Soziologische und ökologische Untersuchungen an der Auenvegetation im Churer Rheintal und Domleschg

Autor(en): **Volk, O.H.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Jahresbericht der Naturforschenden Gesellschaft Graubünden**

Band (Jahr): **76 (1938-1939)**

PDF erstellt am: **18.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-594794

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Soziologische und ökologische Untersuchungen an der Auenvegetation im Churer Rheintal und Domleschg

Von Dr. O. H. Volk

(Unter Mitwirkung von Dr. J. Braun-Blanquet
für den soziologischen Teil)

Mit 2 Abbildungen und 9 Tabellen.

Gedruckt mit Subvention der Stiftung **Dr. Joachim de Giacomi**
der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft

Der Wechsel von Wasser und Land, der Kampf des fließenden Wassers mit dem Ufer, die Abtragung und Sedimentation haben stets die menschliche Beobachtung angeregt und belebt. Ist doch der Standort am Wasser einer der wenigen, an dem die Veränderung in der Zusammensetzung, im Aufbau und in der Sukzession der Vegetationsdecke in dem kurzen Zeitraume, der dem Naturforscher in seinem Leben zur Verfügung steht, beobachtet werden kann. Leider ist heute, im Zeitalter der Technik, auch diese Möglichkeit in Mitteleuropa beschränkt. Flußbauten, Regulierungen und Bereinigungen haben an fast allen Flußläufen mehr oder weniger einschneidende Veränderungen gebracht, und gerade hier ist man bestrebt, entgegen dem naturgegebenen raschen Wechsel, Stabilität und Stetigkeit zu erreichen, oft unter Aufwendung immenser Kosten. In Deutschland ist heute jeder größere Fluß irgendwie willkürlich beeinflußt; er unterliegt dem Wassergesetz, das z. B. sämtliche Bäume im Hochwasserbereich verbietet, was zur Folge hat, daß die Fluß- und Stromtäler heute völlig entwaldet sind.

Lediglich an den Alpenflüssen, die als Wildwässer z. T. noch unberührt sind, kann man heute noch einigermaßen na-

türliche Verhältnisse beobachten. Um so dankbarer bin ich Herrn Prof. Dr. J. Braun-Blanquet, Montpellier, daß ich in seiner Begleitung des öfteren Gelegenheit hatte, die Vegetationsverhältnisse des Rheintales in der weiteren Umgebung von Chur zu besuchen. Durch seine Vermittlung war es mir möglich, das Laboratorium der Arbeitsstelle für Vegetationskunde[1] der Station internationale de Géobotanique méditerranéenne et alpine (Sigma) in Chur während mehrerer Sommeraufenthalte zu benützen, ohne welche *die Durchführung der Untersuchungen unmöglich gewesen wäre.* Die Zusammenarbeit war um so fruchtbarer, als der Genannte seit seiner Jugend die Vegetationsänderungen am Bündner Rhein beobachten konnte, die dem nur zeitweiligen Besucher natürlicherweise verborgen bleiben müssen. Wer würde z. B. ahnen, daß dort, wo heute der reife Grauerlen-Auwald stockt, noch vor 30—40 Jahren sich die Jugend mit Schlittschuhlaufen auf der Eisfläche des vom Flusse abgeschnürten Wasserarmes tummelte?

Der Rheinlauf vom Bodensee bis Landquart ist heute zum größten Teile korrigiert und gerade gelegt. Erst oberhalb Landquart sind die Uferbauten weniger zahlreich und beschränken sich darauf, die Prallhänge zu schützen und durch Dammbauten quer zur Flußrichtung die Sedimentationstätigkeit bei Hochwasser anzuregen, um die Ufer zu erhöhen. Nur an wenigen Stellen oberhalb Churs befindet sich der Fluß in wildem Zustande, wo er hausen kann, wie er will, wo er, in zahlreiche Arme aufgeteilt, über sein Kiesbett hin- und herpendelt, an der einen Stelle abtragend, an anderen Stellen aufschüttend, wild und ungebändigt (z. B. der Hinterrhein zwischen Reichenau und Rothenbrunnen).

Untersucht wurden die Vegetationsverhältnisse der alluvialen Aufschüttungen des Graubündner Rheintales in der näheren Umgebung von Chur, etwa vom Zusammenfluß des Hinter- und Vorderrheines bei Reichenau (600 m) abwärts bis zur Mündung der Landquart in der Nähe der Ortschaften Reichenau, Ems, Felsberg, Chur, Haldenstein, Trimmis, Untervaz und Zizers, weiter der wilde, großartige Durchbruch

[1] Von der Rhätischen Bahn zur Verfügung gestellt.

des Hinterrheins zwischen Rothenbrunnen und Reichenau und in einzelnen Stichproben das Vorderrheintal zwischen Disentis und Reichenau. Diese Gebiete sind, im Gegensatz zum weiteren Rheinlaufe, nur wenig, stellenweise sogar gar nicht von der Hand der Wasserbauer berührt, so daß, im großen und ganzen gesehen, hier noch natürliche Verhältnisse angetroffen werden können oder doch leicht rekonstruierbar sind.

Die Vegetationsverhältnisse.

Der wenig in feste Bahnen gezwängte Fluß schafft fortwährend Neuland in Form von Kiesinseln, die sich, solange sie noch unter Wasser bleiben, andauernd verlagern. Sie sind noch vegetationslos, selbst Algenbeläge fehlen, und selbstverständlich fehlen hier auch höhere Gewächse. Auf dem nie ruhenden, rundgeschliffenen und gerollten Grobkies, der dazu noch der schabenden Wirkung der kleinen Geschiebe ausgesetzt ist, kann keine Pflanze den mechanischen Beschädigungen widerstehen, eine Beobachtung, die sich an allen raschströmenden, reichlich Geschiebe führenden Flüssen beobachten läßt. Von einer gewissen Stromgeschwindigkeit ab ist nirgends in den Alpenflüssen eine Gesellschaft der *Potamentalia* (d. s. untergetauchte, schwimmende oder flutende Wasserpflanzengesellschaften) zu erwarten.

Wie Siegrist (1913) zeigt, stellt sich auf den Kiesinseln erst dann eine dauerhafte Vegetation ein, wenn diese zur Ruhe gekommen sind, indem sie sich über Mittelwasser oder den mittleren Hochwasserspiegel erheben. Auf diesen oft sehr großen Flächen bleiben an einzelnen Stellen hinter größeren Kieselbrocken und in Vertiefungen feinere sandige Depositen des Flusses liegen. Jetzt ist der Zeitpunkt gekommen, wo sich die ersten Phanerogamen ansiedeln können. Es sind vor allem Pflanzen, die aus dem Gebirge herabgeschwemmt werden. Sie gelangen durch die seitlich reichlich zufließenden Wildwässer in den Fluß. Ebenso können auch Fruchtstände und Samen vom Wasser mitgenommen werden. Doch halte ich diesen Fall für den selteneren, da die im Ver-

gleich zu der Strömungsgeschwindigkeit viel zu leichten Samen sehr schwer zur Ablagerung kommen, und wo diese Samen sich am ehesten ablagern könnten, fehlen die eigentlich alpinen Arten vollständig. Dieses Fehlen würde für fehlenden Transport noch keimfähiger Samen sprechen, doch ist einschränkend zu bemerken, daß die fein- und feinstkörnigen Ablagerungen sehr schlecht durchlüftet sind und daher der Entwicklung der meisten Alpenpflanzen Schwierigkeiten machen könnten.

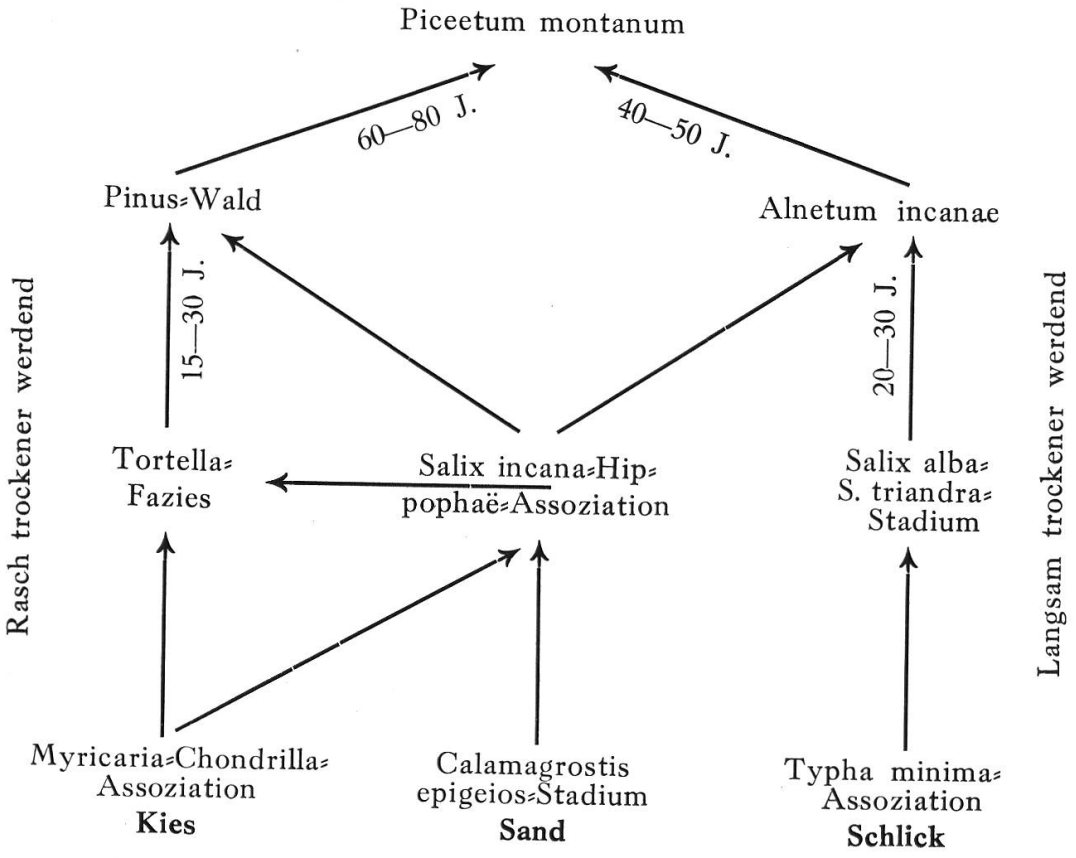
Wir finden also auf den besiedlungsfähigen Kiesinseln und Ablagerungen am Flußufer eine bezeichnende, noch sehr offene und locker zusammengesetzte Initial-Pflanzengesellschaft alpiner Arten, in der sich auch eine Anzahl sehr charakteristischer, mehr oder weniger an diesen Standort gebundener nicht alpiner Pflanzen einstellt, die dann die weiter unten zu beschreibende *Myricaria-Chondrilla prenanthoides*-Assoziation zusammensetzen.

In dieser Gesellschaft kommt reichlich Weiden- und Erlen-Anflug *(Alnus incana)* vor, doch lassen die noch häufigen und regelmäßigen Überschwemmungen die jungen Pflänzchen nicht zur Weiterentwicklung kommen. Bei rascher Erhöhung der Ufer über den Mittelwasserstand und ihrem Heraustreten aus der Überschwemmungszone, entwickelt sich sehr schnell über ein Moosstadium mit *Tortella* und Bestandteilen des *Xerobrometums* ein *Pinus*-Wald, der auf Kies moosreich, auf weniger wasserhaltendem Grobkies flechtenreich ist und schließlich zu dem Klimaxwald des Gebietes, zu dem Piceetum, wird (s. Abb. 1).

Bei weniger rascher Wasserstandssenkung gelangen dagegen die *Weiden* und *Hippophaë* zur Entwicklung und bilden eine charakteristische Assoziation, die dem *Alnetum incanae* nahesteht und die entweder leicht in das *Alnetum incanae* übergeht oder, wenn die Absenkung rascher erfolgt und der Boden keine wasserhebende Kraft besitzt, dem *Tortella-Stadium* weicht, dessen weitere Entwicklung wie oben geschildert vonstatten geht. Oder aber es gehen in dem Weiden-Sanddorn-Gebüsch Kiefern auf und es entwickelt sich über den *Pinus*-Wald das *Piceetum montanum.*

Bleibt dagegen der Wasserspiegel längere Zeiträume hindurch nahe der Bodenoberfläche, das heißt, geht die Bodenerhöhung oder Wasserspiegelabsenkung langsam vor sich, so kann sich das *Alnetum incanae* häufig direkt einstellen. Dieses bildet, wenn sich die Wasserverhältnisse nicht rasch ändern, ein Dauerstadium, das, wenn es sich genügend weit über Wasser erhöht hat, direkt in das *Piceetum* übergeht. Bei

Abb. 1.
Sukzessionsschema der Pflanzengesellschaft in den Rheinauen bei Chur.



dieser langsamen Erhöhung gelangen auf dem Kies nur grob- bis feinsandige Bestandteile zur Ablagerung, auf denen das *Alnetum incanae* gut gedeiht. So ist es verständlich, daß man den Grauerlen-Wald stets nur auf sandigen Ablagerungen findet.

Anders verläuft die Entwicklung auf Schlick. Dieser gelangt in Buchten, Altwässern und Mulden, die dem rasch-

strömenden Wasser entzogen sind, zur Ablagerung. Wie auf S. 61 dargestellt wird, hat dieser Schlickboden einen vollständig andersartigen Wasser- und Lufthaushalt. Bedingt durch ein kleines Porenvolumen bei sehr dichter Lagerung der Bodenteilchen, ist er, bei hohem Wassergehalt, schlecht durchlüftet. Die vom Schlick gebildeten Alluvionen werden von der *Typha minima*-Assoziation in Beschlag gelegt, die sehr dichte Bestände bildet und den Boden vor der abtragenden Wirkung des fließenden Wassers schützt; es findet sogar zwischen den dichten Halmen und Blattbüscheln der *Typha* eine starke Sedimentation statt, die zu rascher Bodenerhöhung führt, auf der sich dann breitblättrige Weiden und *Alnus incana* einstellen können. Die fingerdicken Rhizome der *Typha* haben die Fähigkeit, solange Überflutungen noch häufig sind und der Wassergehalt des Bodens noch genügt, die oft über 5 cm dicken Ablagerungen einzelner Überschwemmungen immer wieder zu durchstoßen. Diese Rhizome zersetzen sich schwer und reichen daher oft 30—50 cm tief in den Boden, bei ihrer Zersetzung Hohlräume hinterlassend, die die Bodendurchlüftung wesentlich verbessern und die ursprünglich dichte Lagerung auflockern. So werden Verhältnisse geschaffen, die auch der Grauerle zusagen. Das die *Typha minima*-Assoziation ablösende *Alnetum incanae* unterscheidet sich kaum noch von dem der Kiesserie, und seine Entwicklung geht wie dort zum *Piceetum*, wenn es außerhalb des Hochwasserbereiches zu liegen kommt. Meist wird dieses Endstadium jedoch nicht erreicht, da die mineralkräftigen Böden des Alnetums ausgezeichnetes Acker- oder Gartenland abgeben, das, sobald es die Hochwasserverhältnisse zulassen, in Kultur genommen wird.

In Abbildung 1 sind diese Entwicklungsmöglichkeiten in den Rheinauen zu einem Schema zusammengefaßt. Ähnlich wie in den Drau-Auen (Aichinger 1933) führen zwei Wege (über das *Alnetum* oder über den *Pinus*-Wald) zu dem Klimaxwald. Interessant ist es, daß es hier möglich war, die Zeiten, in welchen sich diese Sukzessionen vollziehen, teilweise festzustellen. Nach den langjährigen Beobachtungen von Braun-Blanquet bei Rothenbrunnen beträgt die

Zeit zur Ausbildung eines geschlossenen Kiefernwaldes auf einer Fläche, die vom *Tortella*-Stadium besiedelt war, 15 bis 30 Jahre. Die Weiterentwicklung zum Klimaxwald braucht 60—80 Jahre. Bei Chur benötigte die Weiterentwicklung eines Weidenstadiums *(Salix alba, Salix triandra)* des *Typhetum* zum *Alnetum incanae* 20—30 Jahre und die Weiterentwicklung zum Fichtenbestand 40—50 Jahre. Meist wird die Fichte aber früher angepflanzt. (Nach mündlichen Mitteilungen von J. Braun-Blanquet.)

Das Alnetum incanae J. Braun-Blanquet 1915.

Die wichtigste Pflanzengesellschaft der Rheinauen ist der Grauerlenwald, das *Alnetum incanae* (Tabelle 1)[2]. das, sehr verbreitet im höheren Teile der Hochwasserrinne, wie ein Galeriewald den Fluß begleitet. Es ist dies ein außerordentlich üppiger Wald, dessen fast ausschließlich aus Grauerlen bestehende, als Niederwald bewirtschaftete Baumschicht zirka 10—15 m hoch werden kann. Vereinzelt sind in die Baumschicht eingestreut: *Salix alba, Populus nigra* und *Fraxinus excelsior*. Die artenreiche Strauchschicht ist ebenfalls meist gut entwickelt. Mit großer Stetigkeit sind anzutreffen: *Sambucus nigra, Fraxinus, Cornus sanguinea, Lonicera xylosteum*. Dazu kommen weniger stete Arten, wie: *Prunus padus, Evonymus europaeus, Viburnum opulus, Ligustrum vulgare, Corylus, Berberis*. In der Baum- und Strauchschicht gedeihen reichlich die Lianen *Humulus lupulus, Clematis vitalba* und *Solanum dulcamara*. Vor allem die erstere ist meist in größerer Menge vorhanden. Solange diese Bestände durch (die hier seltene) Beweidung nicht gestört werden, ist die Krautschicht ebenfalls sehr üppig entwickelt. Sie ist in der Regel ganz geschlossen, kann bis 80 cm hoch werden und weist dann deutliche Schichtung auf. In der Oberschicht dominieren meist *Rubus caesius* und *Brachypodium silvaticum*, stellenweise auch *Urtica dioica* oder *Impatiens*, während in der Unterschicht *Glechoma hederacea, Aegopodium podagraria* und *Geranium Robertianum* reichlich vorhanden sind.

[2] Tabelle siehe am Schluß der Arbeit.

Das *Alnetum incanae* des Churer Rheintales nimmt soziologisch eine besondere Stellung ein. Es besteht, wie aus der Assoziationstabelle (Tab. 1) hervorgeht, dem *Querceto-Carpinetum*, das den inneralpinen Tälern fehlt, nahe. Arten wie *Brachypodium silvaticum, Agropyrum caninum, Aegopodium podagraria, Geum urbanum, Stachys silvatica, Circaea lutetiana, Scrophularia nodosa* sind in Graubünden relativ selten und kommen fast nur in den flußbegleitenden *Alneten* vor (siehe Braun-Blanquet und Rübel). Sie haben eine große Treue zu unserer Gesellschaft und werden deshalb zu den (lokalen) Charakterarten gerechnet. Ähnliche Verhältnisse scheinen nach meinen Beobachtungen auch am Oberlauf der Alpenflüsse Iller, Isar, Lech und Inn und am Regen bei Zwiesel (Bayrischer Wald) zuzutreffen. Auch in dem von Klika (1936) am Flußgebiet der Waag (Hohe Tatra) ausführlich beschriebenen *Alnetum incanae carpathicum* sind folgende *Querceto-Carpinetum*-Arten, die auch unsere Gesellschaft charakterisieren, vertreten: *Aegopodium* (7 von 11 Aufnahmen), *Stachys silvatica* (3/11), *Impatiens noli tangere* (6/11). Im übrigen unterscheidet sich das *Alnetum incanae carpaticum* wesentlich durch die Begleiter. Unter ihnen treten mit hoher Stetigkeit namentlich feuchtigkeitsliebende Arten (*Chaerophyllum hirsutum, Myosotis palustris, Deschampsia caespitosa, Filipendula ulmaria, Geum rivale, Caltha palustris, Petasites albus* u. a.) auf, die in dem *Alnetum* des Rheins eine untergeordnete Rolle spielen. Dies wird begreiflich, wenn man bedenkt, daß die Bestände der Karpathen nur wenige Dezimeter über dem Sommerwasserstand liegen, während im Graubündner Rheintal die Wasserstandsschwankungen größer sind und die *Alneten* 1,20—2,50 m sich über den Sommerwasserstand erheben.

Die Zugehörigkeit des *Alnetum* zum *Fraxino-Carpinion* wird noch unterstrichen durch das Auftreten von Verbandscharakterarten, von denen mit höherer Stetigkeit auftreten: *Sambucus nigra* und *Fraxinus, Glechoma hederacea* und *Impatiens noli tangere* (stellenweise verdrängt und ersetzt durch *Impatiens parviflora*).

Die charakteristische Artenkombination (Stete, Assoziations- und Verbandscharakterarten) hat folgende Zusammensetzung:

			Stetigkeit	
Baumschicht:				
+/++	Alnus incana	5 . 5	V	Cha. A.
+	Salix alba	1 . 1	IV	Cha. A.
Strauchschicht:				
+	Humulus lupulus	1 . 1	V	Cha. A.
+	Prunus padus	+ . 1	III	Cha. A.
++	Sambucus nigra	+ . 2	V	V. Cha.
+/++	Fraxinus excelsior	+ . 1	IV	V. Cha.
	Cornus sanguinea	+ . 1	V	Begl.
	Lonicera xylosteum	+ . 1	IV	Begl.

Krautschicht (sehr dicht, 100 % deckend, bis 100 cm hoch, bei Beweidung sehr rasch degradierend:

+	Rubus caesius	3 . 3	V	Cha. A.
++	Brachypodium silvaticum	1 . 2	V	Cha. A.
++	Galium dumetorum	+ . 1	V	Cha. A.
+	Festuca gigantea	1 . 2	V	Cha. A.
+	Agropyrum caninum	+ . 1	V	Cha. A.
+	Stachys silvatica	1 . 1	IV	Cha. A.
++	Circaea lutetiana	1 . 1	III	Cha. A.
++	Impatiens noli tangere und parviflora	1 . 1	IV	V. Cha.
+/++	Glechoma hederacea	1 . 2	IV	V. Cha.
++	Aegopodium podagraria	1 . 2	IV	V. Cha.
++	Geum urbanum	+ . 1	IV	V. Cha.
++	Deschampsia caespitosa	1 . 2	V	Begl.
++	Geranium Robertianum	1 . 1	V	Begl.
	Galeopsis tetrahit	+ . 1	V	Begl.
+	Urtica dioeca	1 . 2	V	Begl.
+	Solanum dulcamara	+ . 1	IV	Begl.
+	Carduus crispus	+ . 1	IV	Begl.
+	Angelica silvestris	+ . 1	IV	Begl.

Für die Ökologie der Gesellschaft sind fast alle oben angeführten Arten bezeichnend, denn es handelt sich um Pflanzen, die entweder größere Bodenfeuchtigkeit verlangen und daher in anderen Vegetationsgebieten in andere feuchte Ge-

sellschaften gehen (in der Tabelle bezeichnet mit +), oder um Arten, die zeitweilige größere Bodenfeuchtigkeit ertragen, die aber doch eine gute Durchlüftung des Bodens verlangen (++). Sie siedeln sich nicht auf ausgesprochen nassen und schlecht durchlüfteten Böden an und gehen auch in Pflanzengesellschaften, die trockener erscheinen, aber zeitweilig größere, durch unterirdische leichte Wasserstauung hervorgerufene Feuchtigkeit aufweisen (*Brachypodium silvaticum*, *Stachys silvatica* im *Querceto-Carpinetum* auf Kalk).

Grauerle und Silberweide repräsentieren den ersten Typus, aber ihr Optimum hat *Alnus incana* auf frischen, sehr gut durchlüfteten Böden, auf Naßböden nur dann, wenn sauerstoffreiches, frisches Wasser in diesen strömt. Auf Böden mit stagnierender Nässe vermag sie nur schwer fortzukommen (Bruchwald, Siegrist 1913) und muß, wenn sie in Konkurrenz mit *Alnus glutinosa* tritt, dieser weichen. Im übrigen glaubt man der Grauerle eine weitere ökologische Amplitude zusprechen zu müssen, welche man vor einigen Jahrzehnten durch Anpflanzung als Vorholz bei Aufforstungen trockener Schafweiden auf Kalkböden auszunutzen suchte. In dem Mainfränkischen Trockengebiet um Würzburg haben diese Versuche zu keinem Ergebnis geführt, was ja auch nicht verwunderlich sein dürfte.

Weiter scheint die Grauerle ziemlich enge Ansprüche an die Bodentemperatur zu stellen. Sie ist mehr oder weniger an niedere Temperaturen gebunden, wie sie sich aus der Nachbarschaft mit den rasch fließenden kalten Alpenströmen ergeben, an welchen sie immer mehr zurücktritt, je mehr sich das Wasser erwärmt. So verschwindet sie allmählich in der Oberrheinischen Tiefebene, je weiter sich der Fluß von den Alpen entfernt. Bei Mannheim und abwärts tritt sie nur noch selten auf und ist nicht mehr konkurrenzfähig. Oberdorfer (1936) beschreibt Wälder aus der Rheinebene (Graben bei Bruchsal), in denen sie nur noch sehr vereinzelt in der Strauchschicht der feuchten Wälder vorkommt. Ähnlich dominiert sie an der kühlen Iller, um nach deren Einmündung in die wärmere Donau fast ganz zurückzutreten. Aufwärts begleitet sie die Flüsse, in einzelnen Stücken, bis zirka 1400 m

in den Nordalpen (Vollmann 1914) und in den Zentralalpen bis zirka 1800 m (Braun-Blanquet und Rübel 1933). Zur Bildung unserer Assoziation scheint sie jedoch höchstens bis zu 1200 m befähigt zu sein.

Die Pflanze ist heute fast über das ganze Gebiet nördlich der Alpen zerstreut (siehe Vollmann, Siegrist 1933, Willkomm 1887), doch verdanken die meisten Bestände nördlich der Donau und wohl auch am Rhein etwa nördlich von Straßburg ihre Existenz dem Anbau. Zweifelhaft ist die Ursprünglichkeit einiger kleiner Bestände der Rhön und des Harzes (Tüxen 1937), dagegen dürften die Bestände an den Flüssen des innern Bayrischen Waldes ursprünglich sein.

Nach Sendtner sagt der Grauerle Kies, Gesteinsschutt und Kalksand am besten zu, während *Alnus glutinosa* mehr kalkarme Böden vorzieht. Dies dürfte im großen und ganzen zutreffen, und wenn man die Gesellschaft auch in Gebirgszügen ohne Kalkgestein antrifft (Teile der Karpathen, Klika 1936, Bayrischer Wald), so ergeben sich im Boden doch häufig Spuren von Kalk (bis 2 % nach Klika) oder findet sich schwach saure bis alkalische Reaktion (Klika). In einem *Alnetum incanae* bei Zwiesel stellte Herr Priehäusser (Zwiesel) bei einer gemeinsamen Begehung ph-Werte von 5,7 fest. Scheint die Grauerle auch keine zu großen Ansprüche an den Kalkgehalt des Bodens zu stellen, so ist ein mineralreicher oder von nährstoffreichem Wasser durchrieselter Boden für ihr Gedeihen Grunderfordernis. Stark saure Böden werden von ihr gemieden. Welche Bodenansprüche sie in ihrem baltisch-nordischen Verbreitungsgebiet stellt, entzieht sich leider meiner Kenntnis.

Das *Alnetum incanae* ist der verbreitetste Waldtyp der Hochwasserrinne des Churer Rheintales. Die Wälder werden meist als Niederwälder im Kahlschlag genützt, wobei das große Ausschlagvermögen der Grauerle schon nach 1—2 Jahren eine gute Bodendeckung herstellt. Das Holz der Grauerle wird zu Heizzwecken verwendet, ist aber wenig geschätzt, doch ist die Produktivität dieses Baumes, dank der sehr günstigen Boden- und Wasserverhältnisse, so groß, daß sich diese Wirtschaftsweise rentabel gestalten kann.

Die Wurzeln der Grauerle durchziehen weitstreichend in großer Menge die oberen Bodenschichten der sandigen bis schluffigen bis lehmigen Alluvionen und tragen neben den Wurzeln der Strauch- und Baumschicht viel dazu bei, den Boden zu festigen und gegen Abschwemmung zu schützen. In dem geschlossenen Grauerlenwald mit seiner sehr dichten und üppigen Vegetationsdecke bieten sich den Hochwässern keine Angriffspunkte, so daß hier keine Abschwemmungen stattfinden können. Im Gegenteil wird durch den Widerstand der Vegetation die Strömungsgeschwindigkeit der Flut sehr stark herabgesetzt, so daß diese gezwungen wird, bisher mitgeführte Flußtrübe abzulagern. Ablagerungen bis zu 15 cm sind bei normalen mittleren Hochwässern keine Seltenheit. Nun ist das Wurzelsystem der Grauerle außerordentlich plastisch, worauf schon Siegrist (1914 s. Abb. 16, 18) hinweist. Auf die Sedimentation antwortet die Pflanze durch Bildung neuer Wurzeln nahe der Bodenoberfläche, was sich oft widerholen kann, so daß man an den Wurzelstrünken und an Bodenausschlüssen an den vorhandenen Wurzeletagen die Höhe der Ablagerungen leicht bestimmen kann.

Siegrist und Geßner (1925, Fig. 2) bilden ein Bodenprofil mit einer Grauerle aus dem Tessin ab, in welchem die Höhe der Ablagerungen aus dem Abstand der verschütteten Humusschichten zu erkennen ist. Folgen wiederholte Sandauflagerungen bei Hochwasser, so entstehen die Humushorizonte im Bodenprofil, womit eine wesentliche Verbesserung des Auenwaldbodens erfolgt.

Aichinger und Siegrist (1930) widmen dem *Alnetum incanae (carinthiacum)* der Auen der Drau eine ausführliche Untersuchung. Dieses *Alnetum incanae* zeigt ebenfalls viele gemeinschaftliche Züge mit dem des Churer Rheintales, und in einer Tabelle bringt Aichinger (1933) eine Zusammenstellung der gemeinsamen Arten des *Alnetum incanae* aus verschiedenen Gebieten Europas. In dieser Aufstellung sind auch Aufnahmen aus der Gegend von Chur verwertet.

Ein Vergleich der Assoziationstabellen mit der unsrigen ergibt relativ sehr gute Übereinstimmung. Untenstehend sind die charakteristischen Artenkombinationen dreier Alneten (1. Churer Rheintal [Tab. 1]; 2. Aichinger und Siegrist 1930 [Tab. S. 797] und Aichinger 1933 [S. 220]; 3. Klika 1936 [Tab. 3 und S. 262]) zusammengestellt. (Die Zahlen bedeuten Stetigkeit in %, Charakterarten = Fettdruck, Stete = Kursivdruck.)

	Rhein[1]	Drau[2]	Waag[3]
Anzahl der Aufnahmen	**17**	**31**	**11**
Alnus incana	**100**	**95**	**100**
Salix alba	**60**	25	
Populus nigra	**40**	20	
Cornus sanguinea	*90*	20	
Berberis vulgaris	10	*75*	
Lonicera xylosteum	*70*	30	
Sambucus nigra	*90*	29	
Fraxinus excelsior	*60*	6	10
Humulus lupulus	**100**	**35**	**30**
Prunus padus	**30**	**50**	**70**
Rubus caesius	**100**	**95**	
Agropyrum caninum	**60**	**75**	**90**
Aegopodium podagraria	*70*	**95**	**65**
Stachys silvatica	**60**	**55**	
Brachypodium silvaticum	**100**	**100**	
Galium mollugo ssp. *dumetorum*	**90**	**80**	
Festuca gigantea	**60**	**70**	
Geum urbanum	*60*	**65**	
Circaea lutetiana	**40**	**30**	
Scrophularia nodosa	**40**	15	
Deschampsia caespitosa	*90*	*85*	*75*
Urtica dioeca	*80*	*80*	*65*
Angelica silvestris	*60*	15	**55**
Glechoma hederacea	*60*	*70*	
Impatiens noli tangere	*50*	45	*55*
Solanum dulcamara	*60*		**20**
Equisetum arvense ssp.	40		20
Ranunculus repens	30	*85*	45

	Rhein[1]	Drau[2]	Waag[3]
Prunella vulgaris	10	*70*	
Chrysosplenium alternifolium . .	30	5	35
Lamium maculatum	10	*80*	
Malachium aquaticum	30	**80**	
Brachythecium spec.	*60*		+
Mnium undulatum	40	*80*	+
Agrostis alba	20	*80*	10
Salvia glutinosa	10	*60*	+
Filipendula ulmaria	10	15	*75*
Asarum europaeum	10	35	*65*
Chaerophyllum hirsutum	10		*90*
Caltha palustris	10		*55*

Dazu kommen noch in 1: *Galeopsis tetrahit 100, Carduus crispus 80;* in 2: *Thalictrum exaltatum* **15**, *Lithospermum officinale* **15**, *Solidago serotina* **15**, *Viola Riviniana 80, Veronica chamaedrys 80, Ajuga reptans 75, Struthiopteris germanica 80;* in 3: *Myosotis palustris 90, Geum rivale 55, Crepis paludosa 55.*

Von den 21 in dieser Zusammenstellung angeführten Charakterarten sind gemeinsam:

1 mit 2	16 Arten (= 75 %)
1 mit 3	7 Arten (= 33 %)
2 mit 3	6 Arten (= 30 %)

Von den 51 Arten der gesamten charakteristischen Artenkombinationen sind gemeinsam:

in allen 3 Tabellen	16 Arten (= 32 %)
in 1 mit 2	34 Arten (= 70 %)
in 1 mit 3	22 Arten (= 43 %)
in 2 mit 3	16 Arten (= 32 %)

und von den 158 Arten der vollständigen Listen

in allen 3 Tabellen gemeinsam	28 (= 18 %)
in 1 mit 2	62 (= 39 %)
in 1 mit 3	33 (= 22 %)
in 2 mit 3	33 (= 22 %)

Diese Übereinstimmung kann als recht befriedigend angesehen werden, vor allem, wenn man sich vergegenwärtigt, wie weit die drei in den Vergleich einbezogenen Gebiete auseinanderliegen.

Die Entfernung vom Rhein zur Drau beträgt etwa 300 bis 400 km, die vom Rhein zur Tatra etwa 800 km und die von der Drau zur Tatra zirka 500 km. Wie aus den oben mitgeteilten Zahlen hervorgeht, ist die Verwandtschaft zwischen 1 und 2 größer als die zwischen 1 und 3 und 2 und 3. Auf die Bedeutung der Höhe des Grundwasserspiegels zur Erklärung der Unterschiede bei den Karpathen-Alneten wurde weiter oben aufmerksam gemacht. Ebenfalls dürfte von Bedeutung sein, daß sowohl bei 1 als auch bei 2 die Böden kalkreich sind, während sie in 3 kalkarm sind. Weiter sind florengeschichtliche Gründe für die Unterschiede der drei Alneta noch von Bedeutung, da manche der Arten aus Arealgründen in einzelnen der drei Gebiete fehlen können.

Die gute Übereinstimmung der drei Assoziationen ist im wesentlichen darin begründet, daß das *Alnetum incanae* eine typisch edaphisch bedingte Gesellschaft ist, die weniger vom Klima abhängt als andere Gesellschaften. Ähnliches gilt ja auch für andere edaphisch bedingte Gesellschaften, wie das *Scirpeto-Phragmitetum*, und unter den edaphisch-biotisch bedingten das *Arrhenatheretum*, das über noch weitere Entfernung sehr gute Übereinstimmungen aufweist.

Die Salix incana-Hippophaë-Assoziation

(Br.-Bl. 1933 n. n.) J. Braun-Blanquet 1939.

Nahe verwandt mit dem *Alnetum incanae* ist die *Salix incana-Hippophaë*-Assoziation (*Hippophaëtum* auct. helv.). Es sind dies Bestände schmalblättriger Strauchweiden und *Hippophaë*, die die jungen Alluvionen und Kiesrücken besiedeln. Sie gehen leicht in das *Alnetum incanae* über, wenn mehr Feinsand über der Kiesunterlage abgelagert ist. Kommen diese Bestände jedoch rasch über Mittelwasser zu liegen, so breitet sich *Hippophaë* aus, und die Entwicklung geht sehr

Tabelle 2

Salix incana-Hippophaë rhamnoides-Assoziation
J. Braun-Blanquet 1938.

	1	2	3	4
Charakterarten				
Hippophaë rhamnoides	4.4	3.3	4.4	2.2
Salix incana	1.2	1.2	1.2	2.2
Salix daphnoides	1.2	+.1	+.2	1.2
Salix incana×daphnoides	+			
Verbandscharakterarten und übergreifende Charakterarten des Alnetum incanae				
Populus nigra	1.1	1.1	+	2.2
Brachypodium silvaticum		+.2	+	+
Agropyrum caninum	+			+
Rubus caesius		+		+
Humulus lupulus		+	+	
Populus alba		+		
Alnus incana		+		
Begleiter				
Salix purpurea	+	1.2	1.2	1.2
Betula alba		+		1.2
Pinus silvestris	+			+
Tussilago farfara	1.1	+	+	+
Calamagrostis epigeios		1.2	+	1.1
Melilotus albus	1.1	+		+
Cirsium arvense		+	+	+
Galium dumetorum		+	+	+
Taraxacum officinale	+	+		+
Erucastrum obtusangulum	+		+	
Poa trivialis			+	1.1
Moose und Flechten				
Tortella inclinata	1.2	1.2		
Bryum spec.		+	+	1.2
Mnium spec.			+	+
Brachythecium spec.			+	+
Hypnum crista castrensis			+	
Hylocomium squarrosum			+	
Crucibulum indusiatum			+	+

Dazu noch Reste der Myricaria-Chondrilla prenanthoides-Assoziation:
in Aufnahme 1: Epilobium Fleischeri, Erigeron droebachiensis, Anthyllis vulneraria, Linaria alpina, Campanula cochleariifolia und
in Aufnahme 3: Calamagrostis pseudophragmites.

Begleiter:

in Aufnahme 1: Helianthemum ovatum, Rosa spec.,
in Aufnahme 2: Agrostis alba,
in Aufnahme 3: Solanum Dulcamara, Cirsium lanceolatum, Arrhenatherum elatius,

in Aufnahme 4: Trifolium pratense, Pontentilla reptans, Festuca rubra, Centaurea jacea, Leontodon autumnalis, Salvia pratensis, Achillea millefolium.

Die Aufnahmen der Tabelle 2 stammen von folgenden Lokalitäten:

1. **Zizers,** Kiesrücken, schwach übersandet, 1—2 m hohe, dichte Strauchschicht, 100 m² (23. 7. 1932).
2. **Untervaz,** Kiesrücken zirka 2,50 m über dem Wasserspiegel, dichte, bis 2,50 m hohe Strauchschichten, 100 m² (8. 1933).
3. **Bonaduz,** flacher Kiesrücken mit dichten, bis 3 m hohen Hippophaë-Beständen bestanden, 100 m² (24. 8. 1932).
4. **Felsberg,** Kiesufer, zirka 4 m über derzeitigem Wasserspiegel, 2—3 m hoher, dichter Salix-Hippophaë-Bestand (24. 8. 1932).

langsam über einen *Pinus-Wald* zum *Piceetum* weiter. Die Trockenheit bzw. die Wasserdurchlässigkeit des Bodens ist entscheidend für die verschiedene fazielle Ausbildung dieser Gesellschaft und für ihre Lebensdauer. Bald dominieren mehr die Weiden, wenn es etwas feuchter ist, bald mehr *Hippophaë*. Bei den Erstansiedlungen spielen sicher auch die Ausbreitungsmöglichkeiten eine große Rolle.

Hippophaë, Salix incana und *daphnoides* als Charakterarten und *Salix purpurea* und *Tussilago farfara* als stete Begleiter differenzieren die sehr labile Assoziation, in der erstere zu optimaler Entwicklung gelangen. Dazu kommen in wechselnder Menge noch übergreifende Charakterarten des *Alnetum incanae* und Verbandscharakterarten des *Fraxino-Carpinion* (Tüxen 1937).

Die Ökologie von *Hippophaë* bespricht ausführlich Siegrist (1913), so daß diesem nichts hinzuzufügen ist. Auf das Transpirationsverhalten und die Wasserbilanz der Pflanze wird noch an anderer Stelle zurückzukommen sein (S. 69 ff.).

Unser *Hippophaëtum* ist ähnlich wie das *Alnetum incanae* streng an das Alpengebiet gebunden. *Hippophaë* hat in Mitteleuropa eine eigentümliche Verbreitung. Der Sanddorn kommt einmal als Begleiter der Alpenflüsse vor, zum andern aber bildet er im Küstengebiet der Nordsee ausgedehnte Bestände, die von Braun-Blanquet und De Leeuw (1936) soziologisch untersucht wurden. Das dort beschriebene *Hippophaëto-Salicetum arenariae* und die *Hippophaë-Fazies* des *Acrocladieto-Salicetum* hat mit unserer Subasso-

ziation, außer *Hippophaë*, nicht viel gemeinsam. Braun-Blanquet (mündlich) nimmt an, es handle sich um zwei verschiedene Formen, die sich u. a. schon in der Farbe und im Geschmack der Früchte (hellgelb, eßbar bei den Dünenpflanzen, zinnober und ungenießbar bei der Gebirgsform) deutlich unterscheiden.[3]

Die Physiognomie der Assoziation ist, solange noch *Alnus incana* fehlt, fast ausschließlich durch schmalblättrige, mit grauen Rollblättern *(Salix incana, Hippophaë)* oder grauen Wachsbelägen *(Salix purpurea, daphnoides)* versehene Sträucher bestimmt.

Ähnliche Weidenbestände sind im Alpen- und Voralpengebiet weit verbreitet und als *Alnetum incanae salicetosum* bezeichnet worden. Klika (1936) beschreibt derartige Bestände aus den Karpathen, die er dem *Alnetum* zurechnet. Die «Weidenau» ist immer kurzlebig, solange sie nicht durch Niederwaldwirtschaft künstlich erhalten wird; denn die Weiden und *Hippophaë* sind ausgesprochene Lichtpflanzen, die keine Beschattung ertragen und rasch zugrunde gehen, wenn nur leichte Beschattung eintritt. Die Grauerle dagegen erträgt ziemlich viel Schatten und kann auch im Schatten der Weiden noch keimen und gedeihen und schließlich die Weiden unterdrücken. Etwas länger halten sich Reste der Assoziation in dem sich auf trockenerem Boden einstellenden Kiefernwald.

Die Weidensamen fliegen oft in sehr großen Mengen an der Grenze des mittleren Sommerwasserstandes auf den jungen Kiesflächen an und wachsen rasch in die Höhe, wenn nicht Hochwasser ihre Entwicklung unterbricht. Vielfach fliegen aber auch Erlen mit an, die dann das Weidenstadium in wenigen Jahren unterdrücken. Etwas länger dauert das Weidenstadium dort, wo sich der Fluß rasch tiefer gräbt, so daß die Kiesflächen trockener werden, da die Grauerle einen größeren Wasserbedarf als *Salix incana* oder *Hippophaë* zu haben scheint.

---

[3] Die beiden Formen sind unterdessen von J. L. van Soest als besondere Subspezies beschrieben worden.

Aichinger (1933) beschreibt aus Kärnten ebenfalls Gesellschaften, die reich an schmalblättrigen Weiden sind und die entweder zum *Myricarieto-Epilobietum* (wohl unserer *Myricaria-Chondrilla*-Assoziation entsprechend) gehören, das einem *Salicion incanae* zugeordnet wird. Andere Weidenbestände werden als Weiden-Initialstadium dem *Alnetum incanae* zugerechnet. Die von Aichinger (1933) versuchte Abgrenzung eines *Alnion*-Verbandes wird sich bei der großen Verwandtschaft der verschiedenen Ausbildungen des *Alnetum incanae* und *Hippophaëtum* mit den mesophilen *Querceto-Carpineten* nicht aufrecht erhalten lassen, dagegen wird einer Zusammenfassung dieser Gesellschaften zu einem Verband *(Fraxino-Carpinion)*, wie sie von Tüxen (1937) vollzogen wurde, nichts entgegenstehen.

Die Myricaria-Chondrilla prenanthoides-Assoziation

J. Braun-Blanquet 1939.

(1919 Schedae sub. nom. Myricarietum.)

(Tabelle 3 siehe am Schluß der Arbeit.)

Die jungen Alluvionen, die sich gerade über dem mittleren Sommerwasserstand erheben und dadurch für die Pflanzenbesiedlung geeignet werden, sind der Ort, wo zahlreiche Alpenschwemmlinge Fuß fassen können. Zu diesen treten einige Pflanzenarten, die sich allenthalben auf offenen und zugleich mäßig feuchten Stellen ansiedeln. Es sind dieses Arten von geringer Konkurrenzkraft, die sich mit den Alpenschwemmlingen zu der *Myricaria-Chondrilla prenanthoides*-Assoziation vergesellschaften.

Als wesentliche Bestandteile dieser Gesellschaft und mit mehr oder weniger großer Treue treten in die Gesellschaft als feste Charakterarten ein: *Epilobium Fleischeri, Erigeron droebachiensis, Chondrilla prenanthoides, Myricaria germanica* und *Hieracium florentinum ssp.* Es sind dies Arten, die in vielen Alpentälern die jungen Sand- und Kiesanschwemmungen häufig von der Quelle oder vom Gletscherfuß bis

weit hinunter in das Flachland begleiten. Dies ist ein Grundstock von sehr typischen Arten, der sich mit einigen Ausnahmen im ganzen Alpengebiet an dem angegebenen Standort wieder findet, wobei im Ost- und Nordalpengebiet *Epilobium Fleischeri* durch das nahe verwandte *Epilobium Dodonaei* ersetzt wird. In diesen Bestand mischen sich als lokale Charakterarten alpine Schwemmlinge, die der Gesellschaft geographisch verschiedenen Ausdruck geben. Ihre Artenzusammensetzung hängt wesentlich von den Beständen des Einzugsgebietes des Flusses ab. Mit großer Stetigkeit treten im Rheintalbereich in der Gesellschaft auf: *Gypsophila repens, Linaria alpina, Campanula cochleariifolia* und *Poa alpina.* Dazu kommt noch eine größere Anzahl alpiner Schwemmlinge, die ebenfalls als lokale Charakterarten aufzufassen sind, wenngleich ihr Vorkommen mehr oder weniger zufällig ist. Weiter gehören zu der charakteristischen Artenkombination noch die steten Begleiter, von denen *Anthyllis vulneraria, Erucastrum obtusangulum, Agrostis alba, Galium mollugo ssp. tenuifolium, Calamagrostis epigeios* und *Agropyrum caninum* in mehr als der Hälfte der Bestände vorkommen.

Neben diesen krautigen Pflanzen treten aber in allen Aufnahmen schon sehr bald Holzgewächse auf. Neben den Weiden *(Salix incana, purpurea* und *daphnoides),* der Grauerle und dem Sanddorn ist vor allem *Pinus silvestris* bemerkenswert. Diese Holzgewächse zeigen die rasch sich anbahnende Sukzession zum *Hippophaëtum* und *Alnetum incanae* oder aber, wenn die Eintiefung des Flusses rasch erfolgt, über ein *Hippophaë-Stadium* zum *Pinus-Wald* an.

Geht die Eintiefung nur langsam vor sich, so kann sich die Kiefer nicht weiter entwickeln, und meist zerstört ein Hochwasser ihren Jungwuchs.

Von Wichtigkeit ist weiter, daß in dieser Gesellschaft zahlreiche xerophytische Pflanzen der Trockenrasengesellschaften *(Brometalia)* für ihr Gedeihen günstige Bedingungen vorfinden.

Moose und Flechten fehlen den Beständen unserer Assoziation vollständig, solange sie regelmäßig längere Zeit über-

flutet werden. Erst wenn die Bestände über das mittlere Hochwasser zu liegen kommen, siedelt sich im Schutze der groben Geschiebe *Tortella inclinata* an, das bei rascher Senkung des Wasserspiegels sich auf dem zeitweise stark austrocknenden Sand rasch ausbreitet und zur Ausbildung einer *Tortella*-Subassoziation (Tabelle 3, Aufn. 12, 13) des *Xerobrometums* führt. Je trockener, das heißt je höher dieselbe über den Wasserspiegel zu liegen kommt, desto mehr verschwinden die lokalen Charakterarten und die an die Bodenfeuchtigkeit größere Ansprüche stellenden Weiden und Begleiter. Die *Myricaria-Chondrilla prenanthoides*-Assoziation ist nur noch durch einige reliktische Arten vertreten, und endlich bleiben nur die dürrefestesten *Brometalia*-Arten übrig, zu denen noch Trockenmoose und -flechten sich gesellen.

Die Zusammensetzung eines Bestandes der *Tortella*-Subassoziation, der sich sehr stark einem *Xerobrometum* nähert, ist aus folgender Aufnahme zu ersehen, die bei Felsberg (6. 9. 1933) auf einer grobsandigen Kiesfläche, die selten überschwemmt wird und zirka 3 m über dem Wasserspiegel liegt, gemacht wurde. Die vegetationsbedeckte Fläche (vorwiegend Moose) beträgt 90 %.

+ . 1	*Hieracium florentinum ssp.*	(Überbleibsel)
1 . 2	*Gypsophila repens*	(Überbleibsel)
2 . 2	*Hippophaë rhamnoides*	(abbauend)
1 . 1	*Pinus silvestris*	(abbauend)
3 . 2*	*Artemisia campestris*	
2 . 2*	*Bromus erectus*	
2 . 2*	*Festuca duriuscula*	
2 . 1*	*Carex nitida*	
2 . 2*	*Potentilla puberula*	
+ . 1*	*Helianthemum ovatum*	
+ . 1*	*Teucrium montanum*	
+ . 1*	*Asperula cynanchica*	
+ . 1*	*Ophrys aranifera*	
+ . 1*	*Euphrasia brevipila*	
+ . 1	*Selaginella helvetica*	

3 . 3	*Tortella inclinata*
+	*Barbula spec.*
2 . 2	*Cladonia pyxidata*
+	*Toninia coeruleo-nigricans*
+	*Diploschistes scruposus*
+	*Placodium lentigerum*

* Arten aus dem *Xerobrometum raeticum.*

Auch der Sanddorn geht an diesen Stellen deutlich zurück, während die anspruchslose Kiefer auf den vom Hochwasser freigewordenen Inseln und Uferbänken sich entwickeln kann. Wenn aber nicht Flußbettverlagerungen oder Uferbefestigungen diese Bestände vor der Erosionskraft des Wassers schützen, dann sind sie wohl kaum von Dauer; denn durch die meist in der oft nur wenige Dezimeter tiefen Sandüberlagerung flachwurzelnde Kiefer sind die Geschiebe gegen den seitlichen Angriff des Wassers nicht gewappnet. So kann sich die Weiterentwicklung dieser Serie nur an wenigen Stellen vollziehen, wie etwa im Domleschg bei der Station Rodels, wo durch Dammbauten dem natürlichen Schicksal Einhalt geboten ist. Die Besiedlung durch die Kiefer und die Bildung eines *Pinetums* mit den Charakterarten *Goodyera repens, Pirola*-Arten, *Monotropa, Viola rupestris, Arctostaphylos* usw. geht außerordentlich rasch vor sich. Die Aufnahmen der Tabellen stammen aus 10- bis 20jährigen Beständen auf Rheinalluvionen. Diese Bestände haben stark «thermophilen» Einschlag mit der Neigung zu dem *Quercion pubescentis* (siehe Tabelle 4). Als Reste der *Myricaria-Chondrilla*-Assoziation bzw. des aus ihr hervorgegangenen *Hippophaëtum* finden sich überall noch abgestorbene Weiden und Sanddorn und als Rest der *Tortella*-Subassoziation noch zahlreiche Angehörige der *Brometalia.*

Soweit aus den wenigen Aufnahmen der Tabelle 4 geschlossen werden kann, treten zwei Typen dieser Kiefernwälder auf und zwar 1. eine *Hylocomium*- (moosreiche) und 2. eine *Cladonia*- (flechtenreiche) Fazies (Aufn. 4, 5). Erstere besiedelt die etwas feinerdereicheren, daher besseren und feuchteren Kiesflächen, während die zweite sich auf den

Pinus-Wald auf jungen Alluvionen.

	1	2	3	4	5
Baumschicht					
Pinus silvestris	5.5	5.5	3.1	2.1	3.1
Strauchschicht					
Picea excelsa jung	1	+⁰	1	+K	
Quercus sessiliflora		+	+	+K	+K
Berberis vulgaris	+	+	+	+	+
Juniperus communis	2.1	2.2	+.2	+	+
Ligustrum vulgare	1.1	+	+		
Sorbus aria	+	+	+		
Lonicera xylosteum	+	+		+	
Betula alba			+.1	+	+
Reste des Hippophaetum, Sträucher meist tot oder absterbend					
Hippophaë rhamnoides				+⁰	1.2⁰
Salix incana		+⁰		+	
Salix purpurea				+	
Brachypodium silvaticum	1.1				
Rubus caesius	+				
Bezeichnende Arten der Krautschicht					
Goodyera repens	1.1	1.1	1.2	+	
Pirola secunda	1.1	1.1	1.2	+.2	+
Pirola uniflora	+.1		+		
Pirola chlorantha			+	+	
Pirola rotundifolia			(+)	·	
Monotropa	+	(+)	+	+	+
Viola rupestris	+	+			+
Viola collina			+	+	
Arctostaphylos uva ursi		2.2	+		
Carex alba	+.2	1.2	1.2		
Brometalia-Arten					
Thymus ovatus	+	(+)		1.2	+
Potentilla puberula	+	(+)	+	+	
Bromus erectus	+	+			
Brachypodium pinatum	1.2	2.3			
Brunella grandiflora	+				
Moose und Flechten					
Hylocomium Schreberi	2.3	2.2	2.3	+	1.2
Hylocomium splendens	2.4	4.5	4.5	+	+
Hylocomium triquetrum	1.3	2.3	+.2		+
Stereodon cupressiforme	+	+	+	+	+
Hypnum purum	1.2	1.1	+		
Dicranum scoparium			1.2	+	+.2
Cladonia furcata			+	+	+
Cladonia pyxidata			+	1.2	+
Cladonia silvatica				3.3	3.3
Cladonia rangiferina				3.3	3.3
Cladonia gracilis				+	+
Rhytidium rugosum				1.3	2.3
Ditrichum flexicaule				1.2	+
Thuidium abietinum				1.2	+

Dazu kommen in Aufnahme:

1. + Amelanchier vulgaris, Taxus, Neottia, Cephalanthera rubra, + + Erica carnea, Carex ornithopoda, + + Polygala chamaebuxus, Platanthera bifolia, Melica nutans, Hedera, Cicerbita muralis, Clematis, Fragaria vesca, Carex glauca, + + + Lotus corniculatus, Leontodon hispidus, + + + Sanguisorba minor, + Satureja vulgaris, Vicia cracca, Hieracium murorum, Eurhynchium striatum, Mnium undulatum, Hypnum molluscum.
2. Rhamnus frangula, + Viburnum lantana, Cornus sanguinea, Crataegus monogyna, Abies, Fagus, + Coronilla emerus, Carex ornithopoda, Platanthera bifolia, Melica nutans, Cicerbita, Fragaria vesca, + + + Sanguisorba minor, + Viola hirta, Epipactis latifolia, Solidago virgaurea, Valeriana tripteris, Galium mollugo, + Polygonatum officinale, + Epipactis rubiginosa, + + + Hipocrepis comosa, Bellidiastrum Michelii, + Vincetoxicum.
3. Abies, Platanthera bifolia, Fragaria vesca, Carex digitata, Hieracium murorum, + Polygonatum officinale, + Epipactis rubiginosa, Melampyrum silvaticum.
4. Carex ornithopoda, Melica nutans, Galium mollugo, Calamagrostis epigeios, Ptilidium ciliare, Peltigera rufescens.

1. **Felsberg,** Schotterterrasse, sandiger Kies, junger Kiefernbestand (6. 9. 1933).
2. **Landquart,** Kiesauen am Rhein, junger, lichter Kiefernwald (9. 1933).
3. **Rodels-Realta,** junger Kiefernwald (9. 1932).
4. **Rothenbrunnen,** Bahnhof, junger Kiefernwald, durch Hochwasserdamm geschützt, 1. Generation Kiefern, flechtenreich (9. 1933).
5. Ebenda, zirka 500 m entfernt.

durchlässigsten, feinsandarmen Kiesrücken entwickelt. Beide Fazies sind durch den Moos- und Flechtenbestand gut unterschieden. Die üppige Entwicklung der Kryptogamen erzeugt reichlichen Humus, ein reges Bakterien- und Pilzleben stellt sich ein, in dem die charakteristischen Mykorrhizen üppig gedeihen. So findet durch die Humusbildung eine rasche Bodenreifung statt (Geßner u. Siegrist, Aichinger), und überall beginnt sich die Fichte im Unterwuchs einzustellen, die dann im Laufe der Entwicklung die Kiefer überflügelt und zum Klimax, dem *Piceetum montanum* hinleitet.

Aichinger (1933) beschreibt von Schotterbänken eine unserer *Tortella*-Subass. ähnliche Gesellschaft auf hochliegenden Kiesrücken, die er als *Xerobrometum tortellosum* zu den *Brometalia* stellt. Noch näher verwandt scheint das *Xerobrometum tortelletosum* an Wildbächen (Aichinger, Tabelle 24) zu sein, das ähnlich verarmt ist wie unsere Subassoziation, daneben aber noch Charakterarten der *Myri-*

caria-Assoziation enthält. Der außerordentlich durchlässige Grobsand und Grobkies sowie der mangelnde kapillare Hub sind auch in den Drauauen die maßgebenden, gesellschaftsbestimmenden Faktoren. Ähnlich wie oben geschildert stellen sich auch hier die Kiefern ein, die dann bald von der Klimaxgesellschaft abgelöst werden.

Die *Myricaria-Chondrilla prenanthoides*-Assoziation ist unter verschiedenen Namen *(Myricarietum auct. plur.)* im Schweizer Alpengebiet erwähnt. Sie findet sich mehr oder weniger fragmentarisch auf allen jungen Alluvionen. Neuerdings beschreibt Aichinger (1933) ein *Myricarieto-Epilobietum* aus den Karawanken, das sich vor allem durch das Fehlen der Alpenschwemmlinge von unserer Gesellschaft unterscheidet. Auch Klika (1936) gibt eine kurze Beschreibung einer entsprechenden *Myricaria germanica-Epilobium Dodonaei-Assoziation*, in der ebenfalls Schwemmlinge fehlen. Er schildert dann die Entwicklung eines *Salix incana-Salix purpurea*-Stadiums, in dem sich ein Kiefernwald entwickelt, der ähnlich dem des Churer Rheintales zu sein scheint. Es treten in ihm in den Karpathen neben *Goodyera, Pirola secunda* zahlreiche Arten der *Brometalia* und des *Quercion pubescentis* auf. Als Endstadium entwickelt sich ein *Pinus-Picea*-Wald.

Die *Myricaria*-Assoziation dürfte auch von großer florengeschichtlicher Bedeutung sein. Wir sehen heute am Alpenrand, daß in ihr zahlreiche Alpenpflanzen in die Ebene wandern, und wir dürfen uns wohl vorstellen, daß zu den Zeiten der großen Vereisungen die Vegetation der von den Gletschern ausgehenden Flüsse kaum anders gewesen sein dürfte. Wie beträchtlich die Wanderstrecken sind, die heute noch zurückgelegt werden, beschreibt Braun-Blanquet (1913, S. 221), wobei er die Rolle der Kiesauen für die Einwanderung der alpinen Arten in das französische Zentralmassiv beleuchtet. Aber diese Gesellschaft bietet nicht nur alpinen Arten Wanderungsmöglichkeiten, sondern auch den xerophilen Arten der Brometalia, die auf den konkurrenzarmen Kiesrücken sowohl flußaufwärts wie abwärts zu wandern vermögen.

Die Typha minima-Equisetum variegatum-Assoziation

J. Braun-Blanquet, Schedae 1931 n. n.

(Tabelle 5 siehe am Schluß der Arbeit.)

Während die bisher besprochenen Gesellschaften auf mehr oder weniger durchlässigen Böden, die zeitweise oberflächlich austrocknen und beträchtlich höher als der Sommerwasserstand liegen, vorkommen, besiedelt die *Typha minima-Equisetum variegatum*-Assoziation die am wenigsten durchlässigen, dichtgelagerten, feinkörnigen Böden, die als ständig naß oder doch feucht zu bezeichnen sind und die meist nur 10—50 cm über dem Sommerwasserspiegel liegen.

Da die feinkörnigen, schlammigen Sinkstoffe nur in stillen Buchten abseits des Hauptstromes zur Ablagerung gelangen, findet sich die Gesellschaft oft nicht selten in etwas weiterer Entfernung vom eigentlichen Flußbett, aber doch noch innerhalb der Hochwasserrinne. In der Regel findet sich auf einem Querschnitt durch ein Flußtal als Rand der eigentlichen Flußrinne ein höherer Uferwall, der meist aus groben Geröllen und Sanden besteht. Von diesem Wall aus sinkt das Gelände gegen den Rand des Hochwasserlaufes ab, so daß die Zone, die dem Hochgestade am nächsten liegt, zumeist am tiefsten und daher am feuchtesten ist. In dieser Zone lagern die Hochwasser, die die gröberen Sinkstoffe als Sand auf dem Gelände hinter dem Uferwall zurückgelassen haben, den Schlamm und Schlick ab, der im Rheingebiet stets sehr kalkreich ist und daher immer alkalisch reagiert.

Dieser eigentümliche Standort bedingt eine Besiedlung durch Pflanzen mit ganz andersartigen ökologischen Ansprüchen als die bisher behandelten. Wie aus der Tabelle 5 zu ersehen ist, tritt hier mit großer Stetigkeit und hoher Abundanz *Typha minima* auf. Weiter gehören zu den steten Arten der charakteristischen Artenkombination *Juncus alpinus* × *articulatus, Salix triandra* und *Salix nigricans var.* von den Charakterarten der Assoziation, weiter *Equisetum variegatum, Juncus articulatus* × *Juncus alpinus* von den Verbands-

Charakterarten,[4] dann *Equisetum palustre, Phragmites communis, Tussilago farfara* und *Agrostis alba* von den Begleitern. Die charakteristische Artenkombination wird vervollständigt durch die in nur wenigen Aufnahmen vertretene treue Charakterart, *Typha Shuttleworthii,* und die Verbands-Charakterarten[5] *Lachnea scutellata* (Ascomycet), *Heleocharis uniglumis, Triglochin palustris* und *Heleocharis pauciflora.* Es sind dies alles Arten, die an die Bodenfeuchtigkeit große Ansprüche stellen. Von den Begleitern kommen viele in anderen Sumpfgesellschaften vor. Beweidete Bestände (Aufn. 10, 11) zeigen Anklänge an das *Nanocyperion* (Moor 1936), die wohl durch größeren Stickstoffreichtum der Weidefläche bedingt ist. Solche Arten sind *Carex Oederi, Erythraea pulchella, Potentilla anserina.* Auch die wenigen steten Arten der Assoziationstabelle sind mehr oder weniger feuchtigkeitsliebend und etwas nitrophil.

Die Assoziation von *Typha minima* hat so lange Bestand, als die Erhöhung des Bodens nicht das Niveau zu weit über den mittleren Wasserstand hebt. Werden die Bestände trockener, so entwickelt sich aus ihnen über ein Weidenstadium *(Salix alba, Salix purpurea* und *triandra)* das typische *Alnetum incanae.*

Die Gesellschaft tritt im Churer Rheingebiet nur noch an wenigen größeren zugeschlickten Altwässern auf. Meist ist sie nur fragmentarisch dort vertreten, wo in stillen Buchten Schlick zur Ablagerung kommt. Etwas häufiger ist eine fragmentarische Fazies der Gesellschaft mit *Equisetum variegatum* und *Juncus articulatus.*

Die Gesellschaft scheint ziemlich fest an das Gebiet der Alpenflüsse gebunden zu sein. Daß sie bisher noch nie beschrieben wurde, dürfte damit zusammenhängen, daß bei ihren engen ökologischen Ansprüchen nur selten die Möglichkeiten zu einer guten Entwicklung gegeben sind. Außerdem ist die in der Assoziation dominierende *Typha minima* im Alpenbereich nur sehr sporadisch vertreten. Im Nordalpengebiet fehlt die Art fast gänzlich; hier ist sie nur im

[4] resp. Ordnungscharakterarten.
[5] resp. Ordnungscharakterarten.

Salzach-Inngebiet und am Rhein häufiger. Die sehr seltenen *Typha minima*-Bestände des Salzach-Inngebietes, die ich zu beobachten Gelegenheit hatte, sind nicht wesentlich von den Churer Beständen verschieden. In den Drauauen der Ostalpen wird die Art von Aichinger und Siegrist (1930) angeführt, jedoch ohne Bemerkungen über die Begleitflora.

Über die soziologische Stellung des *Typhetum minimae* gibt die folgende Notiz von J. Braun-Blanquet Auskunft:

«Die Assoziation ist zum subalpinen *Caricion incurvae* zu stellen. Das *Caricion incurvae* ist ein alpigener Verband, der dem von Nordhagen (1936) aus Norwegen aufgestellten Verband des *Caricion bicoloris-atrofuscae* nahesteht und möglicherweise nur als Unterverband aufzufassen ist. Er zerfällt in den Alpen in zwei subalpine und eine montane Assoziation *(Caricetum incurvae* und *Kobresietum* sowie das *Typhetum minimae).* Der rein nordische *Caricion bicoloris-atrofuscae*-Verband ist viel reicher entwickelt und enthält eine Menge von Arten, die den Alpen fehlen. Anderseits sind im alpinen Parallelverband *Caricion incurvae* folgende dem Norden fehlende Arten vorhanden: *Typha minima, Pinguicula alpina, Carex firma, Gentiana bavarica, Trifolium badium, Salix triandra, Salix alba* u. a. Die Gesellschaften des *Caricion incurvae* sind an die feucht-sandigen Schwemmböden subalpiner und montaner Bach- und Flußläufe gebunden. (Br.-Bl.)»

Die Bodenverhältnisse in den Rheinauen.

Die Pflanzengesellschaften, die in den vorigen Abschnitten beschrieben wurden, stehen in bestimmten Beziehungen zu den Bodenverhältnissen. Die chemische Beschaffenheit der jungen Alluvionen kann überall als gleichartig angesehen werden. Sie sind sehr kalkreich und reich an mineralischen Nährstoffen; dazu kommen ausreichende Stickstoffmengen, die die Flußtrübe in Form zersetzten Pflanzenmaterials mit sich führt und an geeigneten Orten zur Ablagerung bringt. Erst wenn das Gelände außerhalb der Hochwasserrinne zu liegen kommt,

beginnen unter dem Einfluß der Vegetation und des Klimas Karbonatauswaschungen und Stoffumlagerungen, die den Rohboden der Alluvionen in Richtung zu dem klimatisch gegebenen Bodentyp verändern. Derartige Verhältnisse schildern Geßner und Siegrist für das dem unsrigen verwandten Gebiet an der Aare und am Tessin und Aichinger und Siegrist im Draugebiet. Es ist eine überall zu beobachtende Tatsache, daß der Kalkgehalt der oberen Bodenschichten rasch abnimmt, wenn die Vegetationsentwicklung so weit fortgeschritten ist, daß sich die moos- und flechtenreichen Kiefernbestände auf den Alluvionen entwickeln.

Bis zu diesem Zeitpunkt wirkt die Bodenvegetation nur wenig auf den Chemismus des Bodens ein. Einzig der Humusgehalt erfährt in allen Gesellschaften eine Zunahme, und mit dieser geht eine starke Vermehrung der im Boden lebenden Organismen Hand in Hand. Durch die mehr oder weniger regelmäßigen Überschwemmungen werden beträchtliche Mengen toter Pflanzensubstanz übersandet oder überschlickt (vergleiche auch Siegrist und Geßner 1925) und zu mildem, mullartigem Humus umgewandelt, der zum größten Teil im Laufe weniger Jahre bei guter Bodendurchlüftung mineralisiert wird. Alle Schilderungen der Bodenverhältnisse des *Alnetum incanae* stimmen darin überein, daß sie im besten Humuszustand sind, wie es auch für das Rheintal gilt. Naturgemäß ist die Humusproduktion in der *Myricaria-Chondrilla*-Assoziation, bei der die vegetationsbedeckte Fläche oft kaum 10 % beträgt, noch sehr gering. Dasselbe gilt auch für das *Tortella-Stadium*, das zu trocken ist, um reichliche Mengen organischer Substanz zu bilden. Größer ist die Humusbildung unter dem *Hippophaëtum* und unter den Weiden, die große Mengen Fallaub ergeben, das meist übersandet und bald zersetzt wird; lediglich unter den trockensten *Hippophaë*-Beständen läßt die Streuzersetzung zu wünschen übrig.

Die chemischen Eigenschaften der Aueböden, wie Kalk-, Humus-, Nährstoffgehalt oder die Bodenreaktion, können als gleichwertig angesehen und für die Unterschiede in der verschiedenen Pflanzenverteilung hier nicht verantwortlich gemacht werden. Um so mehr sind jedoch die Vegetations-

unterschiede durch die Lage zum Wasserspiegel und durch die physikalischen Bodeneigenschaften bedingt.

Der Einfluß der Lage zum Wasserstand wurde bei den einzelnen Assoziationen behandelt. Neben diesem Faktor spielt vor allem das Porenvolumen des Bodens eine wichtige Rolle. Das Porenvolumen eines Bodens ist diejenige Größe, die neben dem Wassergehalt die Durchlüftung kontrolliert. Es ist eine Größe, die am wenigsten raschen Veränderungen unterworfen ist und die am besten die physikalischen Bedingungen wiedergibt. Sie ist der mechanischen Korngrößenanalyse weit überlegen, da sie die wichtige Krümelung mit erfaßt. Vom Wassergehalt des Bodens hängt bei gegebenem Porenvolumen sein Luftgehalt ab, und zwar bewegen sich beide Größen gegenläufig, die Abnahme des Wassergehaltes hat eine entsprechende Zunahme des Luftgehaltes zur Folge.

Zur Charakteristik der Böden verwendet man vielfach die Luft- und die Wasserkapazität, d. h. denjenigen Luft- und Wassergehalt, der bei vollständig wassergesättigtem Boden nach einer gewissen Zeit (Abtropfzeit) kapillar festgehalten wird. Methodisch ergeben sich Schwierigkeiten, da dieser Zeitraum sich nicht definieren läßt und der Willkür und dem Geschick des Experimentators überlassen bleibt. Außerdem sind die Luft- und Wasserkapazität wenig geeignet, einen Standort ökologisch zu charakterisieren. Wichtiger als die Kapazitäten sind die tatsächlich zu beobachtenden maximalen und minimalen Wasser- und Luftgehalte, die an einem Standorte auftreten können.

So sind die Luft- und Wasserkapazitäten bei einem zu dem *Molinietalia* gehörigen Niedermoorboden (Zobrist) nur wenig verschieden von denen eines Bodens unter einem *Carex humilis*-Trockenrasen auf Muschelkalk (Volk 1936).

Die wesentlichen Unterschiede beider Standorte werden durch den Vergleich der extremen Wassergehalte deutlich. Im ersten Fall kann der Wassergehalt sogar über die Kapazität steigen, und der kleinste Wassergehalt bleibt immer sehr hoch; ganz anders verhält sich der Wassergehalt (und umgekehrt der Luftgehalt) im zweiten Fall, wo der höchste

im Boden zu beobachtende Wassergehalt nur —% der Kapazität beträgt.

Um die Verhältnisse in den Böden der verschiedenen Pflanzengesellschaften kennen zu lernen, wurden an verschiedenen Stellen in den Herbstmonaten mehrerer Jahre Bestimmungen des Luft- und Wassergehaltes vorgenommen. Ich bediente mich dabei der Methode von Siegrist (1930), die sich von der von Burger (1924) wesentlich dadurch unterscheidet, daß die Sättigung mit Wasser durch Auspumpen mittels einer Saugpumpe erreicht wird und nicht durch Unterwasserstellen der Probe, wie es Burger empfiehlt. Bei letzterem Verfahren besteht die Möglichkeit, daß größere Bodenhohlräume durch das von allen Seiten in die Kapillaren eindringende Wasser abgeschlossen werden und so nicht erkannt werden. Daß solche Fälle eintreten, zeigen Beobachtungen, die man unschwer machen kann, wenn man Böden samt dem Stahlzylinder, mit denen sie ausgestochen werden, 24 Stunden unter Wasser setzt. Schon bei leichtem Druck auf diese Probe kann man Luft aus dem Boden entweichen sehen.

Neben Bestimmungen des augenblicklichen Luft- und Wassergehaltes wurden diese Größen auch nach vollständiger Wassersättigung und zweistündigem Abtropfenlassen des kapillar nicht festgehaltenen Wassers (die Luft- und Wasserkapazitäten) ermittelt und das Porenvolumen berechnet, wobei unter Porenvolumen das gesamte Hohlraumvolumen ohne Rücksicht auf die Größe der Hohlräume verstanden werden soll. Die von Lüdi und Luzzato gegen die Methode «Siegrist» geäußerten Bedenken kann ich nicht teilen.

Für den Haushalt der Pflanzengesellschaften in dem Augebiet der Flüsse sind die Verhältnisse im Boden zu den Zeiten extremer Bedingungen ausschlaggebend. Das sind einmal die Zeiten der Überschwemmungen, die bei der Schneeschmelze in den Beginn der Vegetationsperiode fallen, aber auch jederzeit während der Vegetationsperiode, dann allerdings von kurzer Dauer, eintreten können. Zum andernmal sind es die Zeiten der Niederwasserstände, von denen das in die Wintermonate fallende Winterniederwasser von ge-

ringerer Bedeutung ist, da die Vegetation sich in ruhendem Zustande befindet. Dagegen sind die im Hochsommer und im Herbst sich einstellenden Niederwässer von großer Bedeutung.

Leider war es mir nicht vergönnt, die Böden der Auengesellschaften bei Chur während einer Überschwemmung zu beobachten. Vielfach wird die Ansicht geäußert, daß zu dieser Zeit der Boden vollständig wassergesättigt sei (Aichinger und Siegrist). Ich glaube nicht, daß diese Ansicht für alle Böden zutreffend ist. Beobachtungen, die ich an der unteren Isar und an der Donau während eines Hochwassers machen konnte, sprechen dafür, daß dem nicht so ist. Dort zeigte sich, daß in den *Eichen-Ulmen-Auwäldern*, die dort die Weiterentwicklung des *Alnetum incanae* darstellen und in ihrem Pflanzenbestand viel Gemeinsames mit letzterem haben, am 5. Tag eines Hochwassers, das den Boden bis 80 cm tief mit Wasser überdeckte, beim Einstechen und Herausziehen eines Bohrstockes schon aus 10 cm Bodentiefe reichlich Luft entweicht. Es hat den Anschein, daß hier das Wasser die nach oben führenden Kapillaren vollständig abschließt und die Luft am Entweichen hindert. Aus diesem Luftvorrat ergänzt die oft gänzlich untergetauchte Krautschicht ihren Luftbedarf, und sicher tun es auch die Bäume. Ohne genügende Bodenluft wäre das Überdauern der meisten Auenpflanzen, die über keine Luftgewebe verfügen, nicht denkbar.

Weiter spricht gegen die Luftarmut während der Überflutung die Tatsache, daß Gleibildungen, die immer mangelhafte Durchlüftung anzeigen, in den meisten Auengesellschaften fehlen oder erst in großer Tiefe als schwache Rostfleckigkeit beginnen. Lediglich unter der *Typha minima*-Assoziation finden sie sich schon nahe der Oberfläche deutlich ausgeprägt.

Während der sommerlichen und herbstlichen Niederwasserstände sind die Böden, mit Ausnahme des *Typha*-Bodens, alle als sehr gut durchlüftet anzusehen, wie die folgenden Ausführungen zeigen.

Wie wenig die Wasser- oder Luftkapazität geeignet ist, die Zusammenhänge zwischen dem Boden und der Vegetation zu verdeutlichen, zeigt die letzte Spalte der Tabelle 6.

Tabelle 6

Mittlere Luft- und Wassergehalte und Kapazitäten in verschiedenen Auengesellschaften.

	Anzahl Bestimmungen	Porenvolumen Vol. %	Luftgehalt Vol. %	Wassergehalt Vol. %	Luftkapazität Vol. %	Wasserkapazität Vol. %
Myricaria-Chondrilla-Assoz.						
Mittelwerte	4	48	34	15	2	46
Schwankungen		40—55	24—45	5—31	1—4	39—54
Salix incana-Hippophaë-Assoz.						
Mittelwerte	8	57	47	10	3,3	55
Schwankungen		45—69	41—59	1—20	1—10	46—63
Alnetum incanae						
Mittelwerte	14	59	38	21	3,4	55
Schwankungen		52—69	21—51	11—33	0,7—10,3	49—65
Typha minima-Assoz.						
Mittelwerte	7	56	5	51	0,8	55
Schwankungen		49—63	1—8	41—57	0,5—1	48—62

Die Wasserkapazität beträgt (Mittel aus mehreren Bestimmungen bei der *Salix incana-Hippophaë-*Assoziation, dem *Alnetum incanae* und bei der *Typha minima-*Assoziation) 55 Vol. %. Etwas größer sind die Unterschiede der Luftkapazität, wo die *Typha minima-*Assoziation durch einen geringen Betrag auffällt (0,8 Vol. % gegen 2—3 Vol. % bei den anderen Gesellschaften).

Auch das Porenvolumen allein eignet sich weniger zur Charakteristik der Böden, wohingegen der mittlere Wasser- und Luftgehalt und die Amplituden, innerhalb welcher diese Größen schwanken, einen besseren Maßstab abgeben.

Die Böden der Auen sind verhältnismäßig reich an Hohlräumen. Rund die Hälfte des Bodenvolumens besteht aus Poren. Im Verlaufe der Sukzession läßt sich im allgemeinen eine Zunahme der Porenvolumina erkennen. So hatte frisch angeschwemmter Sand nur 42 Vol. % Hohlräume. Durch die Pflanzenwurzeln findet eine Lockerung dieses Materials statt, und wir sehen unter der *Myricaria*-Assoziation schon eine Zunahme der Porosität (im Mittel 48 %), die unter dem Einfluß der Weiden und *Hippophaë* rasch größer wird (57 Vol. %). Der Boden des *Alnetum* hat das größte Porenvolumen (59 Vol. %), während es unter der *Typha minima*-Assoziation, wie es bei der Feinkörnigkeit des Bodens zu erwarten ist, etwas kleiner ist.

Wie schon Braun-Blanquet und Pawlowski (1931, p. 12 Fußnote) hervorgehoben haben, sind die tatsächlich auftretenden Luft- und Wassergehalte wichtiger für die Pflanzenwelt als die Kapazitäten, und sie zeigen bei den einzelnen Pflanzengesellschaften Werte, die dem ökologischen Charakter der Assoziationen eher gerecht werden. Aus der oben mitgeteilten Tabelle 6 ist zu ersehen, wie bei gleichzeitiger Probeentnahme Ende August—Anfang September der mittlere Wassergehalt der Bodenschicht 0—10 cm von der Anfangsgesellschaft des *Myricarietums* zum *Alnetum* ansteigt. Er beträgt in ersterem 15 Vol. % und 21 Vol. % in letzterem. Am niedrigsten ist er im *Hippophaëtum* (10 Vol. %), das auf durchlässigem Kiesrücken mit geringer Sanddecke stockt. Der mittlere Wassergehalt im *Typhetum minimae* ist mit dem außerordentlich hohen Betrag von 51 Vol. % sehr bezeichnend für die große Feuchtigkeit des Standortes.

Aufschlußreicher als das Mittel ist der Bereich und die Größe der Wassergehaltsschwankungen. Sie ist am größten in der *Myricaria-Chondrilla*-Assoziation (26 %), wo sie zwischen 5 und 31 Vol. % schwankt. Unausgeglichene Wasserverhältnisse und rasche Schwankungen sind hier charakteristisch. Aber es ist zu bedenken, daß trotz der absolut geringen Wassermenge relativ reichlich Wasser vorhanden ist. Wassergehalte in Sandböden von 5 und mehr Prozent (Volk 1931) sind für eine wenig anspruchsvolle Pflanzen-

welt, die keine Wurzelkonkurrenz zu befürchten hat, zur Aufrechterhaltung der Lebensfunktionen ausreichend. Wenn hier also der Wassergehalt für kurze Zeiten bis auf 5 % in den oberen Bodenschichten fällt, so macht sich dies in der Vegetation nicht weiter bemerkbar. Natürlich werden hier trockenresistentere Arten einen gewissen Vorteil haben, und tatsächlich finden sich hier zahlreiche Vertreter der Trockenrasengesellschaften (Brometalia) ein.

Weniger günstig sind die Verhältnisse im *Salix incana-Hippophaë*-Bestand. Wenngleich auch der Wassergehalt eine geringere Schwankungsbreite aufweist (19 %), so liegen die Wassergehalte im ganzen niedriger (1—20 %). Der Wassergehalt der obersten Bodenschicht fällt häufiger auf 1 %, und nicht selten sind auf den trockenen Kiesrücken, in denen eine kapillare Verbindung mit dem Wasserspiegel zu fehlen scheint, an den Weiden und Erlen und an den Krautpflanzen Trockenschäden zu beobachten. Sie machen sich bemerkbar in vorzeitigem Laubabfall oder in Reduktionen der Blattzahl und Blattflächen — oft sind nur noch die Zweigenden mit kleinen Blättern versehen — oder durch andauerndes Welken und, wie weiter unten ausgeführt werden soll, im Ansteigen der osmotischen Werte.

Viel ausgeglichener ist der Wasserhaushalt im Boden des *Alnetum incanae*. Zwar schwankt auch hier der Wassergehalt beträchtlich (22 %), aber der niedrigste Wassergehalt sinkt während der Beobachtungszeit nicht unter 11 Vol. %. Es ist also stets reichlich Wasser vorhanden. Der höhere Wassergehalt in dieser Gesellschaft kann z. T. auf einen etwas höheren Humusgehalt zurückgeführt werden, z. T. aber ist er eine Folge des ganz andersartigen Pflanzenbestandes. Die Wasserkapazität und auch das Porenvolumen sind ähnlich wie im *Hippophaëtum* und können den Unterschied im Wassergehalt nicht verständlich machen. Wie die mikroklimatischen Untersuchungen zeigen (siehe S. 66 f.), ist das Bestandesklima wesentlich von dem der bisher genannten Gesellschaften verschieden. Die Beschattung des Bodens durch das dichtgeschlossene Laubdach der Erlen und die Bodendeckung durch die üppige Krautschicht, an der *Rubus caesius* einen do-

minierenden Anteil hat, schaffen ein Mikroklima, das Wasserverluste durch Bodenverdunstung (Evaporation), die in den erstangeführten Gesellschaften eine große Rolle spielen, stark herabsetzt. Diesem steht die Wasserabgabe der üppigen Waldvegetation gegenüber, die aber wohl zum größten Teile aus den tieferen Bodenschichten gedeckt werden kann.

Am reichlichsten ist die *Typha minima*-Assoziation mit Wasser versorgt. Die Wassergehaltsschwankungen betragen 16 % im Bereiche zwischen 41 und 57 Vol. %. Eine stärkere Abnahme des Wassergehaltes wird von dieser Gesellschaft nicht ertragen.

Entsprechend den Wassergehaltsschwankungen weist der Luftgehalt ebenfalls große Schwankungen auf. Mit Ausnahme der *Typha*-Gesellschaft, wo er nur 7 % schwankt und niedrig ist (1—8 Vol. %), betragen die Schwankungen meist mehr als 20 %, wobei der niedrigste Luftgehalt über 20 Vol. % liegt.

Gleibildungen zeigen immer ungünstigere Luftverhältnisse an. Sie treten im *Alnetum* erst in großer Tiefe auf und können den Bodenlufthaushalt nicht wesentlich beeinflussen. Ein Beispiel für die Luft- und Wasserverhältnisse im Glei mögen folgende Bestimmungen in einem *Alnetum* bei Rhäzüns geben. Der wenig ausgeprägte, rostfleckige Horizont lag hier in einer Tiefe von 60 cm. In der Tabelle ist zum Vergleich eine Bestimmung aus dem A-Horizont angeführt.

	A-Horizont	Glei-Horizont
Porenvolumen	58 Vol. %	55 Vol. %
Luftgehalt	42 Vol. %	12 Vol. %
Wassergehalt	16 Vol. %	43 Vol. %

Der wasserreiche Glei ist also schlecht durchlüftet, während die darüberliegenden Schichten günstige Luftverhältnisse aufweisen.

Aichinger und Siegrist (1930) geben eine Anzahl von Bodenuntersuchungen aus dem *Alnetum* der Drau, die nach ähnlicher Methode vorgenommen wurden und die deshalb besonders gut Vergleiche zulassen. Allerdings werden

nur die Kapazitäten angeführt, so daß wenig über die tatsächlichen Luft- und Wassergehalte ausgesagt werden kann. Es ergeben sich nach diesen Autoren folgende Zahlen für das *Alnetum incanae* als Mittel von 6 Bestimmungen:

	Drau	Rhein
Porenvolumen	54 Vol. %	59 Vol. %
Luftkapazität	9 Vol. %	3,4 Vol. %
Wasserkapazität	45 Vol. %	55 Vol. %

Wie die vergleichsweise angeführten Zahlen aus dem Rheingebiet zeigen, ist die Luftkapazität im *Alnetum* der Drau bedeutend höher als am Rhein. Worauf die Unterschiede zurückzuführen sind, entzieht sich unserer Kenntnis. Eine Bestimmung von Aichinger und Siegrist in einem Bestand «*Typha* und *Agrostis*» reiht sich besser in die Serie der Bestimmungen in der *Typha minima*-Assoziation bei Chur ein.

	Drau	Rhein
Porenvolumen	48 Vol. %	56 Vol. %
Wasserkapazität	46,5 Vol. %	55 Vol. %
Luftkapazität	1,5 Vol. %	0,8 Vol. %

Zusammenfassend kann also festgestellt werden, daß die Kapazitäten wenig dazu beitragen können, einen Standort im Flußbereich ökologisch zu charakterisieren. Dazu sind die Wasser- und Luftgehaltsschwankungen und die Extremwerte besser geeignet. Bei Niederwasser sind die Böden des *Hippophaëtum* am schlechtesten mit Wasser versorgt, der Bodenwasserhaushalt in der *Myricaria-Chondrilla*-Assoziation ist wenig ausgeglichen, während er im *Alnetum incanae* als günstig angesehen werden kann. Die *Typha minima*-Assoziation weist schlechte Bodendurchlüftung auf bei dauernd im Überschuß vorhandenem Wasser, während die Durchlüftung der Böden bei den anderen Gesellschaften als optimal bezeichnet werden muß.

Die mikroklimatischen Verhältnisse in den Auengesellschaften.

Es war schon oben vermutet worden, daß der Bodenwasserhaushalt durch das Mikroklima weitgehend beeinflußt wird. Die folgenden Zahlen sollen nun eine Anschauung der mikroklimatischen Unterschiede der verschiedenen Auengesellschaften geben. Untersucht wurde die Evaporation (Verdunstungskraft der Atmosphäre) mittels Evaporimeter nach Piche (Walter 1928), weiter wurden die Lufttemperatur mittels Schleuderthermometer und die Bodentemperatur an der Bodenoberfläche (0,5—1 cm tief) bestimmt. Ähnliche Untersuchungen wurden mehrmals bei Untervaz ausgeführt. Diese letzteren Werte sollen jedoch nicht mitgeteilt werden, da sie gegenüber den Messungen bei Rhäzüns am 7. 9. 32, einem ganz wolkenlosen Tage, sowohl was die Zahl der berücksichtigten Pflanzengesellschaften als auch die zeitliche Vollständigkeit der Beobachtungen anbelangt, weniger vollständig sind. Neben J. Braun-Blanquet und Volk beteiligte sich an den Messungen dieses Tages Fräulein Dr. Werner, Wien.

In dem wilden Rheintale zwischen Reichenau und Rhäzüns sind die Verhältnisse für vergleichende Messungen besonders geeignet, da sich hier auf kleiner Fläche alle wichtigen Auengesellschaften in guter Ausbildung vorfinden. Die Messungen wurden ausgeführt: 1. in einem Bestande der *Myricaria-Chondrilla*-Assoziation zwischen *Epilobium Fleischeri* an der Oberfläche eines *Campanula cochleariifolia*-Rasens in 5 cm Höhe (Kurve A, Abb. 2); 2. auf einem sandigen, höherliegenden Kiesrücken in einem *Hippophaë*-Bestande und zwar an der Oberfläche von *Hippophaë* 50 cm über dem Boden und in einer Lücke mit jungem *Hippophaë* an der Oberfläche eines *Linaria alpina*-Busches in 5 cm Höhe (Kurve B, Abb. 2); 3. auf einem hochliegenden trockenen Kiesrücken mit dem *Tortella*-Stadium in 3 cm Höhe an der Oberfläche des Moosrasens (Kurve C, Abb. 2); 4. in einem tiefliegenden nassen Bestande der *Typha minima*-Assoziation 15 cm hoch zwischen den Blattspitzen von *Typha* (Kurve D, Abb. 2); 5. in einem zirka

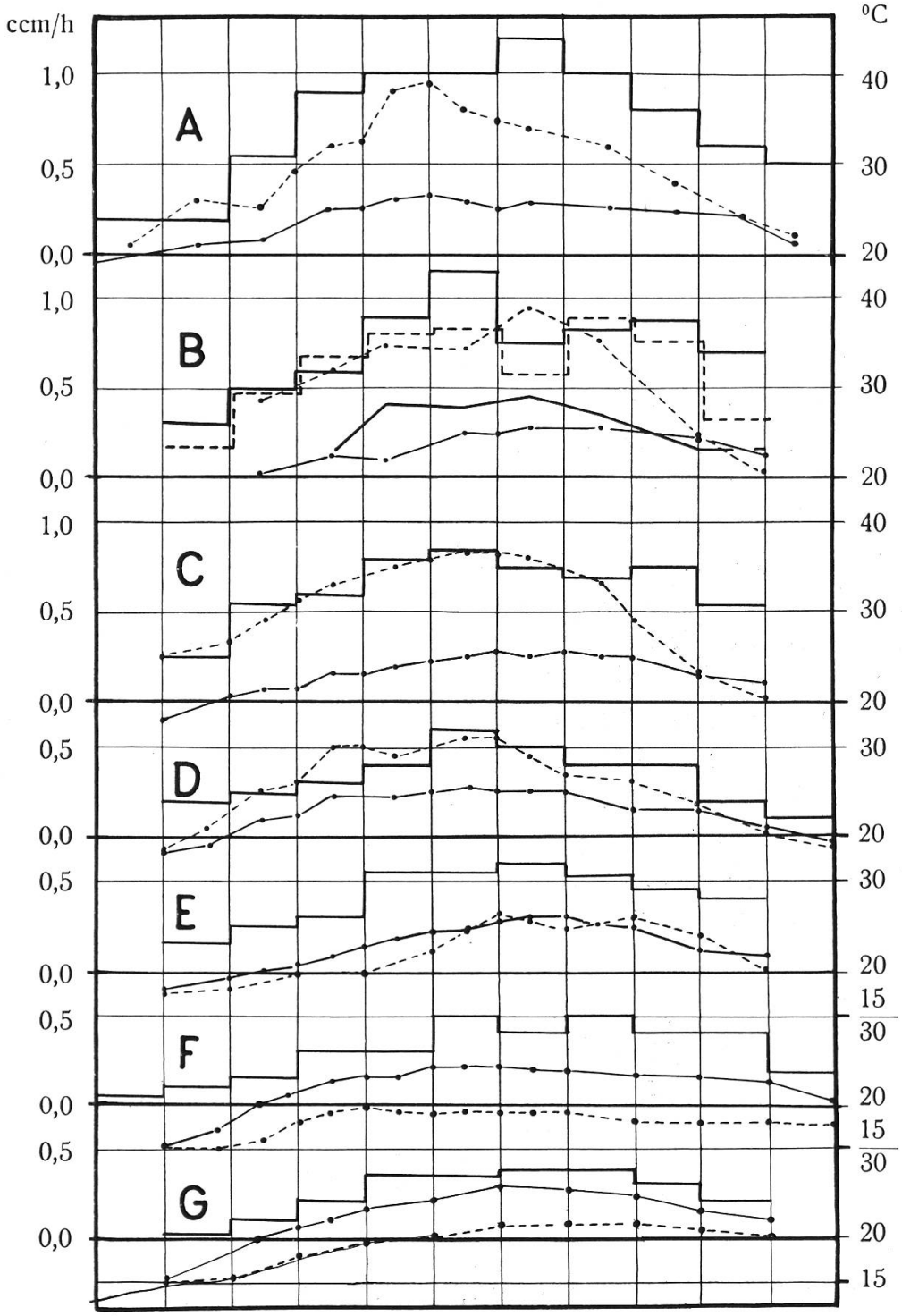


Abb. 2. Evaporation (Treppenkurven) und Temperaturen (Bodenoberfläche ——— und Luft — — —) in verschiedenen Pflanzengesellschaften (A, B, C ... G, siehe Seiten 66 und 68).

20jährigen *Pinus silvestris*-Bestande mit *Pirola* und *Goodyera* in 1,50 m Höhe (Kurve E, Abb. 2); 6. in einem *Alnetum incanae* über *Rubus caesius* in 1,50 m Höhe (Kurve F, Abb. 2); 7. in einem *Pinus-Picea*-Bestand am Uferhang in 1,50 m Höhe (Kurve G, Abb. 2).

Wie aus der Abbildung 2 hervorgeht, unterscheiden sich diese Bestände gut durch die Größe der Evaporation, die in der oben angeführten Reihenfolge absinkt. Unterschiede sind vor allem auffällig in der Geschwindigkeit des Anstieges und des Abfallens der Evaporationskurven. Die Kurven steigen und fallen rasch in den offenen Gesellschaften, während sie in den Waldgesellschaften ausgeglichener sind. Die höchsten Stundenwerte liegen bei allen Kurven nach 13 Uhr, wobei sie bei den ersten Kurven zwischen 13 und 15 Uhr liegen, während in den Waldbeständen eine Verzögerung auftritt und die Maximalwerte zwischen 14 und 16 Uhr fallen. Die verzögernde oder ausgleichende Wirkung des Waldes macht sich auch im abendlichen Abfall der Größen bemerkbar, die beim Abbrechen der Messungen noch relativ hoch waren. Augenfällig werden auch die Unterschiede beim Vergleich der in der Zeit zwischen 9 und 18 Uhr an den einzelnen Meßstellen verdunsteten Wassermenge und der Stundenmaxima (siehe Tab. 7). Die extremen Evaporationsbedingungen herrschen also in der ganz offenen, dem Winde und der Sonne

Tabelle 7

Evaporation und Temperaturen am 7. 9. 1932 in verschiedenen Auengesellschaften.

	Evaporation (ccm/h)		Temperaturen °C			
			Luft		Boden	
	9—18 Uhr	Max.	9—18 Uhr	Max.	9—18 Uhr	Max.
Myricarietum . . . 5 cm	7,60	1,20	23,9	26,5	30,8	39,0
Hippophaëtum . . . 5 cm	6,62	1,00	23,4	25,2	31,1	39,0
Hippophaëtum . . . 50 cm	5,92	1,18				
Tortella . . . . . 3 cm	5,78	0,84	23,2	25,5	31,2	36,4
Typhetum . . . . . 30 cm	3,60	0,60	23,1	25,5	26,4	31,0
Pinus-Wald . . . . 1,50 m	3,80	0,58	22,2	25,8	22,0	26,0
Alnetum . . . . . 1,50 m	3,30	0,50	21,8	24,0	17,9	19,0
Pinus-Picea-Wald . . 1,50 m	2,40	0,36	22,0	25,6	19,8	22,0

ausgesetzten *Initialgesellschaft* der Auenvegetation. In dem trockenen *Tortella*-Stadium beträgt die Evaporation noch ¾ und im *Typhetum* und *Pinus*-Wald noch ½, während sie im *Alnetum* 2/5 und im *Pinus-Picea-Klimaxwald* nur noch ⅓ der Evaporation im *Myricarietum* beträgt.

Ähnliche Unterschiede sind auch in den Temperaturverhältnissen zu erkennen. Zwar liegen die Maxima der Lufttemperatur fast alle bei 25° C, nur im *Myricarietum* (26,5°) sind sie merklich höher; aber die Temperaturen an der Bodenoberfläche sind deutlich verschieden. Mit zunehmender Bestandesdichte und Höhe der Vegetation werden die an der Bodenoberfläche gemessenen Höchstwerte immer kleiner (Tab. 7). Bezeichnend ist, daß in den Waldgesellschaften die Bodentemperaturen nicht mehr die Höhen der Lufttemperaturen erreichen (Abb. 2), während die Differenz zwischen höchster Bodentemperatur und höchster Lufttemperatur in den Initialgesellschaften beträchtlich ist (12,5° C im *Myricarietum* und *Hippophaëtum*. Am geringsten erwärmt sich der Boden im *Alnetum* (Max. 19, Mittel 17,9°). Das Tagesmittel liegt bei den offenen Gesellschaften bei 23° für die Lufttemperatur und bei 31° die Bodentemperatur, bei den Waldgesellschaften dagegen um 22° (Luft) und zwischen 18—22° (Bodenoberfläche).

Das Mikroklima der Sukzessionsserie im Rheintal zeigt also mit der Abfolge der Gesellschaften eine Abnahme der Evaporation und der Temperaturen.

Der Wasserhaushalt einiger Pflanzen der Auengesellschaften.

In Pflanzengesellschaften, deren Haushalt im wesentlichen von dem Wasserstande des Flusses bestimmt wird, schien es interessant, diesen zur Zeit des Sommerniederwassers, also zur Zeit der schlechtesten Wasserversorgung, zu untersuchen. In dieser Zeit mußte es sich erweisen, wie weit die Niederschläge für den Wasserbedarf der Pflanzen an den trockensten Standorten ausreichen. Wie im folgenden gezeigt wer-

den soll, ist das nicht immer der Fall, denn in Trockenperioden beobachtet man namentlich bei den Pflanzen der *Salix incana-Hippophaë*-Assoziation und der *Hippophaë*-Bestände im *Tortella*-Stadium der trockenen Kiesrücken deutliche Trockenschäden, die auf ungenügender Wasserversorgung beruhen. Die Pflanzen der *Myricaria-Chondrilla*-Assoziation, des *Typhetum* und des *Alnetum* sind dagegen dauernd gut mit Wasser versorgt.

Daß die Wasserversorgung nicht mehr ausreicht, erkennt man meist schon äußerlich an dem starken Welken der Pflanzen oder an dem Abwerfen der älteren Blätter. Durch diese Verringerung der Flächengröße wird eine Herabsetzung des Wasserbedarfes und eine genügende Versorgung der übrigbleibenden Blätter erreicht. Dauern solche Zustände sehr lange, so werden die Pflanzen, die ihren Wasserhaushalt nicht aufrecht erhalten können, geschädigt, da ja die Assimilationstätigkeit bei welken Pflanzen eingestellt wird oder doch durch den Verlust an Blattfläche geringer werden muß. Diese Pflanzen werden der Konkurrenz der Arten unterliegen, die die kritischen Zeiten ohne Assimilationshemmungen überdauern.

Als beste Zeiger für den Wasserzustand oder die «Hydratur», die sich im wesentlichen aus der Wasseraufnahme aus dem Boden und der Wasserabgabe an die Atmosphäre zusammensetzt, erweisen sich nach zahlreichen Untersuchungen die osmotischen Werte (s. Walter, Braun-Blanquet und Walter 1928 u. a.). Sie reagieren auf die geringste Verschlechterung der Bilanz zwischen Aufnahme und Abgabe mit einem Anstieg. Dieser Anstieg bedeutet für die meisten nicht trockenresistenten Pflanzen eine Hemmung der Assimilationstätigkeit, während die trockenresistenten Arten zum Teil, wie neuere Untersuchungen zeigen (Volk 1937), noch zu assimilieren in der Lage sind.

Die osmotischen Werte wurden kryoskopisch bestimmt (s. Walter 1931). Zur Ausführung der Bestimmungen standen mir das Churer Laboratorium und Mittel der «Station internationale de géobotanique mediteranéenne et alpine» zur Verfügung. Zur Untersuchung wählte ich trockene Stellen

zwischen Untervaz und Trimmis am Rhein nördlich Chur, die von der *Salix-Hippophaë-*Assoziation und von *Hippophaë-*Beständen in der *Tortella-*Subassoziation besiedelt sind. Vergleichsweise wurden Messungen im *Alnetum typicum* und im *Myricarietum* ausgeführt.

Die Untersuchungszeit vom 25. 8. 32 bis 15. 9. 32 war insofern recht günstig, als der Anfang in eine längere Periode

Tabelle 8

Osmotische Werte von Auenpflanzen.

Datum: 1932	25. 8.	27. 8.	30. 8.	1. 9.	5. 9.	12. 9.
Alnus incana						
optimal	14,0	14,5		13,8	14,1	13,8
geschädigt im **Hippophaëtum**	15,6	17,9	**19,2**	12,7	12,4	9,3[1]
Salix incana						
im **Hippophaëtum**	18,3	**18,7**	18,2	16,6	14,4	
Salix alba						
im **Hippophaëtum**	17,7	17,7		16,1		16,2
Salix purpurea						
im **Hippophaëtum**		18,5	17,6	16,5	17,3	18,2
geschädigt in **Tortella-**Subass.		**21,4**		18,4	20,2	
Salix daphnoides						
im **Hippophaëtum**	15,5	15,0	15,7	14,4	14,9	15,0
Hippophaë						
optimal	15,1	14,1	13,6	12,9		13,8
geschädigt in **Tortella-**Subass.	19,5	20,7	**21,8**	14,0	14,4	14,3
Myricaria im Myricarietum .		20,4	20,0	17,5	17,5	
Anthyllis in Tortella-Subass. .		19,0[2]		12,2	14,6	13,6

[1] Junge Blätter. [2] Welk.

von schönem, niederschlagsfreiem Wetter fiel, die bis 1. 9. 32 dauerte. In der Folgezeit regnete es häufiger, so daß die osmotischen Werte in ihrem Anstieg und ihrem Normalwert erhalten werden konnten. Anläßlich eines Aufenthaltes in Chur im Herbste 1933 wurden die Werte des Vorjahres durch neue Bestimmungen kontrolliert. Beide Serien von Werten stimmen gut überein.

Von den Pflanzen des typischen *Alnetum incanae* wurden *Alnus incana* und *Rubus caesius* untersucht. *Alnus incana* weist an diesem Standort, an dem sie *optimal* gedeiht, nur geringe Schwankungen der Wasserbilanz (13,8—14,5 Atm.) auf (s. Tab. 8), desgleichen *Rubus caesius* (11,7—13,4 Atm.). Ganz anders verhält sich die erste Art in manchen Beständen der *Salix-Hippophaë*-Assoziation, die zu trocken sind, als daß sich hier das *Alnetum incanae* einstellen könnte. Hier sind Trockenschäden häufig, die sich in einem Ansteigen der osmotischen Werte um zirka 7,5 Atm. und im Vertrocknen von Blättern bemerkbar machen, die abgeworfen werden. Der osmotische Wert von 19,2 Atm. entspricht dem maximalen osmotischen Wert, der für die Blattzellen tödlich ist. Die Lage dieses Wertes ist ganz allgemein für die Trockenresistenz der Pflanzen wichtig; je höhere Werte von den Pflanzen während der Vegetationszeit ertragen werden, desto weniger sind sie durch den Wassermangel bedroht. Bei Steppenpflanzen liegen die maximalen osmotischen Werte oft sehr hoch (30 Atm. und mehr [Walter 1930], im extremen bisher bekannt gewordenen Fall sogar über 100 Atm. [Volk 1937]). *Alnus incana* ist also nicht als besonders trockenresistent anzusehen, was ja auch in ihrer Natur als Auenpflanze liegt. Beim Eintreten günstiger Wasserverhältnisse treibt die geschädigte Pflanze neue Blätter, die dann einen niedrigen osmotischen Wert besitzen. So kommt es, daß die osmotischen Werte der geschädigten Pflanzen in der Feuchtperiode niedriger liegen als die der nicht geschädigten.

Ähnlich wie bei der Erle liegen die maximalen osmotischen Werte bei den Weiden *(Salix incana, alba* und *daphnoides)* nicht sehr hoch (s. Tab. 8). Nur bei *Salix purpurea*, die am weitesten in die trockene *Tortella*-Subass. eindringt, oder sich am längsten dort bei Verschlechterung der allgemeinen Wasserverhältnisse hält, steigt er auf 21,4 Atm. an. Auch die Weiden und *Populus nigra* reagieren ähnlich wie die Erle durch vorzeitigen Blattfall, so daß an den trockensten Stellen oft nur noch die Endblätter der Ruten am Leben sind. Bei *Populus nigra* liegt der maximale osmotische Wert mit 24,9 Atm. am höchsten. Auffallend ist die Höhe ihres nor-

malen osmotischen Wertes, der zwischen 16,8 und 18,7 Atm. (9 Bestimmungen an verschiedenen Tagen) schwankt. Ähnliche Werte werden von unseren Pappeln nahestehenden nordamerikanischen Arten der Galeriewälder in Arizona angegeben (vergl. Walter 1931 S. 91). Wir sehen also an den osmotischen Werten, daß die Erlen, Pappeln und Weiden auf den Kiesrücken, die aus dem Bereiche des Sommerniedrigwassers herausgerückt sind, regelmäßig in Trockenzeiten geschädigt werden. Sie können, da sie hier nicht optimal gedeihen, keine Dauergesellschaft bilden und werden von anderen Pflanzenarten abgelöst werden müssen. Diese Ablösung geschieht durch den Kiefernwald; man wird kaum einen trockenen, von Weiden bestandenen Kiesrücken finden, auf dem nicht Kiefernanflug diese Entwicklungsrichtung anzeigt.

Auch aus dem starken Anstieg der osmotischen Werte von *Hippophaë* auf den höherliegenden Kiesrücken, die in der Regel von der *Tortella*-Subassoziation des *Xerobrometum raeticum* eingenommen werden, kann man schließen, daß hier diese Pflanze nicht mehr standortsgemäß ist. An solchen Stellen erhöht sich der osmotische Wert während der trockenen Perioden auf 21,8 Atm., während gleichzeitige Messungen bei optimal gedeihenden Pflanzen nur 13,6 Atm. ergeben (s. Tab. 8). Auch *Hippophaë* versucht, wie die oben genannten Arten, der mangelhaften Wasserversorgung durch Reduktion der Blattflächen entgegenzuwirken.

Die Wasserabgabe (bestimmt nach Stocker 1929) der Weiden, Pappeln und Erlen weist keine Besonderheit auf. In zahlreichen kurzfristigen Bestimmungen ergaben sich folgende Werte (Tab. 9) für die Zeit von 10—15 Uhr bei wolkenlosem Himmel in mg/Min/g Frischgewicht:

Wie aus Tabelle 9 hervorgeht, in der auch die gleichzeitig bestimmten osmotischen Werte enthalten sind, besteht eine gewisse Abhängigkeit der Transpirationen von der Wasserbilanz. Bei stark erhöhtem osmotischem Wert, also bei schlechter Wasserversorgung, sind die Transpirationswerte in den meisten Fällen *(Hippophaë, Alnus, Salix incana, Salix purpurea)* wesentlich niedriger

als bei Pflanzen mit niedrigeren osmotischen Werten, die besser mit Wasser versorgt werden.

Der Wasserverbrauch ist bei *Populus nigra* am größten (bis 22,5 mg/Min/g Frischgewicht), dann folgen: *Salix purpurea* (bis 20,4 mg), *Salix incana* (bis 14 mg), *Alnus incana* (bis 12,5 mg) und *Salix daphnoides* (bis 7,7 mg).

Tabelle 9

Transpirationsgrößen (mg/1 g/1 Min.) **und osmotische Werte** (in Atm.).

	Transpiration	Osmot. Wert	Datum 1933	Bemerkung
Hippophaë	10,7—13,4	12,2—14,7	7. 9.	optimal
Hippophaë	6,1— 8,6	20,8	7. 9.	geschädigt
Alnus incana	1,9— 1,8	19,2	7. 9.	geschädigt
Alnus incana	6,2—12,5	16,8	7. 9.	optimal
Populus nigra	12,5—22,5	19,2—19,4	15. 9.	Salicetum
Salix incana	6,6— 8,6	19,4—20,6	7. 9.	geschädigt
Salix incana	11,7—14,0	16,1—16,7	7. 9.	optimal
Salix incana	10,1—12,8	16,6	15. 9.	optimal
Salix daphnoides	3,6— 4,8	20,8—21	7. 9.	geschädigt
Salix daphnoides	3,9— 7,7	16,7—17,2	7. 9.	Salicetum
Salix pupurea	2,4— 3,2	21,3—21,4	7. 9.	geschädigt
Salix pupurea	13,4—20,4	17,9—18,4	7. 9.	optimal
Anthyllis	0,9— 3,0	17,6	7. 9.	welk
Anthyllis	3,9— 6,1	10,8	15. 9.	frisch
Rubus caesius	5,0— 9,5	12,6—13,4	7. 9.	optimal

Bei Pflanzen der *Salix incana-Hippophaë*-Assoziation und der *Tortella*-Subassoziation des *Xerobrometums* (s. Werte von Myricaria und Anthyllis Tab. 8 und 9) sind je nach den mehr oder weniger günstigen Wasserverhältnissen z. T. große Unterschiede der osmotischen Werte und der Transpiration festzustellen. Im *Alnetum incanae* und bei den Pflanzen der *Typha minima*-Assoziation ist dagegen der Wasserhaushalt ausgeglichen.

Die osmotischen Werte liegen hier im allgemeinen niedriger als bei den oben besprochenen Arten; so schwanken sie bei

Rubus caesius	zwischen	11,7	und	13,4	Atm.
Typha minima	«	10,4	«	11,2	«
Salix alba	«	12,1	«	14,7	«
Salix nigricans	«	12,2	«	14,9	«

und nur bei *Phragmites communis*, der sich in dem *Typhetum* nicht im Optimum befindet, ist er mit 17,8 Atm. erhöht.

Die Transpiration von *Salix alba* betrug am 11. 9. 33 10,1 bis 14,6 mg/Min/g Frischgewicht.

Die Tagesschwankungen der osmotischen Werte, die im *Hippophaëtum* deutlich erkennbar sind (2—4 Atm.), sind im *Alnetum incanae* und im *Typhetum* nur klein (0,5—1,5 Atm.).

Es zeigen also die Beobachtungen der osmotischen Werte, daß in den Flußauen bei Pflanzen bestimmter Gesellschaften größere Schwankungen in der Wasserversorgung auftreten können, doch können alle bezeichnenden Sträucher und Bäume länger dauernde schlechte Wasserversorgung nicht ertragen. Bei Wassermangel reduzieren sie alle die Blattzahl, und die Transpiration wird deutlich eingeschränkt.

Zusammenfassung.

Einleitend wird die Vegetationsentwicklung im Hochwasserbereich des Graubündner Rheintals (Schweiz) geschildert und ein Sukzessionsschema gegeben (Abb. 1).

Die wichtigste Pflanzengesellschaft der Auen ist der Grauerlenwald *(Alnetum incanae)*, der den Eichen-Hainbuchenwäldern *(Fraxino-Carpinion)* nahesteht. Dieser Wald gedeiht auf sandigen, kalkreichen Böden, die während der Vegetationsperiode zeitweise überschwemmt werden können.

Nahe verwandt mit dem Erlenwald ist die *Salix incana-Hippophaë*-Assoziation, die auf trockeneren kiesigen Ablagerungen stockt. In dieser «Weidenau» herrschen schmalblättrige Sträucher *(Salices* und *Hippophaë)* vor.

Die Erstbesiedlung der jungen Alluvionen erfolgt durch die *Myricaria-Chondrilla prenanthoides*-Assoziation, in der vor allem zahlreiche Alpenschwemmlinge charakteristisch sind. Bei rascher Absenkung des Grundwasserstandes geht die Gesellschaft in eine *Tortella*-Subassoziation des *Xerobrometum raeticum* über, die zum Kiefernwald überleitet. Bei langsamer Wasserstandssenkung stellen sich an ihrer Stelle die *Salix incana-Hippophaë*-Assoziation und dann das *Alnetum incanae* ein.

Auf dichtgelagertem feuchtem Schlick entwickelt sich die seltene *Typha minima*-Assoziation, die ebenfalls zum *Alnetum incanae* führt. Mit dem Grauerlenwald ist die Vegetationsentwicklung nicht abgeschlossen; sie führt weiter zum *Piceetum montanum* (Klimax), wenn die Bodenerhöhung so weit fortgeschritten ist, daß das Gelände nicht mehr vom Hochwasser überflutet wird. Meist jedoch unterbricht der Mensch diese Sukzession durch die Anlage von Wiesen und Feldern.

Der Beschreibung der Pflanzengesellschaften folgen Untersuchungen der Bodenverhältnisse (Porenvolumen, Luft- und Wassergehalt). Die mittleren sowie die maximalen und minimalen Luft- und Wassergehalte sind ökologisch aufschlußreicher als Luft- und Wasserkapazitäten. Der Bodenwasserhaushalt im *Alnetum* ist am ausgeglichensten, während das *Myricarietum* und die *Salix incana-Hippophaë*-Assoziation zeitweilig schlechter mit Wasser versorgt sind. Mit Ausnahme des *Typhetum* sind die Böden aller Pflanzengesellschaften gut durchlüftet.

Messungen der Evaporation und der Temperatur in verschiedenen Pflanzengesellschaften zeigen, wie mit fortschreitender Sukzession die mikroklimatischen Verhältnisse ausgeglichener werden (Abb. 2).

Kryoskopische Bestimmungen der osmotischen Werte von Sträuchern trockener Kiesrücken zeigen an der Erhöhung der osmotischen Werte, daß diese Pflanzen den Bedingungen des Standortes nicht mehr gewachsen sind. Neben dem Ansteigen der Zellsaftkonzentration reagieren die meisten Pflanzen dieses Standortes durch Reduktionen der Blattflächen und

durch Einschränkung der Transpiration (bestimmt nach Stocker 1929). Zwischen osmotischem Wert und Transpiration bestehen gesetzmäßige Bestimmungen. Bei erhöhten osmotischen Werten sind die Transpirationswerte deutlich kleiner als bei normalen osmotischen Werten. Die maximalen osmotischen Werte liegen bei den meisten Pflanzen niedrig (± 20 Atm.).

Schrifttum.

Aichinger, E.: (1933) Vegetationskunde der Karawanken. Pflanzensoziologie, Bd. **2** (Jena).

Aichinger, E. und Siegrist, R.: (1930) Das «Alnetum incanae» der Auenwälder an der Drau in Kärnten. Forstwiss. Centralbl. **52** (Berlin).

Braun-Blanquet, J.: (1915) Les Cevennes méridionales (Massif de l'Aigoual). Etudes sur la végétation méditerranéenne I. Arch. scienc. phys. et nat. Genève, 4. sér.

— (1923) L'origine et de développement des flores dans le Massiv Central de France (Paris u. Zürich).

— (1928) Pflanzensoziologie (Berlin).

Braun-Blanquet, J. und De Leeuw: (1936) Vegetationsskizze von Ameland. Communication Station int. Géobotanique médit. alp. Montpellier. Nr. 50. Niederlandsch Kruitkundig Archief. **46.**

Braun-Blanquet, J. et Pawlowski, B.: (1931) L'eau et l'air du sol dans l'association à «Deschampsia media et Brunella hyssopifolia». Contribution à l'étude des sols méditerranéens. Comm. Stat. int. Géobot. médit. et alp. Montpellier Nr. 10.

Braun-Blanquet, J. und Rübel, E.: (1932—34) Flora von Graubünden I., II., III. Veröff. Geob. Inst. Rübel in Zürich **7** (Bern und Berlin).

Braun-Blanquet, J. und Walter, H.: (1931) Zur Ökologie der Mediterranpflanzen. Comm. Soc. int. Géob. médit. et alp. Montpellier. Nr. 8. Jahrb. wiss. Bot. **74** (Leipzig).

Burger, H.: (1924) Physikalische Eigenschaften der Wald- und Freilandböden. Mitt. Schweiz. Centralanstalt f. forstl. Versuchswesen. **13.**

Geßner, H. und Siegrist, R.: (1923) Bodenbildung, Besiedlung und Sukzession der Pflanzengesellschaften auf den Aareterrassen. Mitt. Aarg. naturf. Ges. **17.**

Klika, J.: (1936) Sukzession der Pflanzengesellschaften auf den Fluß-Alluvionen der Westkarpathen. Ber. Schweiz. Bot. Ges. Festband Rübel **46.**

Lüdi, W. und Luzzato, G.: (1935) Vergleichende Untersuchungen zweier Methoden zur physikalischen Bodenanalyse. Ber. Geobot. Inst. Rübel f. d. Jahr 1934 (Zürich).

Oberdorfer, E.: (1936) Erläuterungen zur vegetationskundlichen Karte des Oberrheingebietes bei Bruchsal. Beitr. z. Naturdenkmalpflege **16** (Neudamm).

Siegrist, R.: (1913) Die Auenwälder an der Aare. Mitt. Aarg. naturf. Ges. 1913 (Aarau).

— (1930) Abrégé de l'analyse physique du sol à l'usage des botanistes, forestiers, agriculteurs. Comm. Stat. int. Géob. médit. et alp. Montpellier. Nr. 9 (Montpellier).

Siegrist, R. und Geßner, H.: (1925) Über die Auen des Tessinflusses. Studien über die Zusammenhänge der Bodenbildung und der Sukzession der Pflanzengesellschaft. Festschr. Carl Schröter. Veröff. Geob. Institutes Rübel in Zürich **3** (Bern u. Berlin).

Stocker, O.: (1929) Eine Feldmethode zur Bestimmung der momentanen Transpirations- und Evaporationsgröße. I., II. Ber. Deutsch. Bot. Ges. **47.**

Tüxen, R.: (1937) Die Pflanzengesellschaften Nordwestdeutschlands. Mitt. floristisch-soziol. Arbeitsgem. Niedersachsen **3** Beih. Jahresber. Naturh. Ges. zu Hannover.

Volk, O. H.: (1931) Beiträge zur Ökologie der Sandvegetation der oberrheinischen Tiefebene. Zeitschr. f. Bot. **24** (Jena).

— (1936) Kalk- und Gipspflanzen, ein Beitrag zu dem Kapitel Boden und Pflanzen. Ber. Deutsch. Bot. Ges. **53.**

— (1937) Über das Verhalten der Pflanzen bei Trockenheit. Ber. Phys.-Med. Gesellsch. zu Würzburg **60.**

— (1937) Untersuchungen über das Verhalten der osmotischen Werte von Pflanzen aus steppenartigen Gesellschaften und lichten Wäldern des mainfränkischen Trockengebietes. Zeitschr. f. Bot. **32.**

Vollmann, F.: (1914) Flora von Bayern (Stuttgart).

Walter, H.: (1928) Verdunstungsmessungen auf kleinstem Raume in verschiedenen Pflanzengesellschaften. Jahrb. wiss. Bot. **68** (Leipzig).

— (1931) Die kryoskopische Bestimmung des osmotischen Wertes bei Pflanzen. In: Abderhalden, E.: Handb. biolog. Arbeitsmethoden. Abt. XI Teil 4 (Berlin und Wien).

— (1931) Die Hydratur der Pflanze (Jena).

Zobrist, L.: (1935) Pflanzensoziologische und bodenkundliche Untersuchungen des Schoenetum nigricantis im nordostschweizerischen Mittellande. Beitr. geobot. Landesaufnahme d. Schweiz. H. **18** (Bern).

Tabelle 1

Alnetum incanae

(Assoc. à Alnus glutinosa et incana J. Braun-Blanquet 1915)

Als Grundlagen für den soziologischen Teil der Arbeit dienten Assoziationstabellen von J. Braun-Blanquet, die durch gemeinsame Aufnahmen und durch Aufnahmen des Verfasse rs ergänzt wurden.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Lokale Charakterarten																	
Baumschicht:																	
Alnus incana	4.5	5.5	4.3	4.3	5.5	5.5	5.5	5.5	4.3	5.5	5.5	4.5	4.5	4.5	5.5	5.5	1.2
Salix alba	+.1		2.1	+.1					1.1	+.1	1.2	1.1	1.1	1.1	+.1		+.1
Populus nigra	1.1								+.1	+.1		1.2		+.1		+.1	2.2
Strauchschicht:																	
Humulus lupulus	2.2	+.1	1.1	+.1	2.1	+.1	2.2	+.1	1.2	+.1	(+)	1.2	2.2	(+)	2.2	3.2	
Prunus padus		+.1			1.1	(+)	(+)			+.1							
Krautschicht:																	
Rubus caesius	3.3	1.1	2.2	+.2	4.3	3.3	2.2	4.5	1.2	3.3	3.2	4.4	3.3	3.3	3.3	1.2	1.2
Brachypodium silvaticum	3.2	4.5	4.3	+.2	1.1	2.1	3.2	2.2	3.2	2.2	3.2	1.2	1.2	1.2	1.2	+.1	4.4
Galium mollugo ssp. dumetorum	2.2	1.1		+.1	+.1	+.1	+.1	+.1	+.1	(+)		1.1	+.1	1.1		1.1	1.1
Festuca gigantea	(+)	2.1	+.1			(+)	1.1	2.2	1.2	+.1	(+)		+.1				
Agropyrum caninum	+.1	+.1	(+)		+.1	1.1	+.1	(+)		+.1	+.1		+.1				
Stachys silvatica		1.2	(+)			2.2	1.2		+.1	+.1	2.1	+.1	+.1				
Circaea lutetiana			2.1	+.1				2.1		1.1	1.1			1.1			
Scrophularia nodosa	(+)							+.1	+.1			+.1		+.1			+.1
Verbandscharakterarten des Fraxino-Carpinion																	
Baumschicht:																	
Fraxinus excelsior				1 St.		(+)			+.1					1.1	1.1		
Strauchschicht:																	
Sambucus nigra	1.2	+.1	+.1	+.1	+.1	+.2	2.2	+.2	+.2	+.1	(+)	1.1	+.1	1.1	1.1		
Fraxinus excelsior	+.1		+.1				+.1	(+)	(+)		1.1	+.1		+.1	+.1		
Evonymus europaeus			+.1	+°						+.1			+.1	+.1			
Viburnum opulus			(+)			+.1				+.1		+.1		+.1	+.1		+.1
Krautschicht:																	
Aegopodium podagraria	(+)	+.1			1.2	3.2	3.2		1.2	1.2	1.1	2.2			2.2	+.1	
Glechoma hederacea		2.2			2.2	2.1	+.1	+.1	+.1	+.1	1.2			1.2		3.3	
Geum urbanum		1.1	1.1	+.1	+.1	+.1	+.1	1.1	+.1	+.1	1.1						
Impatiens parviflora	4.4								1.1	1.1		+.1	2.2	1.1	1.1		1.1
Impatiens noli tangere		2.2			+.1	+.1	1.1				1.2						
Ordnungscharakterarten (Fagetalia)																	
Paris quadrifolia	+.1				(+)		(+)				+.1				+.1		
Lamium galeobdolon					2.1			(+)	1.2		+.2				+.1		
Lysimachia nemorum		+.2					(+)						+.1				+.1
Begleiter																	
Strauchschicht:																	
Cornus sanguinea	1.2	+.1	+.1	+.1	+.1			+.1	1.1	+.1°	+.1	2.2	+.1	1.2	1.2	+.1	1.2
Lonicera xylosteum	1.2	+.1°	+.1	+.1				(+)	+.1	+.1°	+.1	1.1	+.1			+.1	+.1
Ligustrum vulgare												1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	2.2
Corylus avellana													+.1	1.2	1.2		+.1
Clematis vitalba	1.2								1.2			3.3	2.2				+.2
Picea excelsa	+.1°					+.1		+.1	+.1	+.1					+.1		
Krautschicht:																	
Deschampsia caespitosa		+.2	2.3	1.2	+.2	+.1	+.2	+.2	1.2	+.2	+.2		1.2	1.2	+.2		+.1
Geranium Robertianum	+.1	1.1	2.1	1.3	1.1	1.1	+.1	+.1	1.1	+.1	+.1	+.1		1.1	+.1		+.1
Galeopsis tetrahit	1.1	+.1		+.1	+.1	+.1	+.1	+.1	+.1	+.1	+.1	1.1	+.1	+.1	+.1	+.1	
Urtica dioeca	+.1	+.2			1.2	2.2	1.2	1.2	+.1	+.1	1.1	1 2	+.1	+.1		1.2	
Solanum dulcamara	(+)	+.1		3.2	(+)	(+)		1.1	1.2	1.1			1.2				+.1
Carduus crispus	+.1		(+)	+.1		+.1	(+)	(+)		+.1	(+)				+.1	+.1	
Angelica silvestris		+.1	2.1	+.1	+.1	(+)		+.1	+.1				+.1		+.1		+.1
Eupatorium cannabinum	+.1		1.2	+.1					+.1				1.1	1.1			+.1
Cirsium arvense	(+)				+.1		+.1	1.1				1.1	+.1				+.1
Cirsium oleraceum		+.1		1.1°				+.1	+.1				+.1	+.1		+.1	
Equisetum arvense		+.1	+.1			(+)	(+)	(+)	(+)								
Campanula trachelium	+.1	+.1								+.1		+.1		+.1		+.1	
Ranunculus repens		+.1		+.1	+.1	+.1					+.1						
Valeriana officinalis	(+)		(+)	1.1				+.1		+.1							
Solidago virgaurea	+.1		+.1			+.1			+.1								+.1
Fragaria vesca	+.1°	+.1							(+)					1.1			+.1
Melica nutans	+.1		+.1					(+)							1.1	2.2	
Calamagrostis epigeios	1.1		+.1	2.1				+.1									
Tussilago farfara		+.1					+.2		1.2	(+)							
Pimpinella magna		1.1			(+)		+.1				+.1						
Chrysosplenium alternifolium						+.1	+.1	+.1			1.2						
Brachythecium spec.		+.2		1.2	+.2	+.2		+.2	+.2	+.2			+.1				1.2
Mnium undulatum	(+)	1.3				1.2					+.1		+.1	2.2			2.2
Eurhynchium praelongum				1.2	+.1			2.2	1.2	1.2							
Fissidens taxifolius				1.2				+.1	+.1					+.1	1.2		
Fegatella conica				+.2	+.2	+.2											

Außerdem kommen in geringer Stetigkeit (unter 20 %) folgende Arten vor: Salix nigricans, Betula alba, Salix incana, Cardamine impatiens, Prunella vulgaris, Potentilla reptans, Galium cruciatum, Lamium maculatum, Equisetum pratense, Malachium aquaticum, Agrostis alba, Salvia glutinosa, Moehringia trinerva, Satureja vulgaris, Heracleum sphondylium, Dactylis glomerata, Brachypodium pinnatum, Filipendula, Thalictrum aquilegiifolium, Mentha longifolia, Lappa minor, Melandrium album, Phragmites, Majanthemum bifolium, Athyrium filix femina, Salix purpurea, Ulmus montana, Chaerophyllum hirsutum, Caltha palustris, Galium aparine, Stellaria nemorum, Listera ovata.

Die Aufnahmen zu Tabelle 1 stammen von folgenden Orten:

1. **Untervaz,** 540 m, 100 m²; Niederwald, mittl. Alter 15—20 Jahre, 10—12 m hoch, Kronenschluß 70 %, Boden feinsandiger Lehm (6. 8. 1931);
2. **Trimmis,** 100 m²; ca. 20jährig, 10 m hoch, Kronenschluß 100 %, Boden lehmiger Feinsand (8. 1932);
3. **Chur,** Bettlerküche, 560 m, 100 m²; 25jährig, 10—12 m hoch, Kronenschluß 100 %, feinsandiger Lehm;
4. **Untervaz,** ca. 10jährig, 8—10 m hoch, Kronenschluß 100 %, sandig-lehmig (8. 1932);
5. **Ruis,** 730 m, 100 m²; 20jährig, 15 m hoch, 1.50 m über Wasserspiegel, sandig (8. 9. 1933);
6. ebenda, 100 m²; ca. 50jährig, 15 m hoch, 90 % deckend, sandig (8. 9. 1933);
7. **Ilanz,** 100 (500) m²; ca. 25jährig, 8—10 m, Kronenschluß 90 %, sandiger Lehm (8. 9. 1933);
8. **Landquart,** 100 (300) m²; 20jährig, 10 m hoch, 100 %, feinsandiger Lehm (10. 9. 1933);
9. **Tamins,** 100 m²; 15jährig, 8—10 m hoch, Kronenschluß 90 %, Feinsand (11. 9. 1933);
10. **Trimmis,** 100 (400) m²; 10jährig, 5—8 m hoch, Kronenschluß 95 %, 2 m über Wasserspiegel, feinsandig (15. 9. 33);
11. **Waltensburg,** 780 m, 100 (400) m²; 20jährig, 12 m hoch, 95 % deckend, sandig;
12. abwärts **Haldenstein,** 250 m², 15jährig, 12—15 m hoch, 70 %, ca. 3—4 m über Wasserstand, Boden ohne Gley, feinsandig, 2 Humushorizonte (5. 9. 1936);
13. **Trimmis,** 100 m²; Gley-Spuren in 55—60 m, ca. 150 cm über dem Wasser eines Grabens (3. 9. 1936);
14. ebenda;
15. ebenda;
16. **Untervaz,** altes Alnetum, 100 m²; 15 m hoch, 100 %, humoser Feinsand;
17. ebenda.

Tabelle 3

Myricaria-Chondrilla prenanthoides-Assoziation

J. Braun-Blanquet 1938.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Größe (m²)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	50	100
Vegetationsbedeckte Fläche %		20	30		20	30		20	10	10	20	80	70
m über Wasserstand		2	2		2	1		1.50	1			2.50	2.50
Charakterarten													
Epilobium Fleischeri	+	+	+	+	+	+	+	+	+	1.2	1.1	2.2	1.1
Erigeron droebachiensis	+	+	+	+		+	+	+		+	+	1.1	+
Chondrilla prenanthoides		+	+	+	+	(+)		(+)	+			1.1	+
Myricaria germanica		+.2	+		+	+	(+)		+			+	
Hieracium florentinum ssp.	+		+	(+)		+	+	+	+		+	1.1	+
Lokale Charakterarten (Alpenschwemmlinge)													
Anthyllis vulneraria ssp.	1.1	1.1	+	2.1	+	+	+	+	+	+	1.2		
Erucastrum obtusangulum	+	1.1	+	+	+	+	1.1	+	+			+	+
Gypsophila repens	+	1.2	+	+.2	+	+	+.2	1.2	+	+	+	+	+
Linaria alpina	+	+	+	1.2	+	(+)	+.2	+	+	+	+	+	+
Campanula cochleariifolia	+		+	(+)		+		+	+	+	+		
Poa alpina (inkl. vivipara)					(+)	+	+.2	+	+	+	+		
Chrysanthemum atratum					+	(+)		(+)	+				
Trifolium Thalii					(+)		+.2	(+)	+				
Astragulus alpinus						(+)	(+)		(+)	+	+		
Oxytropis campestris							(+)	+	(+)	+	+		
Chrysanthemum alpinum						(+)		+	+				
Poa annua ssp. varia					+		(+)			+			
Scabiosa lucida							+.1	+	+				

Dazu kommen:

Achillea moschata (Aufn. 7, 8, 11)
Agrostis rupestris (Aufn. 8)
Alchemilla Hoppeana (Aufn. 8, 11)
Biscutella levigata (Aufn. 7)
Cerastium alpinum (Aufn. 9)
Helianthemum alpestre (Aufn. 8)
Hieracium staticifolium (Aufn. 8)
Hutchinsia alpina (Aufn. 7)
Oxytropis montanus (Aufn. 9)
Ranunculus montanus (Aufn. 7, 9)
Rumex scutatus (Aufn. 10, 11)
Trifolium pallescens (Aufn. 7, 10, 11)
Veronica fruticans (Aufn. 9)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Abbauende Sträucher und Bäume, meist jung													
Hippophaë rhamnoides	+	3.3	2.2	2.2		1.2	+	+	+		+	1.1°	1.2°
Pinus silvestris	+	+	1.2	+	+	+	+	+	+	+.K		+	+
Salix incana	2.1	1.2	+	1.2	1.2	1.2	+	+	+	2.1	1.2		
Salix purpurea	1.2	+	+	+		+.2	+	+			+		
Alnus incana	+		+		(+)	+	+	(+)	+		+		
Salix daphnoides				+.1			+	(+)	+	+.1			+
Larix europaea					(+)		+°	(+)					
Brometaliaarten													
Artemisia campestris			+			(+)	(+)	+	+				
Helianthemum ovatum					+		(+)	(+)				+	
Potentilla puberula								+				1.2	1.2
Thymus ovatus								(+)		+	+	+	1.2
Teucrium montanum						(+)						+	+
Lotus corniculatus					+	(+)				+	+	+	
Hippocrepis comosa							+			+	+		
Sanguisorba minor					+							+	+

Dazu kommen:

Arenaria serpyllifolia (Aufn. 12)
Calamintha acinos (Aufn. 12)
Carlina vulgaris (Aufn. 12)
Echium vulgare (Aufn. 8)
Festuca ovina ssp. duriuscula (Aufn. 12, 13)
Libanotis montana (Aufn. 8)
Oxytropis pilosa (Aufn. 12, 13)
Salvia pratensis (Aufn. 7)
Sedum mite (Aufn. 12)
Silene inflata (Aufn. 7)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Begleiter													
Agrostis alba	1.1	+	1.2		+	+	+	(+)	+	+	1.2		
Galium mollugo ssp. tenuifolium		+	+		+	+	(+)	+	+	+		+	
Calamagrostis epigeios	+.1	+	+		(+)	1.1	(+)		+	+			
Agropyrum caninum		+	+		+	+		+		+	+		
Stipa calamagrostis			+			+		+				+	+
Carduus defloratus								+	+	+	+	+	+
Festuca rubra					(+)	+	+.2			+	+		
Taraxacum officinale			+		+		+	+					
Saxifraga aizoides						+	+		+				

Dazu kommen:

Achillea millefolium (Aufn. 9)
Aconitum napellus (Aufn. 6)
Angelica silvestris (Aufn. 6)
Calamagrostis pseudophragmites (Aufn. 6, 7)
Campanula Scheuchzeri (Aufn. 10)
Carex ornithopoda (Aufn. 12)
Carum carvi (Aufn. 9)
Chaerophyllum hirsutum (Aufn. 9)
Chrysanthemum leucanthemum (Aufn. 6, 7)
Cirsium arvense (Aufn. 9)
Deschampsia caespitosa (Aufn. 3, 6, 7)
Erigeron canadensis (Aufn. 3, 6, 8, 10, 11)
Fragaria vesca (Aufn. 9, 12)
Heracleum sphondylium (Aufn. 9)
Hieracium amplexicaule (Aufn. 9)
Hieracium murorum (Aufn. 6)
Leontodon autumnalis (Aufn. 9)
Leontodon hispidus (Aufn. 3, 6, 11)
Melica nutans (Aufn. 7, 12)
Molinia coerulea (Aufn. 7)
Petasites albus (Aufn. 9)
Phleum pratense (Aufn. 11)
Poa nemoralis (Aufn. 9)
Poa pratensis (Aufn. 9, 12)
Populus nigra (Aufn. 3, 4)
Prunella vulgaris (Aufn. 9)
Salix alba (Aufn. 9)
Salvia glutinosa (Aufn. 2)
Saponaria ocymoides (Aufn. 7)
Thesium alpinum (Aufn. 6)
Tussilago farfara (Aufn. 10, 11)
Viola hirta (Aufn. 7)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Moose und Flechten													
Tortella inclinata		1.2		2.2	+	+		1.2	+			4.3	4.3
Bryum argentum						+		+.2					
Ditrichum flexicaule												+	+
Barbula spec.								+.1					
Cladonia pyxidata												+	+
Toninia coeruleo nigricans													+.2
Peltigera rufescens													+.2
Diploschistes scruposus													+.2

Die Aufnahmen zu Tabelle 3 wurden an folgenden Orten gewonnen:

1. **Reichenau,** junge Kiesrücken im Hochwasserbereich (6. 1919).
2. **Brühl,** Kiesbank im Rhein (24. 8. 1932).
3. **Felsberg,** Kiesrücken (30. 8. 1932).
4. **Zizers,** Kiesbank (23. 8. 1932).
5. und 6. **Brühl** und **Bonaduz,** Kiesbänke (24. 8. 1932).
7. **Reichenau,** Insel im Rhein (31. 6. 1927).
8. **Bonaduz,** Kiesbank (24. 8. 1932).
9. **Rhäzüns,** Insel (24. 8. 1932).
10. und 11. **Ruis,** Kiesflächen im Hochwasserbereich (9. 1933).
12. und 13. **Ravetsch,** Tortella-Fazies auf älterem Kiesrücken im Hochwasserbereich (24. 8. 1932).

Tabelle 5

Typha minima-Equisetum variegatum-Assoziation

J. Braun-Blanquet (1932) 1938.

Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Datum											
Aufnahmefläche (m²)	100	100	100	50	100	100	20	20	50	100	100
Vegetationsbedeckt (%)			90	90	90	80	80	90	90	90	85
Höhe der Vegetation (cm)					60	60	40	50		50	40
Über dem Wasserspiegel (cm)	30		50	10	50	30		30		30	
Charakterarten und lokale Charakterarten											
Typha minima	1.1	2.1	4.3	2.1	3.2	4.5	4.3	4.5	1.1	4.5	+.1
Juncus alpinus × articulatus	3.4		+	1.2	+	+		1.1	3.4	+	2.2
Salix triandra		2.1		2.1		1.1	1.1	+	+	+	(+)
Salix nigricans var.		+	1.2	+	+			+			+
Typha Shuttleworthii					+	+					
Verbands- und Ordnungs-Charakterarten des Caricion incurvae und der Caricetalia fuscae											
Equisetum variegatum	2.2	1.1	+.2	+.2	+		3.2	3.2	2.2	+.2	3.2
Juncus articulatus	+	1.1	2.2	1.1	+		+	1.1	+	1.2	2.2
Juncus alpinus		1.2	+.2	1.1	1.1	1.1	+	1.2		+	1.2
Lachnea scutellata			+		+			+			+
Heleocharis uniglumis						+			3.1		+
Triglochin palustris									+	+	+
Heleocharis pauciflora								+			
Begleiter											
Equisetum palustre		3.2	1.2	3.2	2.1	2.1	+		+	+	+
Phragmites communis		1.1	1.2	+	2.1	1.1				2.1	+
Tussilago farfara			1.2		2.2	1.1	2.1	+	+	2.1	+
Agrostis alba			+		1.1	+	1.1	+	1.1	1.1	1.1
Calamagrostis epigeios			+		+		+			+	+
Parnassia palustris			+				+			+	+
Juncus glaucus					+		1.2			+	+
Trifolium pratense							+		+	+	+
Leontodon autumnalis							+	+		+	+
Festuca arundinacea	+		+					+	+		
Calamagrostis pseudophragmites					1.1	+	+	+			
Juncus effusus		+		+	(+)		+				
Eupatorium cannabinum			+		(+)	(+)					
Cirsium arvense					(+)	+					+
Prunella vulgaris							1.1	+	+		
Bellis perennis							+			+	+
Trifolium repens							+		+		+
Plantago lanceolata							+		+		+
Carex Oederi								+		+	+
Ranunculus acer								+		+	+
Mentha aquatica									+	+	+
Abbauende Sträucher und Bäume											
Salix alba, jung	+.1	1.1	2.2	+.1	1.1		+.1	1.1	+.1	+.1	1.1
Salix purpurea, jung	1.1	1.1	1.2	1.1		+		+	1.1	+	+
Alnus incana, jung		+	+	+	+	+	1.1	1.1		+	+
Populus nigra			+		+						
Picea excelsa											+

Vereinzelt und spärlich kommen noch vor: in 5: Succisa pratensis, Carex Davalliana, Carex panicea; in 6: Heleocharis palustris, Scirpus Tabernemontani, Epilobium parviflorum, Lythrum salicaria, Carex rostrata; in 7: Selaginella helvetica, Philonotis, Bryum spec., Carex leporina, Deschampsia caespitosa; in 9: Erigeron canadense Polygala amarella; in 10: Deschampsia caespitosa, Polygala amarella; in 11: Ranunculus repens, Plantago major, Glyceria plicata.

Die Möglichkeit einer Sukzession zum Nanocyperion ist angedeutet durch: Blysmus compressus (1.3) in 10, Erythraea pulchella (+) in 10, 11, Potentilla anserina (1.1) in 7 und (+) in 11, Carex Oederi (+) in 8, 10 und 11.

Die Aufnahmen zu Tabelle 5 stammen von folgenden Lokalitäten:

1. Schlickablagerung am Rhein bei **Reichenau** (6. 1919);
2. desgl. bei **Zizers** (7. 1930);
3. desgl. bei **Untervaz** (1. 9. 1932);
4. desgl. bei **Zizers** (23. 8. 1932);
5. desgl. bei **Landquart,** ca. 2000 m² großer Bestand (9. 1933);
6. desgl. bei **Landquart** (9. 1933);
7. desgl. bei **Ruis** (8. 1933);
8. desgl. bei **Rhäzüns** (24. 8. 1932);
9. desgl. bei **Reichenau** (6. 7. 1927);
10. desgl. bei **Rhäzüns** (24. 8. 1932);
11. desgl. bei **Reichenau** (31. 6. 1927).