen den Kampf aufnehmen und ihn *innerhalb gewisser Grenzen* gewinnen. Sie bilden daher den natürlichen Abschluß mehrerer *biotischer* Sukzessionen, während die *topographische* Sukzession in unserem Klima im mesophytischen Mischwald ihren Abschluß findet.³⁸

Wo sich in einem an den Sanddornbestand grenzenden Auenwald Übergänge zum mesophytischen Mischwald bemerk-

³⁷ Über das Auftreten von Auengehölzen auf kleinen Bodenerhöhungen im Bruchwald siehe S. 65.

³⁸ Siehe Tabelle 6.



Kies

Hippophaë Rhamnoides

Alnus incana mit Solidago
und dürrem Hippophaë

Fig. 41. Vorrücken der Erlenau gegen den Sanddornbestand, der den nackten Kiesboden durch Humusbildung bereichert und ihn für später eintreffende Pflanzengesellschaften vorbereitet. Alte Aare bei Dotzigen.

bar machen, sind es hauptsächlich Eichen, die erfolgreich das Sanddorngebüsch besiedeln, während Erlen mehr zurückbleiben. So können in der Hippophaë-Formation älterer, höher gelegener Uferstufen mit tiefem Grundwasserstand³⁹ direkt die Anfänge zum mesophytischen Mischwald sich gründen. Bei dieser Sukzession wird somit der Auenwald übersprungen. (Siehe Tab. 6.)

rr) Die Verdrängung des Sanddornbestandes durch den Föhrenwald.

Ein anderer Pionier auf der nackten Schotterbank, fast ebenso anspruchslos wie der Sanddorn, ist *Pinus silvestris*. Sie ist der einzige Baum, der auf den steinigen Kiesterrassen ohne Sand- und Humusdecke aufzukommen vermag und dadurch auch ihrerseits den Boden an Humus bereichert. Während an solchen Stellen kultivierte Weiden (es sind meistens *Salix incana* und *daphnoides*) schlechten Wuchs zeigen und vielfach eingehen, zeigen Föhren meist gutes Wachstum. Kiesrücken mit 2—10 cm mächtiger, sandvermischter Humusdecke weisen Föhren auf mit 25—40 cm langen Jahrestrieben. Vom 5.—20. Altersjahr sind die Jahrringe durchschnittlich 0,5 cm breit.

Die natürliche Besiedelung durch Föhren geht aber sehr langsam vor sich, trotzdem sich bald unter ihrem Schutze spärliches Unterholz und Niederwuchs einstellt.⁴⁰ Dennoch werden auch in dem sich allmählich schließenden Föhrenbestand anwesende Sanddorngebüsch infolge der Beschattung verdrängt, so daß solche sich nur noch am lichten Rand des Pinetums zu halten vermögen.⁴¹ Nur äußerst selten⁴² findet

³⁹ Es hält schwer genaue Messungen zu machen. Als Anhaltspunkt mag die Angabe dienen, daß ich am 12. Oktober 1912 — der Flußwasserstand war damals zwischen mittlerem Jahreswasser- und mittlerem Winterwasserstand — in der Nähe von Bußwil diese Sukzession auf einer Stufe von 1,9 m Höhe über dem Grundwasserstand beobachtete. An anderen Stellen wieder, ebenfalls im Gebiet der alten Aare fand bei einem damaligen Grundwasserstand von — 1,4 m noch ein Vordringen des Auenwaldes statt.

⁴⁰ Siehe S. 126.

⁴¹ Solch vereinzelte Relikte finden sich z. B. an wenigen Stellen im Aargau, wo der Sanddorn früher viel häufiger war (Biberstein, Auenstein).

⁴² Zwischen Kirchberg und Biberstein, Sommer 1912.

man mitten im geschlossenen Föhrenwald eine Schattenform des sonst sehr lichtbedürftigen Hippophaë als Relikt einer früheren Formation: Im Vergleich zu Sträuchern an lichten Plätzen zeigt die Schattenform mehr gestreckten Wuchs, ist fast dornenlos, die Blätter erreichen bis doppelte Größe, sind freudig-grün und oberseits nur an der Blattbasis wenig oder gar nicht schülferig.

Dieses Beispiel zeigt, *wie absolut notwendig es ist, beim Studium der Pflanzengesellschaft auch auf ihre Genesis nach Möglichkeit einzutreten.* Eine Pflanzenliste eines Föhrenbestandes, in der z. B. auch Hippophaë, Molinia, Calamagrostis Epigeios, Sedum, Helianthemum, Euphorbia cyparissias figurieren, bietet, auch wenn die Arten noch so gut nach ihrer Ökologie gruppiert sind, *ein unverständliches, zufälliges Gemisch, wenn nicht durch die genaue Kenntnis der Sukzession die Ursache der Anwesenheit vieler Arten angegeben werden kann.* Ebenso ist die mathematische Angabe der Frequenz für die Charakterisierung einer Pflanzengesellschaft nur von bleibendem Wert, wenn diese stabil geworden ist oder dann, wenn von Zeit zu Zeit bei einer Sukzession genaue floristische Aufnahmen gemacht werden.

δδ) Das Vordringen der Übergangsformation gegen den Föhrenwald.

Ein Vorrücken des typischen Auenwaldes gegen das Pinetum konnte ich nirgends mit Sicherheit beobachten. Die Zeit für die Entstehung eines Föhrenwäldchens auf kiesiger Stufe dauert meist so lange, daß inzwischen, infolge topographischer Veränderungen im benachbarten Auenwald schon der Übergang zum gemischten Laubwald eingeleitet ist.

Ein üppiges „Vorholz“, ähnlich wie es S. 152 geschildert wurde, rückt gegen den lichten Föhrenbestand vor. Auf der Kiesbank mit 30—40 cm mächtiger, sandgemischter Humusdecke steht schönes Oberholz aus Eichen, Fichten und vereinzelten Föhren bei einem Grundwasserstand von — 2,4 m (am 5. X 1912⁴³). Sehr schöne alte Fichten finden sich auf

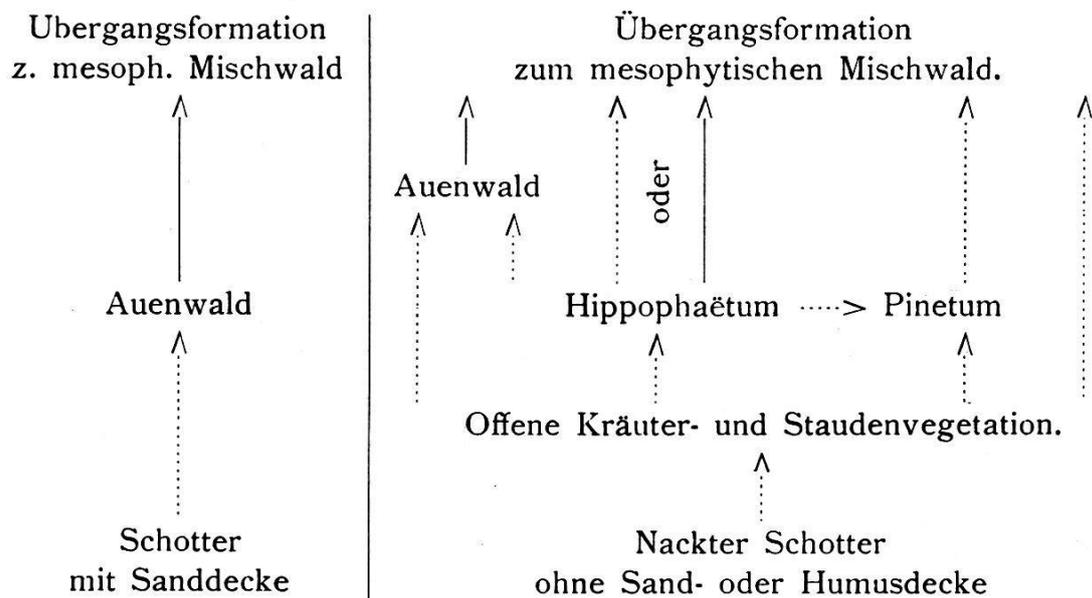
⁴³ Wösch nau b. Aarau. Vermutlich ist dies noch nicht der niedrigste Stand.

der gleichen Terrasse, wo die Sand- u. Humusschicht zirka 60 cm beträgt. Gipfeldürr, zum Teil ganz dürr sind zirka 25-jährige Fichten, wo der Schotter nur von < 20 cm Humus bedeckt wird. Föhren dagegen sind auch bei 6—20 cm Sand- und Humusdecke gesund und zeigen schönes Wachstum.

Kaum ist der Boden ein wenig verbessert, tritt selbst am äußersten Rand des Vorholzes *Quercus Robur* auf, wenn sie auch zum Teil infolge noch zu wenig tiefgründiger Sand- und Humusschicht nicht zu einem Baum sich auszubilden vermag. Junge Föhren im Vorholz stehen infolge der Beschattung ab. Den Föhren bleibt nur noch übrig, als Krüppelformen, begleitet von *Berberis*, *Juniperus* und zwerghaften Eichen die letzten wüsten Plätze der Kiesbank in Beschlag zu nehmen, um auch dort nach Vorbereitung des Bodens unter der Beschattung anspruchsvoller Arten ihr Feld zu Gunsten dieser räumen zu müssen.⁴⁴

Zusammenfassung :

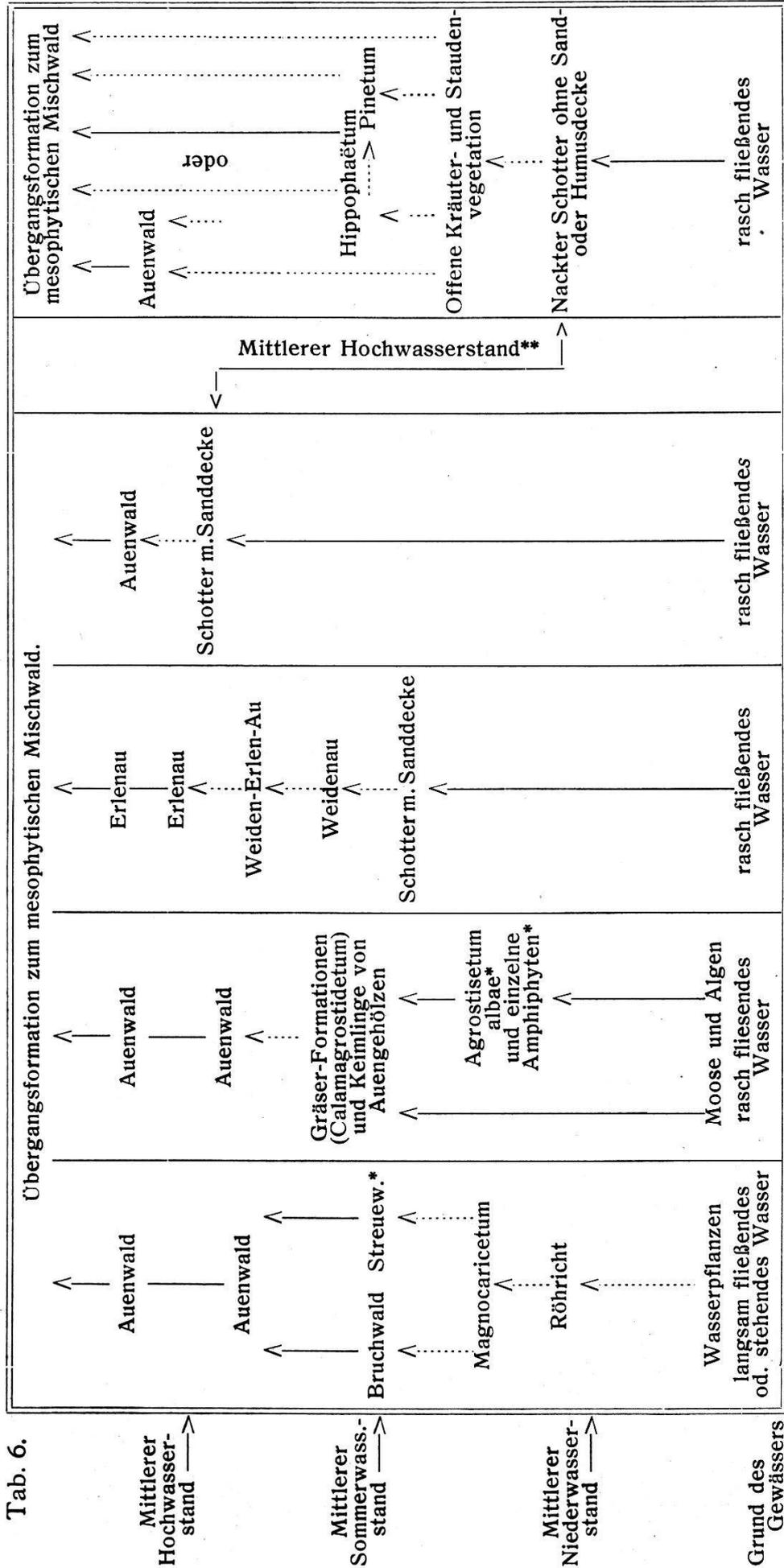
Übersicht der Sukzessionen auf dem Ufer über dem mittleren Hochwasserstand.



Legende: Siehe S. 145. Beachte dabei für obige Übersicht besonders die Erläuterung zu „biotische Sukzession“.

⁴⁴ Siehe auch Brockmann-Jerosch — Die natürlichen Wälder der Schweiz. Zürich 1910. S. 207.

Die wichtigsten genetischen Beziehungen der Auenwälder an der Aare zu den übrigen natürlichen Pflanzengesellschaften des Aaretals. (Tabelle der Sukzessionen.)



* Vorkommen auf einzelne Lokalitäten beschränkt.
 ** Mit Rücksicht auf die räumliche Anordnung mußte die mittlere Hochwassermarken nach unten verschoben werden. Man hat sich also „Nackter Schotter ohne Sand etc.“ auf der gleichen Höhe vorzustellen wie „Schotter mit Sanddecke“ in der Kolonne links davon.

εε) Übergang des Auenwaldes in den
mesophytischen Mischwald.

Besonders bemerkenswerte Beobachtungen über die einzelnen Phasen dieser topographischen Sukzession liegen nicht vor. Der Wechsel zeigt sich in einer Änderung der Zusammensetzung der Pflanzengesellschaft, wie aus der Beschreibung der Übergangsformation Seite 109 ff. ersehen werden kann.

V. Einfluß des Menschen auf die Zusammensetzung der flußbegleitenden Wälder der Aare.

A. Indirekte Beeinträchtigung durch Flußkorrekturen.

a) Die Eindämmung des Flußlaufes.

Durch die Korrekturen, die heute schon zum Teil ausgeführt sind (Bern), oder doch in nächster Zeit in Angriff genommen werden (besonders im Aargau), werden die meisten bestehenden Pflanzengesellschaften in keiner Weise verändert. Durch den Umstand aber, daß dem Fluß die Möglichkeit genommen wird, weiter horizontal zu erodieren, zu mäandern, entstehen auch keine großen Alluvionen mehr, die den Untergrund neuer Auenwälder bilden könnten. Wir werden daher zum Vornherein in den kommenden Jahrzehnten schon auf die Beobachtung der sehr interessanten Sukzessionen von Pflanzengesellschaften am offenen Flusse verzichten müssen. Boten ja heute schon diese Studien große Schwierigkeiten, besonders da an vielen Stellen der Aare, infolge des künstlich geregelten Laufes, keine Beispiele zu beobachten sind!

Die schönsten Beispiele für Sukzessionsstudien auf den unteren, feuchteren Uferstufen, den Auenwaldböden, liefert der Aargau mit seinem zum Teil noch natürlichen Flußlauf, während dieselben Verhältnisse sowohl zwischen Thun und Bern als auch im Gebiet der alten Aare im Seeland selten zu treffen sind.

Die durch die Inselbildung bewirkte Zerfaserung des Flusses und die entsprechende Mannigfaltigkeit in den Strömungsverhältnissen wird nur noch in sehr geringem Maße

auftreten, was sich bei der Vegetation durch Eintönigkeit in der Besiedelung und in der Sukzession der Pflanzengesellschaften ausdrücken wird.

Die zahlreichen Aarearme werden vom Hauptflußbett abgeschnitten und erhalten dadurch Teichnatur mit überall analogen Verlandungsverhältnissen.¹ (Aare Thun-Bern und alte Aare im Seeland).

Die bei dieser Verlandung auftretenden Schilf- und Seggenbestände werden vielfach gemäht und als Streue verwendet, so daß von diesem Zeitpunkt an auf solchen Stellen selten Waldbildung eintreten kann, während auf den sandbedeckten Kiesbänken im und am Fluß der Auenwald in den meisten Fällen direkt, ohne vorhergehende Gräsergesellschaften entstehen kann.

b) Die Grundwehren.

Mit Rücksicht auf die zu Industriezwecken erstellten Kanäle an verschiedenen Stellen längs der Aare mußten infolge der fortschreitenden Vertikalerosion des Flusses Grundwehren in das Bett eingebaut werden, um den Kanälen die nötige Wassermenge dauernd zuzuführen.² Ein Tiefereinschneiden des Flusses ist dadurch auf großen Strecken verhindert und das benachbarte Ufergelände vor einem weiteren kontinuierlichen Sinken des Grundwasserspiegels gesichert. Die Folge davon ist, daß die topographische Sukzession zum Abschluß kommt. Wo also typische Auenwälder sich ausgebildet vorfinden, werden diese erhalten bleiben; während bei natürlichem Fortgang der Flußtätigkeit sich diese Bestände allmählich in den mesophytischen Mischwald umwandeln würden.

c) Ableitung der Aare bei Aarberg nach dem Bielersee.

Während der Hagneckkanal für uns vom botanischen Gesichtspunkt aus wenig Interessantes bietet, ziehen die seit jener Ableitung eintretenden ökologischen und floristischen Veränderungen auf der großen ehemaligen Inundationsfläche unterhalb Aarberg unsere Aufmerksamkeit auf sich.

¹ An Stelle der topographischen treten mehr biotische Sukzessionen.

² Siehe auch S. 12 u. 21.

Die früher so häufigen großen Überschwemmungen fehlen heute diesem Gebiete vollständig. Die Wasser der alten Flußläufe weisen eine bedeutend kleinere mittlere Jahreshöhe auf, und die jährlichen Schwankungen sind gering. Dadurch fand ein Sinken des Grundwasserspiegels dieses Ufergeländes statt, das sich auf den dem Flußbett am nächsten liegenden Uferstufen am deutlichsten wahrnehmen ließ: Die Weißerle, die sonst sogar in Schutthalden und Steinbrüchen noch wächst, wird dürr und geht ein.³ Einzig auf den niedersten Uferstufen, die vor der Korrektur zum Tragen von Gehölzen zu naß waren und den Gießen entlang gedeiht sie noch gut. Wo sie nicht mehr aufkommt, werden Holzarten mit tiefgehenden Wurzeln, wie Pappel, Ulme, Esche angepflanzt. Auch mit Kiefer wird erfolgreich dort aufgeforstet, sonst aber fehlt Nadelholz. Stellenweise finden sich auch mißlungene Anpflanzungsversuche mit Weiden und Erlen. Sowohl im Sommer 1910 wie 1911 sah ich viele solcher Pflanzungen dürr dastehen. Wir sehen somit hier die ökologischen Bedingungen zu Ungunsten der feuchtigkeitsliebenden und zu Gunsten der mehr mäßig feuchten oder trockenen Boden vorziehenden Baumarten sich ändern.

Es ist für eine Besiedelung jenes großen Schuttkegels von Vorteil, daß auch heute, bei gesunkenem Grundwasserspiegel auf den verhältnismäßig trockenen, nackten Geröllflächen die Sanddorngebüsche, so lange sie keine Konkurrenten haben (Föhre, Eiche etc.), in Gruppen fröhlich weitergedeihen und dadurch den Boden an Humus bereichern.

B. Direkte Einwirkung durch Bewirtschaftung der Auenwälder.

Man möchte sich vor allem die Frage vorlegen, „gibt es noch Auenwälder in ihrem Urzustand?“ Von Urwäldern dürfen wir hauptsächlich aus Rücksicht auf das geringe Alter des Bestehens der betreffenden Wälder nicht gut sprechen, auch wenn wir uns dem weiteren Begriff von Roßmäßlers

³ Nach gefl. Mitteilung des Herrn Oberförster Cunier in Aarberg.

„Urwald“⁴ anschließen: „Ob in einem solchen Walde eine Holznutzung stattgefunden hat oder nicht, hat mit dem Wesen des Urwaldes gar nichts zu schaffen. Dieses besteht vielmehr darin, daß ein solcher Wald an der Stelle, wo er entstanden, sich jahrtausendlang ohne Zutun des Menschen selbst verjüngt hat und noch verjüngt. Solange der Forstmann nicht regelnd in die Verjüngung eines Waldes eingreift, sei es durch Schlagstellung, sei es durch Plätzeaat oder Auspflanzung entstandener Löcher und Blößen, bleibt derselbe Urwald, möge auch alljährlich in demselben Holz genutzt werden . . . , nur ist dann der Urwald kein „jungfräulicher“ mehr.“

Das Kriterium für eine ganz natürliche Formation liegt also in der *Selbstverjüngung des Bestandes am alten Platz*. Demnach wären wohl an einzelnen Stellen — namentlich auf Inseln — Bestände zu finden, die keine künstliche Verjüngung erfahren haben. Diesem Umstand ist aber keine zu große Bedeutung beizumessen, da an der Aare mit raschen topographischen Veränderungen kein Auenwald alt werden konnte, weil die ökologischen Bedingungen sich ziemlich bald zugunsten des folgenden Entwicklungsstadiums des Waldes, des mesophytischen Mischwaldes veränderten.

a) Hochwälder.

Nur selten werden Erlen-Weidenauen vollständig gerodet, um sie nachher wieder mit anderen Gehölzen aufzuforsten. Meistens sind es Auenwaldungen, die infolge topographischer Sukzession allmählich in die Übergangsformation zum mesophytischen Mischwald sich umwandeln. Die langsame natürliche Sukzession überholt der Mensch dadurch, daß er eine neue, dem Standort \pm angepaßte Formation hinstellt. So ist der schöne Buchenwald beim Bad Schinznach entstanden, an einer Stelle, wo heute noch direkt daneben bei genau gleichen Bodenverhältnissen ein Erlen-Weidenniederwald mit 20-jährigem Umtrieb bewirtschaftet wird. An verschiedenen anderen Orten sind Erlen, namentlich aber Weiden durch reine Bestände von Eschen ersetzt worden.⁵

⁴ 3. Ausg. von Willkomm. 1881. Zit. nach Drude 1896 l. c. S. 290.

⁵ „Eschenau“ S. 89.

Daß unter Umständen sogar Fichtenbestände auf sandigem, fruchtbarem Alluvionsboden, der nur wenig höher als der Hochwasserspiegel der Aare gelegen ist, rentieren können, beweisen die „Ergebnisse aus einem Kahlschlag“.⁶

Eine Waldparzelle von 0,62 ha mit 891 Fichten, 16 kanadischen Pappeln (als Randbäume am Südrand), wies im Alter von 55 Jahren im Innern zwei Löcher auf infolge von Käferfraß und Stockkröte, so daß man nicht auf ein hohes Bestandesalter rechnen konnte. Der Boden war überdies mit forstlichen Unkräutern und etwas Eschenanflug größtenteils überdeckt, so daß eine natürliche Verjüngung ohne kostspielige Säuberungshiebe ausgeschlossen war, der Bestand sowieso hätte unterpflanzt werden müssen. Die Resultate aus diesem Kahlschlag sind dort ausführlich dargestellt. Aus der Rentabilitätsrechnung geht hervor, daß die damalige Kapitalanlage während des Zeitraums der letzten 55 Jahre noch etwas mehr als 5 Prozent abgeworfen hat! —

Für die Forstwirtschaft sind Clematis und Humulus, neuerdings, namentlich im Aargau, die auf unzähligen Hektaren massenhaft auftretende *Solidago serotina* lästige Unkräuter. Um den Boden von ihren Trieben völlig zu reinigen, läßt man stellenweise auf die Rodungen, die hauptsächlich auf die unabträglichen Abteilungen der Auenwälder, die Schwarz- und Weißdordndickichte ausgedehnt werden, den Boden 2—3 Jahre landwirtschaftlich bebauen um dann erst die Aufforstung vorzunehmen.⁷

b) Niederwald.

Noch allgemein üblich für die Weiden- und Erlen-Weidenau ist der *Niederwaldbetrieb* mit durchschnittlich zirka 20-jähriger Umtriebszeit. Früher, zu einer Zeit, da diese Gebüsche in Mengen zu Faschinen verwendet werden mußten, mochte die Umtriebszeit noch kleiner sein. So war sie z. B. nach Müller⁸ in den Rheinwaldungen des Forstamtes Sondern-

⁶ H. S. — Ergebnisse aus einem Kahlschlag. Der praktische Forst-
wirt für die Schweiz Nr. 12. 1909. S. 214.

⁷ Gelegentlich im Gebiet der alten Aare im Seeland.

⁸ Müller, B. — Die XVIII. Versammlung des Pfälzischen Forstvereins
zu Speyer. Forstwissensch. Zentralbl. 27. Jahrg. Berlin 1905. Heft 2. S. 102.

heim 6-, später 9- und dann 12-jährig, um vermutlich noch mehr erhöht zu werden.

Diese Bewirtschaftungsweise hat sich bis in unsere Zeit in vielen typischen Auenwäldern zu erhalten vermögen, da diesen unbeständigen, wenig rentablen Wäldchen vom praktischen Forstmann bei uns wenig Interesse entgegengebracht wurde.

Durch das vorzügliche Ausschlagsvermögen, das den Erlen und Weiden eigen ist, entsteht in den ersten Jahren nach dem Abhiebe ein undurchdringlicher Buschwald, der meistens während der folgenden 15—20 Jahre völlig sich selbst überlassen wird. Mit der natürlichen Reinigung des Bestandes findet gleichzeitig eine natürliche Auslese statt, indem schwächlichere, zurückgebliebene Stämmchen nicht mehr aufzukommen vermögen. Auch lichtbedürftige Arten — in der Erlen-Weidenau also vor allem die Weiden — werden dadurch allmählich ausgemerzt, so daß durch den Niederwaldbetrieb die natürliche Entwicklungsfolge des Auenwaldes: Weidenau — Erlen-Weidenau — Erlenau vermutlich beschleunigt wird.

c) Der Mittelwald.

Die Forstordnung für den Kanton Aargau vom 17. Mai 1805⁹ schenkt unter anderem auch schon den Auenwäldungen Aufmerksamkeit, indem sie verfügt: „Die an den Ufern der Flüsse liegenden Schachen, welche zur Holzzucht gewidmet sind, sollen mit Erlen, Weiden Pappeln (Saarbäumen), Platanen forstmäßig angebaut und gleich anderen Wäldungen behandelt und besorgt werden.“

Dieser Verordnung wird durch den Mittelwaldbetrieb schon teilweise nachgelebt.

Wenn bei dem 20-jährigen Umtrieb an einzelnen Stellen vorzüglich wüchsige Stocklohden sich zeigen oder schöne Exemplare von *Fraxinus*, *Quercus*, *Carpinus*, *Betula*, *Populus*, *Tilia*, *Ulmus*, *Picea* auftreten, so werden diese vielfach stehen gelassen. Dadurch entsteht ein Mittelwald, in welchem diese meist zerstreut und einzeln stehenden Bäume die Oberständer darstellen. Auch durch künstliche Einpflanzung obiger Arten

⁹ Aarau 1851. S. 9. § 20.

wird vielfach der Auen-Niederwald in einen Mittelwald umgewandelt. Dieser Forstbetrieb ist besonders für den guten Boden der „Übergangsformation zum mesophytischen Mischwald“ geeignet, wo an vielen Stellen in der äußerst fruchtbaren, humusvermischten, oft mehrere Dezimeter mächtigen Sandschicht selbst Buchen vorzüglich gedeihen würden. (Vergl. Bad Schinznach!)

Wir finden an zahlreichen Stellen Beweise für die schlechte Ausnützung des sehr fruchtbaren Landes. So findet sich z. B. gegenüber von Biberstein, unterhalb der Fähre, ein *offener* Bestand einzelner schöner Eschen, Eichen und Fichten, dessen außerordentlich üppiger Niederwuchs (besonders Clematis und *Solidago serotina*) keinen Gehölnachwuchs aufkommen läßt, sondern weite Flächen mit nutzlosem Unterholz oder Niederwuchs bedeckt. Da sich dieser Boden aber zirka 1,7 m über dem mittleren Jahreswasserstand der Aare erhebt, so daß er heute auch von dem größten Hochwasser kaum mehr erreicht werden dürfte, wäre er fähig, Eichen, Linden, Ulmen, Fichten und sogar Buchen zu tragen. Seine Zusammensetzung ist günstig: der Kiesboden ist mit einer 40 cm mächtigen Sandschicht überlagert, die von einer 10 cm dicken Schicht aus mildem Humus bedeckt wird.

Derartige Vegetationsbilder sind auf der ganzen Strecke längs der Aare häufig zu beobachten und waren auch für meine vorliegenden Studien äußerst willkommen: Weisen sie doch mit Bestimmtheit darauf hin, daß wir es hier mit natürlichen Verhältnissen zu tun haben, die die Aufmerksamkeit des Forstmannes bis heute noch wenig auf sich zu lenken vermochten! Eine Art Urwald im Sinne Roßmähler! Sicher ist, daß derjenige, der bei rationeller Pflanzung einmal die schönen Erträge gesehen hat, die der fruchtbare Auenwaldboden zu liefern vermag, der Bewirtschaftung solcher Gegenden großes Interesse entgegenbringt. An verschiedenen Stellen sind praktische Versuche deutlich sichtbar.¹⁰

Es ist sicher, daß in nächster Zeit auch unseren Auenwäldern forstlich ein größeres Interesse entgegengebracht wird als bis anhin, namentlich da diese Waldungen infolge der

¹⁰ So besonders in der Umgebung von Aarberg unter der zielbewußten Leitung von Oberförster Cunier.

Flußkorrekturen vor Überflutungen oder gar Weggerissenwerden gesichert sind, so daß forstliche Eingriffe, Rodungen, Aussaaten, Unterpflanzungen etc. lohnender sein werden als früher. Außerdem erfahren wir von sehr schönen Erfolgen einer rationellen Bewirtschaftung größerer Auenwälder der oberrheinischen Tiefebene. Viele jener Lehren mögen, auch auf unser Gebiet angewendet, nutzbringend sein. So paßt z. B. auf das obenerwähnte Waldbild trefflich die Lehre des Forstmeisters Hamm:¹¹ „In den Beständen, in denen das Oberholz hochwaldartig, zum Teil sogar ohne Unterholz sich findet, muß sich die Wirtschaft rationellerweise nur nach dem Oberholz richten. In solchen Bestandesteilen ist von einem Umtrieb, der sich nur auf das Unterholz erstreckt, keine Rede, Hauptsache ist hier Regulierung des Nutzholzbestandes. Durchforstungsartige Behandlung des Oberholzes mit öfterer Wiederholung, unter Ausscheidung des nutzholzuntüchtigen Materials und des Nebenbestandes, sind hierzu zweckmäßig.“

Andrerseits muß gesagt werden, daß durch künstliche Eingriffe in die „Uferwildnis“ ideale Wild-, besonders Vogelschutzgehölze zerstört würden, so daß gleichzeitig die Schaffung von Reservationen unbedingt notwendig würde. In Anbetracht der allgemein üblichen Streuenutzung und des Niederwaldbetriebes sind solche überhaupt heute schon aus botanischen, zoologischen wie ästhetischen Gründen und nicht zuletzt auch vom Standpunkt des Jägers aus sehr wünschenswert.¹²

C. Die für die Auenwälder geeigneten Holzarten.

Während wir in der Schweiz, wohl infolge der sehr beschränkten Fläche, welche die Auenwälder im forstlichen Betrieb hier einnehmen, heute erst den Ausgang einzelner Bewirtschaftungsversuche noch abwarten müssen, besitzt man aus dem deutschen Auenmittelwald nützliche Beobachtungen über

¹¹ Hamm, — Der Ausschlagwald, zit. nach Müller l. c. S. 112.

¹² Über Erfahrungen bei solchen Reservationen vergl. z. B. Aebi, J. A. — Koserrain-Reservation bei Burgdorf. Burgdorf 1912. Ferner Schröter, C. — Naturschutz und Nationalpark. Separatabdr. aus der „Tierwelt“ Nr. 8 ff. 1913. Aarau 1913.

Vorkommen und Verhalten der wichtigsten Holzarten. (Brecher, Hamm, Müller, Tübeuf u. a. m.)

So unterscheidet Brecher¹³ in den fruchtbaren Alluvionen des Stromgebiets der Mulde für die Bewirtschaftung drei verschiedene Bodenklassen:

1. Bodenklasse (= 1. Güte-, 1. Bonitätsklasse). Am offenen Stromgebiet, mit jährlicher, reichlicher Überschwemmung. Boden in tieferen Lagen aus milden, fruchtbaren Schlickbildungen. Viele Wasserlachen geben dauernde Feuchtigkeit.

2. Bodenklasse. Nicht inundierte Erhebungen.

3. Bodenklasse. Boden mit Übergängen in bruchige Beschaffenheit.

Das wirtschaftliche Ziel bildet die Herstellung folgender Bestände:¹⁴

1. Bodenklasse. Oberholz: Esche, Eiche, Bergahorn, Schwarzpappel, Erle, Korkrüster, Weißbuche, Lärche.

Unterholz: Ahorn, Eschen, Rüster, Weißbuche, Hasel, Erle, Pfaffenhütchen, Dornen.

2. Bodenklasse. Oberholz: Esche, Eiche, Ahorn, Schwarzpappel, Weißbuche, Birke, Erle, Lärche.

Unterholz: Hasel, Ahorn, Esche, Rüster, Weißbuche, Erle.

3. Bodenklasse. Oberholz: Eiche, Birke, Weißbuche, Schwarzpappel, Erle.

Unterholz: Wie bei 2.

Müller¹⁵ betont, daß für die Rheinwaldungen die Mittelwaldwirtschaft begründet sei, „deren Hauptaufgabe die Erziehung nutzholzliefernden Oberholzes bildet“.

Zu Oberholz passen nach ihm:

auf tiefgründigen, schweren, frischen Boden fast alle Holzarten, namentlich Eiche, Ulme, Esche;

auf lockeren, feuchten, lehmhaltigen Sandboden besonders Weichlaubhölzer;

auf guten Boden, der im Untergrund Sand und Kies hat,

¹³ Brecher, G. — Aus dem Auenmittelwald. Wirtschaftliche und taxatorische Bemerkungen. Berlin 1886.

¹⁴ Brecher l. c. S. 47.

¹⁵ Müller l. c. S. 107.

Ahorne, Akazie, Linden;
auf Kiesrücken Rot- und Hainbuche;
auf reinen, mehr trockenen Sandboden Birke und Kiefer;
auf nassen Boden, welcher Abzug hat, Roterlen und Weiden;
auf Verlandungsflächen Weiden.

Das Verhalten der wichtigsten Auenbäume, auch ausländischer, ist vielfach genau studiert worden.

Eiche (überall ist es die Stieleiche, *Quercus Robur* L.). Nach Müller¹⁶ verträgt sie von allen Holzarten am besten das sauerstoffarme Horizontalwasser der Überschwemmungen und auch Stauwasser besser als Pappeln und Weiden. Julius Hamm¹⁷ sagt, daß gute Böden, welche selten und nur auf kurze Zeit unter Wasser gesetzt zu werden pflegen, am besten Eschen, Eichen und Ruschen zugewiesen werden. Diese 3 Arten sind zwar nach Hamm gegen stagnierendes Wasser, wie solches in Tieflagen oft zurückbleibt, sehr empfindlich, ertragen jedoch selbst im Laube 4—5-tägige vollständige Überflutung ohne besonderen Nachteil. Nach Somratsch¹⁸ wurden in einem Erlenwalde, der jeden Herbst zirka 3 Wochen ganz überflutet war, Stieleichen und Eschenheister gepflanzt. Erstere gediehen, letztere gingen alle zugrunde. Noch innerhalb der Lagen, die die Weide inne hat, gedeihen schon die Eichen, Ruster und Schwarzpappel und stehen nicht selten jährlich mit Unterbrechungen 5—6 Monate im Wasser ohne besonderen Schaden zu leiden.¹⁹

Die Fähigkeit des Überdauerns der Überschwemmungen der Eiche schreibt Tubeuf²⁰ dem Umstand zu, daß diese Baumart (wie Ulme, Kiefer, Pappeln, Birken, alte Weiden) an der Stammbasis viel Borke aufweisen. In den Borkenrissen, in deren Tiefe die Lentizellen liegen, kann die Luft nicht leicht verdrängt werden, „und der hier befindliche Luftvorrat mag die Atemtätigkeit länger unterhalten haben“.

¹⁶ Müller l. c. S. 104.

¹⁷ Hamm, J. — Aus den Waldungen des Rheintales (Forstwirtschaftl. Zentralbl. 1888 S. 609). Zit. nach Tubeuf S. 14.

¹⁸ Nach Tubeuf l. c. S. 14.

¹⁹ Fabricius. — Die rheinischen Auenwälder. Zit. nach Tubeuf l. c. S. 17.

²⁰ Tubeuf l. c. S. 4 ff. — Siehe auch oben S. 70.

Esche (*Fraxinus excelsior* L.). Auch diese zeigt vorzüglichen, an günstigen Orten die Eiche überflügelnden Wuchs. Auch wird ihre Nachzucht von der Natur unterstützt, während darin die Eiche vielfach versagt. Dagegen erleidet sie auf nassem Boden und bei stagnierendem Wasser nach Müller²¹ Rückgang. Bei den Hochwassern im Sommer 1910 ist sie nach Tübeuf²² vielerorts eingegangen infolge Absterbens der Rinde an der überschwemmten Basis (wie Buche, Ahorn, Kirsche, an deren verhältnismäßig glattrindige Stammbasis das Wasser anliegt und die Lentizellen verschließt). Auch Fabricius²³ betont, daß die Esche auf höher gelegene Stellen beschränkt bleiben müsse. Dort aber ist sie als Ober- wie als Unterholz gleich vorzüglich. Sie gibt im Unterholz ähnlich wie Ulme und Ahorn Nutzholzstangen, während andere Unterholzarten bei gleichem Umtriebe meist nur Reisholz bilden.

Fraxinus alba (*americana*) ist nach Blume²⁴ sehr gut zur Bepflanzung nasser Mulden, wo das Wasser lange staut und infolgedessen selbst Schwarzerlen eingehen, Kopfweiden aber unrentabel sind. Sie verhält sich in dieser Beziehung wie *Corya alba*, *Robinia* und *Larix*. Ebenso soll sie für Standorte mit starken Übersandungen bei großem Hochwasser leicht zu ziehen sein.

Die Weißbuche (*Carpinus Betulus* L.) kann stellenweise von Bedeutung sein. Ihr eigentliches Gebiet ist der etwas lockere, durch Sandbeimischung gemilderte Lehm.²⁵

Im weitern kommen forstlich in Betracht: Birken, Linden, Ulmen, Ahorne, Wildobst. Stellenweise, außerhalb des Überschwemmungsgebietes, können auch Rotbuchen (*Fagus silvatica* L.) angebracht sein (siehe oben S. 39). So hat man in den Rheinwaldungen des kgl. Forstamtes Sondernheim an Stellen, die von Kiesrücken durchzogen sind und einen Rückgang der tiefwurzelnden Eiche und Esche zeigten, heute 15-jährige Buchenhorste, die vorzüglich gedeihen. Von fremden Holz-

²¹ Müller l. c. S. 104.

²² Tübeuf l. c. S. 2.

²³ Fabricius l. c. S. 85.

²⁴ Zit. nach Brecher l. c. S. II.

²⁵ Brecher l. c. 13.

arten kommen in Betracht:²⁶ Robinia Pseudacacia, Corya alba, C. amara, C. tomentosa (Hikory), Juglans nigra, Acer californicum.

Ganz besonders zu berücksichtigen sind die *Weich-Laubhölzer*. „Den Weichlaubhölzern müssen wir im Hauptbestande der Auenwaldungen einen vornehmen Platz einräumen, weil sie die berufenen Holzarten für lockere, hinreichend feuchte Böden sind, ansehnliche Stärke in kurzem Zeitraum erreichen und sehr gut bezahlt werden“.²⁷ Weiden und Pappeln weisen in den Rheinauen mit 40—50 Jahren Brusthöhenstärken von 50—60 cm auf. 1904 belief sich der Preis für italienische Pappeln auf 30,8 Mark, Schwarzpappelholz 40 Mark, Weiden sogar 52 Mark per Festmeter. Diese Hölzer werden besonders von Maschinenfabriken und Möbelgeschäften gesucht.

Besonders zeichnet sich auch die kanadische Pappel durch schönes Wachstum aus: 5-jährige Exemplare von 10 m Höhe sind keine Seltenheit.²⁸ 35-jährige Schwarzpappeln weisen 85 cm mittleren Durchmesser auf. Aus 32-jährigen Pyramidenpappeln mit durchschnittlich 3 m³ Holz wurde ein Erlös von 100 Mark erzielt. Sehr gute Resultate mit kanadischen Pappeln sind aus den Auwaldungen bei Durlach bekannt. Ebenso gelten im Überschwemmungsgebiet der weißen Elster kanadische und Schwarzpappeln als die wertvollsten Holzarten, indem dort bei 30-jährigen Stämmen von je 4 Festmetern Derbholz ein Erlös von 30 Mark per Festmeter nicht selten ist.

Um solches Unterholz in möglichst kurzer Frist zu erziehen ist der hochwaldartige Mittelwald, der sich aus Oberholzgruppen und -Horsten der verschiedensten Holzarten und von verschiedenem Alter zusammensetzt, die geeignetste Wirtschaftsform.²⁹ Bei richtiger Verteilung der Holzarten sind bei jedem Abtriebe des Unterholzes auch haubare Hölzer im Oberholz vorhanden. Die Hiebsreife in den Auenwaldungen tritt ein, bei Eiche mit 100—120 Jahren, bei Esche, Ahorn, Buche, Birke mit 60—70 Jahren, bei Weichhölzern mit 30 bis 50 Jahren.

²⁶ Nach Brecher l. c. S. 27—29.

²⁷ Forstmeister Vill in Müller l. c. S. 108.

²⁸ Müller l. c. S. 104.

²⁹ Müller l. c. S. 108.

Für die *Bestandesbegründung* eignet sich am besten Pflanzung mit starken Pflanzen oder mit Heistern. Saaten sind in den Überschwemmungsgebieten gar nicht anzuwenden, auch sonst, infolge Verunkrautung, Verdämmung und Wildverbiß nicht zweckmäßig.

Über das Verhalten der Weichlaubhölzer entnehmen wir Müller³⁰ folgende Erfahrungstatsachen:

1. *Weiden*. Als Oberholz eignen sich Weiß-, Rot- und Bruchweide. Eine Ansamung geht auf nacktem, feuchtem Sande leicht, auf begrastem Stellen nur schwer vor sich.³¹ Selbstreinigung, Überschwemmungen und Überlagerung mit Sand gut ertragend. Die jungen Pflanzen bilden Luftwurzeln. Es entsteht an den Stämmen ein dichter Pelz von Wurzeln, welche „dem überfluteten Stamme die Eigenschaft einer Wurzel verleihen und befähigt sind, aus dem Wasser auch Sauerstoff aufzunehmen. Alte Weiden aber bilden eine tief-rissige Borke“.³² Aber auch ältere Weiden mit rissiger Borke bilden bei Überschwemmungen an der Stammbasis einen Wurzelpelz. Sinkt das Hochwasser, so dringen viele dieser Wurzeln in den Boden ein und bilden dicke Bündel von Stelzwurzeln (Fig. 38).

Stecklinge halten eine Überschwemmung nicht aus.

2. *Pappeln*. a) Aspe, Silber- und Graupappel. Nachzucht aus Samenpflanzen und Wurzelbrut. Letztere läßt nach einiger Zeit im Wachstum nach. Bei günstigen Bedingungen erreichen alle 3 Holzarten nach 40—50 Jahren Stämme von 30 m Höhe und 70—80 cm Brusthöhendurchmesser.

b) Schwarzpappel, kanadische und Balsampappel. Ein Anbau geschieht durch Stecklinge von gesunden 1—2-jährigen Stocklohdn, nach Brecher durch 2—2,5 m lange Setzstangen, welche niemals aus Ästen alter, schlechtwüchsiger Pappeln, sondern aus saftigen zirka 4-jährigen Trieben von Kopf- oder Schneidel- oder seltener Stock-Ausschlägen von besonders zu diesem Zwecke geköpften oder gehauenen Schwarzpappelstämmen entnommen werden. Die kanadische Pappel ist ein ausgezeichneter Lückenfüller und eignet sich in horstweiser

³⁰ Müller l. c. S. 109.

³¹ Siehe auch Besiedelung S. 138.

³² Tubeuf l. c. S. 9.

Einmischung in weitem (4—5 m) Verbände besonders zur Durchstellung der Weißerle. Jedoch meidet sie nasse Böden, ebenso leidet sie im Freistande durch Sonnenbrand. Für oberflächlich trockenen Boden mit beständiger Feuchtigkeit in der Tiefe eignet sich hauptsächlich die Schwarzpappel. Weniger gut scheint die Balsampappel zu passen. Alle 3 Arten übertreffen die vorigen noch an Größe.

c) Die italienische Pappel taugt am besten für Bestandesränder.

In Anbetracht des Umstandes, daß immer noch viel Pappelholz aus dem Auslande bezogen wird, könnte der Anbau dieser Arten auch in unseren Auen lohnend sein.

3. *Erten*.³³ a) Schwarzerle. Die nassen Lagen auf den Verlandungsflächen der Aare, auf denen heute die Weißerle in hartem Daseinskampf kümmerlich lebt, würden mit größerem Erfolge mit Schwarzerlen aufgeforstet, doch würde sie hauptsächlich nur als Schlagholz für Derbholzerträge in Betracht kommen.

b) Auch die Weißerle liefert als Oberholz keine guten Resultate, sondern scheint sich nur für kurze Umtriebszeiten zu eignen. Erst im höheren Alter bildet sie Wurzelbrut. Sie siedelt sich durch Samen leicht, auch in grasbedecktem Gelände an.

³³ Siehe auch das natürliche Vorkommen von *Alnus rotundifolia* und *incana* S. 79 u. 90 ff.

Literaturverzeichnis.

- Adamovic, L.* — Die Vegetationsformationen Ostserbiens. Englers bot. Jahrbuch XXVI. 1908.
- — Die Vegetationsverhältnisse der Balkanländer. In Engler und Drude, Vegetationen der Erde XI. S. 567 ff. Leipzig 1909.
- Aebi, J. A.* — Ornithologische Beobachtungen vom 1. Feb. bis 31. Dez. 1911 in der Koserrain-Reservation bei Burgdorf. Burgdorf 1912.
- Andersson, G. och Hesselmann, H.* — Vegetation och flora i Hamra kronopark. Aftryck ur Skogsvarvsföreningens tidskrift. 1907. (Mit Resümé in deutscher Sprache.)
- Antipa, G.* — Die Biologie des Donaudeltas und des Inundationsgebietes der unteren Donau. Jena 1911.
- Beck, G. von Mannagetta.* — Flora von Hernstein in Niederösterreich, Wien 1884.
- — Flora von Niederösterreich, Wien 1893.
- — Die Vegetationsverhältnisse der illyrischen Länder. Leipzig 1901.
- Beguinet, A.* — La flora dei depositi Alluvionali del basso Corso del fiume Tevere. Estr. del nuovo giornale bot. ital. (nuova serie). Vol. VIII N. 2 1901.
- Bettelini, A.* — La flora legnosa del Sottoceneri (Thèse Doct. Zürich, 1904).
- Binz, Aug.* — Flora von Basel und Umgebung. Basel 1905.
- Blanc, L.* — La vegetation aux environs de Montpellier. Bull. Soc. bot. France, LII 1905.
- Brecher, G.* — Aus dem Auenmittelwalde. Wirtschaftliche und taxatorische Bemerkungen. Berlin 1886.
- Brockmann-Jerosch, H.* — Die Flora des Puschlav. Leipzig 1907.
- — Die natürlichen Wälder der Schweiz. Zürich 1910.
- Brockmann-Jerosch, H. und Rübel, E.* — Die Einteilung der Pflanzengesellschaften nach ökologisch-physiognomischen Gesichtspunkten. Leipzig 1912.
- Bühler, A.* — Artikel „Waldbau“ in Furrers Volkswirtschaftslexikon der Schweiz. Bern 1890.
- Bühler-Tübingen.* — Wasservorrat und Wasserbewegung im Waldboden. Vortrag.

- Cajander, A. K.* — Alluvionen des unteren Lean-Tales, 1903 bis 1905.
— — Studien über die Vegetation des Urwaldes am Lena-Fluß. Helsingfors 1904.
— — Beiträge zur Kenntnis der Vegetation der Alluvionen des nördlichen Eurasiens. Helsingfors 1905.
- Christ, H.* — Das Pflanzenleben der Schweiz. 1879.
- Clements, Fr.* — The Development and Structure of Vegetation. Bot. Survey of Nebraska, 1901.
— — A system of Nomenclature for Phytogeography. Englers bot. Jahrb. XXXI, 1902.
— — Botanical survey of Nebraska III, 1904.
— — Research methods in Ecology, 1905.
— — Plant Physiology and Ecology, New-York 1907.
- Cooper, William S.* — The climax forest of Isle Royale, Lake Superior, and its Development. The Botanical Gazette, Vol LV, Nos. 1, 2, 3, 1913.
- Coulter, S. M.* — An ecological comparison of some typical swamp areas. Missouri Botanical Garden. St. Louis 1904. S. 39 ff.
- Cowles, Henry, Chandler.* — The Physiographic Ecology of Chicago and Vicinity; a Study of the Origin, Development and Classification of Plant Societies. Bot. Gazette XXXI, 1901.
— — The Causes of Vegetative Cycles. Bot. Gazette. March 1911.
- Crampton, M. B.* — The Vegetation of Caithness considered in relation to the Geology. 1911.
— — The geological relations of stable and migratory Plant-formations. 1912.
- Darwin, Ch.* — The Formation of vegetable Mould through the Action of Worms. London 1881.
- Davis, W. M. u. Braun, G.* — Grundzüge der Physiogeographie. Leipzig und Berlin 1911.
- Davis, W. M.* — Die erklärende Beschreibung der Landformen. Deutsch bearbeitet von Dr. A. Rühl. Leipzig und Berlin 1912.
- Domin, K.* — Die Vegetationsverhältnisse des tertiären Beckens von Veseli, Wittingau und Grätzen in Böhmen. Beihefte z. Bot. Centralbl., XVI, 1904.
— — Das böhmische Mittelgebirge. Sonderabdr. aus Englers bot. Jahrbüchern. 37. Bd., 1. Heft. 1905.
- Drude, O.* — Handbuch der Pflanzengeographie. Stuttgart 1890.
— — Deutschlands Pflanzengeographie I. Stuttgart 1896.
— — Der hercynische Florenbezirk. Engler und Drude, Die Vegetation der Erde. Leipzig 1902.

- Düggeli, Max.* — Pflanzengeographie und wirtschaftliche Monographie des Sihltales bei Einsiedeln (Inaug. Dissertation). Zürich 1903.
- Engler, A.* — (Zürich) Wirtschaftsprinzipien für die natürliche Verjüngung der Waldungen mit bes. Berücksichtigung der verschiedenen Standortsverhältnisse. Schweiz. Zeitschrift für Forstwesen. 1900.
- Escher, B. G.* — Physiologische Morphologie, S. Passarge contra W. M. Davis. Delft 1913.
- Fabricius* — Die rheinischen Auwälder. Allg. Forst- und Jagdzeitung, 1879.
- Feldtschenko Boris u. Fleroff Alexander.* — Rußlands Vegetationsbilder. Petersburg 1907, 1908, 1911.
- Feucht, Otto.* — Württembergs Pflanzenwelt. 138 Vegetationsbilder nach der Natur mit einer pflanzengeographischen Einführung. Stuttgart 1912.
- Fischer, L.* — Flora von Bern. Bern 1903.
- Flahault, Ch.* — La distribution géogr. des végétaux dans un coin du Languedoc. Montpellier 1893.
- — Flore de la Vallée de Barcelonnette, Montpellier 1897.
- — Rapport sur les herborisations dans la Vallée de l'Ubaye Bull. Soc. bot. France, XLIV, 1897.
- Flahault, Ch. et Combres, P.* — Observation sur la part qui revient au Cordon littoral dans l'exhaussement actuel du delta du Rhône. Montpellier. 1894.
- Flahault, Ch. u. Schröter, C.* — Phytogeographische Nomenklatur. Zürich 1910.
- — Nomenclature phytogéographique, Votes et remarques. Zürich 1910.
- Forel, Aug.* — Die Nester der Ameisen. Zürich 1892. Neu-jahrs-Blatt der Naturforschenden Ges. Zürich 1893.
- Freidenfeldt, T.* — Studien über die Wurzeln krautiger Pflanzen. I. Über die Formbildung der Wurzel vom biologischen Gesichtspunkte. Flora XCI, 1902, S. 115—208.
- Früh, J.* — Über Torf und Dopplerit. Eine minerogenetische Studie für Geognosten, Mineralogen, Forst- und Landwirte. Zürich 1883.
- — Schwimmende Inseln. Hettner, Geogr. Zeitschrift II. 1896.
- Früh und Schröter, C.* — Die Moore der Schweiz, mit Berücksichtigung der gesamten Moorfrage. Bern 1901.
- Gehne, Hans.* — Die Entstehung von Einebnungsflächen. Kosmos 1912. Heft 12.
- Ginzberger, A.* — Exkursion in die Donau-Auen unterhalb Wiens. Wien 1905.
- Gradmann, R.* — Das Pflanzenleben der Schwäbischen Alb. Tübingen 1898.

- Graebner, P.* — Die Heide Norddeutschlands und die sich anschließenden Formationen in biologischer Betrachtung. Leipzig 1901.
- — Die Pflanzenwelt Deutschlands. Lehrbuch der Formationsbiologie. Leipzig 1909.
- Grevillius, A. Y.* — Biologisch-physiognomische Untersuchungen einiger schwedischer Haintälchen. Bot. Zeitung, 1894.
- — Studier öfver vegetationens sammansättning. Sver. Geol. Unders. 144. 1895.
- Grosser, W.* — Die schlesische Inundationsflora. Inaug. Dissertation. Breslau 1898.
- Guppy, H. B.* — The River Thames as an Agent in Plant Dispersal. The Journal of the Linnean Society. London 1893.
- Heß, E.* — Über die Wuchsformen der alpinen Geröllpflanzen. Beihefte Bot. Centralbl., Bd. XXVII, Abt. II, Heft 1, 1910.
- Hesselmann, Henrik.* — Zur Kenntnis des Pflanzenlebens schwedischer Laubwiesen. Beihefte d. Bot. Centrbl. XVII, 1904.
- — Om vattnets syrehalt och des inverkan på skogsmarkens försumpning och skogens växtlighet.
Resumé: Über den Sauerstoffgehalt des Bodenwassers und dessen Einwirkung auf die Versumpfung des Bodens und das Wachstum des Waldes. Aftryk ur Skogsvårdsföreningens Tidskrift. Stockholm 1910.
- Hitchcock, A. S.* — Ecological Plant Geography of Kansas. Transactions of the Academy of Science of St. Louis. St. Louis 1898.
- Höck, F.* — Begleitpflanzen der Buche. Bot. Centralbl. 1892.
- — Pflanzen der Schwarzerlenbestände Norddeutschlands. Bot. Jahrbücher XXII Bd.
- Höfer von Heimhalt, Hans.* — Grundwasser und Quellen. Braunschweig 1912.
- Jaccard, Paul.* — Étude comparat. de la distrib. flor. dans une portion des Alpes et du Jura. Bull. Soc. Vaud. Sc. natur. XXXVII, 1901.
- — Lois de la distribution florale dans la zone alpine. Bull. Soc. Vaud. Sc. natur. XXXVIII, 1902.
- — Nouv. recherches sur la distribution florale. Bull. Soc. Vaud. Sc. natur. XLIV, 1908.
- Karsten, G. und Schenk, H.* — Vegetationsbilder. Vierte Reihe, Heft 8. Jena 1907.
- Keller, C.* — Humusbildung und Bodenkultur unter dem Einfluß tierischer Tätigkeit. 1887.
- Keller, R.* — Vegetationsbilder aus dem Val Blenio. Mitt. der nat. Ges. Winterthur, 1903.

- Kerner, A.* — Das Pflanzenleben der Donauländer. Innsbruck 1863.
— — Pflanzenleben, 2. Aufl. 1898.
- Kihlmann, A. O.* — Pflanzenbiol. Studien aus Russisch-Lapp-land. Acta pro Fauna et Fauna fennica, VI, 1890.
- Klinge, J.* — Über den Einfluß der mittleren Windrichtung auf das Verwachsen der Gewässer, nebst Betrachtung anderer von der Windrichtung abhängiger Vegetationserscheinungen im Ostbalticum. Engler, Bot. Jahrb. für Systematik, Pflanzengeschichte u. Pflanzengeographie XI, 1890.
- Korschinsky, S.* — Über die Entstehung und das Schicksal der Eichenwälder im mittleren Rußland. Engler 13. 1891.
- Kurz, A.* — Die Lochseen und ihre Umgebung. (Inaug. Dissertation, Zürich). Stuttgart 1912.
- Lämmermayr, Ludwig.* — Verbreitung und Rolle der weißen Farbe im Pflanzenreiche. „Aus der Natur“. VI. Jahrgang, 1911. Heft 24.
- Leiningen, Wilhelm Graf zu.* — Die Waldvegetation praealpiner bayer. Moore, insbesond. der südl. Chiemseemoore. Naturw. Zeitschr. für Land- u. Forstwirtschaft, München, 1907.
- Lüscher, H.* — Flora des Kantons Solothurn. Solothurn 1898 und Nachträge 1904 und 1910.
- Lundström, A.* — Über die Salixflora der Jenissei-Ufer. Bot. Centrbl. XXXV 1888.
- Massart, Jean.* — Essai de géographie botanique des districts littoraux et alluviaux de la Belgique. Bruxelles 1907.
— — Les Aspects de la végétation en Belgique. Bruxelles, 1908.
- Maurer, Billwiller und Heß.* — Klima der Schweiz. 1910.
- Meigen, F.* — Die Besiedelung der Reblausherde in der Provinz Sachsen. Engler 21. 1896.
- Meigen, Wilh.* — Die Pflanzenwelt des Großherzogtums Baden. Sonderabdruck aus „Das Großherzogtum Baden“. Karlsruhe 1912.
- Moss, C. E.* — The fundamental Units of Vegetation. The New Phytologist. vol. ix. Jan. and Febr. 1910.
- Mühlberg, F.* — Die Standorte und Trivialnamen der Gefäßpflanzen des Aargaus. Aarau 1880.
— — Die heutigen und früheren Verhältnisse der Aare bei Aarau. Progr. d. Aarg. Kantonsschule. Aarau 1885.
— — Der Boden von Aarau. Eine geolog. Skizze. Festschrift zur Eröffnung des neuen Kantonsschulgebäudes in Aarau. 1898.
— — Bericht über die Erstellung einer Quellenkarte des Kantons Aargau. Aarau 1901.

- Müller, B.* — Die XVIII. Versammlung des Pfälzischen Forstvereins zu Speyer. S. 102: Die Rheinwaldungen des kgl. Forstamtes Sondernheim. Forstwissensch. Zentralblatt, 27. Jahrgang. Berlin 1905. Heft 2.
- Paul, H.* — Die Schwarzerlenbestände des südlichen Chiemseemoores. Mitt. d. k. Bayr. Moorkultur. Heft 1 II. Stuttgart 1907.
- Potonié, H.* — Ein von der Holländisch-Indischen Sumatra-Expedition entdecktes Tropen-Moor. Naturw. Wochenschrift Nr. 42. 1907.
- — Die rezenten Kaustobiolithe und ihre Lagerstätten. Berlin 1908.
- Preuß, Hans.* — Untersuchung der Kreise Löbau und Rosenberg. Abromeit. Bericht über die XLII Jahresversammlung etc. Bericht 91.
- Raesfeldt, R., von.* — Der Wald in Niederbayern. Landshut 1894.
- Ramann, E.* — Forstliche Bodenkunde u. Standortslehre. 1893.
— — Bodenkunde. Berlin 1905.
- Raunkiaer, C.* — Types biologiques pour la géographie botanique. 1905.
- Ravn, F. K.* — Om Flydeevnen hos Froene of vore Vandog Sumpplanter. (Saertryk af Botanisk Tidsskrift.) Kjöbenhavn 1894.
- Reissek, S.* — Vegetationsgeschichte des Rohres an der Donau in Österreich und Ungarn. Verh. der k. k. zool.-bot. Ges. in Wien. Bd. IX. Wien 1859.
- Resvoll, Thekla R.* — Pflanzenbiol. Beobachtungen aus dem Flugsandgebiet bei Röros im inneren Norwegen. (Nyt Magazin for Naturvid., XLIV.)
- Ribbeck, Konr.* — Auenwälder. Kosmos, Handweiser für Naturfreunde, 1909.
- Rikli, M.* — Zur Kenntnis der Pflanzenwelt des Kantons Tessin. Ber. X, 1905—07, d. Zürcher botan. Ges., Zürich 1907.
- Roßmäßler, E. M.* — Der Wald. Leipzig. 1863.
— — Der Wald. 3. Ausgabe von Willkomm. Leipzig. 1881.
- S., H.* — Ergebnisse aus einem Kahlschlag. Der praktische Forstwirt für die Schweiz. 45. Jahrgang. Nr. 12. 1909.
- Scharfetter, Rud.* — Die Vegetationsverhältnisse von Villach in Kärnten.
- Schimper, W. O.* — Pflanzengeographie auf physiol. Grundlage. Jena 1908.
- Schinz, H. und Keller, R.* — Flora der Schweiz. I. Teil. Zürich 1909.
— — Flora der Schweiz. II. Teil.

- Schneider, Joh. Rud.* — Das Seeland der Westschweiz und die Korrektur seiner Gewässer. Bern 1881.
- Schröter, C. und Kirchner, O.* — Die Vegetation des Bodensees. Lindau i. B. 1896.
- Schröter, C. und Rickli, M.* — Botanische Exkursionen in Bedretto, Formazza und Bosco-Tal. Zürich 1904.
- Schröter, C.* — Naturschutz und Nationalpark. Separatabdr. aus der „Tierwelt“ Nr. 8 u. ff. 1913. Aarau 1913.
- Sendtner, O.* — Die Vegetationsverhältnisse d. bayrischen Waldes. 1860.
- Sernander, R.* — Die Einwanderung der Fichte in Scandinavien. Engler 15. 1893.
- — Den skandinaviska vegetationens spridningsbiologi. (Zur Verbreitungsbiologie der skandinavischen Pflanzenwelt. Mit einem deutschen Resümé.) Upsala 1901.
- — Entwurf einer Monographie der europäischen Myrmekochoren. Uppsala und Stockholm 1906.
- Servettaz, Camille.* — Monographie des Eléagnacées. Dresde 1909.
- Siegrist, R.* — In den Auen der Aare. Ber. über die Städt. Schulen Aarau. Aarau 1910.
- — Eine Entstehungsart des Auenwaldes. Der prakt. Forstwirtschaft für die Schweiz. 48. Jahrgang, Nr. 5. 1912.
- — Beobachtungen über das Verhalten einiger Gehölze bei großer Bodennässe. Der praktische Forstwirtschaft für die Schweiz. Heft 5. 1913.
- Skarmann, J. A. O.* — Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Salixformationen an den Ufern des Klarelfs. Botan. Zentralblatt, 1887.
- Solms-Laubach.* — Die leitenden Gesichtspunkte einer allgemeinen Pflanzengeographie. Leipzig 1905.
- — Flora von Elsaß-Lothringen. Separatabdruck aus „Das Reichsland Elsaß-Lothringen“.
- Soyka, Jf.* — Die Schwankungen des Grundwassers. Geogr. Abh. II. Wien 1888.
- Tansley, A. G.* — Types of British Vegetation. Cambridge 1911.
- Tubeuf, C. von.* — Hochwasserschäden in den Auenwäldern des Rheins nach der Überschwemmung im Sommer 1910. Naturwissensch. Zeitschrift für Forst- und Landwirtschaft. Januar 1912. Heft 1. Stuttgart.
- Vageler, P.* — Über Bodentemperatur im Hochmoor und über die Bodenluft in verschiedenen Moorformen. Mitt. der k. Bayr. Moorkulturanstalt. Heft 1, I. Stuttgart 1907.
- Vahl, Martin.* — Les types biologiques dans quelques formations végétales de la Scandinavie.

- Warming, Eug.* — De psamophile Formationer in Danmark. Særtryk af Vidensk. Meddel. fra den naturhist. Forening 1891.
- — Lehrbuch der ökologischen Pflanzengeographie (Edit. allem.). Berlin, 1896.
- — Danske Plantevaext. 1. Strandvegetation. Kjöbenhavn, 1907.
- — Oecology of Plants. An introduction to the study of plant - Communities. Oxford, 1909.
- Willkomm, M.* — Forstliche Flora von Deutschland und Österreich. Leipzig 1887.
- Wimmer, F.* — Flora von Schlesien preußischen und österreichischen Antheils. Breslau 1844.
- Yapp.* — Spirea Ulmaria, L., and its Bearing on the Problem of Xeromorphy in Marsh Plants. Annales of Botany, Vol. XXVI Nr. CIII. July, 1912.
- Zeller.* — Aufsatz über die Aare im geogr. Lexikon der Schweiz. Neuenburg 1902.

Karten.

- Berghaus.* — Physikalischer Atlas. Abt. 5. Pflanzengeographie. Gotha 1892.
- Heim, Alb. u. Schmidt, C.* — Geologische Karte der Schweiz. Bern 1894.
- Michaelis, E. H.* — Topographische Karte des Eidgenössischen Kantons Aargau. Aufgenommen 1837—43.
- Mühlberg, F.* — Geologische Karte der Umgebung von Aarau. Aarau 1906. 1 : 25 000.
- — Karte der Flußterrassen von Aarau. (Progr. der Aarg. Kantonsschule 1885.)
- Topographischer Atlas der Schweiz* (Siegfried-Atlas) 1 : 25 000.
Bl. 353, 339, 338, 336, 322, 319, 317, 316, 140, 138, 124, 125, 123, 126, 112, 113, 164, 165, 163, 149, 152, 150, 151, 35, 38, 36, 22, 21.
- Topographische Karte der Schweiz* (Düfourkarte) 1 : 100 000.
Bl. 12, 7, 8, 5.
-