Zeitschrift: Veröffentlichungen des Geobotanischen Institutes der Eidg. Tech. Hochschule, Stiftung Rübel, in Zürich

Herausgeber: Geobotanisches Institut, Stiftung Rübel (Zürich)

Band: 121 (1994)

Artikel: Vegetations- und Standortsveränderungen auf von Hochwasser überschlickten Streuwiesen = Changes in vegetation and site conditions in wet meadows after a flood

Autor: Leuthold, Barbara

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-308985

Nutzungsbedingungen

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

Conditions d'utilisation

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

Terms of use

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

Download PDF: 14.09.2025

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

Veröffentlichungen des Geobotanischen Institutes der ETH, Stiftung Rübel, Zürich, 121. Heft

Vegetations- und Standortsveränderungen auf von Hochwasser überschlickten Streuwiesen

Changes in Vegetation and Site Conditions in Wet Meadows after a Flood

Barbara LEUTHOLD

1994

INHALTSVERZEICHNIS

	Vorwort	**4**
1.	**Ausgangslage und Problemstellung**	**6**
2.	**Untersuchungsgebiet**	**8**
2.1.	Geographische Lage und Geschichte	8
2.2.	Geologische Verhältnisse	8
2.3.	Klima	10
2.4.	Beeinträchtigungen	10
2.5.	Überschlickung	11
3.	**Material und Methoden**	**13**
3.1.	Vegetationsuntersuchungen	13
3.1.1.	Vegetationsaufnahmen, Dauerflächen	13
3.1.2.	Auszählquadrate	14
3.1.3.	Untersuchte Arten	16
3.2.	Standortsuntersuchungen	17
3.2.1.	Grundwasserstandsmessungen	17
3.2.2.	Grundwasseranalysen	18
3.2.3.	Bodenprofile	18
3.2.4.	Bodenanalysen	18
4.	**Resultate**	**20**
4.1.	Vegetationsuntersuchungen	20
4.1.1.	Vegetationsaufnahmen	20
4.1.2.	Auszählungen	28
4.1.3.	Moose	37
4.2.	Standortsuntersuchungen	38
4.2.1.	Grundwasserstandsmessungen	38
4.2.2.	Grundwasseranalysen	49
4.2.3.	Bodenprofile	55
4.2.4.	Bodenanalysen	55
5.	**Diskussion**	**62**
5.1.	Standortsveränderungen	62
5.1.1.	Grundwasser	62
5.1.2.	Boden	64
5.2.	Vegetationsveränderungen	65
5.2.1.	Einzelne Arten	65
5.2.2.	Pflanzengesellschaften	70
5.2.3.	Vergleich mit Sekundärsukzessionen anderer Feuchtgebiete	72
5.3.	Weitere Entwicklung	75
5.4.	Konsequenzen für den Naturschutz	76
	Zusammenfassung - Summary	**79**
	Literaturverzeichnis	**81**
	Tasche (3. Umschlagsseite): Tab. 2 + 7, Fig. 2 + 3	

VORWORT

Die vorliegende Arbeit entstand in den Jahren 1989-1993 am Geobotanischen Institut der ETH Zürich. Betreut wurde die Arbeit von Herrn Prof. Dr. F. Klötzli. Er gewährte mir grosse Freiheiten bei der Bearbeitung des Themas und gab mir besonders in der Schlussphase der Arbeit wertvolle Anregungen. Herr Prof. Dr. E. Landolt trug als Leiter des Institutes wesentlich zum guten Arbeitsklima bei und korrigierte das Skript aufmerksam. Für Fragen, welche den Boden betrafen, konnte ich mich an Herrn Prof. Dr. H. Sticher wenden. Herr Dr. E. Urmi nahm sich Zeit, sämtliche Unsicherheiten bei den Moosbestimmungen zu beseitigen. Ihnen allen sei an dieser Stelle herzlich gedankt.
Bei der Planung der Feldarbeiten und beim Schreiben meines ersten NF-Gesuches half mir Karin Marti. Mit Markus Wilhelm konnte ich immer wieder fachliche Probleme diskutieren; er sah das Skript kritisch durch und gab mir wichtige Tips und Anregungen. René Gilgen half mir beim Holen von Bodenproben und löste zahlreiche Computerprobleme. An der Lösung von Computerproblemen war auch Hans-Ruedi Binz beteiligt.
Tino Fotsch, Markus Hofbauer und Katharina Rentsch Brassel halfen mir beim Ausbringen und Einsammeln des Markierungsmaterials sowie beim Holen von Grundwasserproben. Markus und Katharina machten sich zusätzlich im Labor nützlich. Für die Analysen der Grundwasserproben war Erwin Schäffer verantwortlich, für die Bestimmung der Bodenproben Miguel Baldomá. Susy Dreyer besorgte den ganzen administrativen Aufwand. Herr R. Graf stellte das benötigte Material immer rechtzeitig bereit. Von Anny Honegger erhielt ich viele Tips zum Schreiben der Arbeit.
Herr Gruber vom Institut für Geophysik war bemüht, im Frühling jeweils den geeignetsten Metalldetektor für mich aufzutreiben.
Herr Schönenberger sorgte dafür, dass ich während meiner ganzen Feldarbeit eine Unterkunft in der Landwirtschaftlichen Schule Seedorf hatte.
Ein letztes aufmerksames Durchlesen des Skripts besorgte Herr Dr. Eugen Spirig.
Esther Guggenheim übersetzte meine englische Zusammenfassung vollends ins Englische.
All diesen guten Seelen gilt mein bester Dank.
Ein ganz besonderer Dank geht an meinen Freund Andreas Hasler. Er half nicht nur im Feld tatkräftig mit, sondern stand mir auch beim Schreiben der Arbeit zur Seite.

Meinen Eltern möchte ich an dieser Stelle für ihre langjährige Unterstützung danken.
Auch die vielen unerwähnten Personen, die in irgendeiner Weise zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen haben, insbesondere all jene, welche mir während meiner Freizeit zu der nötigen Abwechslung verholfen haben, verdienen ein herzliches Dankeschön.

Für die Finanzierung danke ich dem Schweizerischen Nationalfonds.

1. AUSGANGSLAGE UND PROBLEMSTELLUNG

Das Urner Reussdelta ist nicht nur die einzige ausgedehnte Riedfläche des Kantons Uri, sondern es zählt auch zu den letzten verbliebenen Feuchtgebieten rund um den Vierwaldstätter See.
Bekannter geworden ist das Delta am Südende des Urner Sees durch den aufwendigen Landschaftsentwicklungsplan, bei dem versucht wurde und wird, die Interessen von Naturschutz, Erholung und Kiesabbau unter einen Hut zu bringen (LANG 1983). Dieses Projekt sah neben verschiedenen Ufersicherungsmassnahmen, welche die fortschreitende Erosion durch den Kiesabbau stoppen sollten, auch eine beidseitige Öffnung des bis anhin weit in den See hinausreichenden Reussdammes vor. Letztere Massnahme sollte mit der Zeit zur Bildung eines neuen natürlichen Deltas führen. Um später die durch diese künstlichen Eingriffe bewirkten Veränderungen erfassen zu können, wurde vor Beginn der Bautätigkeiten, im Jahr 1987, der Istzustand des gesamten Reussdeltas untersucht. Das Geobotanische Institut der ETH beteiligte sich mit zwei Diplomarbeiten an den Untersuchungen (SINDELAR 1987, WILHELM 1987). In den beiden Arbeiten wurden die Riedgebiete kartiert und auf ihre Standortsbedingungen untersucht.
Der Zufall wollte es, dass nach Abschluss der Feldarbeiten, im August 1987, ein Unwetter Überschwemmungen riesigen Ausmasses verursachte und zu einer teilweise starken Überschlickung der untersuchten Riedflächen führte. So bildeten die beiden Diplomarbeiten nicht nur für das beginnende Grossprojekt der Deltasanierung und -renaturierung den Ausgangspunkt, sondern auch für die Untersuchung der nun einsetzenden Sukzession der Flora .
Die ersten floristischen Veränderungen des Reussdeltas durch die Überschwemmung wurden bereits 1988 in einer Diplomarbeit festgehalten (LEUTHOLD 1988) und veröffentlicht (LEUTHOLD 1991).
Parallel zu den pflanzenökologischen Untersuchungen wurden limnologischen Arbeiten durchgeführt (ELBER, MARTI und NIEDERBERGER 1991).
Das Thema der vorliegenden Arbeit war es, die Sukzession der Vegetation weiter zu verfolgen, wobei folgende Fragen im Vordergrund standen:

- Welche Verschiebungen in den Artenzusammensetzungen und -frequenzen sind festzustellen? Gibt es Arten, die zeitweise oder sogar ganz verschwunden sind? Haben sich neue Arten ansiedeln können?
- Haben sich die veränderten Vegetationseinheiten wieder teilweise oder ganz in den Zustand vor der Überschlickung zurückentwickeln können?

- Welche Ursachen gibt es für die verschiedenen Reaktionen der Pflanzenarten und -gesellschaften?
- Wie wird sich das Gebiet in den nächsten Jahren entwickeln?

Neben den Vegetationsveränderungen sollten aber auch die Veränderungen der Standortsbedingungen verfolgt werden. Dabei interessierten besonders die Grundwasserganglinien, die chemische Zusammensetzung des Grundwassers und diejenige des Bodens.

Schliesslich sollte die Arbeit auch verschiedene Fragen, welche aus naturschützerischer Sicht gestellt werden können, beantworten:

- Wie kann eine Überschlickung vom naturschützerischen Gesichtspunkt aus bewertet werden?
- Welche Folgen zeitigt das Experiment beim Schloss A Pro, wo in einer grösseren Fläche die ganze Schlickschicht abgeschürft worden ist? Sollte dies grundsätzlich in ähnlichen Fällen wiederholt werden oder ist es vorzuziehen, die Alluvionen liegen zu lassen, wie es im Reussdelta ausserhalb der A Pro-Fläche geschah?

2. UNTERSUCHUNGSGEBIET

2.1. GEOGRAPHISCHE LAGE UND GESCHICHTE

Das Untersuchungsgebiet ist das Mündungsgebiet der Reuss am südlichen Ende des Urnersees (Fig. 1). Der östliche Teil gehört zur Gemeinde Flüelen, der westliche zur Gemeinde Seedorf.
Das Gebiet liegt auf 435 m. ü. M.
Bis zur Reusskorrektion, die 1850 in Angriff genommen wurde, war das Tal eine vom Fluss geprägte Landschaft, die immer wieder von Hochwassern überschwemmt wurde. Die mit der Flussverbauung durchgeführten Entwässerungen zerstörten den grössten Teil der ausgedehnten Auenwälder und Riedflächen. Nur im Delta blieb ein kleiner Rest der früher landschaftsprägenden Feuchtgebiete erhalten.
1935 wurde der nordwestliche Teil des Flüeler Riedes, die Schützenrüti, als erstes Gebiet des Deltas unter Schutz gestellt. Damals wurde es als Vogelschutzreservat ausgeschieden.
Heute steht die gesamte Riedfläche unter Naturschutz. Der Mündungsbereich der Reuss mit seinen kleinen Auenwaldrelikten sowie die künstlichen Vogelinseln auf der Flüeler Seite (im Landeskartenausschnitt der Fig. 1 noch nicht eingezeichnet) gehören ebenfalls zur Naturschutzzone, welche klar von der Erholungs- und der Landwirtschaftszone abgegrenzt ist.

2.2. GEOLOGISCHE VERHÄLTNISSE

Ihre Entstehung verdankt die heutige Reussebene den Ablagerungen der Reuss und deren Seitenbäche. Diese füllten den Urnersee, der nach der Eiszeit bis Amsteg reichte, langsam mit Schotter auf.
Im südlichen grösseren Teil des Einzugsgebietes der Reuss findet man kalkarme kristalline Gesteine des Aar- und Gotthardmassives, während der nördliche Kanton Uri aus den kalk- und tonreichen Helvetischen Decken besteht (LABHART 1992) .
Da das Gestein der Flyschgebiete des Helveticums stärker erodiert und kürzere Transportwege zurückzulegen hat als das Geröll kristallinen Ursprungs, wird in der Reussmündungsebene zum grösseren Teil Geschiebe der Helvetischen Decken abgelagert (LANG 1983).

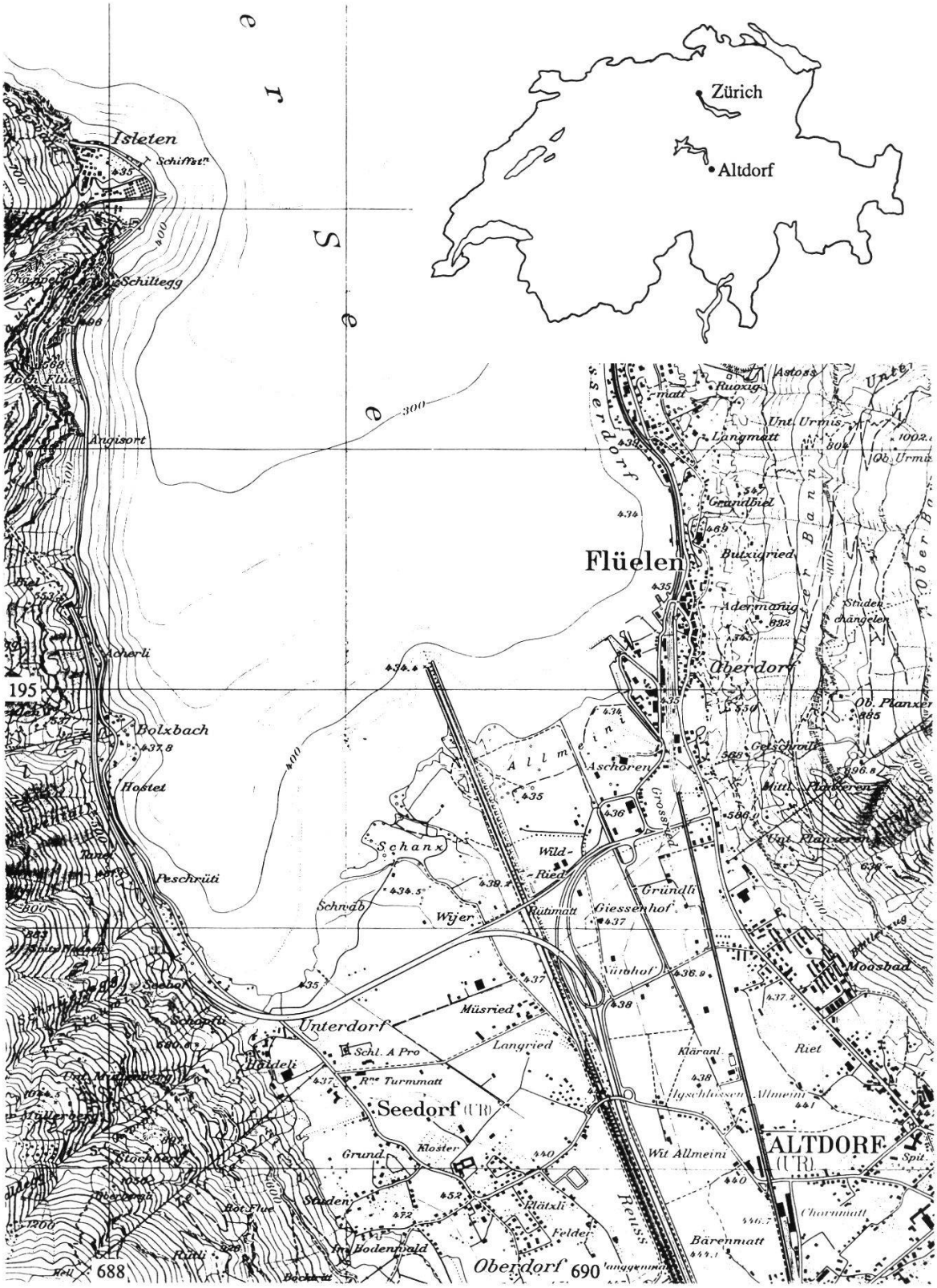


Fig. 1. Lage des Untersuchungsgebietes (Ausschnitt aus der Landeskarte 1:25'000). eingerahmt: Naturschutzgebiet; schraffiert: Untersuchungsgebiet
(Reproduziert mit Bewilligung Bundesamtes für Landestopographie vom 22.8.1994)
Location of the study area. Framed: National park; Hatched: Study area.
(Reproduced by permission of the Swiss Federal Office of Topography of 22.8.1994)

2.3. KLIMA

Das Klima des Reussdeltas ist stark geprägt durch den Nord-Süd-Verlauf des Tales und durch den See.
Die Hauptwindrichtungen werden durch den Verlauf des Tales bestimmt. NW-Winde sind deshalb mengenmässig bei weitem vorherrschend. Betrachtet man die Windgeschwindigkeiten, überwiegt der S-Wind. Durchschnittlich kann mit 48 Föhntagen pro Jahr gerechnet werden, wie die Messperiode von 1864 bis 1900 zeigte (OECHSLIN 1965).
Die Reussmündungsebene liegt im Übergangsbereich vom ozeanisch geprägten Mittelland zu den kontinentaleren Zentralalpen. Ein relativ mildes Klima herrscht vor. So sind die Durchschnittstemperaturen im Urner Reusstal beispielsweise um rund 0.7°C höher als in Zürich auf der gleichen Höhe. Besonders die Herbst- und Frühjahrsmonate weisen im Reusstal deutlich höhere Temperaturen auf, was mit der Wirkung des Föhns zu erklären ist.
Im Winter vermag der wärmere See die häufig einfallende Bise leicht zu erwärmen. Das hat zur Folge, dass im unteren Reusstal weniger Schnee fällt als in dem nördlich des Urnersees gelegenen Brunnen. Das föhnbedingte rasche Abschmelzen des Schnees und die geringe Anzahl der Frosttage führen dazu, dass die Vegetationsperiode schon früh beginnen kann.
Die Niederschlagsverteilung in Altdorf entspricht den kollinen Verhältnissen in der Schweiz; im Winter fällt etwa halb so viel Niederschlag wie im Sommer. Die umliegenden Gebirgszüge schützen Altdorf etwas von den feuchten Westwinden, sind hingegen verantwortlich für häufige heftige Gewitterregen, sodass das Jahresmittel mit 1211 mm pro Jahr leicht höher liegt als in Zürich.
Verglichen mit anderen tief gelegenen Regionen des Mittellandes, gehört das Reussdelta zu einem der nebelärmsten Gebiete der Schweiz, was im Herbst eine relativ frühe Fruchtreife begünstigt.

2.4. BEEINTRÄCHTIGUNGEN

Das Reussdelta war schon immer starken Störungen ausgesetzt. Durch die Kanalisierung der Reuss und den damit verbundenen Meliorationen wurden die Feuchtgebiete des Reusstals dem Einfluss der Reuss entzogen und bis auf den verhältnismässig kleinen Rest im Delta grösstenteils vollständig zerstört. Die dadurch bedingte Isolation des Untersuchungsgebietes wurde durch den Bau der Autobahn noch wesentlich verstärkt. Die N2 führte zusätzlich zu

einer Zweiteilung der Seedorfer Riedflächen und zur Überbauung eines guten Teils davon.
Der bereits erwähnte Kiesabbau hatte eine weitere Verkleinerung des Deltagebietes zur Folge, ging doch die Uferlinie bis zu 300 m zurück (ARBEITSGRUPPE REUSSMÜNDUNG, 1984).
Schliesslich sind auch die Einflüsse durch die landwirtschaftliche Düngung und den steigenden Erholungsdruck nicht zu übersehen. Trotz Annahme des Deltagesetzes durch das Urner Stimmvolk im Jahre 1985 geht die stückweise Zerstörung des Gebietes auch heute noch weiter. Verschiedenen Bautätigkeiten fielen in den letzten Jahren immer wieder kleinere Riedflächen zum Opfer: Aufschütten einer Liegewiese in der Seedorfer Bucht, Ausbau des Weges der Schweiz, Holzablagerung usw.
Zu alledem kommt die stetig schlechtere Pflege der Streuwiesen. Während früher regelmässig zur Streunutzung geschnitten wurde, sind in den letzten Jahren grössere Gebiete brach gefallen, da viele Bauern nicht mehr auf die Streu angewiesen sind. Teilweise wurde zwar geschnitten, das Schnittgut aber nicht weggeführt. Ein Pflegeplan soll diesem Missstand nun aber abhelfen (ANL, 1993).

2.5. ÜBERSCHLICKUNG

Im Frühling nach dem Unwetter von 1987 wurden im gesamten Untersuchungsgebiet in regelmässigen Abständen Probebohrungen durchgeführt, um die jeweiligen Schlicktiefen zu ermitteln (LEUTHOLD 1988). Die Daten ermöglichten die Erstellung einer Schlicktiefenkarte (Fig. 2, in Tasche hinten).
Es ergab sich folgendes Bild:
Wenig betroffen war die Flüeler Seite. Die dickste gemessene Sandschicht betrug lediglich 4 cm; im grössten Teil des Gebietes war sie sogar weniger als 2 cm dick.
Anders sah die Situation auf der Seedorfer Seite aus. Nach dem Unwetter lagen hier bis zu 50 cm mächtige Alluvionen. Diese gewaltigen Schlickschichten lagerten sich, bedingt durch die Stauwirkung der Autobahn, südlich der N2 beim Schloss A Pro ab. In dieser Fläche wurde der Schlick im Winter 1987/88 mit einem Bagger abgeschürft, um dem ursprünglichen, besonders wertvollen Kopfbinsenried (KLÖTZLI 1965 und 1971) eine bessere Überlebenschance zu geben. Nur ein kleines Stück mit bis zu 42 cm Schlick wurde überschlickt belassen, um einen direkten Vergleich und damit eine bessere

Erfolgskontrolle zu ermöglichen.
Nördlich der Autobahn betrugen die Schlicktiefen 0 bis 39 cm. Stellen mit mehr als 25 cm tiefen Ablagerungen befanden sich entlang den Kanälen und am Autobahndamm, dort wo dieser während der Überschwemmung gebrochen war.

3. MATERIAL UND METHODEN

3.1. VEGETATIONSUNTERSUCHUNGEN

3.1.1. Vegetationsaufnahmen, Dauerflächen

In 60 Untersuchungsflächen von 25 m^2 Grösse wurde die Vegetation nach der Methode von BRAUN-BLANQUET (1964) aufgenommen. Bei diesen Dauerflächen handelte es sich mit Ausnahme der Flächen 75a-c um dieselben Flächen, welche 1988 und zum Teil bereits 1987 untersucht worden waren. Die Auswahl der Flächen erfolgte so, dass die wichtigsten Pflanzengesellschaften und verschiedene Schlicktiefen vertreten waren. Zudem sollten sie möglichst homogen sein. Leider musste während der Untersuchungszeit, infolge Lagerung von Sturmholz und andauernder Bautätigkeiten auf der Flüeler Seite, der Verlust von drei Flächen in Kauf genommen werden, sodass die Auswertung schliesslich nur noch mit 57 Dauerflächen erfolgen konnte (Fig. 3, in Tasche hinten). Ein Teil der Dauerflächen war in Transekten angelegt (3a-c, 5a-c, 69a-c, 70a-c, 75a-c), wobei die Schlicktiefe jeweils von a nach c zunahm. Auf der Flüeler Seite kamen zu den Dauerflächen drei weitere Flächen (80-82) hinzu, in denen die Vegetation nur einmal, im Sommer 1992, aufgenommen wurde.
Tabelle 1 gibt eine Übersicht über die 57 Dauerflächen mit ihren Schlicktiefen und den Pflanzengesellschaften, in denen sie 1987 lagen (nach SINDELAR 1987, WILHELM 1987).
Zur Markierung der Dauerflächen dienten ebenerdig in den Boden geschlagene Metallrohre mit darin steckenden Holzpfosten. Die Holzpfosten mussten im Herbst jeweils eingesammelt werden, damit die Bewirtschafter ungehindert mähen konnten.
Die Vegetation wurde in allen Flächen drei Mal pro Jahr aufgenommen, nämlich Mitte Mai, Ende Juni und Anfang August. Für die Auswertungen wurden die drei Vegetationsaufnahmen eines Jahres jeweils zu einer zusammengefasst, und zwar so, dass von jeder Art der grösste Deckungswert zählte. Die zusammengefassten Aufnahmen entsprachen damit weitgehend den Juni-Aufnahmen.
Die Auswertung der Vegetationsaufnahmen erfolgte sowohl von Hand als auch mit Hilfe der Programm-Pakete von WILDI und ORLOCI (WILDI 1986, 1990 und 1992).

Von den Moosen wurden sämtliche registriert, welche während eines genauen Absuchens der Dauerflächen zu finden waren. Gesammelt wurden sie im Herbst 1990, im Herbst 1991 und im Frühling 1992. Die Moose erhielten ebenfalls einen Deckungswert nach BRAUN-BLANQUET, wobei es vernünftig schien, die unterste Stufe der Skala, das Zeichen r, zu streichen.
Da sowohl während der Arbeiten im Sommer 1987 als auch im Jahr darauf die Bryophyten aus Zeitgründen weggelassen werden mussten, konnten die über die Moose gesammelten Daten für einen grossen Teil der Auswertungen nicht miteinbezogen werden.
Die Nomenklatur der Phanerogamen richtete sich nach HESS, LANDOLT und HIRZEL (1976-80), diejenige der Bryophyten nach FRAHM und FREY (1983). Zur Bestimmung der Moose wurde neben FRAHM und FREY (1983) auch SMITH (1978) verwendet.

3.1.2. Auszählquadrate

Um die Sukzession der Pflanzen während einer Vegetationsperiode und im Verlauf der drei Untersuchungsjahre exakt verfolgen zu können, wurden 24 Auszählquadrate ausgebracht, welche bei 12 der 60 Dauerflächen plaziert waren. Diese 12 Dauerflächen lagen entlang von vier Transekten (pro Transsekte drei Dauerflächen und sechs Auszählquadrate), nämlich 3a-c, 69a-c, 70a-c und 75a-c. Wie der Tabelle 1 zu entnehmen ist, gehörten die Transekten 3 und 75 einem *Ranunculo-Caricetum hostianae*, 69 und 70 einem *Caricetum davallianae* an.
Die Auszählquadrate massen 1 m^2 und waren mit Metallrahmen der entsprechenden Grösse markiert, welche wie die Holzpfosten im Herbst entfernt werden mussten.
Mit Schnüren waren die Quadrate in Quadratdezimeter unterteilt und zur besseren Orientierung am Rande beschriftet (1-10, a-k).
Alle ein bis zwei Monate wurde in den Quadraten nach Präsenz/Absenz ausgezählt, das heisst es wurde notiert, ob eine Art in einem Teilquadrat vorkam oder nicht; die Anzahl Individuen der betreffenden Art spielte dabei keine Rolle. Acht ausgewählte Arten gehörten zu dieser Untersuchung: vier, welche 1988 durch die Überschwemmung eher zurückgedrängt worden waren (*Carex elata, Molinia coerulea, Ranunculus flammula* und *Succisa pratensis*) und vier durch die Überschlickung begünstigte (*Equisetum palustre, Juncus articulatus, Agrostis gigantea* und *Lythrum salicaria*).

Tab. 1. Übersicht über die Dauerflächen mit Schlicktiefen und pflanzensoziologischer Zuteilung vor der Überschlickung (nach SINDELAR 1987 und WILHELM 1987).
Permanent plots with silt layer depth and phytosociological attachment before the flood (according to SINDELAR 1987 and WILHELM 1987).

Fläche	Schlicktiefe (cm)	pflanzensoziolog. Zuteilung 1987	Fläche	Schlicktiefe (cm)	pflanzensoziolog. Zuteilung 1987
Flüeler Seite			Seedorfer Seite (Forts.)		
35	1.5	8	7	8	8/3r
36	1	8/3r	8	7	3e
43	1		17	11	
60	3		10	6	3*e
65	1		22	12	
37	1	3re	69a	9	
39	1		69b	13	
44	0.5		69c	19	
62	1.5		70a	9	
63	1		70b	16	
64	1		70c	19	
67	1		71	35	
42	0.5	2	72	-	
45	1.5	3'	11	8	2
61	2		15	9	
Seedorfer Seite			68	20	
0	4	3'	19	-	3s
16	10		23	21	
1	2	3re	74	-	
3a	5		20	-	10
3b	8		21	-	
3c	20		73	-	
6	6		24	15	6et
75a	6		25	12	6et/F
75b	10		27	18	10r
75c	15		28	16	
2	2	3r	29	13	
5a	4	8	30	4	6
5b	15				
5c	32				

Legende:

2 *Stachyo-Molinietum typicum* (Pfeifengraswiese)
3' *Stachyo-Molinietum caricetosum hostianae,* Übergang zu *Caricetum davallianae* (Hostseggen-Pfeifengraswiese, Übergang zu Davallseggenried)
3s *Stachyo-Molinietum schoenetosum ferruginei,* feuchte Ausbildung (Kopfbinsen-Pfeifengraswiese)
3*e *Caricetum davallianae typicum* mit *Carex elata* (Davallseggenried mit Steifsegge)
3e *Caricetum davallianae caricetosum elatae* (Steifseggen-Davallseggenried)
3r *Ranunculo-Caricetum hostianae* (Hostseggenried)
3re *Ranunculo-Caricetum hostianae, Carex elata*-Ausbildung (Hostseggenried, Ausbildung mit Steifsegge)
6 *Valeriano-Filipenduletum typicum* (Spierstaudenried)
6et *Valeriano-Filipenduletum*, trockene Ausbildung mit *Carex elata*
8 *Caricetum elatae typicum* (Steifseggenried)
10 *Primulo-Schoenetum ferruginei typicum* (Kopfbinsenried)
10r *Primulo-Schoenetum ferruginei caricetosum elatae, Rhynchospora alba*-Variante (Steifseggen-Kopfbinsenried mit Weisser Schnabelbinse)
F ehemalige Futterwiese (Raygraswiese) mit Riedpflanzenarten

Die Resultate dieser Untersuchung wurden nicht mit multivariater Statistik, sondern ausschliesslich von Hand ausgewertet.
Im folgenden Kapitel sind die genannten acht Arten mit ihren ökologischen Ansprüchen kurz beschrieben (nach HESS, LANDOLT und HIRZEL 1984).

3.1.3. Untersuchte Arten

Carex elata
Die horstbildende, bis 1 m hohe Steife Segge ist hinter dem Schilfröhricht die wichtigste Verlandungspflanze. Sie ist besonders auf Böden verbreitet, die nur in der trockensten Jahreszeit nicht überschwemmt und deshalb schlammig und torfreich sind. Auf den Kalkgehalt reagiert sie nicht empfindlich (wie übrigens auch alle anderen hier genannten Arten mit Ausnahme von *Succisa*); sie kommt sowohl auf kalkfreien wie auf kalkhaltigen Böden vor.

Molinia coerulea
Ein besonderes Kennzeichen dieses Grases ist, dass die Knoten am Grunde des Stengels genähert sind und dort eine "Zwiebel" bilden. In diese "Zwiebel" kann die Pflanze im Herbst ihre Nährstoffe zurückziehen. Standorte des Pfeifengrases sind im Frühling durchnässte und im Sommer oberflächlich austrocknende humose bis torfige Böden.

Ranunculus flammula
Als Art, welche zeitweise überschwemmte humose Torfböden liebt, kann man den Brennenden Hahnenfuss nicht nur in Flachmooren, Nasswiesen und Gräben, sondern oft auch als Pionier auf offenen Schlammböden finden.

Succisa pratensis
Diese Rosettenpflanze besitzt ein kurzes Rhizom. Sie kommt in wechselfeuchten, neutralen bis schwach sauren, humosen Böden vor. Neben Riedwiesen gehören Steilhang-Föhrenwälder zu ihrem Verbreitungsgebiet.

Equisetum palustre
Die weit vordringenden, reich verzweigten Rhizome der Schachtelhalme liegen 20-100 cm tief im Boden. Die Sporen sind bereits im Frühsommer reif. Verbreitet ist der Sumpf-Schachtelhalm auf nassen Böden.

Juncus articulatus
Wie der Brennende Hahnenfuss kann auch die Gegliederte Binse als Pionierart auftreten, insbesondere an unbewachsenen Teichufern. Sie braucht nasse kiesige bis schlammige Böden und kann auch in gedüngten Nasswiesen vorkommen. Vom Rhizom zweigen locker angeordnete Stengel ab.

Agrostis gigantea
Der bis 1.5 m hoch werdende Riesen-Windhalm (auch Fioringras genannt) kann unterirdische Ausläufer bilden und zur raschen Begrünung und Bodenstabilisierung verwendet werden. Sein Standort sind feuchte bis nasse, lehmige, tonige oder torfige Böden. Er ist als Pionier auf offenen Böden, an Flussufern, in Mooren, Nasswiesen, Kiesgruben und ähnlichen Standorten anzutreffen.

Lythrum salicaria
Der Blutweiderich kommt vor allem in Flachmooren und entlang von Gräben vor, da er feuchte bis nasse, zeitweise überschwemmte Böden braucht. Er kann bis zu 2 m hoch werden.

Sämtliche oben genannten Pflanzenarten sind ausdauernd.

3. 2. STANDORTSUNTERSUCHUNGEN

3.2.1. Grundwasserstandsmesssungen

Für die Grundwasserstandsmessungen gelangten 1 m lange perforierte PVC-Rohre von 3.2 cm Durchmesser zur Verwendung. Die Rohre enthielten vier Lochreihen, deren Löcher einen Abstand von 5 cm aufwiesen. Bei jeder Dauerfläche wurde ein Grundwasserrohr in den Boden eingegraben und mit einem dichtschliessenden Deckel versehen, um ein direktes Eindringen von Regenwasser zu verhindern. Die Messungen fanden während der Vegetationsperiode alle zwei bis drei Wochen statt. Obwohl mit der beschriebenen Methode nicht unterschieden werden kann zwischen Grund-, Stau- und Seewasser, ist im folgenden der Einfachheit halber immer von Grundwasser die Rede.
Die Auswertung der Grundwasserstandsmessungen erfolgte in Anlehnung an KLÖTZLI (1969).

3.2.2. Grundwasseranalysen

Bei den 12 Aufnahmeflächen, bei denen auch die Auszählquadrate plaziert waren, wurden zusätzlich zu dem Grundwasserrohr noch je drei weitere Rohre, die der Grundwasserentnahme dienten, eingegraben. Diese Rohre wiesen im Gegensatz zu den Grundwasserrohren nicht auf ihrer ganzen Länge Löcher auf, sondern nur auf einer kurzen Strecke von 20 cm, in der zu untersuchenden Tiefe. Deckel verschlossen oben und unten die Rohre, damit nur aus der zu untersuchenden Schicht Grundwasser ins Rohr eindringen konnte. Die Schichten entsprachen so gut als möglich einem Bodenhorizont.
Während der Vegetationsperiode 1989 wurden drei Mal Grundwasserproben geschöpft (Mitte Mai, Anfang August und Mitte September), im Sommer 1990 zwei Mal (Anfang Mai und Mitte August).
Tragbare Messgeräte gaben jeweils direkt bei der Probenahme im Feld Auskunft über Leitfähigkeit und pH. Die übrigen Parameter wurden an den zwei auf die Probenahme folgenden Tagen im Labor des Institutes untersucht.
Die Ammonium-, Nitrat- und Ortho-Phosphat-Bestimmungen erfolgten fotometrisch nach der Methode von HUTNER, modifiziert durch die EAWAG (WAGNER 1969). Der Gehalt an Gesamt-Phosphat wurde mittels Kaliumperoxidsulfat und Druckaufschluss nach der Methode der EAWAG bestimmt. Zur Analyse der Salze und Schwermetalle (K, Ca, Na, Mg, Mn und Fe) kam der Atomabsorber zur Anwendung.
Die Resultate wurden untereinander und mit denjenigen von 1987 verglichen.

3.2.3. Bodenprofile

Im Winter 1992 wurden mit einem holländischen Sandbohrer, auch Richard-Bohrer genannt, zwei Bodenprofile gebohrt - je eines bei Fläche 75b und 69b - und nach BACH und STICHER (1984) sowie der ARBEITSGRUPPE BODENKUNDE (1982) beurteilt.

3.2.4. Bodenanalysen

Um Aufschluss zu erhalten über die Veränderung des Bodens durch die Überschwemmung und über die Entwicklung in den darauffolgenden Jahren, wurden im März 1990 und im März 1992 Bodenproben gesammelt. Die Proben, von denen jede eine Mischung aus sechs Einzelproben war, stammten von den 12 Untersuchungsflächen, bei welchen die Auszählquadrate und die

Spezialrohre für die Grundwasseranalysen plaziert waren. Von jeder Stelle wurden Proben aus den drei obersten Bodenschichten, Schlick (C), angestammtem Oberboden (bAh) und Unterboden (Go), genommen.
Die Bodenproben liess man im Trockenschrank bei 40°C trocknen, was etwa eine Woche dauerte. Das genaue Gewicht der Proben vor und nach dem Trocknen gab Auskunft über deren Wassergehalt. Die trockenen Proben wurden mit einem 2 mm-Sieb gesiebt und gut gemischt. Für die Bestimmung des Humus-Gehaltes bedurfte es zusätzlich einiger Gramme pulverisierter Proben (mörsern und sieben mit 0.25 mm-Sieb).
Die Analyse der Proben fand im April und Mai 1992 statt.
Der pH-Wert wurde in der Serie vom März 1990 zuerst mit Hellige bestimmt. Da aber Zweifel an der Richtigkeit aufkamen und diese Methode sehr ungenau ist, wurde der pH-Wert sämtlicher Bodenproben noch mittels KCl-Extraktion und anschliessender Messung mit einem elektronischen pH-Meter (Hach One pH-Meter) bestimmt.
Der Humus-Gehalt wurde mit dem Titrationsverfahren ermittelt nach der Methode der Eidgenössischen Forschungsanstalt für landwirtschaftlichen Pflanzenbau, Zürich-Reckenholz.
Für die Phosphat-Konzentration kam die Methode von OLSEN (Extraktion mit Bicarbonat) zur Anwendung.
Die Kalium-Bestimmung erfolgte nach Egner-Riehm, einem Extraktionsverfahren mit Doppellactat.
Damit ein Flächenbezug der durchgeführten Analysen möglich war, wurde für die Schlickschicht zusätzlich die Dichte bestimmt.
Die erhaltenen Werte konnten zur Schlicktiefe und zum Zeitpunkt der Probenahme sowie zu Angaben aus der Literatur in Beziehung gesetzt werden.

4. RESULTATE

4.1. VEGETATIONSUNTERSUCHUNGEN

4.1.1. Vegetationsaufnahmen

Die Vegetationsaufnahmen sind in der Vegetationstabelle (Tab. 2, in Tasche hinten) dargestellt. Zusätzlich zu den im Rahmen dieser Arbeit durchgeführten Aufnahmen sind in der Tabelle auch diejenigen von 1987 und 1988, also direkt vor und nach der Überschwemmung erfassten Daten enthalten. Nicht in die Tabelle aufgenommen worden sind die Aufnahmen der Flächen 0, 15 und 64.

4.1.1.1. Computerauswertungen und Zeigerwertanalysen

Die Auswertung der Vegetationsaufnahmen mit Hilfe der Programm-Pakete von WILDI und ORLOCI (WILDI 1986, 1990 und 1992), bei welcher mit diversen Transformationen und Optionen Dendrogramme und Ordinationen kreiert wurden, lieferten keine befriedigenden Resultate. Das Mass an Ähnlichkeit zwischen den verschiedenen Vegetationsaufnahmen stimmte zu oft nicht mit den Erfahrungen aus der Feldarbeit überein.
Nicht viel anders verhielt es sich mit den Zeigerwertanalysen. Ein Vergleich der gewichteten Zeigermittelwerte von 1987 mit denjenigen von 1988 und 1991 zeigte in den meisten Fällen eine Zunahme der Nährstoff- und teilweise auch der Feuchtezahl, obwohl die Standortsuntersuchungen klar belegen, dass die Überschlickung keine Düngung verursachte und die Flächen mit viel Schlick trockener geworden sind (Kap. 4.2.2. und 4.2.4.).
Die Vergleiche von Lichtzahl- und Humuszahl-Mittelwerten entsprachen eher den Erwartungen. In vielen Fällen erwies sich die Abnahme dieser beiden Zeigermittelwerte als umso grösser, je mächtiger die Alluvionen waren. Wegen der zahlreichen Abweichungen von diesem Schema schien es wenig sinnvoll, diese Form der Auswertung weiterzuführen.
Eine Erklärung für die eher unbefriedigenden Ergebnisse der Zeigerwertanalysen ist folgende: Zeigerwerte beschreiben den Standort, den eine Pflanze unter Konkurrenzbedingungnen besiedelt. Fällt die Konkurrenz aus, wie es in den frischen Schlickflächen der Fall war, kann die Pflanze auf andere Standorte vordringen. Die Zeigerwerte entsprechen dann den wirklichen

Standortsfaktoren unter Umständen nicht mehr. Zudem spielt bei der Besiedlung von Pionierstandorten der Zufall eine grosse Rolle. Das Hineinspielen des Zufalls ist wohl auch der Hauptgrund für die unbefriedigenden Resultate der Computerauswertungen.
Die Auswertungen der folgenden Kapitel erfolgten deshalb in den meisten Fällen ohne multivariate Statistik.

4.1.1.2. Deckungsgrade

Die Überschlickung hatte entscheidende Auswirkungen auf die Vegetation. Allein schon an den Deckungsgraden waren diese erkennbar: Im ersten Frühling nach dem Unwetter waren die mächtigeren Alluvionen nur spärlich bewachsen. Gesamtdeckungen von 15 % oder noch weniger waren keine Seltenheit. Bei den vom Schlick befreiten Stellen beim Schloss A Pro war nicht mehr Grün zu sehen. Auch hier überstieg die Deckung der Vegetation nirgends 20 %; in einer ehemaligen Fahrspur des Baggers lag sie sogar unter 5 %. Bis im August nahm die Deckung in den Schlickflächen um 10 bis 20 % zu. Nur in einem Hochstaudenried war bis Ende der Vegetationsperiode beinahe der ganze Boden wieder bedeckt.
Die Zunahme der Pflanzendeckung in den darauffolgenden Jahren erfolgte in den abgeschürften Flächen kontinuierlich, in den Schlickflächen teilweise mit erheblichen Schwankungen. Beim Schloss A Pro war Ende 1991, ausser in der ehemaligen Fahrspur, annähernd die ursprüngliche Bodenbedeckung wieder erreicht, ebenso in etwa der Hälfte der Schlickflächen. In den übrigen Schlickflächen blieb die Deckung bis zum Ende der Felduntersuchungen bis zu 30 % zu tief.

4.1.1.3. Einzelne Pflanzenarten

Fast alle vorkommenden Pflanzenarten zeigten eine mehr oder weniger starke Reaktion auf die Überschlickung. Im folgenden sind die auffallendsten Beobachtungen geschildert: Mit der Überschlickung am besten fertig wurden *Phragmites communis, Juncus articulatus, Agrostis gigantea* und *Equisetum palustre.* Diese Arten breiteten sich gleich im ersten Sommer auf den frischen Alluvionen stark aus. Bis 1991 waren bei den drei letztgenannten Arten teilweise bereits wieder Abnahmen zu verzeichnen. *Heleocharis uniglumis* und *Eriophorum angustifolium* gelangten ebenfalls zu einer grösseren Ausbreitung, allerdings erst von der zweiten Vegetationsperiode an

und hauptsächlich in mittleren Schlickschichten (8-18 cm). Auch bei diesen beiden Arten war bis zum Ende der Feldarbeit 1991 wieder ein Rückgang festzustellen; ihre maximale Ausbreitung konnten sie in den Jahren 1989 und 1990 erreichen.
Unterschiedlich gut ertrugen die verschiedenen Seggen die Störung. Die meisten Kleinseggen wurden schon durch dünne Ablagerungen zurückgedrängt. Relativ erfolgreich bei der nachfolgenden, zögernden Wiederbesiedlung der Rohböden durch Kleinseggen waren Arten der *Flava*-Gruppe. Im Gegensatz zu den Kleinseggen konnten die Grosseggen, im Gebiet vor allem *Carex elata* und *Carex acutiformis*, dünnere Schlickschichten durchstossen und sich dadurch rascher wieder ausbreiten. *Molinia coerulea* war im ersten Jahr wie die Kleinseggen stark zurückgedrängt und konnte sich anschliessend sukzessive ausbreiten. Teilweise gelangte das Pfeifengras sogar zu einer grösseren Ausbreitung als vor der Überschwemmung.
Der anfänglich krass dezimierte Orchideen-Bestand erholte sich von Jahr zu Jahr. *Epipactis palustris*, die Pionierart unter den Orchideen, konnte sogar stark überschlickte Böden besiedeln und war ab 1989 häufiger im Gebiet anzutreffen als 1987.
Der Bestand an Dikotyledonen war im Sommer 1988 in praktisch allen Flächen kleiner als im Sommer vorher. Von 1989 an konnten sich die meisten Arten wieder ausbreiten. Etliche Arten konnten nicht nur in den wenig betroffenen Gebieten Boden zurückgewinnen, sondern schafften auch eine erfolgreiche Wiederansiedlung auf den alluvialen Rohböden, sodass sie schliesslich häufiger waren als vor der Überschwemmung. Es waren dies insbesondere *Lythrum salicaria, Mentha aquatica, Pedicularis palustris* und *Galium palustre.* Andere Arten hingegen, wie *Succisa pratensis, Serratula tinctoria* oder *Menyanthes trifoliata,* konnten sich in ihrem Bestand bis 1991 nicht vollständig erholen.
Holzgewächse waren nach der Überschwemmung häufiger zu finden als vorher.
Einige seltene Pflanzen, welche nach dem Unwetter verschollen waren, wurden erst gegen Ende der Untersuchungsperiode wieder entdeckt. *Liparis loeselii* und *Rhynchospora alba* gehörten dazu.
Eine Reihe weiterer Arten, welche 1987 noch gefunden worden waren, sind seither ganz verschwunden: *Herminium monorchis, Orchis militaris, Orchis morio, Orchis traunsteineri, Tofieldia calyculata, Listera ovata, Platanthera bifolia* und *Rhinanthus minor.*
Andere Arten kamen dafür neu ins Gebiet. Die meisten waren aber Einzel-

funde, welche bereits im Jahr darauf wieder verschwunden waren, so zum Beispiel *Veronica teucrium,* die sonst Trockenstandorte besiedelt, *Juncus filiformis* oder *Arenaria serpyllifolia.* Bis zur letzten Feldsaison halten konnten sich:

Seit 1988: *Salix viminalis, Sagina procumbens, Lolium multiflorum, Sonchus asper*
Seit 1989: *Carex leporina, Trifolium dubium, Erigeron annuus, Epilobium adnatum*
Seit 1990: *Salix daphnoides*
Seit 1991: *Cirsium arvense, Trifolium aureum, Rorippa palustris, Rudbeckia hirta, Carex canescens, Comarum palustre*

4.1.1.4. Artenzahlen

Auch auf die Artenzahl übte die Überschlickung einen deutlichen Einfluss aus. 1988 waren in vielen Flächen relativ tiefe Werte zu verzeichnen, welche vom nächsten Jahr an wieder anstiegen. Innerhalb einer Pflanzengesellschaft war der Anstieg der Artenzahl sowie der Absolutwert in der letzten Feldsaison umso grösser je mehr Schlick abgelagert worden war (Tab. 3). Dabei waren die Unterschiede zwischen schlickarmen und schlickreichen Flächen in den artenärmeren Gesellschaften (*Caricetum elatae, Ranunculo-Caricetum hostianae*) besonders gross. In den Schlickflächen kamen allerdings nur wenige Arten in einer grösseren Deckung vor; von den übrigen waren lediglich einzelne oder einige wenige Exemplare zu finden.

Tab. 3. Durchschnittliche Artenzahlen pro Fläche (25 m^2) bei wenig und viel Schlick.
Average number of plants per plot (25 m^2) with thin or thick silt layers.

Gesellschaft	Flächen	Schlicktiefe (cm)	Durchsch. Artenzahl im Jahr 1987	1988	1989	1990	1991
Ranunculo-Caricetum hostianae	1, 3a, 3b, 6	2 - 8	15.6	19.5	21.8	22.3	23.8
	75c	15	15.6		21	38	39
	3c	20	15.6	26	38	58	61
Caricetum elatae	5a	4	4	11	12	16	19
	5c	32	11	37	47	56	49
Caricetum davallianae	10, 22, 69a, 70a	6 - 12	27.7	26.8	27.5	30	29.5
	69c, 70b, 70c, 71	16 - 35	27.7	25.8	35	37	37.3
Stachyo-Molinietum	11	8	39	28	38	40	43
	68	20	38	23	37	51	54

4.1.1.5. Pflanzengesellschaften

Um die Pflanzengesellschaften vor und nach der Überschlickung miteinander vergleichen zu können, fand für die pflanzensoziologische Einteilung der Aufnahmen der Kartierungsschlüssel von 1987 (SINDELAR 1987, WILHLEM 1987) Verwendung. Die damals gebildeten Einheiten wurden mit ihrem Namen beibehalten und die Artengruppen-Aufteilung mit möglichst geringen Änderungen übernommen, ebenfalls die Bezeichnungen der Gruppen, welche sich wie die Namen der Vegetationseinheiten an KLÖTZLI (1969) anlehnen.
Einige Gesellschaftsbezeichnungen sind deshalb etwas irreführend. So ist die namengebende Davallsegge in beiden Ausbildungen des *Caricetum davallianae* heute nur noch schwach oder gar nicht vertreten. Dasselbe kann von *Valeriana officinalis* im *Valeriano-Filipenduletum* gesagt werden. Das von KLÖTZLI (1969) beschriebene *Stachyo-Molinietum* ist nach *Stachys officinalis* benannt. Diese Art kommt im Reussdelta gar nicht vor; es ist hier nur *Stachys palustris* zu finden.
Zwei Artengruppen mussten aufgelöst werden, weil der grössere Teil der Arten, nämlich *Gentiana pneumonanthe, Lythrum salicaria* und *Galium palustre,* seit der Überschlickung nicht mehr als Trennarten zu gebrauchen sind. Einige Gruppen konnten erweitert werden. Ein paar auf eine oder mehrere Vegetationseinheiten beschränkte Arten, blieben trotzdem am Tabellenende stehen. Es sind Einzelarten, die zu keiner Gruppe passen.
Für die Einteilung der neu entstandenen Schlick- und Schürfflächen war die Bildung fünf zusätzlicher Artengruppen nötig (Unterteilung gemäss den ökologischen Gruppen der Roten Liste, LANDOLT 1991):

- Gruppe I: störungszeigende, teilweise windverbreitete Sumpfpflanzen
- Gruppe II: Fettwiesenpflanzen
- Gruppe III: Unkraut- und Ruderalpflanzen
- Gruppe IV: Alpen- und Pionierpflanzen
- Gruppe V: Wasser- und Sumpfpflanzen (typische Schlickarten)

Die ausgeschiedenen Vegetationseinheiten sind folgende:

10r *Primulo-Schoenetum caricetosum elatae, Rhynchospora alba*-Variante (Steifseggen-Kopfbinsenried mit Weisser Schnabelbinse)

10 *Primulo-Schoenetum ferruginei typicum* (Kopfbinsenried)

10g gestörtes *Primulo-Schoenetum ferruginei*

3s *Stachyo-Molinietum schoenetosum ferruginei,* feuchte Ausbil-

	dung (Kopfbinsen-Pfeifengraswiese)
3sg	gestörtes *Stachyo-Molinietum schoenetosum ferruginei*
2	*Stachyo-Molinietum typicum* (Pfeifengraswiese)
3'	*Stachyo-Molinietum caricetosum hostianae,* Übergang zu *Caricetum davallianae* (Hostseggen-Pfeifengraswiese, Übergang zu Davallseggenried)
3'g	gestörtes *Stachyo-Molinietum caricetosum hostianae*
3re/3'	*Ranunculo-Caricetum hostianae,* im Übergang zu *Stachyo-Molinietum caricetosum hostianae*
3*e	*Caricetum davallianae typicum* mit *Carex elata* (Davallseggenried mit Steifsegge)
3e	*Caricetum davallianae caricetosum elatae* (Steifseggen-Davallseggenried)
3eg	gestörtes *Caricetum davallianae*
3re	*Ranunculo-Caricetum hostianae, Carex elata*-Ausbildung (Hostseggenried, Ausbildung mit Steifsegge)
3reg	gestörtes *Ranunculo-Caricetum hostianae*
3r	*Ranunculo-Caricetum hostianae* (Hostseggenried)
8/3r	*Caricetum elatae,* im Übergang zu *Ranunculo-Caricetum hostianae*
8	*Caricetum elatae typicum* (Steifseggenried)
6t	*Valeriano-Filipenduletum*, trockene Ausbildung (Spierstaudenried)
6	*Valeriano-Filipenduletum*
6v	verarmtes *Valeriano-Filipenduletum*
11	Schürfflächen
12	ältere Schlickflächen
13	frische Schlickflächen

Die neu ausgeschiedenen Einheiten sind im folgenden kurz beschrieben. (Beschreibungen der übrigen Gesellschaften sind in SINDELAR 1987 und WILHELM 1987 zu finden.)

Gestörte Pflanzengesellschaften (...g)

Die mit einem nachgestellten "g" bezeichnete Aufnahmen stehen der ursprünglichen Gesellschaft zwar sehr nahe, zeichnen sich aber durch besonders viel Störungszeiger und schwächere Vertretung anderer Artengruppen aus.

Verarmtes Hochstaudenried (6v)
In dieser Einheit sind nur einzelne Vertreter der Gruppen Ω, V/W und Q* zu finden. Die wenigen, dicht und hoch wachsenden Hochstauden lassen anderen Flachmoorarten keine Chance. Mit zehn oder noch weniger Arten ist die Vielfalt hier extrem klein.

Die am stärksten überschlickten sowie die abgeschürften Flächen können gar keiner Flachmoor-Gesellschaft mehr zugeordnet werden - auch keiner gestörten. Auch OBERDORFER (1977) führt keine Pflanzengesellschaften auf, die den Schlick- und Schürfflächen des Reussdeltas entsprechen.

Frische Schlickflächen (13)
In den frischen Schlickflächen dominiert, neben dem offenen Sand, vor allem *Phragmites communis, Equisetum palustre, Juncus articulatus* und *Agrostis gigantea. Poa trivialis* und *Juncus effusus* gelangen in einigen Flächen ebenfalls zu einer Deckung von 1 oder mehr. Als typische Schlickarten kommen *Juncus bufonius* und *Veronica beccabunga* vor, beide allerdings nirgends in grösserer Zahl. Zu den genannten Arten kommen einzelne störungszeigende Sumpf-, Fettwiesen-, Ruderal- und Unkrautpflanzen hinzu. Frühere Flachmoorarten sind nur noch wenige zu finden.
Frische Schlickflächen können als Pioniergesellschaften bezeichnet werden.

Ältere Schlickflächen (12)
Die älteren Schlickflächen zeichnen sich durch eine starke Verschilfung, teilweise zusätzlich durch eine erhebliche Verbuschung aus. Dies hat eine kräftige Beschattung zur Folge. Die Begriffe "Pseudo-", "Land-" oder "Sekundärröhricht" kommen der Vegetation dieser Flächen am nächsten. Da Röhrichte jedoch artenarme Gesellschaften sind, treffen auch diese Bezeichnungen nicht genau zu.
Die dominanten Arten der frischen Schlickflächen bleiben auch in den älteren noch dominant. Daneben sind *Lythrum salicaria, Eriophorum angustifolium, Carex elata, Galium palustre* und *Mentha aquatica* mit grösserer Deckung zu finden. Die Artengruppe IV (*Alchemilla coriacea, Tussilago farfara, Salix purpurea, Carex leporina* und *Glechoma hederacea*) bildet die Differentialgruppe zu allen übrigen Einheiten. Ausser den Kalk-, Säure- sowie Nässe- und Nährstoffzeigern sind sämtliche Artengruppen wieder mehr oder weniger gut vertreten.

Schürfflächen (11)
In den frischen Schürfflächen dominieren *Phragmites communis, Carex elata* und *Juncus articulatus.* Daneben sind Nässe- und Wechselfeuchtigkeitszeiger sowie störungszeigende Sumpfpflanzen zu finden.
Wie die frischen Schlickflächen haben die Schürfflächen einen pionierartigen Charakter.

Trotz den zahlreichen Auswirkungen der Überschwemmung auf die einzelnen Arten und die Artenzahlen kann bis zu einer gewissen Schlicktiefe vom Weiterbestehen einer Pflanzengesellschaft gesprochen werden. Störungszeiger (Arten der Gruppen I-V) sind allerdings ab 1988 fast überall häufiger als früher. Dies ist auch der Fall bei Flächen, welche gemäss dem Kartierungsschlüssel von 1987 vor und nach dem Unwetter derselben Einheit angehören.
Das *Primulo-Schoenetum* mit *Rhynchospora alba* ist die einzige Assoziation, welche die Überschlickung vollständig zum Verschwinden brachte. Sie war nur mit kleiner Ausdehnung vorhanden und ausgerechnet in der Nähe der Stelle, wo der Autobahndamm während des Unwetters gebrochen ist.
Alle übrigen Pflanzengesellschaften sind erhalten geblieben, wenn auch nur in einer gestörten Ausbildung, wie im Falle des typischen *Primulo-Schoenetum* und des *Stachyo-Molinietum schoenetosum ferruginei.*
Die Auswirkungen der Überschlickung auf die verschiedenen Pflanzengesellschaften waren nicht nur von Gesellschaft zu Gesellschaft verschieden, sondern innerhalb derselben Einheit teilweise auch von Fläche zu Fläche.
Bei Fläche 1 (*Ranunculo-Caricetum hostianae,* Ausbildung mit *Carex elata*) beispielsweise führten bereits 2 cm Schlick zur Entwicklung einer trockeneren Gesellschaft (ab 1988 leicht gestörtes *Stachyo-Molinietum caricetosum hostianae*). Aus den übrigen Aufnahmen in Hostseggenrieden konnten aber 10 cm Schlick als Grenzwert für das Weiterbestehen dieser Kleinseggen-Gesellschaft ermittelt werden.
Bei den anderen Kleinseggen-Gesellschaften sind ebenfalls etwa 10 cm als maximal tolerierte Schlicktiefe anzusehen. Weniger empfindlich sind die Hochstaudenriede, deutlich stärker reagieren die Kopfbinsenriede (Tab. 4).
Weitere Angaben zur pflanzensoziologischen Entwicklung der Dauerflächen sind der Tabelle 5 zu entnehmen.
Von einer weitgehenden Rückentwicklung zum ursprünglichen Zustand kann nur im Falle der abgeschürften A Pro-Flächen gesprochen werden. Eine gewisse Tendenz zur Rückentwicklung wiesen zwar auch zahlreiche mittel

Tab. 4. Ungefähre Überschlickungs-Grenzwerte für das Weiterbestehen der verschiedenen Pflanzengesellschaften. - *Approximate limits of the silt layer under which the various plant communities can further exist.*

Gesellschaft	Grenzwert (cm)	Empfindlichkeit
Filipenduletum	20 - 25	klein
Stachyo-Molinietum		↓
Stachyo-Molinietum caricetosum hostianae	10 - 15	
Caricetum elatae		
Caricetum davallianae	10 (-15)	
Ranunculo-Caricetum hostianae	10	
Stachyo-Molinietum schoenetosum ferruginei	5 - 10	
Primulo-Schoenetum	5	gross

bis stark überschlickte Flächen auf - Störungszeiger gingen langsam zurück und Flachmoorarten wurden wieder häufiger -, in ihren früheren Zustand ging bis im Sommer 1991 jedoch keine der untersuchten Flächen über. Auch in den weniger stark betroffenen Flächen, die nach dem Unwetter derselben Einheit zugerechnet wurden wie 1987, traten, wenn auch geringe, so bisher doch bleibende Artverschiebungen auf.

4.1.2. Auszählungen

Die im Feld gesammelten Daten der Auszählquadrate gaben ein exaktes Abbild der Vorkommen der einzelnen Arten wider (*Carex elata, Molinia coerulea, Ranunculus flammula* und *Succisa pratensis* als "Riedarten" und *Equisetum palustre, Juncus articulatus, Agrostis gigantea* und *Lythrum salicaria* als "Schlickarten").
Für die Auswertung wurden einerseits die Verbreitungs-Bilder der verschiedenen Arten miteinander verglichen (Fig. 4-9) und anderseits die Kreuze jeder einzelnen Aufnahme gezählt und in einer Tabelle zusammengestellt (Tab. 6a und b). Die Daten der beiden jeweils beieinander liegenden Quadrate einer Untersuchungsstelle wurden zusammengefasst.
Die Quadrate der Fläche 75a wurden nicht berücksichtigt, da die Fläche vor der Überschwemmung, entgegen ersten Annahmen aufgrund der Kartierung von 1987, vermutlich eher einer anderen Vegetationseinheit zuzurechnen

Tab. 5. Pflanzensoziologische Entwicklung der Dauerflächen (Seedorfer Seite).
(Bei näherer Betrachtung der Aufnahmen vorgenommene Umteilungen sind in Klammern angegeben. Abkürzungen der Pflanzengesellschaften s. S. 24/25.)
Phytosociological development of the permanent plots (Seedorf side).
(For abbreviations of plant communities see pp. 24/25.)

Fläche	Schlicktiefe (cm)	pflanzensoziologische Zuteilung 1987	1988	1991	Bemerkungen
5a	4	8	8	8	leicht trockenere Ausbildung ab 88
5b	15	8	12	12	nur geringe Rückentwicklung
5c	32	8	13	12	langsame Rückentwicklung
7	8	8	8	8	nur sehr wenige Veränderungen
1	2	3re	3'g	3'g	trockenere Gesellschaft ab 88
3a	5	3re	3re	3re	kleinere bleibende Veränderungen
3b	8	3re	3re	3re	grössere Veränderungen als in 3a
3c	20	3re	13	12	langsame Rückentwicklung
6	6	3re	8/3r	8/3r	dauerhafte Veränderungen
75a	6	3re (3r)	3'g	3'g	trockenere Gesellschaft ab 88
75b	10	3re	3reg	3reg	bisher dauerhafte Veränderungen
75c	15	3re	13	12	nur geringe Rückentwicklung
2	2	3r	3r	3'g	Entwicklung zu trockener Gesellsch
8	7	3e	3e	3e	ab 88 ohne Davallsegge
17	11	3e	3e	3e	ab 88 ohne Davallsegge
10	6	3*e	3'	3'	dauerhafte Veränderungen
22	12	3*e	3*e	3*e	leicht gestörte Ausbildung ab 88
69a	9	3*e (3e)	3e	3e	Zustand 90 u. 91 sehr ähnlich 87
69b	13	3*e (3e)	3eg	3eg	etliche Störungszeiger, dauerhaft
69c	19	3*e (3e)	3eg	3eg	wie 69b
70a	9	3*e (3e)	3e	3e	kleinere, teils vorübergehende Ver.
70b	16	3*e (3e)	13	12	nur geringe Rückentwicklung
70c	19	3*e (3e)	13	12	nur geringe Rückentwicklung
71	35	3*e	13	12	extreme Veränderungen
72	-	3*e	11	11	langsame Rückentwicklung
16	10	3'	3'g	3'g	keine Säurezeiger mehr
11	8	2	3'	3'	gleiche Arten, aber andere Deckung
68	20	2	13	12	langsame Rückentwicklung
19	-	3s	11	3sg	schnelle Rückentwicklung
23	21	3s	13	12	nur geringe Rückentwicklung
74	-	3s	11	3sg	schnelle Rückentwicklung
20	-	10	11	10g	Rückentwicklung langsamer als in 21, ehemalige Fahrspur
21	-	10	11	10g	schnelle Rückentwicklung
73	-	10	11	10g	schnelle Rückentwicklung
27	18	10r	13	12	langsame Rückentwicklung
28	16	10r	13	12	langsame Rückentwicklung
29	13	10r	13	3reg	rel. schnelle Rückentwickung, aber nicht zu gleicher Gesellschaft
24	15	6t	6t	6t	einige dauerhafte Veränderungen
25	12	6t/F (6t)	6t	6t	einige dauerhafte Veränderungen
30	4	6	6v	6v	ab 88 stark verarmt

Tab. 6a. Resultate der Auszählquadrate in den Transekten 3 u. 75 (*Ranunculo-Caricetum hostianae*). Schlicktiefen von a nach c zunehmend. - *Results of the registration squares in transects 3 and 75 (Ranunculo-Caricetum hostianae). Increasing silt layers from a to c.*

		Datum der Erhebung (Monat, Jahr)											
Fläche	Art	4. 89	5. 89	6. 89	7. 89	9. 89	5. 90	7. 90	8. 90	5. 91	6. 91	7. 91	9. 91
3a	*Carex*	82	182	185	186	187	172	176	181	52	155	172	174
	Molinia	42	62	65	67	67	51	57	62	40	60	67	52
	Ranunculus	49	91	103	108	103	59	71	69	9	18	18	13
	Succisa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Equisetum	30	56	64	62	47	49	57	42	8	62	55	27
	Juncus									-	10	26	28
	Agrostis	37	68	86	107	32	31	60	14	6	36	43	24
	Lythrum	-	7	10	12	10	4	11	10	-	7	11	11
3b	*Carex*	72	84	88	88	88	60	63	65	43	51	55	55
	Molinia	12	19	25	30	34	21	27	27	25	35	39	35
	Ranunculus	7	12	22	27	42	46	66	70	42	53	72	47
	Succisa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Equisetum	122	145	141	155	148	120	112	82	40	95	88	73
	Juncus									-	34	76	83
	Agrostis	34	46	73	84	47	62	117	54	3	72	72	29
	Lythrum	-	1	2	2	2	1	1	1	-	-	1	1
3c	*Carex*	2	2	1	1	1	3	4	5	1	3	4	5
	Molinia	-	2	3	9	10	7	11	11	7	10	11	11
	Ranunculus	41	57	70	80	84	48	70	67	66	72	90	45
	Succisa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Equisetum	167	176	182	183	182	180	167	150	89	107	85	25
	Juncus									45	70	98	104
	Agrostis	22	46	54	71	28	34	72	36	13	63	89	43
	Lythrum	1	8	15	19	23	16	23	17	-	19	24	21
75a	*Carex*	-	1	3	3	3	-	1	1	-	1	2	2
	Molinia	-	9	12	15	18	17	21	21	12	18	23	22
	Ranunculus	52	67	66	71	78	52	67	64	25	55	61	33
	Succisa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Equisetum	29	56	64	61	42	20	13	16	4	22	29	30
	Juncus									-	9	31	38
	Agrostis	-	20	58	94	13	19	50	7	-	33	39	22
	Lythrum	-	-	2	3	3	-	-	-	-	2	4	4
75b	*Carex*	15	26	32	31	30	18	19	20	18	25	26	24
	Molinia	-	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-
	Ranunculus	9	28	47	54	72	83	115	103	72	108	144	35
	Succisa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Equisetum	175	195	195	196	188	193	194	185	172	184	178	56
	Juncus									54	198	198	195
	Agrostis	53	83	103	119	52	121	128	51	29	104	92	18
	Lythrum	-	3	5	8	15	10	18	20	-	11	20	20
75c	*Carex*	2	5	5	5	5	4	4	4	5	6	7	7
	Molinia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Ranunculus	2	4	5	5	5	-	-	-	14	20	31	21
	Succisa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Equisetum	197	199	199	199	200	199	198	197	88	131	138	115
	Juncus									9	22	27	14
	Agrostis	30	35	43	61	24	80	95	15	27	140	158	41
	Lythrum	3	11	15	22	20	22	31	30	-	25	47	39

Tab. 6b. Resultate der Auszählquadrate in den Transekten 69 und 70 (*Caricetum davallianae*). Schlicktiefen von a nach c jeweils zunehmend. - *Results of the registration squares in transects 69 and 70 (Caricetum davallianae). Increasing silt layers from a to c.*

		Datum der Erhebung (Monat, Jahr)											
Fläche	Art	4. 89	5. 89	6. 89	7. 89	9. 89	5. 90	7. 90	8. 90	5. 91	6. 91	7. 91	9. 91
69a	*Carex*	161	165	169	169	171	158	163	164	144	177	179	182
	Molinia	25	39	46	47	47	35	40	40	50	82	94	67
	Ranunculus	1	1	1	2	2	2	4	3	3	3	4	2
	Succisa	2	2	2	2	2	2	2	2	2	4	4	4
	Equisetum	16	25	35	41	31	35	34	27	-	33	33	6
	Juncus									11	63	106	122
	Agrostis	16	51	54	61	35	35	43	36	6	38	63	20
	Lythrum	1	3	4	4	6	6	6	6	-	5	5	5
69b	*Carex*	74	80	85	86	88	109	114	121	78	100	102	103
	Molinia	3	6	10	20	14	22	28	28	38	56	75	51
	Ranunculus	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1	1	1
	Succisa	-	-	-	-	-	-	-	-	5	8	9	9
	Equisetum	9	3	7	12	15	29	24	16	16	32	31	6
	Juncus									19	93	139	130
	Agrostis	45	61	69	77	69	60	89	43	14	50	86	32
	Lythrum	-	-	-	-	-	6	13	15	2	8	12	12
69c	*Carex*	51	54	55	59	57	60	65	97	50	64	70	70
	Molinia	32	46	55	62	66	64	72	72	50	86	104	104
	Ranunculus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Succisa	9	15	16	19	19	19	21	21	19	25	24	23
	Equisetum	37	63	70	81	85	93	69	48	34	64	64	15
	Juncus									18	44	65	60
	Agrostis	56	83	79	78	35	32	39	17	21	39	44	17
	Lythrum	-	-	-	4	5	19	29	21	5	10	16	9
70a	*Carex*	120	130	132	133	133	147	152	155	22	144	151	151
	Molinia	-	2	2	4	5	5	5	5	1	4	20	8
	Ranunculus	7	9	6	8	1	17	18	16	-	1	1	-
	Succisa	3	3	3	3	3	4	4	4	-	4	4	3
	Equisetum	54	61	66	65	39	73	18	9	-	58	10	2
	Juncus									-	11	28	18
	Agrostis	51	76	94	91	22	17	32	16	-	2	18	2
	Lythrum	1	11	25	28	29	12	23	22	-	17	23	26
70b	*Carex*	3	3	3	3	3	2	2	2	-	6	8	9
	Molinia	-	-	3	3	3	11	23	23	21	48	72	20
	Ranunculus	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-
	Succisa	-	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Equisetum	108	186	142	147	142	116	77	21	29	76	12	2
	Juncus									-	17	48	22
	Agrostis	35	37	46	50	27	67	97	55	5	38	90	5
	Lythrum	5	11	31	32	58	79	88	65	-	73	115	110
70c	*Carex*	-	-	-	-	-	-	2	2	-	-	-	-
	Molinia	-	-	1	1	3	4	4	4	9	19	26	5
	Ranunculus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Succisa	-	-	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2
	Equisetum	191	198	198	198	199	170	174	167	63	143	80	2
	Juncus									6	25	46	13
	Agrostis	9	15	23	32	27	80	84	51	4	70	122	13
	Lythrum	-	5	24	23	28	29	36	32	3	34	43	43

gewesen wäre als die Flächen 75b und 75c. Unterschiede im Vorkommen und in der Entwicklung der Arten waren also unter Umständen nicht auf die unterschiedlich starke Überschlickung, sondern auf die bereits bestehenden Unterschiede zurückzuführen.
Am besten verfolgt werden konnte die Entwicklung bei denjenigen Arten, bei denen ein Kreuz im Datenblatt in der Regel einem einzelnen Individuum entsprach. Dies war bei *Succisa pratensis* und *Lythrum salicaria* der Fall:

- *Succisa*-Vorkommen im ersten Untersuchungsjahr waren fast durchwegs im letzten immer noch genau zu lokalisieren. Offensichtlich war die Mortalität der voll entwickelten Pflanzen klein. Zudem konnte man feststellen, dass die Keimlings-Etablierung, besonders in den Schlickflächen, erfolgreich verlief (Fig. 4).
  In den Transekten 3 und 75 fehlte *Succisa.* In den anderen beiden kam sie auch nirgends in grosser Dichte vor, nahm aber überall leicht zu während den drei Untersuchungsjahren (Tab. 6b).
- Auch *Lythrum*-Individuen konnten in einigen Fällen von 1989 bis 1991 verfolgt werden. Die meisten Pflanzen waren aber nur während einer Vegetationsperiode zu finden (Fig. 5).
  In Schlickflächen war *Lythrum* tendenziell häufiger anzutreffen. Hohe Vorkommens-Zahlen kamen jedoch meist durch die besonders in Schlickflächen zahlreichen Keimlinge zustande, welche kaum wuchsen und sich selten ins nächste Jahr retten konnten. Die wenigen überlebenden Keimlinge führten in etlichen mittel bis stark überschlickten Quadraten aber doch zu einer Zunahme. In den übrigen Quadraten schwankten die Zahlen (Tab. 6a u. b).

Etwas schwieriger auszuwerten waren die Daten von *Molinia coerulea* und *Carex elata,* da hier ein einzelnes Kreuz für einige bis zahlreiche Individuen stand.

- Bei *Molinia* konnte die Entwicklung meist trotzdem gut verfolgt werden (Fig. 6). Die beiden Vegetationseinheiten unterschieden sich deutlich. Im Hostseggenried waren die *Molinia*-Vorkommen schwankend bis leicht steigend, während im Davallseggenried von 1990 auf 1991 in allen Quadraten ein sprunghafter Anstieg zu verzeichnen war. Hohe *Molinia*-Dichten gab es in verschiedenen Schlicktiefen, eine eindeutige Präferenz konnte nicht festgestellt werden.
  Die Sterberate von erwachsenen Pflanzen wie auch von Keimlingen war bis Mitte der letzten Untersuchungsperiode klein. Umso mehr überraschte

der starke Rückgang von *Molinia* vom Juli bis zum September 1991 in der Transekte 70 und teilweise auch in Quadraten anderer Transekten (Tab. 6a u. b).

- Dichte *Carex elata*-Vorkommen waren in den darauffolgenden Jahren stets wieder zu finden, aber es traten öfter Unregelmässigkeiten auf. Dies vor allem in den Randzonen der Horste, teilweise aber auch mitten drin (Fig. 7).

  Die Werte der Grossegge schwankten meist. In zwei Fällen war eine Zunahme zu verzeichnen, in zwei eine Abnahme. Die Verteilung entlang des Schlicktiefengradienten war bilderbuchmässig; die Segge war in allen Transekten bei wenig Schlick deutlich stärker vertreten (Tab. 6a + b).

  Keimlinge von *Carex elata* konnten praktisch keine beobachtet werden. In denjenigen Fällen, in denen eine geringe Ausbreitung zu verzeichnen war, war diese auf vegetative Vermehrung zurückzuführen.

Sämtliche übrigen Arten verteilten sich scheinbar ziemlich zufällig. Dichte Flecken waren teilweise im nächsten Jahr wiederzuerkennen. Aber in den meisten Fällen änderte sich das Bild von Jahr zu Jahr völlig (Fig. 8 und 9). Dieser Umstand erstaunt eigentlich nicht, können doch alle vier Arten entweder mittels Rhizomen oder mittels Ausläufern "wandern".

- *Ranunculus flammula* entwickelte sich ganz unterschiedlich. Zwischen starken Zunahmen und ebenso grossen Abnahmen konnte alles beobachtet werden. Ein Zusammenhang zwischen Jahr, Schlicktiefe oder Transekte war nicht auszumachen. Keimlinge in grossen Zahlen fanden sich in a-, b- und in c-Quadraten. Ihre Etablierung war aber genauso unterschiedlich wie die bereits beschriebene übrige Entwicklung der Art.
- Ziemlich genau umgekehrt zu *Carex elata* verhielt sich *Equisetum palustre*: je dicker die Schlickschicht, desto mehr Schachtelhalme (Tab. 6a u. b). Von 1989 bis 1991 nahm aber in über der Hälfte der Quadrate die Schachtelhalm-Dichte ab, und zwar an schlickarmen wie an schlickreichen Stellen. Im Jahresverlauf fiel auf, wie früh *Equisetum palustre* seinen Höhepunkt der Ausbreitung hat. 1991 fiel dieser grossenteils bereits auf den Juni; bei den folgenden Kontrollen waren viele Pflanzen abgestorben und nur wenige neu hinzugekommen (am schönsten zu sehen in der Transekte 70).
- *Agrostis gigantea* war 1989 in den weniger stark überschlickten Stellen meist stärker verbreitet. Bis 1991 nahm sie aber in diesen Quadraten in der Regel ab, während sie in den stärker überschlickten Flächen zunahm, so

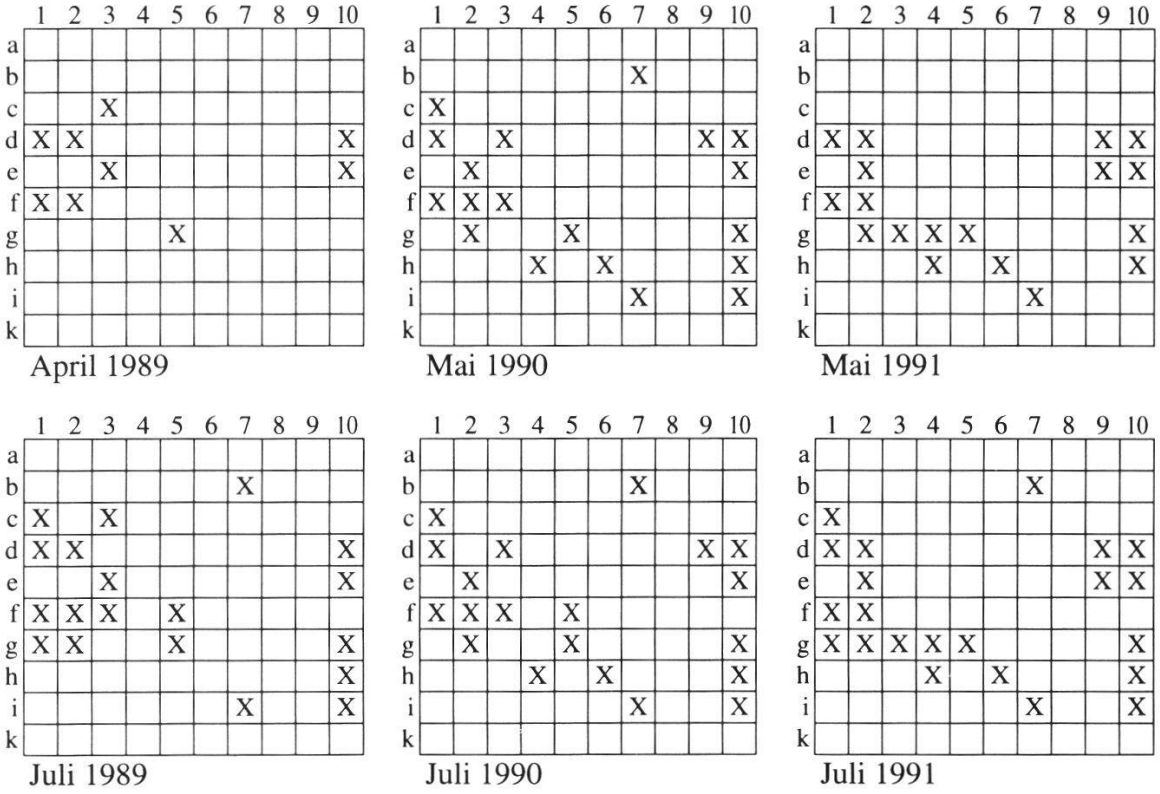


Fig. 4. Auszählungen von *Succisa pratensis*, bei Fläche 69c (*Caricetum davallianae*).
Registration of Succisa pratensis near permanent plot 69c (Caricetum davallianae).

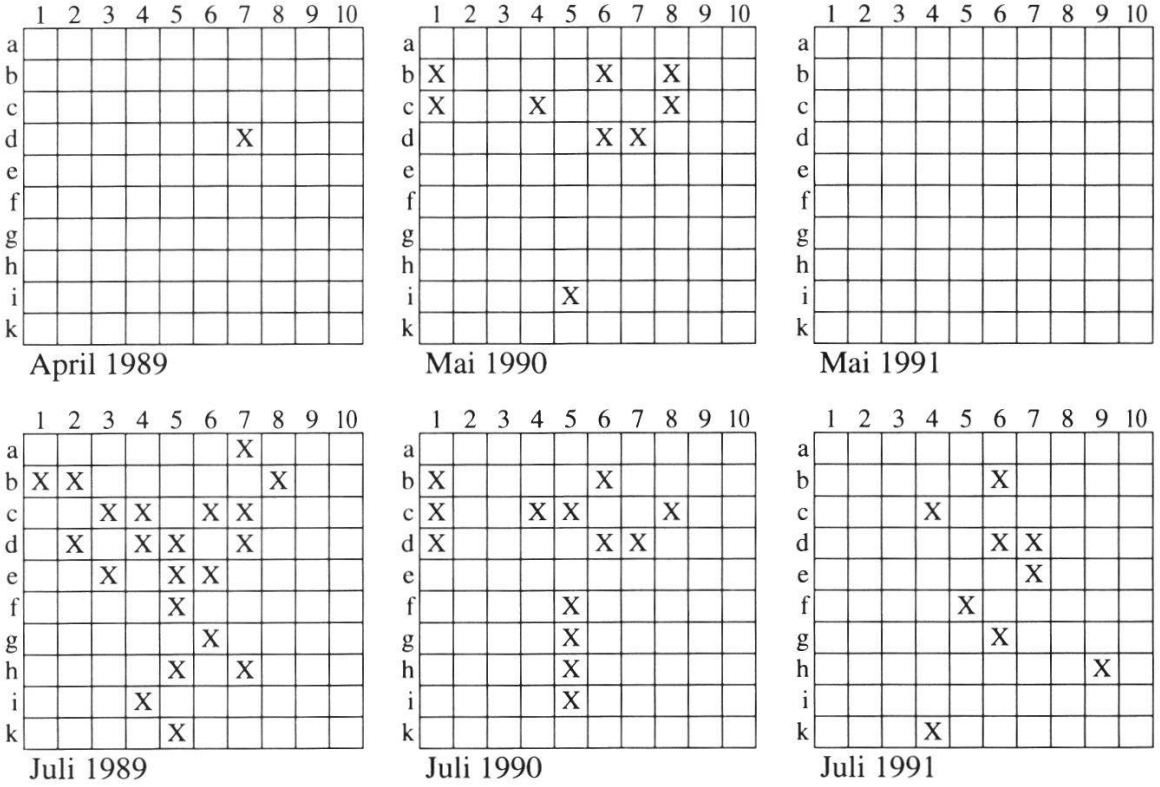


Fig. 5. Auszählungen von *Lythrum salicaria*, bei Fläche 70a (*Caricetum davallianae*).
Registration of Lythrum salicaria near permanent plot 70a (Caricetum davallianae).

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
a	X					X				
b						X	X		X	X
c										
d		X					X			
e		X	X	X		X	X			
f		X	X	X		X				
g	X	X								
h										
i				X						
k		X								

April 1989

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
a	X					X	X	X	X	X
b		X				X	X		X	X
c										X
d	X	X	X				X			
e		X	X	X	X	X	X			
f	X	X	X	X	X	X	X			
g	X	X								
h	X	X	X							
i		X	X	X						
k		X	X	X						

Mai 1990

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
a	X	X			X	X			X	X
b	X	X			X	X				
c	X					X				X
d	X					X	X			
e	X	X	X	X		X	X			
f		X	X	X	X	X				
g	X	X	X			X				
h	X	X	X			X	X			
i	X	X	X	X						
k	X	X	X	X						

Mai 1991

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
a	X				X	X	X			
b		X				X	X		X	X
c										X
d		X	X				X			
e		X	X	X	X	X	X			
f	X	X	X	X	X	X	X			
g	X	X	X							
h	X	X								
i		X	X	X						
k	X	X	X	X						

Juli 1989

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
a	X					X	X	X	X	X
b		X				X	X		X	X
c		X								X
d	X	X	X	X	X	X	X			
e		X	X	X	X	X	X			
f	X	X	X	X	X	X				
g	X	X	X							
h	X	X	X							
i		X	X	X						
k		X	X	X						

Juli 1990

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
a	X	X			X	X			X	X
b	X	X			X	X			X	X
c	X					X			X	X
d	X	X	X			X	X			
e	X	X	X	X		X	X		X	
f		X	X	X	X	X	X			
g	X	X	X			X	X			
h	X	X	X			X	X			
i	X	X	X	X	X	X		X	X	X
k	X	X	X	X	X	X	X			

Juli 1991

Fig. 6. Auszählungen von *Molinia coerulea*, bei Fläche 69c (*Caricetum davallianae*).
Registration of Molinia coerulea near permanent plot 69c (Caricetum davallianae).

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
a		X	X	X	X			X		
b	X	X	X	X	X					
c		X	X	X	X	X				
d		X	X	X	X	X			X	X
e		X		X	X		X			X
f	X	X	X		X		X	X		X
g			X				X	X	X	
h			X				X	X	X	
i		X							X	
k										X

April 1989

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
a	X	X	X	X	X			X	X	
b	X	X	X	X	X	X		X	X	
c			X	X	X	X		X	X	X
d			X	X	X	X	X		X	X
e		X		X	X	X	X	X		X
f	X		X		X	X	X	X	X	X
g		X	X					X	X	X
h		X	X	X			X	X		
i		X		X			X	X		X
k	X		X	X	X	X	X			X

Mai 1990

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
a	X	X	X	X				X		
b	X	X	X	X	X					
c		X	X	X	X	X			X	X
d			X	X		X	X		X	X
e		X				X	X	X		X
f		X	X			X	X	X	X	X
g			X	X			X	X		X
h		X	X	X			X	X	X	X
i									X	
k					X					

Mai 1991

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
a		X	X	X	X			X		
b	X	X	X	X	X					
c		X	X	X	X	X				
d		X	X	X	X	X	X		X	X
e		X		X	X		X			X
f	X	X	X		X		X	X		X
g		X	X				X	X	X	X
h		X	X	X			X	X	X	
i		X							X	
k					X					X

Juli 1989

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
a	X	X	X	X	X			X	X	
b	X	X	X	X	X	X		X	X	
c			X	X	X	X		X	X	X
d			X	X	X	X	X		X	X
e		X		X	X	X	X	X		X
f	X		X		X	X	X	X	X	X
g		X	X				X	X	X	X
h		X	X	X			X	X		X
i		X		X			X	X		X
k	X		X	X	X	X	X			X

Juli 1990

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
a	X	X	X	X				X		
b	X	X	X	X	X					
c		X	X	X	X	X			X	X
d			X	X	X	X	X		X	X
e		X			X	X	X	X		X
f	X	X	X	X		X	X	X	X	X
g			X	X			X	X	X	X
h		X	X	X			X	X	X	X
i		X							X	
k		X	X	X	X	X			X	X

Juli 1991

Fig. 7. Auszählungen von *Carex elata*, bei Fläche 69b (*Caricetum davallianae*).
Registration of Carex elata near permanent plot 69b (Caricetum davallianae).

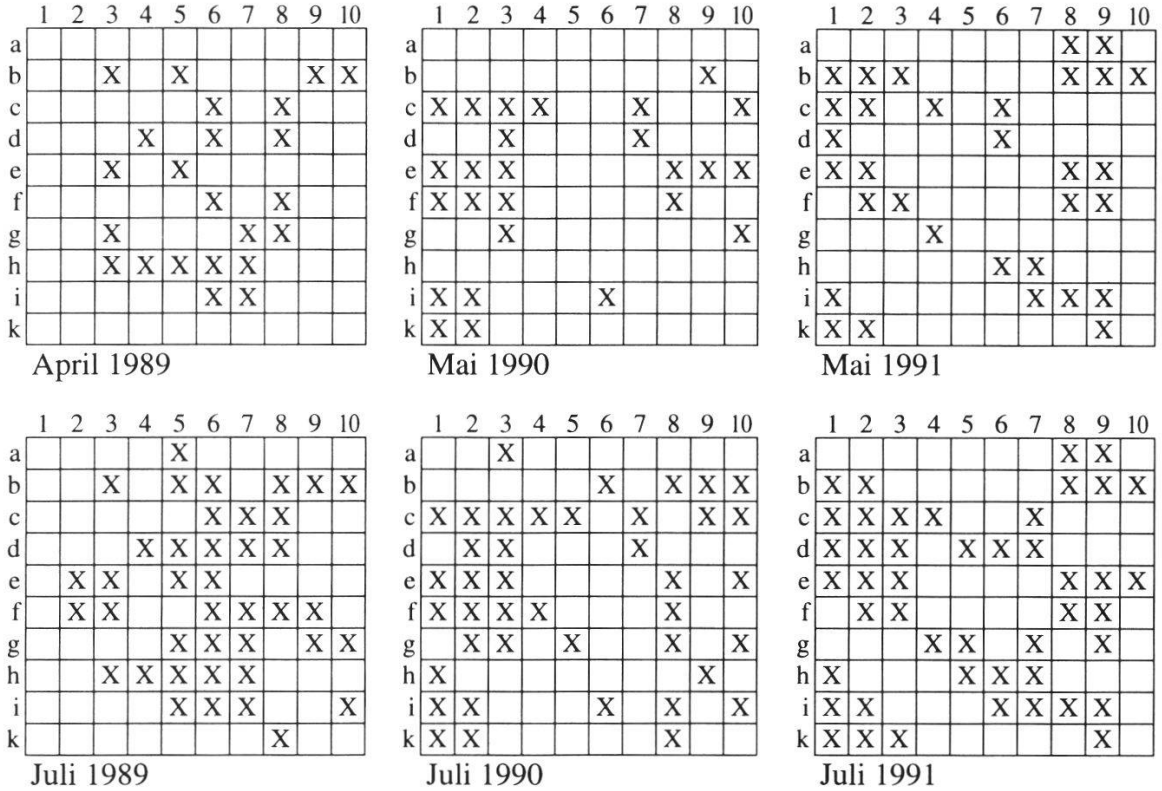


Fig. 8. Auszählungen von *Ranunculus flammula*, bei Fläche 3c (*Ranunculo-Caricetum hostianae*). - *Registration of Ranunculus flammula near permanent plot 3c (Ranunculo-Caricetum hostianae).*

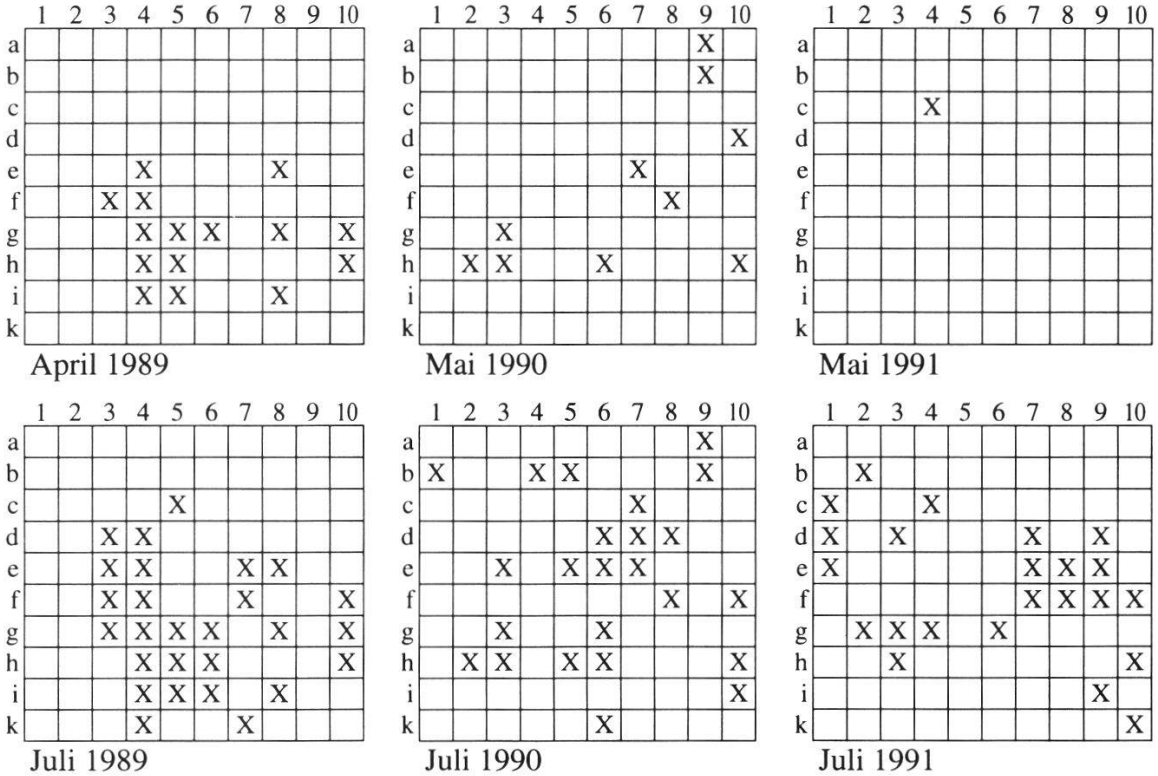


Fig. 9. Auszählungen von *Agrostis gigantea*, bei Fläche 3c (*Ranunculo-Caricetum hostianae*). - *Registration of Ranunculus flammula near permanent plot 3c (Ranunculo-Caricetum hostianae).*

dass 1991 die grössten *Agrostis*-Vorkommen mit Ausnahme der Transsekte 69 in den c-Quadraten zu finden waren (Tab. 6a + b). Wie der Schachtelhalm hatte auch der Windhalm seine grösste Ausbreitung früher als die übrigen untersuchten Arten. Vom August an war ausser verdorrten Blütenständen kaum etwas zu finden.

- ***Juncus articulatus*** liebte offenbar besonders die mittleren Schlickschichten. Dort kam es stellenweise zu fast rasiger Ausbreitung. Allerdings waren die einzelnen Individuen an solchen Stellen meist äusserst mickrig.
  Über Zu- und Abnahmen der Gegliederten Binse im Verlaufe der drei Jahre kann infolge Unstimmigkeit der ersten Datenerhebungen keine Aussage gemacht werden.

4.1.3. Moose

Auf die Bryophyten wirkte sich die Überschlickung sehr stark aus. Im ersten Sommer nach dem Unwetter waren lediglich auf der wenig betroffenen Flüeler Seite einige Flächen mit grösseren Moosdeckungen zu finden (teilweise bis zu 50 % im Spätsommer). Auf der stärker überschlickten Seedorfer Seite hingegen blieben 1988 die Moose fast ganz aus; in den meisten Aufnahmen blieb die Deckung unter einem Prozent.
In den gesammelten Moosproben waren 47 verschiedene Arten enthalten, 44 kamen auf der Seedorfer Seite vor und nur 14 auf der Flüeler Seite. Weitaus am häufigsten war *Calliergonella cuspidata,* welche eine grosse Stetigkeit vorweist, gefolgt von *Climacium dendroides* (Tab. 7, in Tasche hinten). Die Artenliste der Tabelle 7 erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit.
Eindeutige Präferenzen für bestimmte Schlicktiefen kristallisierten sich nicht heraus. Viele Arten wurden nur ein oder wenige Male gefunden, die häufigeren Arten meist über verschiedene Schlicktiefen und Pflanzengesellschaften verteilt. Lediglich für die folgenden drei Moosarten war eine Aussage möglich: *Cratoneuron filicinum* kam nur auf 5 cm oder mehr

Tab. 8. Anzahl Moosarten bei verschiedenen Schlicktiefen. - *Number of moss species in permanent plots with differing silt layer thicknesses.*

Schlicktiefe (cm)	durchschnittliche Artenzahl	Schwankungsbreite
0 - 4	3.6	1 - 7
5 - 14	7.2	1 - 12
15 - 35	7.5	3 - 12

Schlick vor, während *Drepanocladus revolvens* und *Fissidens adianthoides* die dicksten Schlickschichten (20 cm und mehr) offenbar zu meiden suchten. Wie bei den Phanerogamen bestand bei den Bryophyten die Tendenz zu einer grösseren Artenvielfalt auf mächtigeren Alluvionen (Tab. 8). Es gab allerdings etliche Ausnahmen. So war beispielsweise die mit 21 cm überschlickte Fläche 23 mit einer einzigen Moosart bewachsen und die Fläche 37 auf der Flüeler Seite mit sieben.

4.2. STANDORTSUNTERSUCHUNGEN

4.2.1. Grundwasserstandsmessungen

Die Messungen der Grundwasserstände ergaben für jede Fläche und jedes Jahr eine Ganglinie, aus welcher die entsprechende Dauerlinie ermittelt werden konnte. Es stellte sich heraus, dass zwischen den drei Untersuchungsjahren beträchtliche Unterschiede bestanden. Während die Mehrheit der Dauerlinien 1989 sigmoid und 1990 gerade oder konvex ausfiel, traten 1991 zahlreiche konkave Linien auf. Neben der Kurvenform waren auch die Amplitude und die Überschreitungsdauer unterschiedlich. Einige heftige Gewitter im Juni 1991 führten zur Überschwemmung fast des gesamten Deltas. Nur gerade an den trockensten Stellen der Seedorfer Seite blieb der Wasserspiegel knapp unter dem Boden. In diesem Jahr wurden infolgedessen Es schien deshalb sinnvoll, für jedes Jahr und jede Gesellschaft eine Durchschnittsdauerlinie zu zeichnen. Von den drei Linien einer Vegetationseinheit konnte wiederum der Durchschnitt errechnet werden.
Die waagrechten Striche in den Darstellungen markieren jeweils den mittleren Grundwasserstand.

Caricetum elatae (Fig. 10 und 11)
Erwartungsgemäss wurden hier die längsten Überschreitungen gemessen: Durchschnittlich 8.5 Wochen in der typischen Ausbildung und 6.5 Wochen in derjenigen im Übergang zum Hostseggenried. Die Kurven verliefen mehr oder weniger gerade. Die mittlere Amplitude lag bei 45 bzw. 56 cm.
In der mit 32 cm Schlick überdeckten Fläche 5c ergaben sich durchwegs tiefere Grundwasserstände als in den übrigen Flächen derselben Vegetationseinheit. Für die Ermittlung des Durchschnitts wurden diese Daten deshalb nicht herangezogen.

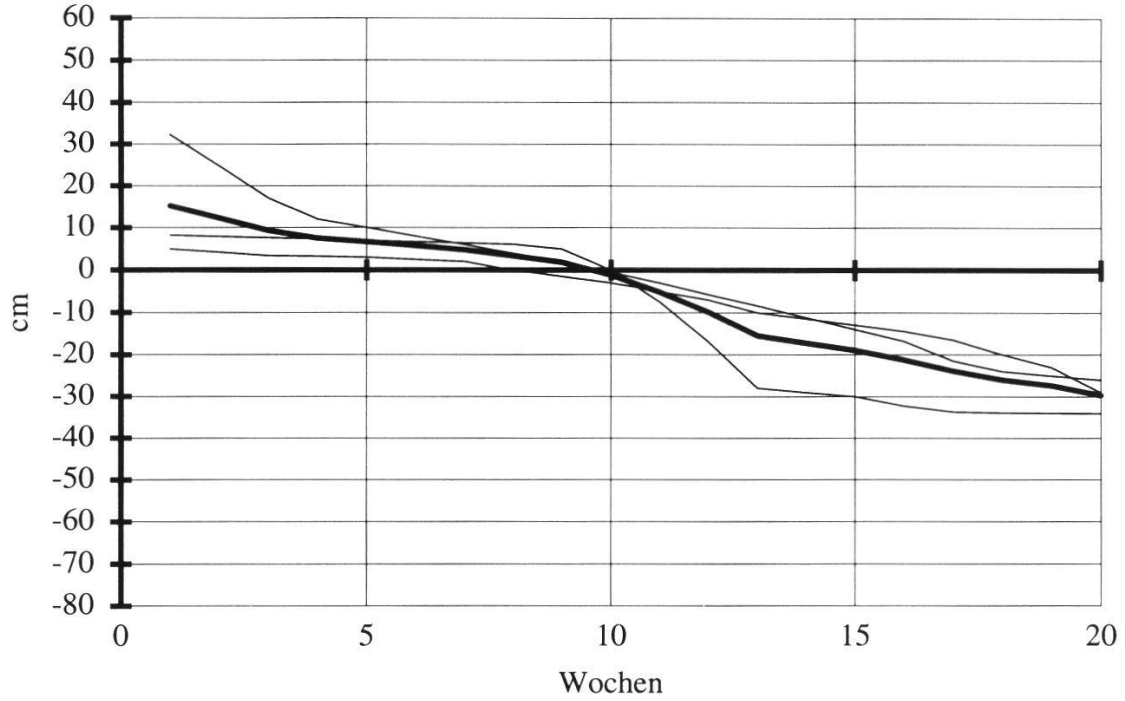


Fig. 10. Dauerlinien des *Caricetum elatae typicum* (Einteilung 1987). Durchschnitte in den Jahren 1989, 1990 und 1991 sowie Gesamtdurchschnitt (dicke Linie). - *Ground water lines below Caricetum elatae typicum (classification 1987). Averages of the years 1989, 1990, and 1991, and total average (thick line).*

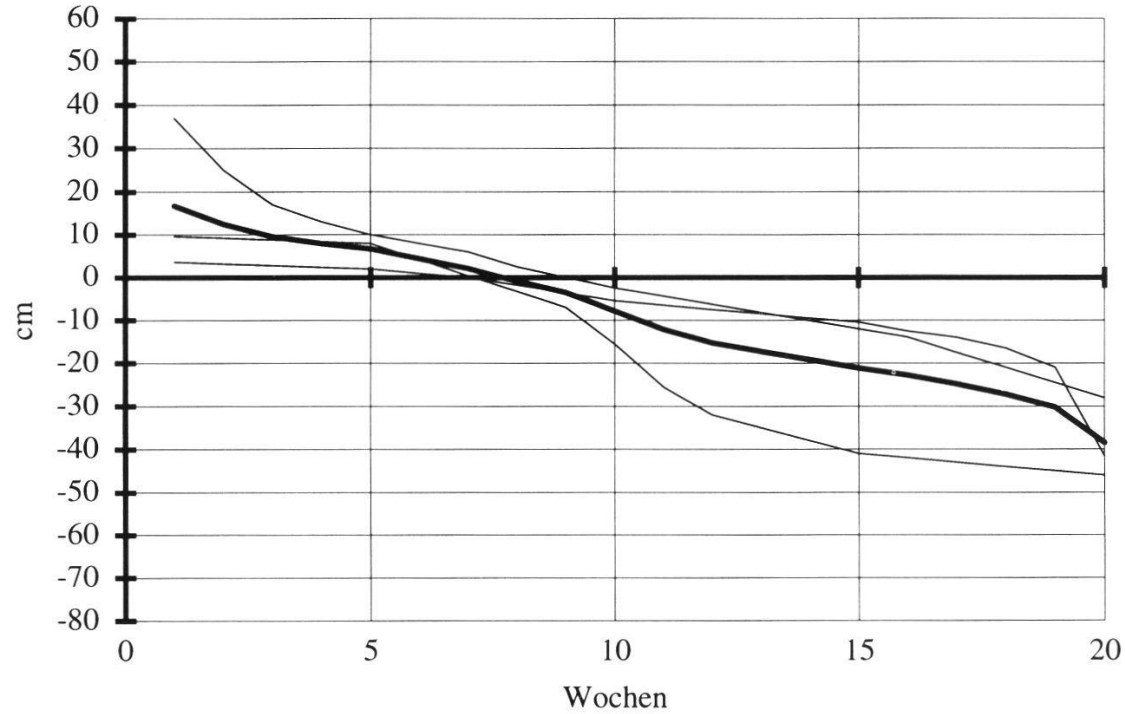


Fig. 11. Dauerlinien des *Caricetum elatae* im Übergang zum *Ranunculo-Caricetum hostianae* (Einteilung 1987). Durchschnitte in den Jahren 1989, 1990 und 1991 sowie Gesamtdurchschnitt (dicke Linie). - *Ground water lines below Caricetum elatae under transition to Ranunculo-Caricetum hostianae (classification 1987). Averages of the years 1989, 1990, and 1991, and total average (thick line).*

Ranunculo-Caricetum hostianae (Fig. 12 und 13)
In beiden Ausbildungen des Hostseggenriedes war der Kurvenverlauf ähnlich wie im Steifseggenried; die Amplituden waren 51 und 54 cm bei einer geraden Linie. Eine kurze mittlere Überschreitung von zwei Wochen wies aber nur die feuchtere der beiden Ausbildungen auf.
Die Unterschiede zwischen den einzelnen Flächen des Hostseggenriedes fielen teilweise enorm gross aus - bis zu 70 cm lagen die Kurven auseinander. Insbesondere die nahe am See gelegene Fläche 37 tanzte aus der Reihe: Hier war der Grundwasserspiegel sogar oft höher als bei den Steifseggenrieden.

Caricetum davallianae (Fig. 14 und 15)
Während die feuchtere Ausbildung, das Steifseggen-Davallseggenried, wie die oben genannten Gesellschaften einen praktisch geraden Kurvenverlauf aufwies, lässt sich vom typischen Davallseggenried mit Steifsegge eine leicht konvexe Linie zeichnen. Die beiden Vegetationseinheiten besassen mit 37 und 42 cm eine eher kleine Grundwasserspanne. Die Überschreitungen von einer und drei Wochen waren mit derjenigen des feuchteren Hostseggenriedes vergleichbar.
Die Dauerlinien der einzelnen Flächen lagen in allen Jahren sehr nahe beieinander. Nur die stark überschlickte Untersuchungsstelle 71 wich von allen übrigen ab und wurde deshalb separat behandelt.

Stachyo-Molinietum (Fig. 16 und 17)
Ausser der leicht voneinander abweichenden Form - gerade bei der Hostseggen-Pfeifengraswiese, leicht konvex bei der typischen Pfeifengraswiese - waren die Grundwasserdauerlinien dieser beiden trockeneren Flachmoorgesellschaften sehr ähnlich. Beide wiesen im Mittel keine Überschreitung auf und hatten eine Amplitude von rund 55 cm.

Stachyo-Molinietum schoenetosum ferruginei (Fig. 18)
Die leicht konvexe Dauerlinie der Kopfbinsen-Pfeifengraswiese zeigte eine einwöchige Überflutung und eine Amplitude von lediglich 34 cm.

Primulo-Schoenetum ferruginei (Fig. 19 und 20)
Die Dauerlinie des typischen Kopfbinsenriedes war ebenfalls konvex, wies aber eine noch kleinere Amplitude auf als die Kopfbinsen-Pfeifengraswiese (27 cm). Obwohl der Maximalstand der Durchschnittskurve bei nur 4 cm über Flur lag, dauerte die Überschreitung vier Wochen.

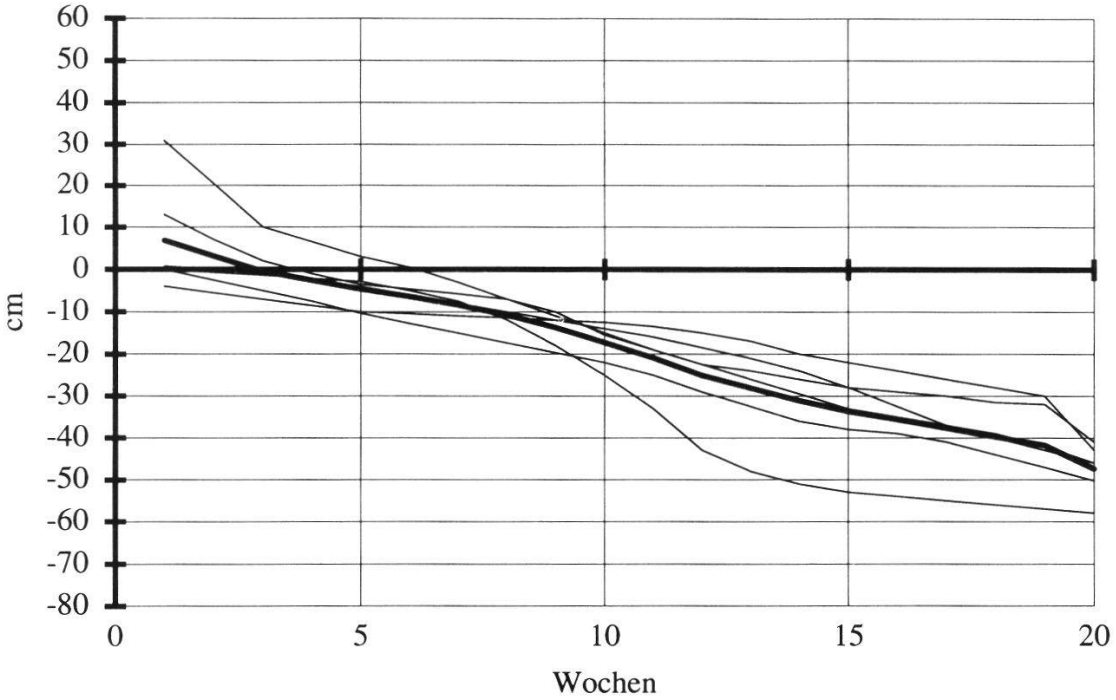


Fig. 12. Dauerlinien des *Ranunculo-Caricetum hostianae, Carex elata*-Ausbildung (Einteilung 1987). Durchschnittliche Dauerlinien auf der Seedorfer und der Flüeler Seite in den Jahren 1989, 1990 und 1991 sowie Gesamtdurchschnitt (dicke Linie). - *Ground water lines below Ranunculo-Caricetum hostianae, Carex elata-variant (classification 1987). Averages of the years, 1989, 1990, and 1991, and total average (thick line).*

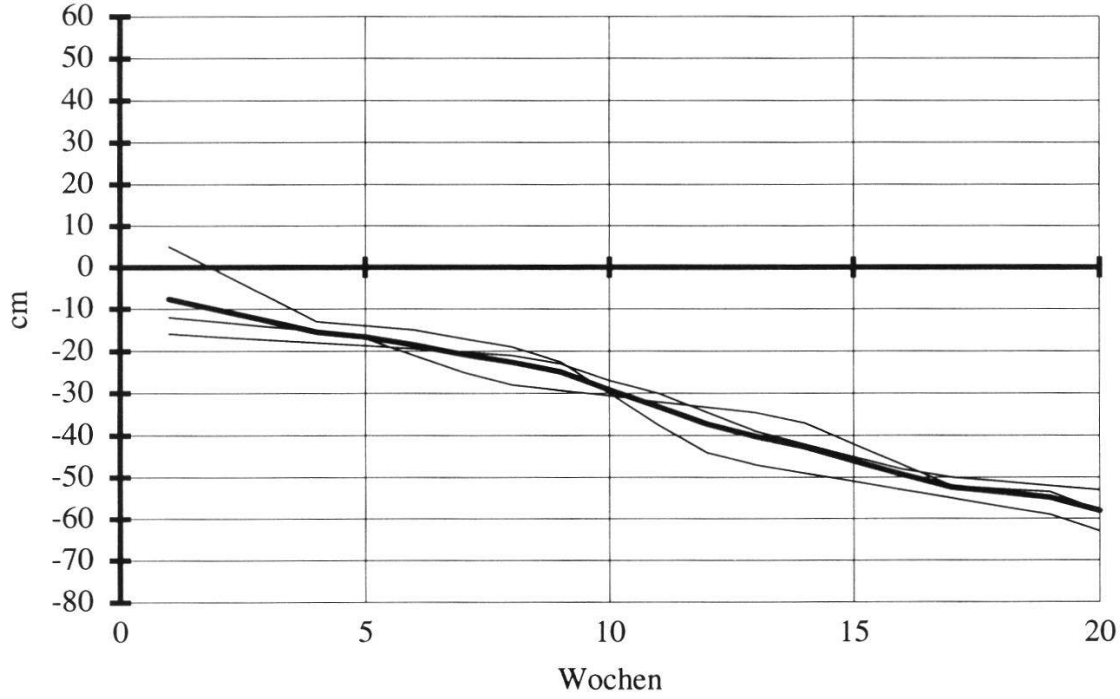


Fig. 13. Dauerlinie des *Ranunculo-Caricetum hostianae* (Einteilung 1987) in den Jahren 1989, 1990 und 1991 sowie Gesamtdurchschnitt (dicke Linie). - *Ground water lines below Ranunculo-Caricetum hostianae (classification 1987). Averages of the years, 1989, 1990, and 1991, and total average (thick line).*

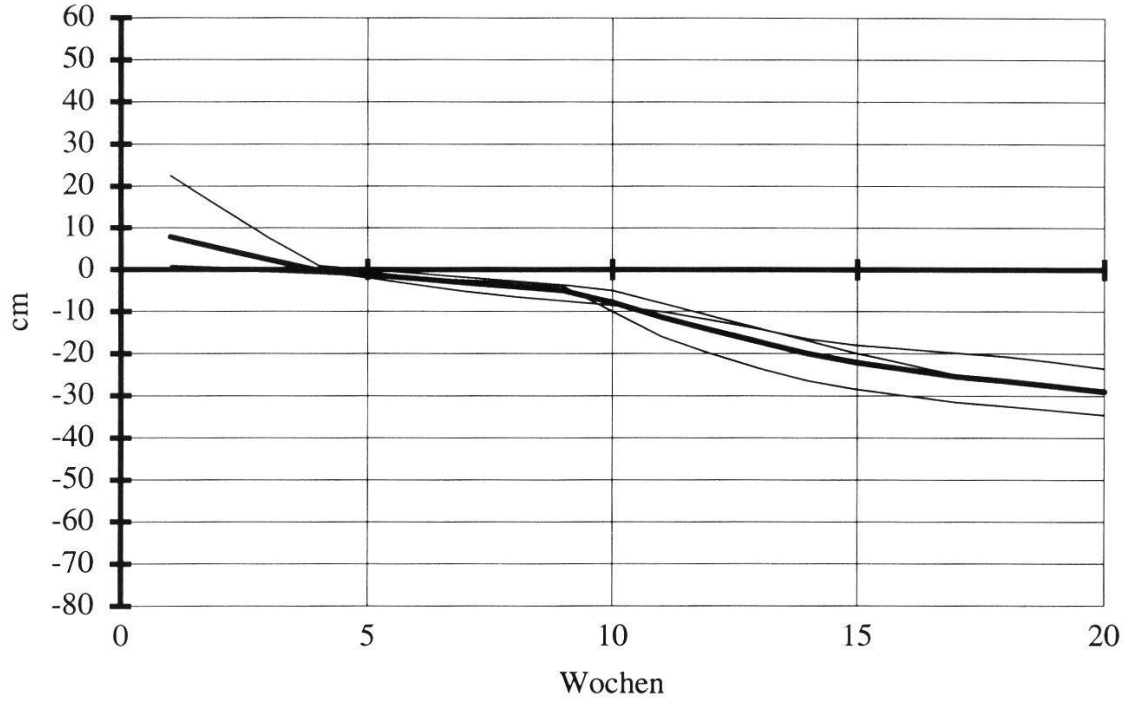


Fig. 14. Dauerlinien des *Caricetum davallianae caricetosum elatae* (Einteilung 1987). Durchschnitte in den Jahren 1989, 1990 und 1991 sowie Gesamtdurchschnitt (dicke Linie). *Ground water lines below Caricetum davallianae caricetosum elatae (classification 1987). Averages of the years, 1989, 1990, and 1991, and total average (thick line).*

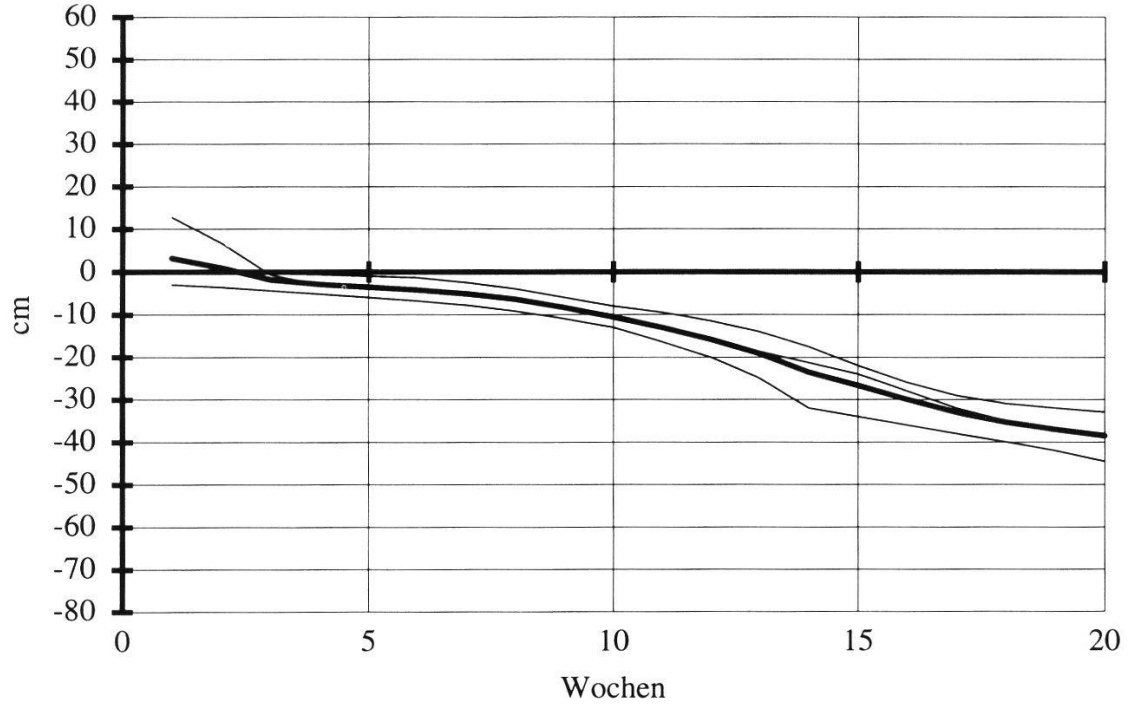


Fig. 15. Dauerlinien des *Caricetum davallianae typicum* mit *Carex elata* (Einteilung 1987). Durchschnitte in den Jahren 1989, 1990 und 1991 sowie Gesamtdurchschnitt (dicke Linie). - *Ground water lines below Caricetum davallianae typicum, with Carex elata (classification 1987). Averages of the years, 1989, 1990, and 1991, and total average (thick line).*

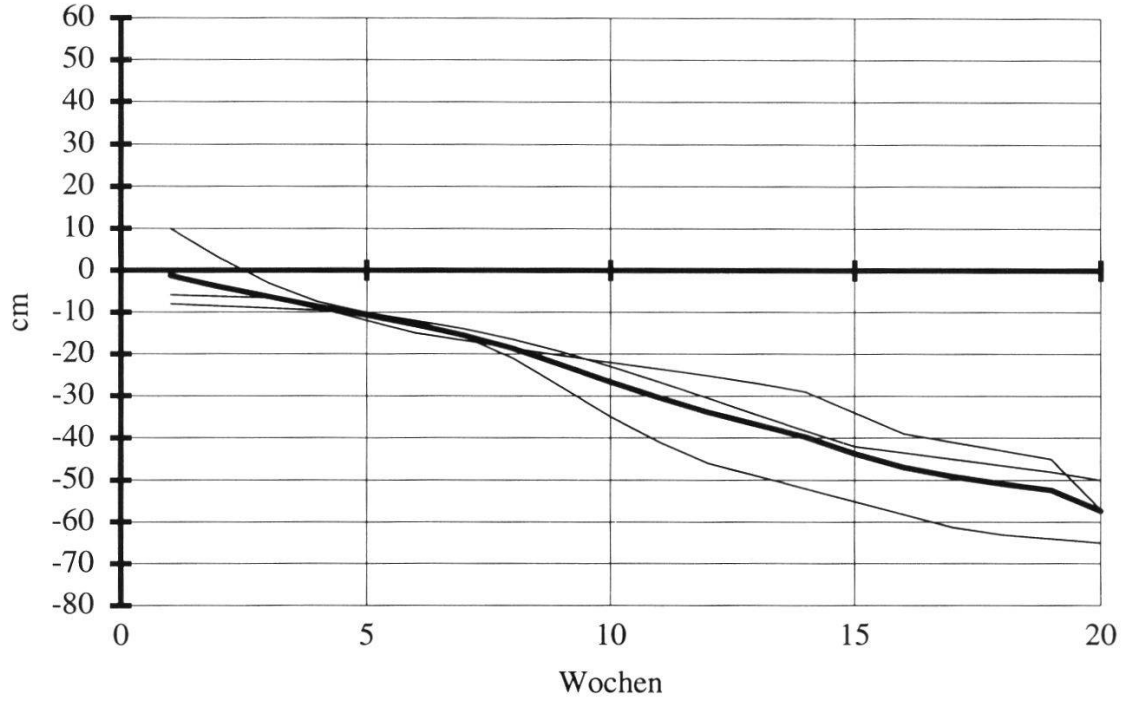


Fig. 16. Dauerlinien des *Stachyo-Molinietum caricetosum elatae,* Übergang zu *Caricetum davallianae* (Einteilung 1987). Durchschnitte in den Jahren 1989, 1990 und 1991 sowie Gesamtdurchschnitt (dicke Linie). - *Ground water lines below Stachyo-Molinietum caricetosum elatae in change to Caricetum davallianae (classification 1987). Averages of the years, 1989, 1990, and 1991, and total average (thick line).*

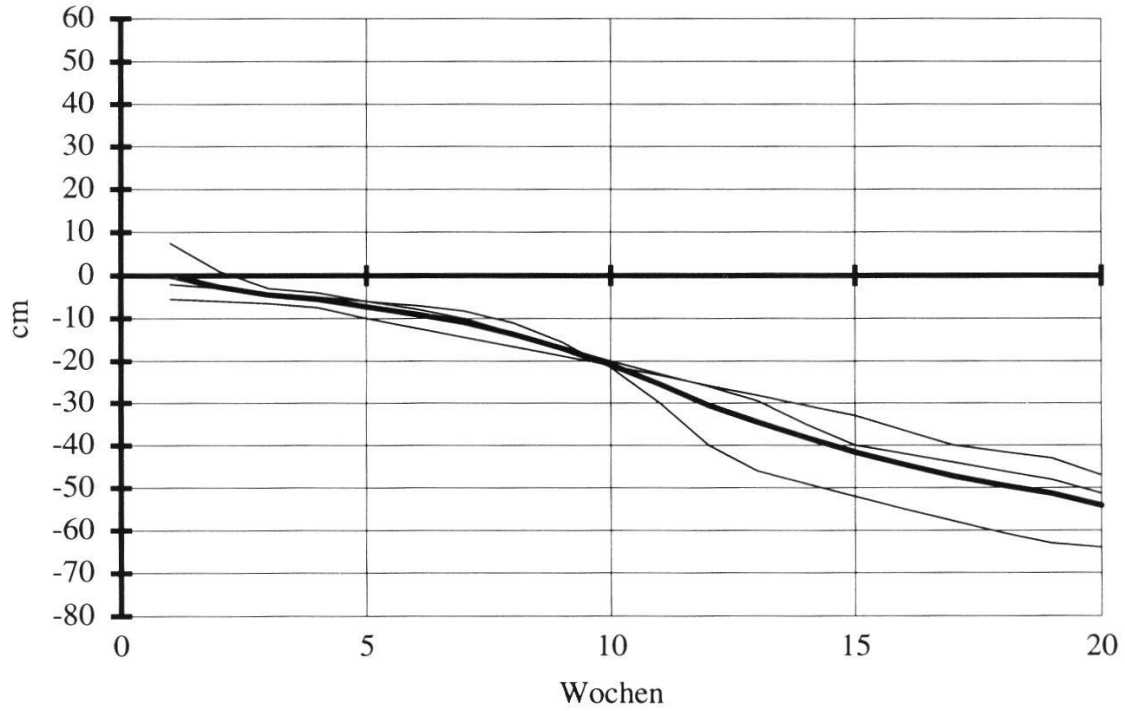


Fig. 17. Dauerlinien des *Stachyo-Molinietum typicum* (Einteilung 1987). Durchschnitte in den Jahren 1989, 1990 und 1991 sowie Gesamtdurchschnitt (dicke Linie). - *Ground water lines below Stachyo-Molinietum typicum (classification 1987). Averages of the years, 1989, 1990, and 1991, and total average (thick line).*

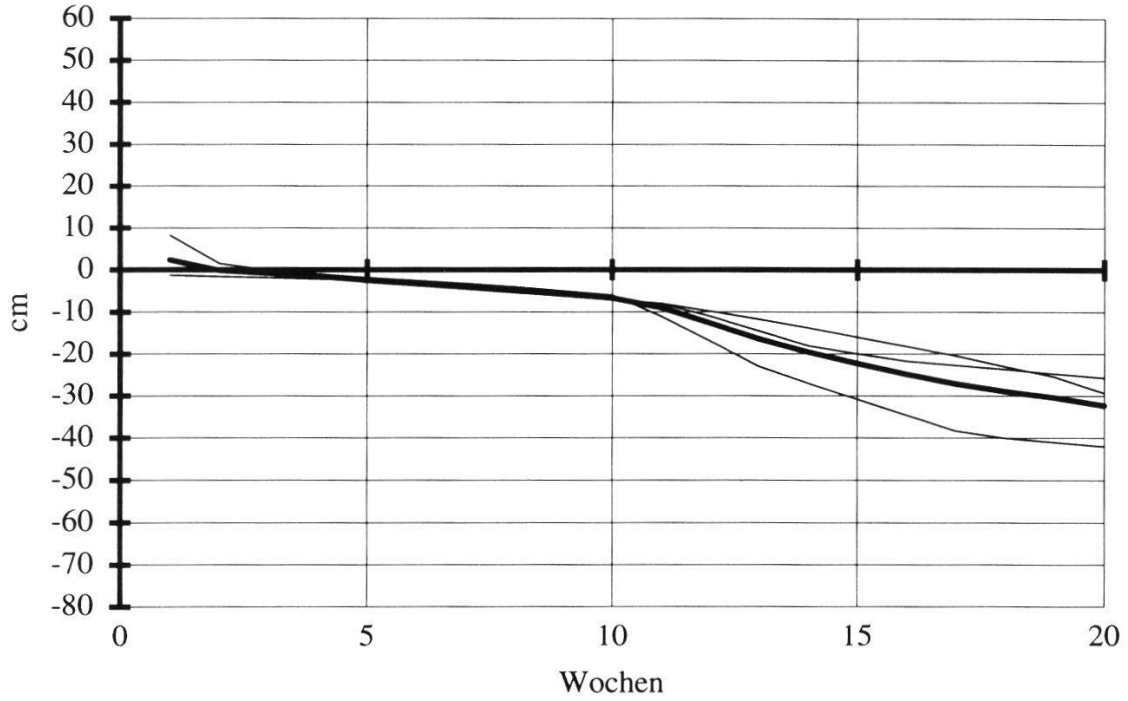


Fig. 18. Dauerlinien des *Stachyo-Molinietum schoenetosum ferruginei* (Einteilung 1987). Durchschnitte in den Jahren 1989, 1990 und 1991 sowie Gesamtdurchschnitt (dicke Linie). *Ground water lines below Stachyo-Molinietum schoenetosum ferruginei (classification 1987). Averages of the years, 1989, 1990, and 1991, and total average (thick line).*

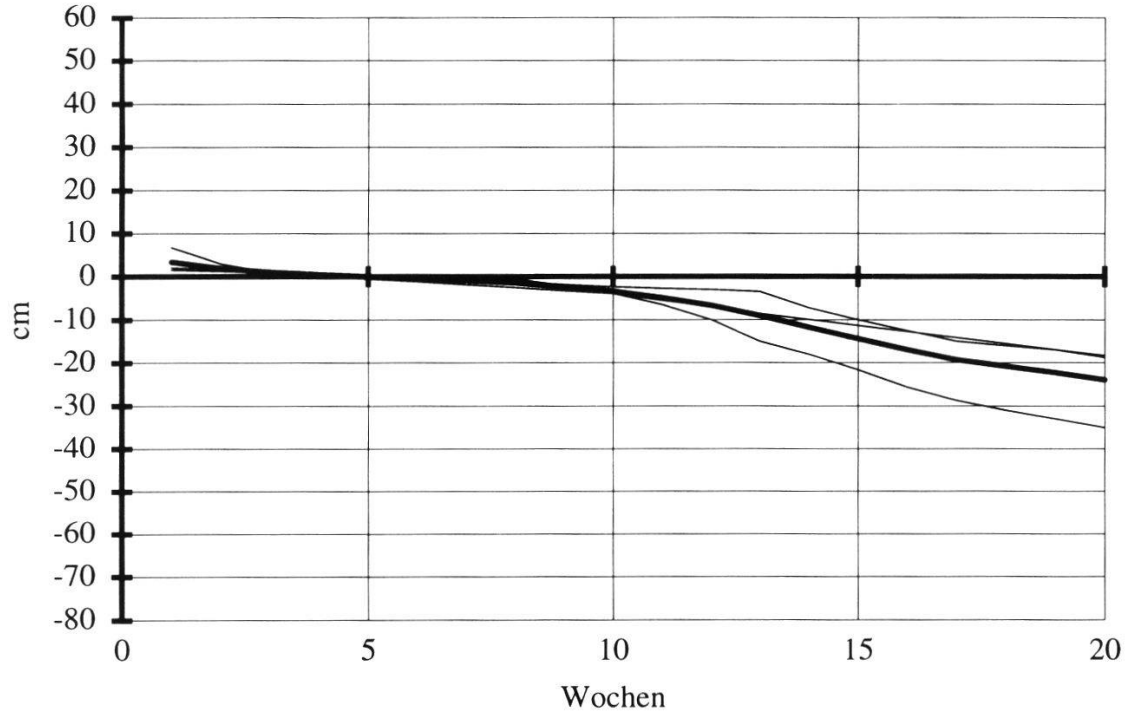


Fig. 19. Dauerlinien des *Primulo-Schoenetum ferruginei typicum* (Einteilung 1987). Durchschnitte in den Jahren 1989, 1990 und 1991 sowie Gesamtdurchschnitt (dicke Linie). *Ground water lines below Primulo-Schoenetum ferruginei typicum (classification 1987). Averages of the years, 1989, 1990, and 1991, and total average (thick line).*

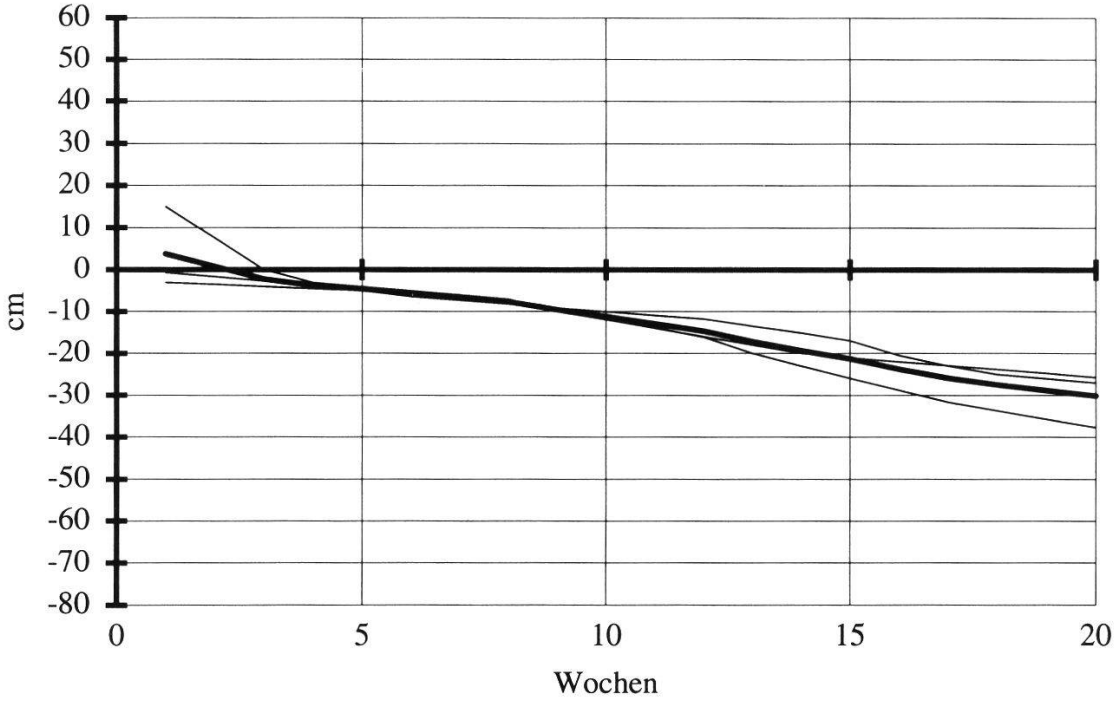


Fig. 20. Dauerlinien des *Primulo-Schoenetum ferruginei caricetosum elatae* (Einteilung 1987). Durchschnitte in den Jahren 1989, 1990 und 1991 sowie Gesamtdurchschnitt (dicke Linie). - *Groundwater lines below Primulo-Schoenetum ferruginei caricetosum elatae (classification 1987). Averages of the years, 1989, 1990, and 1991, and total average (thick line).*

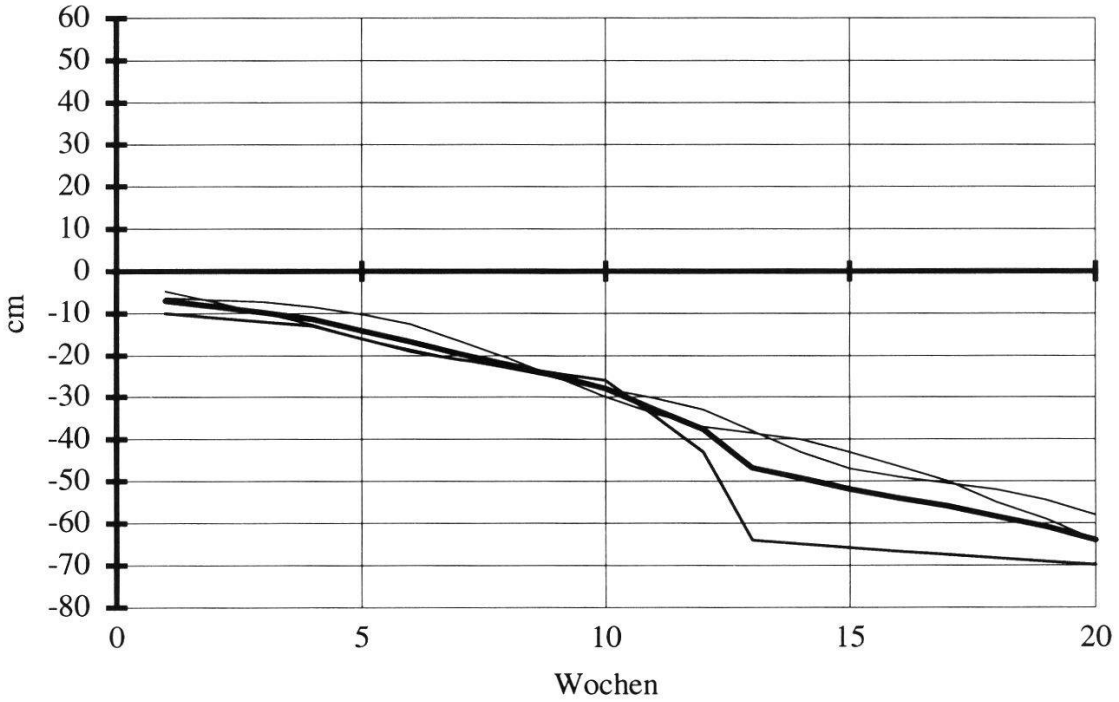


Fig. 21. Dauerlinien des *Valeriano-Filipenduletum* (Einteilung 1987). Durchschnitte in den Jahren 1989, 1990 und 1991 sowie Gesamtdurchschnitt (dicke Linie). - *Ground water lines below Valeriano-Filipenduletum (classification 1987). Averages of the years, 1989, 1990, and 1991, and total average (thick line).*

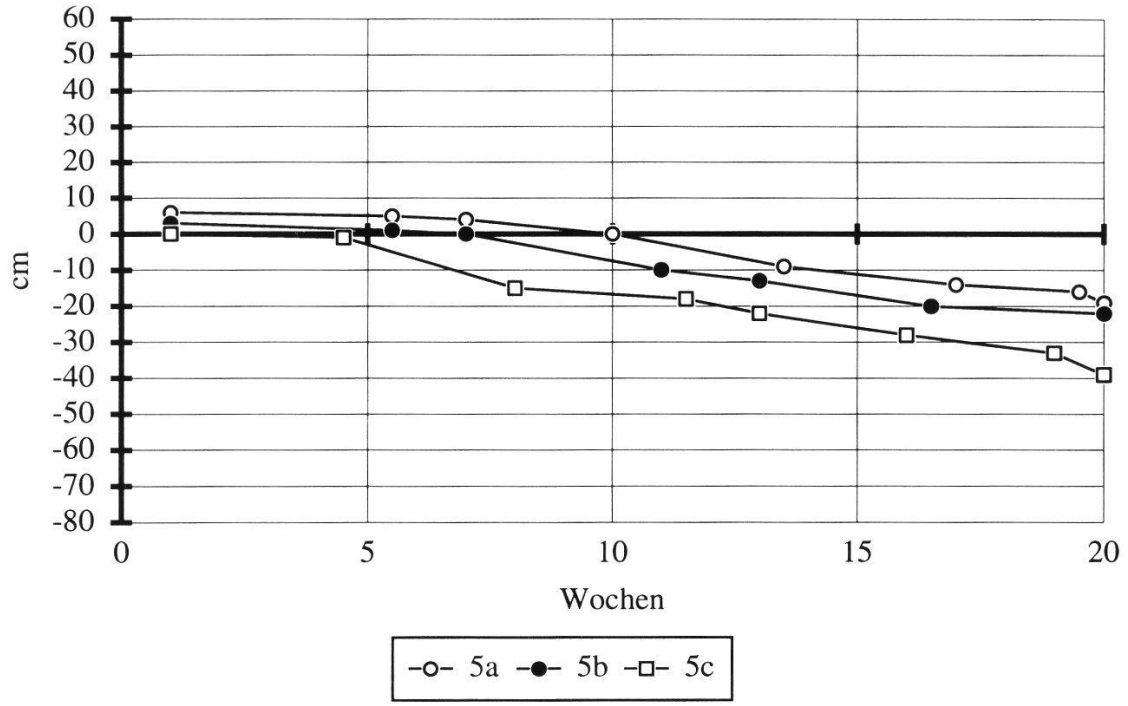


Fig. 22. Dauerlinien der Transekte 5 während der Vegetationsperiode 1990, zunehmende Schlicktiefe von a nach c (4, 15 und 32 cm Schlick). - *Groundwater tables below transect 5 during the vegetation period, 1990; increasing silt layer from a to c (4, 15, and 32 cm silt).*

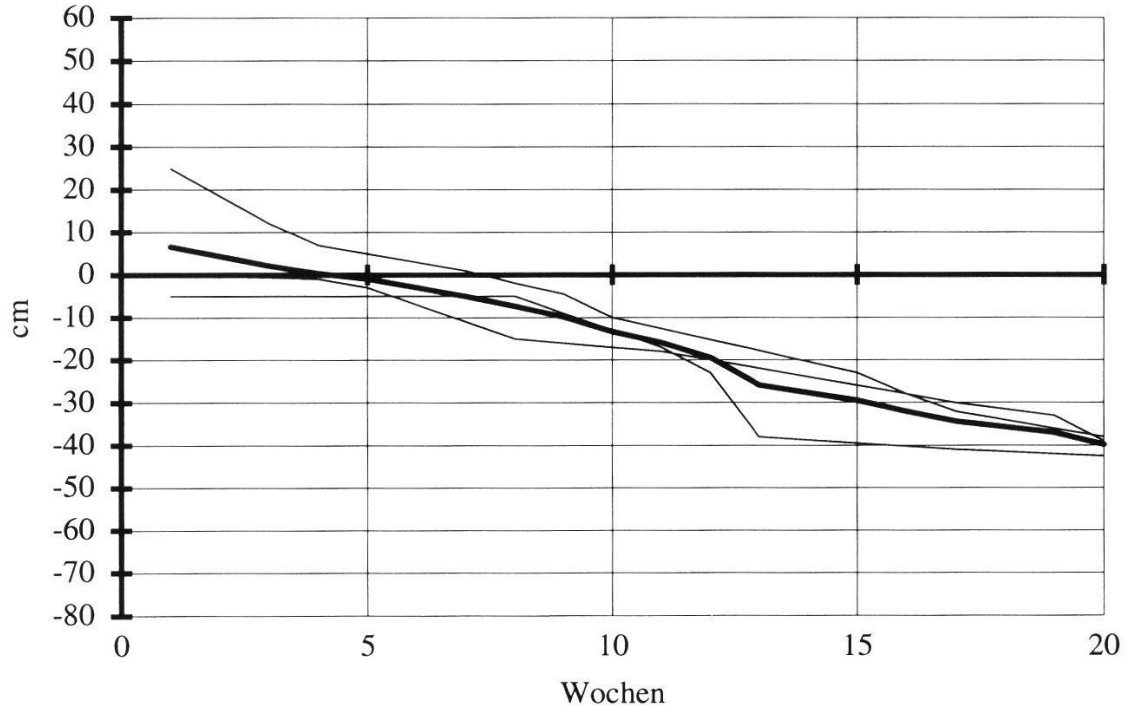


Fig. 23. Dauerlinien der Fläche 5c (ehemaliges *Caricetum elatae typicum*) in den Jahren 1989, 1990 und 1991 sowie Durchschnitt (dicke Linie). - *Ground water lines below the permanent plot 5c (previously Caricetum elatae typicum) in the years, 1989, 1990, and 1991, and average (thick line).*

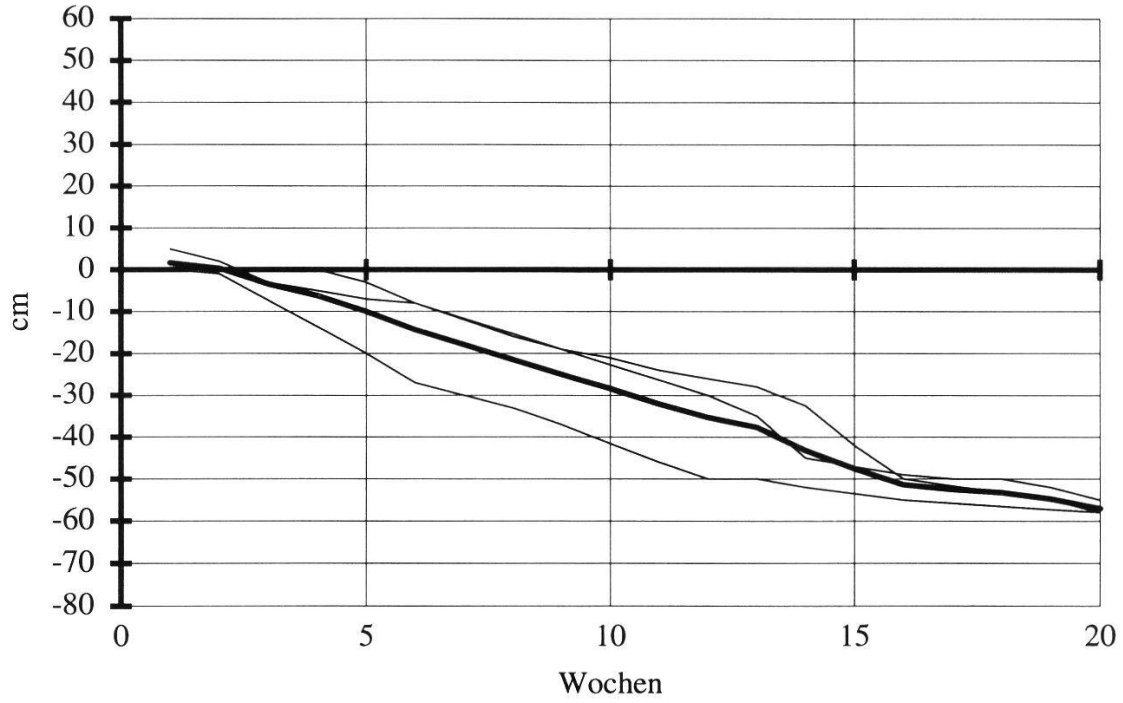


Fig. 24. Dauerlinien der Fläche 3c (ehemaliges *Ranunculo-Caricetum hostianae, Carex elata-* Ausbildung) in den Jahren 1989, 1990 und 1991 sowie Durchschnitt (dicke Linie). *Groundwater lines below the permanent plot 3c (previously Ranunculo-Caricetum hostianae, Carex elata variant) in the years 1989, 1990 and 1991 and total average (thick line).*

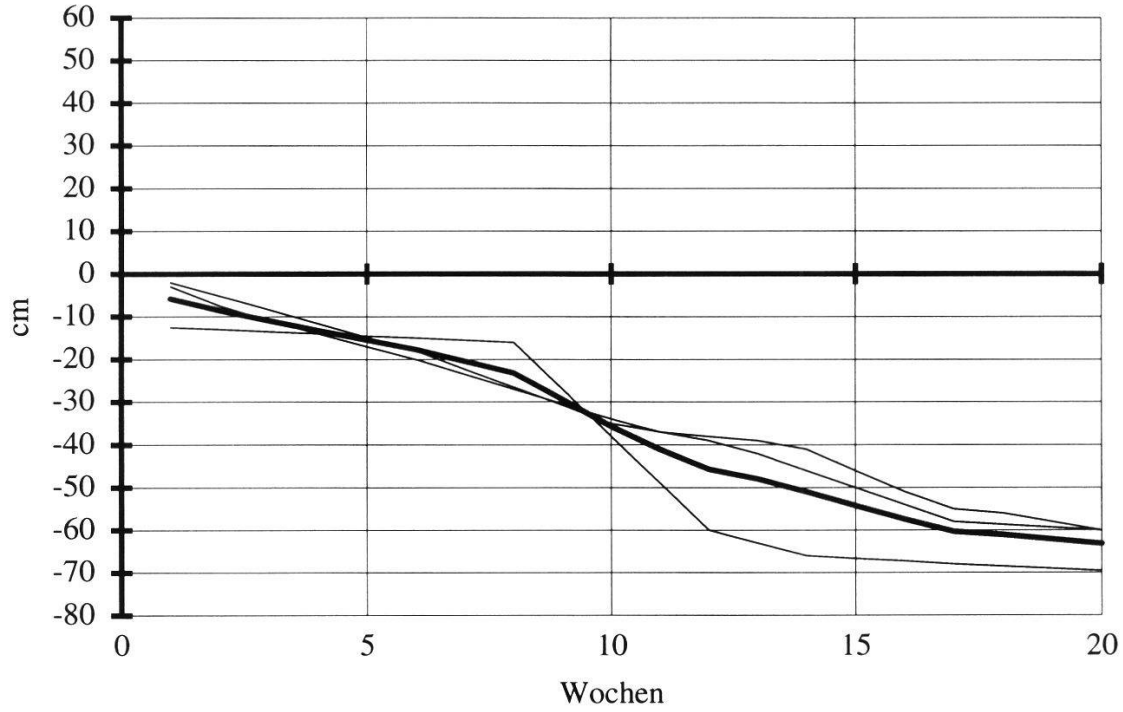


Fig. 25. Dauerlinien der Fläche 71 (ehemaliges *Caricetum davallianae typicum*) in den Jahren 1989, 1990 und 1991 sowie Durchschnitt (dicke Linie). - *Ground water lines below the permanent plot 71 (previously Caricetum davallianae typicum) in the years, 1989, 1990, and 1991, and total average (thick line).*

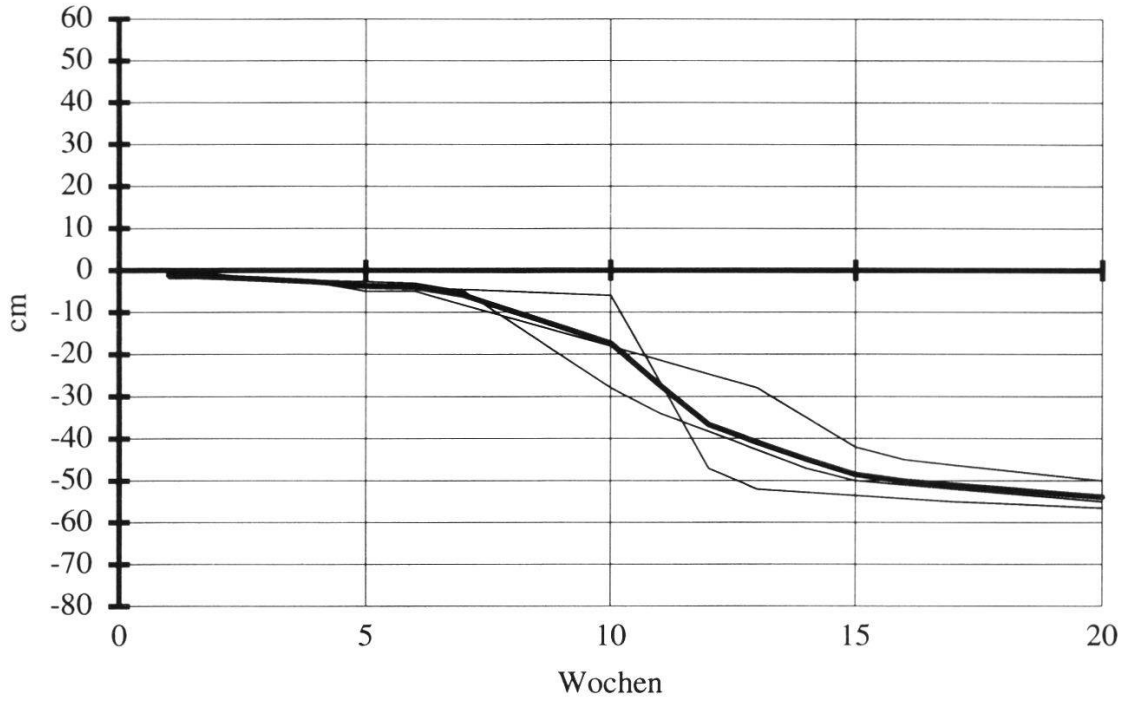


Fig. 26. Dauerlinien der Fläche 68 (ehemaliges *Stachyo-Molinietum typicum*) in den Jahren 1989, 1990 und 1991 sowie Durchschnitt (dicke Linie). - *Ground water lines below the permanent plot 68 (former Stachyo-Molinietum typicum) in the years, 1989, 1990, and 1991, and total average (thick line).*

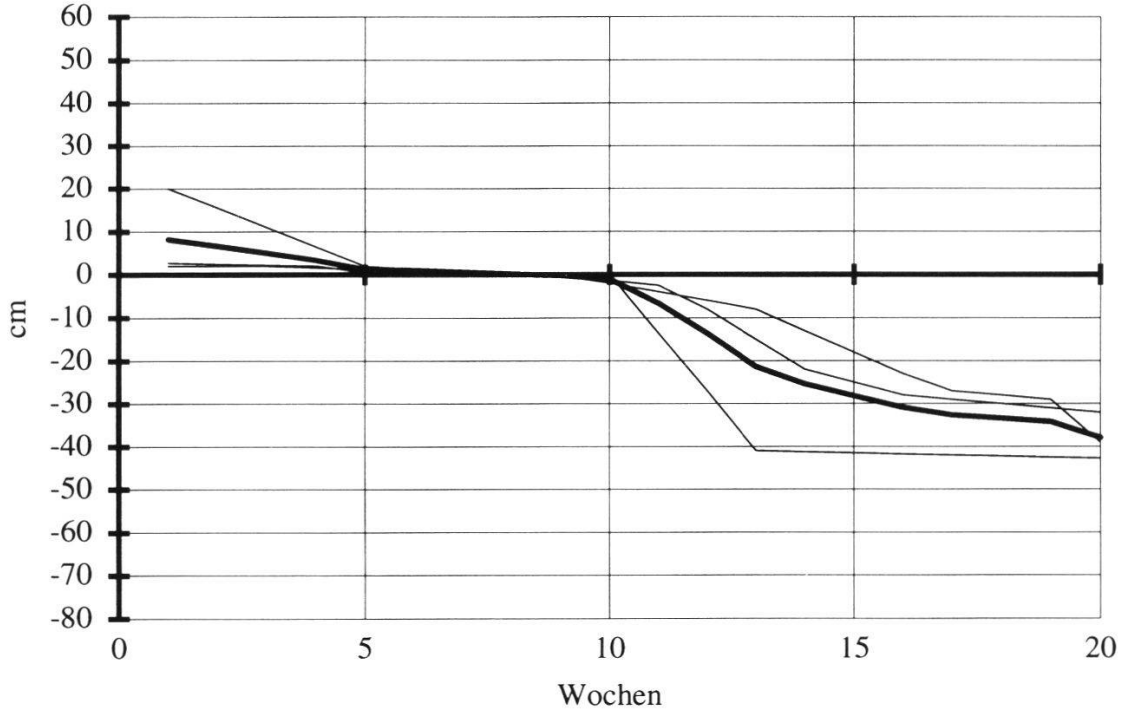


Fig. 27. Dauerlinien der Fläche 23 (ehemaliges *Stachyo-Molinietum schoenetosum ferruginei*) in den Jahren 1989, 1990 und 1991 sowie Durchschnitt (dicke Linie). - *Ground water lines below the permanent plot 23 (former Stachyo-Molinietum schoenetosum ferruginei) in the years, 1989, 1990, and 1991, and average (thick line).*

Die Grundwasserlinie des Steifseggen-Kopfbinsenriedes verlief wieder gerade, mit einer einwöchigen Überschreitung und einer Spanne von 34 cm.

Valeriano-Filipenduletum (Fig. 21)
Im Hochstaudenried wurde nicht nur der absolut tiefste Grundwasserstand, 90 cm unter Flur, sondern auch die grösste mittlere Amplitude registriert. Diese betrug 57 cm. Die Messpunkte der Hochstaudenriede waren die einzigen, welche auch 1991 im Mittel keine Überschwemmungen aufwiesen. Zudem erwies sich die Durchschnittskurve der drei Jahre als die einzige leicht sigmoide.

Die Schlickhöhe hatte verständlicherweise einen gewissen Einfluss auf die Höhe des Grundwasserspiegels, besonders schön zu sehen in der Transekte 5 (Fig. 22).
Betrachtet man die mit 20 cm und mehr Schlick überdeckten Flächen separat, stellt man fest, dass die Kurven nicht nur tiefer liegen, sondern meistens auch eine um einige cm grössere Amplitude aufweisen (Fig. 23-27). Zudem fällt die sigmoide Form bei den Untersuchungsstellen 23, 68 und 71 auf.
Tab. 9 enthält eine Zusammenstellung der Unterschiede zwischen den Dauerlinien der Schlickflächen und denjenigen der entsprechenden Gesellschaften.
Die erstaunlich lange Überschreitung bei Fläche 23 ist möglicherweise durch eine lokale Bodenverdichtung bedingt. Tiefe Fahrspuren zeugten vom Befahren mit schweren Maschinen, welche für Arbeiten am Kanal eingesetzt worden waren.

4.2.2. Grundwasseranalysen

Aus den Tabellen 10a, b und c über sämtliche Resultate der Grundwasseranalysen ist ersichtlich, dass in den beiden Messjahren 1989 und 1990 fast alle Parameter im selben Rahmen lagen. In der Stärke der Streuung und der Art der Schwankung unterschieden sie sich jedoch meist. Nur teilweise waren Höchstwerte 1989 und 1990 in derselben Fläche zu finden, so bei der Leitfähigkeit, beim Phosphat sowie beim Eisen.

pH-Wert
Die gemessenen pH-Werte lagen zwischen 6.5 und 7.3, ausser einem einzelnen von 7.8. Sämtliche Standorte wiesen also eine mehr oder weniger

neutrale Bodenreaktion auf; Extremverhältnisse lagen nirgends vor.
Innerhalb der genannten Bandbreite schwankten die Messwerte von Fläche zu Fläche und während des Jahresverlaufs, ohne dass irgendwelche Tendenzen erkennbar waren.

Leitfähigkeit
Die Resultate zeigten eine sehr grosse Spanne, nämlich 300 - 1500 µS/cm^2. Im Frühling waren in den meisten Fällen tiefere Werte festzustellen als später im Jahr. Am niedrigsten war die Leitfähigkeit in der Mehrzahl der Fälle in der Fläche a, also an den schlickärmeren Stellen. Die höchsten Werte wurden in beiden Jahren in der Fläche 69b registriert; ausser im Mai 1990 lagen sie dort immer über 1000 µS/cm^2.

Ortho-Phosphat, Gesamt-Phosphat
Mit rund 0-65 µg/l Ortho-Phosphat und 2-75 µg/l Gesamt-Phosphat war das Grundwasser des Reussdeltas eher phosphatarm. In etlichen Proben lag die Phosphatkonzentration sogar unter der Nachweisgrenze. Es wurden lediglich zwei höhere Werte gemessen (163 µg/l O-Phosphat und 408 µg/l G-Phosphat).
Während beim Ortho-Phosphat im Frühling mit einer Ausnahme nur Nullwerte gefunden wurden und die a-Flächen die höchsten Werte aufwiesen, waren in den Konzentrationen von Gesamt-Phosphat keine Tendenzen erkennbar. Die höchsten Gehalte an Gesamt-Phosphat verzeichnete in beiden Jahren die Fläche 75a.

Tab. 9. Vergleich der Dauerlinien von Schlickflächen (mind. 20 cm Schlick) mit denjenigen weniger überschlickter Flächen. - *Comparison of the ground water lines under heavily silted plots (min. 20 cm silt) with those of less silted plots.*

Gesellschaft Fläche	Schlicktiefe (cm)	Form	Überschreitung (Wochen)	Mittel (cm unter Flur)	Amplitude (cm)
8	4-15	gerade	8.5	-7	45
5c	32	gerade	3	-16	47
3re	2-10	gerade	2	-20	54
3c	20	gerade	0.5	-30	59
3*e	6-16	leicht konvex	1	-16	42
71	35	leicht sigmoid	0	-36	55
3s	-	leicht konvex	1	-13	34
23	21	sigmoid	7	-12	46
2	8-9	leicht konvex	0	-25	54
68	20	sigmoid	0	-26	53

Nitrat
Die Nitrat-Werte waren allesamt sehr niedrig; der höchste Wert betrug 1.4 mg/l, der nächst tiefere sogar nur 0.3 mg/l. In vielen Proben konnte gar kein Nitrat nachgewiesen werden.
Im Frühling enthielten die Wasserproben im Durchschnitt etwas mehr Nitrat. Unterschiede zwischen wenig und viel Schlick waren nicht auszumachen.

Ammonium
Hier reichte die Skala von 0-2.4 mg/l. Die Messwerte schwankten von Ort zu Ort und von Probenahme zu Probenahme.

Calcium
Es wurden Konzentrationen von 60-200 mg/l ermittelt. Höhere Werte gab es vor allem im Spätsommer. In den schlickärmeren Flächen waren die tieferen Werte zu finden als in den schlickreicheren.

Magnesium
Der Bereich der Magnesium-Konzentrationen lag zwischen 1 und 13 mg/l. Die Schwankungen waren eher gering. Oft wiesen die schlickärmeren Standorte die tieferen Magnesium-Gehalte auf.

Natrium
Der Natrium-Gehalt des Bodenwassers schwankte zwischen 0.5 und 6 mg/l. Im Jahresverlauf waren mehrheitlich sinkende Werte festzustellen. In den a-Flächen fiel die Natrium-Konzentration eher tiefer, in den c-Flächen eher höher aus.

Kalium
Grössere Konzentrationen wurden beim Kalium gemessen, nämlich 2-34 mg/l. Die tiefsten Werte lagen fast immer in den schlickärmeren Flächen bei unregelmässigen Schwankungen über den Jahresverlauf.

Eisen
Fast am meisten erstaunten die Eisen-Konzentrationen. Die Unterschiede zwischen den einzelnen Standorten waren gross (0.1-75 mg/l) und konnten nicht mit der Dicke der Schlickschicht oder mit der Jahreszeit in Zusammenhang gebracht werden. Die höchsten Werte fanden sich aber immer in den selben Flächen, insbesondere in 69b und 70c.

Tab. 10a. Resultate der Grundwasseranalysen vom Sommer 1989 und 1990 (pH-Wert, Leitfähigkeit, Ortho-Phosphat und Gesamt-Phosphat). Schlicktiefe von a nach c jeweils zunehmend. - *Results of the ground water analysis of summer 1989 and 1990 (pH, conductivity, ortho phosphate and total phosphate). Increasing silt layers from a to c.*

Fläche	Tiefe	pH					Leitfähigkeit (µS/cm^2)				
	(cm)	5. 89	8. 89	9. 89	5. 90	8. 90	5. 89	8. 89	9. 89	5. 90	8. 90
3a	5 - 25		6.83	6.76	6.89	6.87		573	588	420	730
	25 - 45	6.78	6.64	6.77	6.78	6.82	535	625	621	473	628
3b	10 - 30		6.89	6.89	7.14	6.81		470	557	405	665
	30 - 50	6.93	6.83	6.77	6.88		501	478	546	516	
3c	15 - 35		7.00	6.93				405	492		
	35 - 55		6.90	6.97	6.84	6.96		426	412	517	661
69a	10 - 30		6.70	6.62	6.46	6.72		605	634	307	880
	35 - 55	6.66	6.67	6.53	6.56	6.61	519	564	547	380	711
69b	15 - 35		7.00	6.96	6.52	6.77		1'056	1'095	504	1'510
	40 - 60	6.57	7.01	6.90	6.73	6.70	700	1'110	1'105	707	1'130
69c	20 - 40		6.79	6.67	6.56			696	627	377	
	45 - 65	6.52	6.88	6.65		6.63	527	647	591		828
70a	10 - 30		6.96	6.79	6.82	6.64		450	485	418	899
	35 - 55	6.62	7.11	6.86	6.70	6.73	459	408	378	404	922
70b	20 - 40		6.89	6.77	6.88	6.67		641	579	604	845
	40 - 60		6.84	6.69	6.86	6.63		717	518	612	915
70c	20 - 40		6.84	6.83	6.86			1'003	997	725	
	40 - 60	6.66	6.75	6.73	6.78	6.79	835	732	779	621	1'260
75a	15 - 35		7.12	7.09		7.00		348	411		594
	35 - 55	6.95	7.25	7.11	6.85	7.19	459	334	365	346	520
75b	10 - 30			7.07					480		
	30 - 50	6.95	7.78	6.94	6.98	6.87	590	386	403	511	777
75c	10 - 30		6.92	6.88	6.75	6.93		424	567	397	720
	30 - 50	6.85	6.82	6.90	6.77	6.85	603	450	483	516	804

Fläche	Tiefe	O-PO_4 (µg/l)					G-PO_4 (µg/l)				
	(cm)	5. 89	8. 89	9. 89	5. 90	8. 90	5. 89	8. 89	9. 89	5. 90	8. 90
3a	5 - 25		0.0	6.3	0.0	1.2		6.8	7.0	4.8	6.4
	25 - 45	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	15.0	5.0	6.5	3.6	22.2
3b	10 - 30		7.3	2.0	0.0	0.0		24.5	6.0	4.5	19.2
	30 - 50	0.0	0.0	0.0	0.0		8.0	7.5	5.5	3.2	
3c	15 - 35		0.8	4.0				11.4	11.0		
	35 - 55		24.9	2.0	0.0	0.0		37.0	18.0	4.2	39.5
69a	10 - 30		0.8	0.0	0.0	44.4		14.4	10.0	9.4	33.2
	35 - 55	0.0	0.8	0.0	0.0	1.6	8.5	9.6	15.0	14.3	5.0
69b	15 - 35				0.0	1.2					2.0
	40 - 60	0.3			0.0	0.0	9.0				17.2
69c	20 - 40		0.0	0.0	0.7			10.0	9.5	6.1	
	45 - 65	0.6	0.0	0.0		0.0	8.5	12.4	9.5		2.4
70a	10 - 30		0.4	0.0	1.3	0.0		11.0	7.0	9.0	14.5
	35 - 55	1.0	0.0	0.0	0.3	0.0	14.0	7.1	5.5	5.4	12.2
70b	20 - 40		0.0	0.0	2.0	0.0		7.1	7.0	14.2	3.2
	40 - 60		1.2	0.0	0.0	0.0		4.1	4.5	6.5	0.4
70c	20 - 40				0.0					4.9	
	40 - 60	1.3	0.8	0.0	0.0	2.4	17.0	7.1	10.0		7.0
75a	15 - 35		38.1	25.0		163.0		50.1	32.0		408.5
	35 - 55	0.0	45.6	2.5	8.0	61.9	6.5	71.9	11.0	20.3	72.4
75b	10 - 30		11.3					32.4			
	30 - 50	0.0	5.7	0.5	2.0	4.0	6.0	23.9	9.5	9.5	40.8
75c	10 - 30		1.2	0.0	22.7	0.0		12.4	6.5	30.6	17.2
	30 - 50	0.0	0.8	0.0	0.7	2.4	9.0	8.2	8.5	8.5	2.4

Tab. 10b. Resultate der Grundwasseranalysen (Nitrat, Ammonium, Eisen und Mangan). Schlicktiefe von a nach c jeweils zunehmend. - *Results of the ground water analysis of summer 1989 and 1990 (nitrate, ammonium, iron and manganese). Increasing silt layers from a to c.*

Fläche	Tiefe	NO_3 (mg/l)					NH_4 (mg/l)				
	(cm)	5. 89	8. 89	9. 89	5. 90	8. 90	5. 89	8. 89	9. 89	5. 90	8. 90
3a	5 - 25		0.00	0.04	0.10	0.06		0.02	0.06	0.14	1.10
	25 - 45	0.15	0.00	0.03	0.01	0.06		0.01	0.01	0.01	1.54
3b	10 - 30		0.00	0.01	0.09	0.14		0.71	0.03	0.04	1.36
	30 - 50	0.17	0.00	0.01	0.08		0.08	0.13	0.16	0.03	
3c	15 - 35		0.00	0.02				0.13	0.12		
	35 - 55		0.01	0.02	0.09	1.40		0.33	0.21	0.21	1.53
69a	10 - 30		0.00	0.01	0.11	0.02		0.44	0.43	0.42	1.20
	35 - 55	0.12	0.00	0.00	0.28	0.09	0.12	0.21	0.14	0.85	0.11
69b	15 - 35				0.05	0.09					0.02
	40 - 60	0.12			0.00	0.02	0.13				0.27
69c	20 - 40		0.00	0.01	0.09			0.07	0.07	0.05	
	45 - 65	0.12	0.00	0.03		0.04	0.17	0.08	0.04		0.70
70a	10 - 30		0.00	0.01	0.20	0.10		0.11	0.04	0.46	0.02
	35 - 55	0.18	0.00	0.01	0.03	0.00	0.48	0.03	0.01	0.38	2.25
70b	20 - 40		0.01	0.02	0.20	0.14		0.60	0.31	0.66	0.18
	40 - 60		0.01	0.03	0.20	0.01		0.01	0.01	0.38	0.03
70c	20 - 40				0.00					0.32	
	40 - 60	0.15	0.02	0.02	0.00	0.02	0.26	0.14	0.10		2.39
75a	15 - 35		0.02	0.02		1.40		0.49	0.14		1.89
	35 - 55	0.16	0.00	0.03	0.13	0.04	0.09	0.62	0.05	0.23	0.51
75b	10 - 30		0.00					1.47			
	30 - 50	0.12	0.00	0.01	0.16	0.70	0.34	0.05	0.03	0.34	1.59
75c	10 - 30		0.01	0.01	0.20	0.36		0.06	0.01	0.32	0.40
	30 - 50	0.16	0.01	0.02	0.18	0.00	0.05	0.03	0.03	0.40	0.69

Fläche	Tiefe	Fe (mg/l)					Mn (mg/l)				
	(cm)	5. 89	8. 89	9. 89	5. 90	8. 90	5. 89	8. 89	9. 89	5. 90	8. 90
3a	5 - 25		0.09	0.09		8.47		1.99	2.18		1.93
	25 - 45		0.30	0.02		0.25		1.61	3.32		0.82
3b	10 - 30		0.84	0.02		1.08		2.44	1.70		1.05
	30 - 50		0.17	0.04				1.30	0.96		
3c	15 - 35		0.15	0.11				0.71	0.17		
	35 - 55		0.18	0.09		0.14		0.12	0.28		0.39
69a	10 - 30		1.44	2.29		21.24		3.37	3.41		6.89
	35 - 55		1.70	5.07		10.09		2.16	2.54		1.80
69b	15 - 35		57.60	62.20		69.28		3.48	3.14		2.40
	40 - 60		45.40	73.20		22.24		3.81	3.30		1.50
69c	20 - 40		0.42	0.83				2.44	3.66		
	45 - 65		1.95	0.39		4.22		1.71	2.45		1.51
70a	10 - 30		0.57	0.21		8.69		3.96	3.36		3.20
	35 - 55		0.14	0.08		0.33		1.35	0.63		4.38
70b	20 - 40		1.10	2.10		9.88		2.16	2.69		2.54
	40 - 60		1.02	0.34		14.17		1.81	4.32		2.35
70c	20 - 40		6.46	60.80				4.80	4.69		
	40 - 60		2.77	1.93		32.25		2.10	1.83		3.11
75a	15 - 35		0.27	0.05		0.37		0.07	0.04		0.11
	35 - 55		0.44	0.06		1.23		0.21	0.04		0.15
75b	10 - 30		0.04					0.39			
	30 - 50		0.60	0.08		0.10		0.61	0.30		1.42
75c	10 - 30		0.08	0.04		1.51		0.27	0.19		0.50
	30 - 50		0.02	0.06		6.99		0.61	0.32		1.32

Tab. 10c. Resultate der Grundwasseranalysen (Calcium, Magnesium, Natrium und Kalium). Schlicktiefe von a nach c jeweils zunehmend. - *Results of the ground water analysis of summer 1989 and 1990 (calcium, magnesium, sodium and potassium). Increasing silt layers from a to c.*

Fläche	Tiefe	Ca (mg/l)					Mg (mg/l)				
	(cm)	5. 89	8. 89	9. 89	5. 90	8. 90	5. 89	8. 89	9. 89	5. 90	8. 90
3a	5 - 25		157	134	110	124		4.5	4.7	3.3	3.1
	25 - 45	110	163	151	119	113	4.8	4.5	5.5	3.9	2.8
3b	10 - 30		150	113	101	119		4.1	3.2	2.7	2.5
	30 - 50	102	143	123	127		5.0	3.6	3.0	3.6	
3c	15 - 35		136	100				3.6	2.8		
	35 - 55		105	107	126	118		2.8	2.8	4.9	3.0
69a	10 - 30		151	136	67	162		6.2	5.7	3.3	5.0
	35 - 55	98	107	117	59	115	5.8	7.2	5.7	3.4	4.6
69b	15 - 35		184	171	73	167		7.8	6.2	3.3	5.7
	40 - 60	107	146	184	100	122	8.4	8.6	6.6	4.4	4.3
69c	20 - 40		153	170	84			5.7	6.3	3.8	
	45 - 65	95	148	156		151	7.8	5.7	6.3		3.6
70a	10 - 30		122	107	90	151		4.1	3.0	3.1	4.8
	35 - 55	72	90	109	88	158	5.1	3.3	3.2	3.3	3.6
70b	20 - 40		131	155	140	123		4.1	4.4	4.8	4.4
	40 - 60		122	168	129	158		5.2	6.5	4.5	3.9
70c	20 - 40		161	203	141			9.6	8.8	7.6	
	40 - 60	141	138	178	131	167	13.1	9.9	10.0	5.9	7.4
75a	15 - 35		98	94		119		2.3	1.6		0.9
	35 - 55	95	89	86	86	100	3.3	1.9	1.6	1.8	1.7
75b	10 - 30		99					3.6			
	30 - 50	120	102	89	128	143	5.9	2.2	1.9	4.0	3.3
75c	10 - 30		108	112	99	137		4.6	2.7	2.8	3.1
	30 - 50	119	120	121	134	146	5.8	3.6	2.9	4.5	4.3

Fläche	Tiefe	Na (mg/l)					K (mg/l)				
	(cm)	5. 89	8. 89	9. 89	5. 90	8. 90	5. 89	8. 89	9. 89	5. 90	8. 90
3a	5 - 25		2.8	2.4	1.7	1.8		11.8	6.5	3.1	6.3
	25 - 45	3.5	3.0	2.6	2.1	1.6	2.9	7.0	4.8	2.0	7.1
3b	10 - 30		2.7	2.3	1.9	1.7		12.2	7.5	6.7	7.0
	30 - 50	3.8	2.5	2.0	2.1		6.5	13.1	7.2	7.5	
3c	15 - 35		1.9	1.9				9.9	10.1		
	35 - 55		1.2	1.3	2.2	1.6		13.6	8.6	7.1	8.8
69a	10 - 30		2.7	2.2	1.8	1.8		15.4	7.1	3.2	5.3
	35 - 55	3.5	3.0	2.8	2.6	2.2	18.3	10.7	4.3	3.9	5.4
69b	15 - 35		2.6	2.7	2.5	3.1		16.9	20.9	15.1	34.1
	40 - 60	4.3	2.5	3.1	2.1	2.7	20.3	28.1	22.4	13.7	20.8
69c	20 - 40		2.1	1.9	2.5			11.5	11.2	7.5	
	45 - 65	4.7	2.2	2.1		5.0	24.2	14.2	9.7		8.1
70a	10 - 30		1.8	1.6	2.4	2.5		10.6	8.9	7.3	9.1
	35 - 55	5.5	1.8	1.5	2.0	2.9	14.7	14.5	8.6	7.2	9.6
70b	20 - 40		2.0	2.3	4.6	2.5		15.0	10.8	12.5	7.7
	40 - 60		2.7	3.7	2.8	2.2		12.6	9.1	10.0	7.2
70c	20 - 40		5.2	6.2	4.1			23.6	22.1	12.9	
	40 - 60	5.4	4.5	2.5	3.4	4.1	22.0	18.6	10.2	11.5	12.0
75a	15 - 35		1.0	0.8		0.6		17.4	6.6		3.2
	35 - 55	3.0	1.8	0.9	1.5	0.7	5.2	11.5	7.3	6.8	7.0
75b	10 - 30		1.8					9.9			
	30 - 50	3.8	1.7	1.1	2.2	2.0	14.5	18.1	8.2	12.4	13.5
75c	10 - 30		2.4	1.3	1.2	1.5		13.7	7.6	8.2	12.8
	30 - 50	3.8	1.5	1.5	2.3	2.3	10.0	14.6	7.4	5.6	5.0

Mangan
Viel niedriger als die Eisen-Gehalte waren die Mangan-Gehalte. Das höchste Messresultat erreichte 7 mg/l, das niedrigste 0.1 mg/l ohne ersichtliche Tendenzen irgendwelcher Art.

4.2.3. Bodenprofile

Die beiden Bodenprofile zeigen die Schichtung eines Auenbodens (Fig. 28 u. 29). Auf eine dünne Streuauflage (F-, bzw. L-Horizont) und die noch unverwitterte Schlickschlicht (C-Schicht) folgt eine begrabene humose Schicht, der ehemalige Oberboden (bAh-, bzw. bAh1-Horizont). Darunter liegt ein oxidierender Gleyhorizont (Go-Horizont), der fliessend in einen reduzierenden übergeht (Gr-Horizont). Im Hostseggenried ist der Gleyhorizont bei 50 und bei 60 cm Tiefe durch zwei weitere begrabene Ah-Horizonte unterbrochen (bAh2- und bAh3-Horizont).
Die Textur der verschiedenen Bodenschichten lässt sich in diverse Lehme, Schluffe und Sande aufteilen. Der Hauptwurzelraum reicht bis zur unteren Grenze des obersten bAh- Horizontes, also bis auf 25-35 cm. Der mit Hellige bestimmte pH-Wert schwankte zwischen 6.5 und 7.5, wobei die saureren Werte im bAh- bzw. im bAh1- und im Go-Horizont gemessen wurden.

4.2.4. Bodenanalysen

Wassergehalt
1990 wiesen die Transekten 3 und 75 erwartungsgemäss im angestammten Oberboden die höchsten Werte auf, nämlich 38-51 % (Tab. 11a). Im darunterliegenden Horizont sowie im Schlick war der Wassergehalt tiefer (24-37 %).
In den Transekten 69 und 70 enthielt der Schlick mit Abstand am wenigsten Wasser (nur 29-32 %). Erstaunlich hohe Werte waren hier im Gleyhorizont zu verzeichnen; sie lagen mit 37-64 % teilweise höher als in den entsprechenden bAh-Horizonten (44-61 %).
1992 fielen die meisten Werte um 10-15 % höher aus als 1990 (Tab. 11b). Mit einer Ausnahme (Fläche 75a) wies die C-Schicht den geringsten Wassergehalt auf, gefolgt vom Go-Horizont. Der bAh-Horizont enthielt in allen Flächen am meisten Wasser.

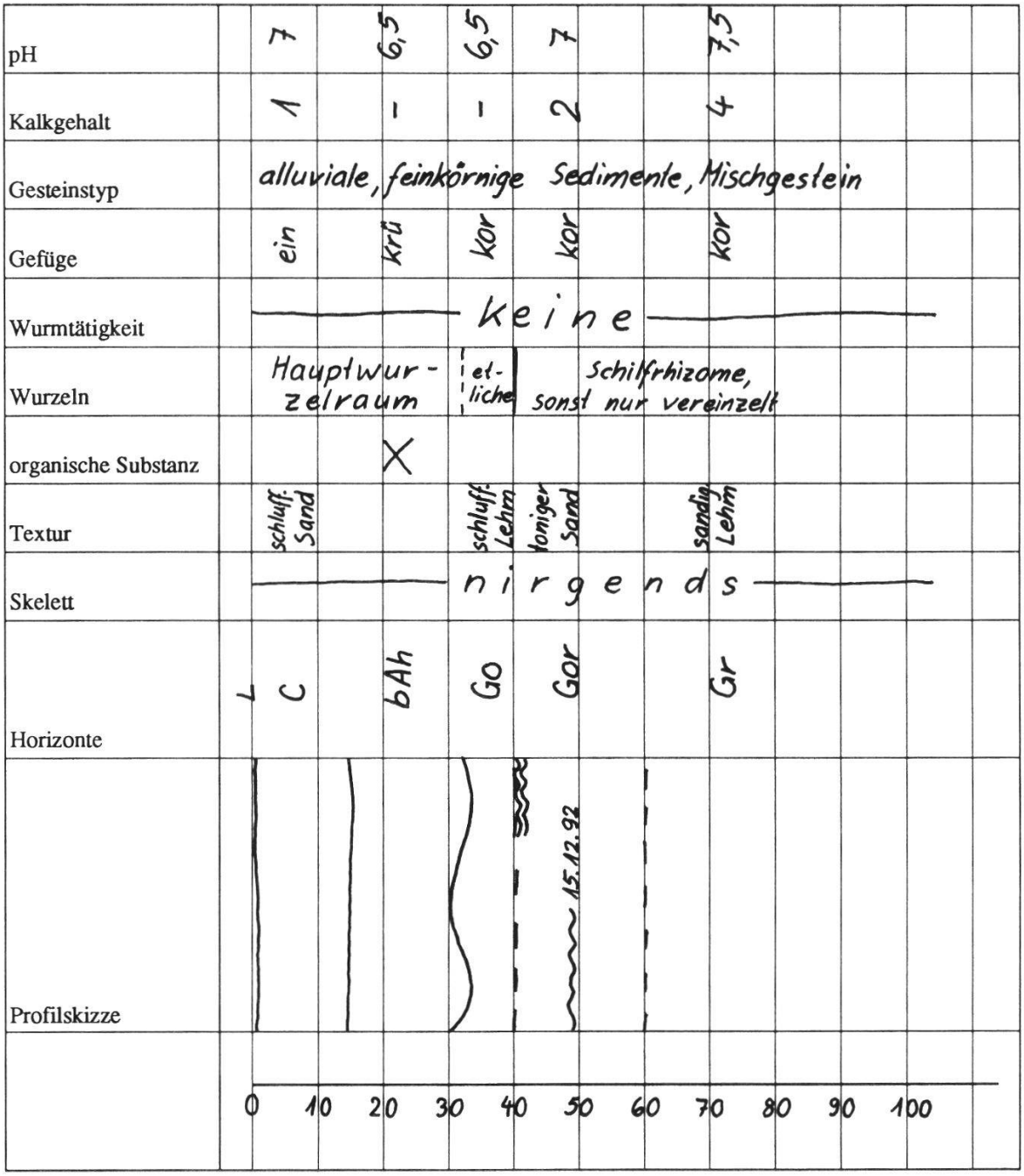


Fig. 28: Bodenprofil bei Fläche 69b, 15.12.1992. - *Soil profil near permanent plot 69b, 15.12.1992.*

Legende:				
	ein	einzelkörnig	1	schwach karbonathaltig
	krü	krümelig	2	mittel karbonathaltig
	kor	kohärent	3	stark karbonathaltig
	pol	polyedrisch	4	karbonatreich

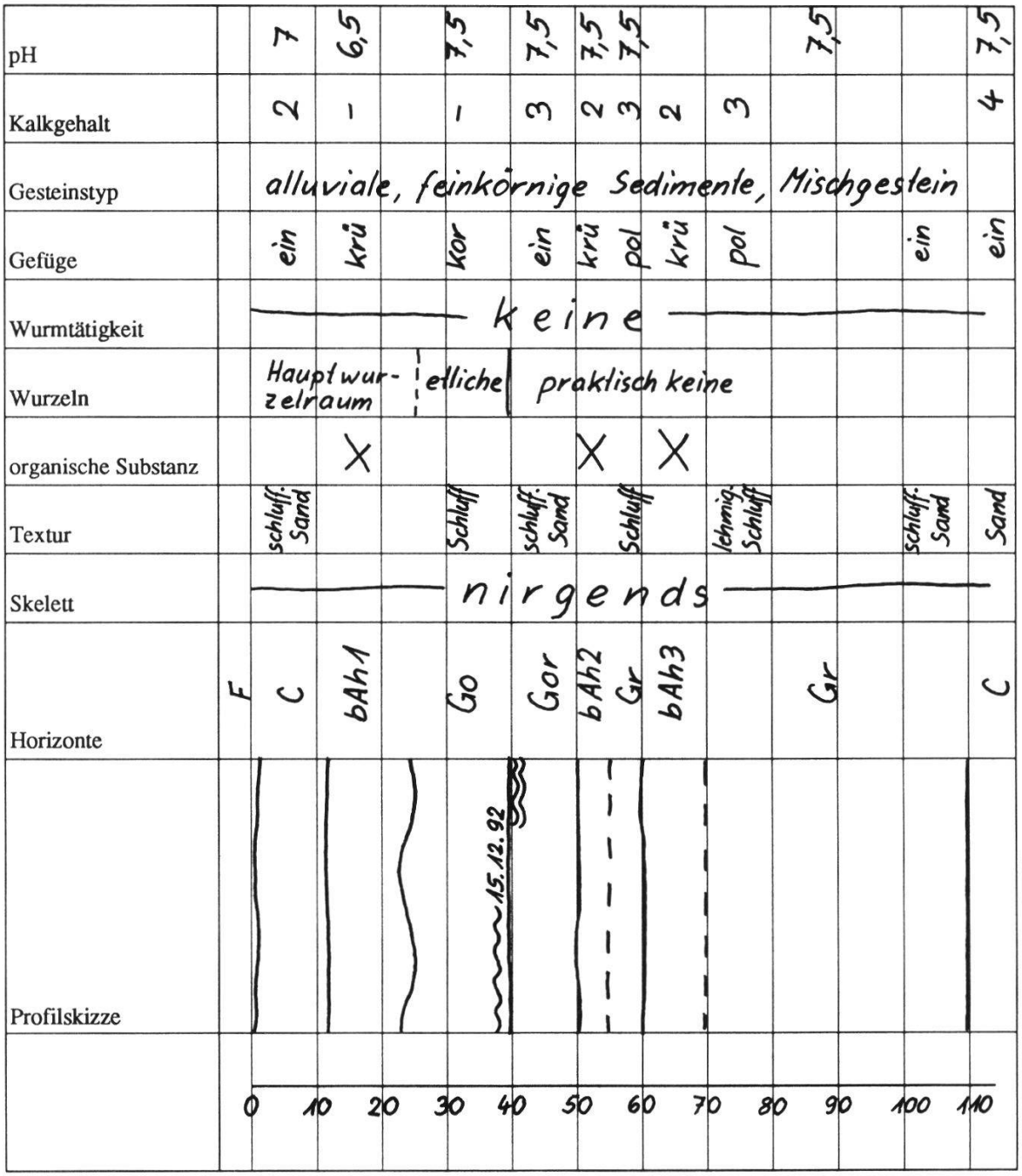


Fig. 29: Bodenprofil bei Fläche 75b, 15.12.1992. - *Soil profil near permanent plot 75b, 15.12.1992.*

Legende:	ein	einzelkörnig	1	schwach karbonathaltig
	krü	krümelig	2	mittel karbonathaltig
	kor	kohärent	3	stark karbonathaltig
	pol	polyedrisch	4	karbonatreich

Tab. 11a. Resultate der Bodenanalysen, Proben vom März 1990. - *Soil analysis results, March 1990.*

Fläche	Horizont	Wassergehalt (%)	pH	org. Kohlenstoff (%)	PO_4 (mg/100g)	K (mg/100g)
3a	C	37	7.2	1.4	1.1	8.5
	bAh	50	6.9	3.3	1.8	12.6
	Go	30	7.4	1.2	0.3	2.7
3b	C	30	7.4	0.8	0.9	10.1
	bAh	51	6.7	5.0	2.5	7.0
	Go	31	7.4	1.7	0.4	4.4
3c	C	26	7.6	0.5	0.6	7.0
	bAh	41	6.5	4.3	3.7	6.2
	Go	30	7.3	1.6	0.5	5.1
69a	C	30	7.5	3.0	0.7	9.8
	bAh	51	6.8	3.7	2.2	21.9
	Go	47	4.6	10.5	0.2	7.8
69b	C	31	7.5	0.8	0.9	10.7
	bAh	56	6.5	6.5	2.1	8.2
	Go	64	5.3	9.8	1.0	5.4
69c	C	29	7.5	1.3	0.9	8.5
	bAh	59	5.4	8.2	1.1	9.7
	Go	37	5.9	4.5	0.3	4.6
70a	C	32	7.5	0.6	0.8	11.0
	bAh	44	7.0	2.1	1.0	12.7
	Go	51	7.3	2.4	0.2	3.4
70b	C	29	7.6	0.5	0.8	7.8
	bAh	54	6.7	3.4	1.9	8.7
	Go	59	6.4	4.7	0.7	5.8
70c	C	29	7.6	0.3	0.8	7.8
	bAh	61	6.5	3.9	1.2	9.5
	Go	62	6.1	7.8	0.6	5.0
75a	C	30	7.3	2.6	0.7	9.5
	bAh	38	6.4	13.0	3.7	4.2
	Go	24	7.5	1.9	0.2	2.1
75b	C	30	7.5	0.4	0.7	10.0
	bAh	48	6.6	3.6	4.3	6.7
	Go	30	7.4	1.0	0.4	2.3
75c	C	29	7.5	1.0	0.8	6.3
	bAh	46	6.5	5.3	3.4	3.8
	Go	32	7.3	1.5	0.3	1.8

pH-Wert

Im Schlick war der pH-Wert relativ konstant. Im März 1990 lag er im Durchschnitt bei knapp 7.5, 1992 bei 7.4. Grosse Differenzen gab es keine; alle Werte zeigten eine leicht basische Reaktion (zwischen 7.2 und 7.7). Der ehemalige Oberboden wies einen etwas tieferen pH-Wert auf. Hier wurden Werte zwischen 6.4 und 7.1 gemessen. Am sauersten reagierte der Gleyhorizont in der Transekte 69. Der pH-Wert lag hier zwischen 4.2 und 5.9. Der pH-Wert von 5.4 der Dauerfläche 69c im März 1990 muss als Ausreisser gelten. Während im ehemaligen Oberboden der durchschnittliche pH-Wert von 1990 bis 1992 leicht anstieg, sank er im Gley.

Tab. 11b. Resultate der Bodenanalysen, Proben vom März 1992. - *Soil analysis results, March 1992.*

Fläche	Horizont	Wassergehalt (%)	pH	org. Kohlenstoff (%)	PO_4 (mg/100g)	K (mg/100g)
3a	C	48	7.2	1.7	1	12.7
	bAh	67	6.8	5.9	1.6	13.5
	Go	46	7.2	2.3	0.4	3.7
3b	C	41	7.4	0.9	0.7	9.7
	bAh	58	7.0	3.6	1.5	10.7
	Go	42	7.3	2.1	0.4	3.0
3c	C	29	7.7	0.8	0.3	4.4
	bAh	50	7.1	2.6	1.5	5.8
	Go	39	7.2	1.6	0.4	3.4
69a	C	36	7.3	0.3	0.4	12.1
	bAh	66	6.5	4.1	0.7	18.6
	Go	58	4.2	5.9	0.1	7.8
69b	C	33	7.4	0.5	0.4	8.3
	bAh	69	6.6	4.0	1.1	14.7
	Go	63	4.9	5.3	0.2	7.3
69c	C	31	7.4	0.0	0.4	6.3
	bAh	68	6.6	3.1	1.4	10.6
	Go	61	5.2	4.4	0.4	9.3
70a	C	38	7.3	0.4	0.8	11.1
	bAh	74	6.7	4.5	1.5	11.4
	Go	60	6.7	2.8	0.4	4.4
70b	C	31	7.5	0.1	0.7	7.6
	bAh	69	6.5	3.1	1.6	19.1
	Go	62	5.6	4.2	0.4	7.0
70c	C	30	7.5	0.2	0.7	6.9
	bAh	70	6.8	2.5	1.5	14.7
	Go	63	6.2	5.6	0.5	7.8
75a	C	38	7.2	0.4	0.8	11.0
	bAh	48	6.5	3.0	1.8	7.8
	Go	25	7.4	0.2	0.4	2.1
75b	C	32	7.4	0.3	0.7	8.1
	bAh	57	6.8	2.4	1.8	8.0
	Go	40	7.0	2.1	0.6	3.7
75c	C	29	7.5	0.2	0.6	7.0
	bAh	55	6.8	2.3	1.7	7.5
	Go	40	7.0	2.0	0.5	3.3

Organischer Kohlenstoff

Der Gehalt an organischem Kohlenstoff betrug 1990 im Schlick 0.3-1.4 %. In 69a waren es sogar 3 % und in 75a 2.6 %. Bis 1992 sank ausser in Transsekte 3 der Kohlenstoff-Gehalt des Schlicks überall ab: 1.7 % war der höchste gemessene Wert 1992. Teilweise lag die Konzentration unter der Nachweisgrenze.

Höher waren die Werte im früheren Oberboden: 1990 2.1-13 % und 1992 2.3-5.9 %. Auch in dieser Schicht nahmen sie in den meisten Fällen von 1990 bis 1992 ab.

Im untersten analysierten Horizont muss zwischen den einzelnen Transekten unterschieden werden. Die Transekten 3 und 75, bei denen dieser Horizont nicht mehr durchwurzelt ist, wiesen wesentlich geringere Gehalte an organischem Kohlenstoff auf als die anderen beiden (0.2-2.3 % im Gegensatz zu 2.4-10.5 %).

Phosphat

0.3-1.1 mg Phosphat war in 100 g Schlick zu finden. In 100 g Boden aus dem bAh-Horizont waren es 1-4.3 mg 1990 und 0.7-1.8 mg 1992. Die tiefsten Werte wurden im Go-Horizont registriert (0.1-1.0 mg). Mit einer einzigen Ausnahme, der Fläche 3c, wies stets der bAh-Horizont den höchsten Wert des Profils auf und der Go-Horizont den tiefsten.

Von 1990 bis 1992 sank der Phosphat-Gehalt im Schlick in den meisten Flächen. Im bAh-Horizont wurde an drei, im G-Horizont an fünf der zwölf Untersuchungsstellen ein Anstieg der Phosphat-Konzentration festgestellt; an den übrigen blieb die Konzentration gleich oder sank.

Tab. 12. Flächenbezug der Schlickanalysen. - *Relationship of the soil analysis to the area.*

Fläche	Schlicktiefe (cm)	Dichte (kg/m^3)	PO_4 (kg/ha)	K (kg/ha)	Datum der Probenahme
3a	5		6.9	53.3	
3b	8	1'254	9.0	101.3	
3c	20		15.0	175.6	
69a	9		6.9	97.0	
69b	13	1'100	12.9	153.0	
69c	19		18.8	177.7	März 1990
70a	9		7.9	108.9	
70b	16	1'100	14.1	137.3	
70c	19		16.7	163.0	
75a	6		5.3	71.5	
75b	10	1'254	8.8	125.4	
75c	15		15.0	118.5	
3a	5		6.3	79.6	
3b	8	1'254	7.0	61.9	
3c	20		7.5	110.4	
69a	9		4.0	119.8	
69b	13	1'100	5.7	118.7	
69c	19		8.4	131.7	März 1992
70a	9		7.9	109.9	
70b	16	1'100	12.3	133.8	
70c	19		14.6	144.2	
75a	6		6.0	82.8	
75b	10	1'254	8.8	101.6	

Kalium

Die Schlickschicht enthielt 4.4-12.7 mg Kalium pro 100 g Boden. Eine grössere Spanne fand sich im bAh-Horizont (3.8-21.9 mg), während der Gley-Horizont einen Kalium-Gehalt von 1.8-9.3 mg pro 100g aufwies. Mit Ausnahme dreier Flächen (75a, 75b und 69c) war der Kalium-Gehalt in jedem Profil wiederum im mittleren untersuchten Horizont am grössten und im untersten Horizont am geringsten.

Dichte des Schlicks und Flächenbezug der Nährstoffanalysen

Im Hostseggenried lag die Dichte des Schlicks bei 1'254 kg/m^3, im Davallseggenried bei 1'100 kg/m^3. (Gemeint ist die Lagerungsdichte, welche die Poren miteinschliesst. Die Dichte der festen Bestandteile wäre gut doppelt so hoch (SCHEFFER/SCHACHTSCHABEL 1984).

Mit Hilfe der Dichte und der entsprechenden Schlicktiefe konnte für jede Untersuchungsstelle die Nährstoffmenge errechnet werden, die pro Fläche in den Alluvionen enthalten war. Es waren 5.3-18.8 kg PO_4/ha und 53.3-177.7 kg K/ha (Tab. 12). Die Differenz der Beträge von 1990 und 1992 zeigt, in welcher Grössenordnung die Auswaschung bzw. die Zehrung durch die Pflanzen zwischen den beiden Probenahmen lag: durchschnittlich 3.2 kg PO_4/ha und 19.3 kg K/ha.

5. DISKUSSION

5.1. STANDORTSVERÄNDERUNGEN

5.1.1. Grundwasser

Ein Vergleich der **Dauerlinien** des Reussdeltas mit denjenigen von KLÖTZLI (1969) zeigt, dass etliche Vegetationseinheiten, nämlich das *Caricetum elatae*, das *Caricetum davallianae* und das *Stachyo-Molinietum*, im Reussdelta feuchter sind als die von KLÖTZLI beschriebenen. Die Dauerlinie des *Ranunculo-Caricetum hostianae* des Reussdeltas zeigt hingegen etwas trockenere Verhältnisse an. Die durchschnittlichen Amplituden der genannten Gesellschaften sind im Reussdelta durchweg kleiner. Teilweise sind diese Unterschiede mit der kürzeren Messperiode im Reussdelta erklärbar. Die Hauptursache ist aber wohl die unterschiedliche Bodenart der untersuchten Gebiete. Während die von KLÖTZLI behandelten Pflanzengesellschaften auf lehmigem Untergrund stocken (KLÖTZLI 1969, LEÓN 1968, NAEF 1980), finden sich im Reussdelta eher sandige Böden. Regionale klimatische Unterschiede und periodische Klimaschwankungen werden zusätzlich mit im Spiel sein. Eine weiterere Ursache für die eher geringen Amplituden könnte die Regulierung des Seespiegels sein.
Die ANL, Arbeitsgemeinschaft Naturschutz und Landschaftspflege (1983), hatte bei ihren Untersuchungen im Zusammenhang mit dem Landschaftsentwicklungsplan eine Ausbreitung der Grosseggenriede festgestellt. Diese Entwicklung bestätigten SINDELAR (1987) und WILHELM (1987). Die Ursache dafür ist, neben einer allgemeinen Eutrophierung des Gebietes (KLÖTZLI, mündl.), ein genereller Grundwasseranstieg in den letzten Jahren. Dieser ist vermutlich in einer Deltaabsenkung begründet (KELLETAT 1984, WILHELM 1987). Durch die Überschlickung ist der relative Grundwasserspiegel wieder etwas abgesunken, wodurch die Ausbreitung der Grosseggenriede zumindest auf der Seedorfer Seite einstweilen gestoppt sein sollte. Die Vegetationskartierung von STAUBLI (1988) und eigene Beobachtungen bestätigen diese Vermutung.
Die Dauerlinien der Schlickflächen zeigen neben einem tieferen Grundwasserstand auch eine grössere Amplitude. Dies ist vermutlich darauf zurückzuführen, dass das hochwüchsige Schilf in Trockenperioden mehr transpiriert als die vergleichsweise niedrigen Pflanzen weniger gestörter Standorte.

Ein Vergleich der **Grundwasseranalysen** von 1989 und 1990 mit denjenigen von 1987 (SINDELAR 1987, WILHELM 1987) zeigt einen durchschnittlichen Anstieg der Calcium-, Kalium- und Mangan-Konzentrationen und der Leitfähigkeit. Besonders gross ist dieser Anstieg beim Calcium: Um bis das Vierfache stieg die Konzentration nach dem Unwetter an. Alle übrigen Werte (Ortho- und Gesamt-Phosphat-, Nitrat-, Ammonium-, Magnesium- und Natriumkonzentration sowie pH-Wert) blieben nach der Überschlickung etwa im selben Bereich wie vorher.
Mindestens teilweise sind die festgestellten Veränderungen des Grundwasserchemismus wohl auf die Überschlickung zurückzuführen. Der Calcium- und Kalium-Anstieg rührt mit grosser Wahrscheinlichkeit von den Alluvionen her. Bei Bodenuntersuchungen unmittelbar nach der Überschwemmung hatte sich zwar herausgestellt, dass der Schlick lediglich 3 - 5 % Kalk enthielt (ein grosser Teil des Einzugsgebietes der Reuss besteht aus kalkarmen kristallinen Gesteinen). Das abgelagerte Material ist jedoch sehr feinkörnig und die Verwitterung somit relativ stark.
Das Grundwasser ist aber, abgesehen vom Schlick, von zahlreichen weiteren Faktoren beeinflusst: Düngung im angrenzenden Landwirtschaftsgebiet, Zeitpunkt der Probenahme, Witterungsverhältnisse, Zehrung durch die Pflanzen usw.
Die extrem hohen Eisenkonzentrationen, die im Sommer 1989 und 1990 gefunden wurden, können nicht mit der Überschlickung in Zusammenhang gebracht werden. Sie sind vermutlich durch eine der Probenahme vorangegangene längere anaerobe Phase bedingt, bei der Eisen reduziert wurde und in Löung ging (STICHER, mündl.).
In dem veränderten Grundwasserchemismus sind bisherige und weitere Veränderungen der Flora kaum begründet. Bereits SJÖRS (1950) hält den pH-Wert und die Eletrolytkonzentration des Bodenwassers nicht für die ausschlaggebenden Faktoren. Nach HÖLZER (1977) ist neben dem Grundwasserverlauf hauptsächlich Magnesium, nach WARNKE-GRÜTTNER (1991) Magnesium, Calcium und der pH-Wert entscheidend für die Ausbildung verschiedener Flachmoorgesellschaften im oligotrophen Bereich. Auch WILHELM (1987) stellte fest, dass Magnesium am ehesten die Fähigkeit besitzt, Einheiten zu trennen. Die eutrophen Hochstaudenriede liessen sich bei seinen Untersuchungen zusätzlich durch hohe Phosphatwerte von den übrigen Gesellschaften abtrennen. Magnesium- und Phosphat-Gehalt sowie pH-Wert haben sich im Reussdelta aber nicht entscheidend geändert.

5.1.2. Boden

Ein entscheidender Faktor für die Pflanzen ist sicher das geringe **Wasseraufnahmevermögen** des Schlicks. Bei der zweiten Probenahme im März 1992 konnte aufgrund der feuchtkalten Witterung angenommen werden, dass auch die oberen Bodenschichten annähernd wassergesättigt waren. Der Schlick enthielt zu diesem Zeitpunkt 10-40 % weniger Wasser als der angestammte Oberboden. Starke Auswirkungen dürfte dies im Sommer während längeren Trockenperioden haben, wenn der sandige Schlick oberflächlich austrocknet. Besonders die wenig tief wurzelnden Keimlinge sind dann einem grossen Wasserstress ausgesetzt. (Nach GROOTJANS 1985 kann bei trockenen Verhältnissen in Molinieten Wasser limitierend wirken.)
Die vergleichsweise hohen **pH-Werte** der Schlickschicht sowie die bereits erwähnten Kalkbestimmungen zeigten, dass die Überschwemmung einen gewissen Carbonateintrag bewirkt hatte. Eine üblicherweise eintretende Carbonatverlagerung oder -auswaschung konnte mit den Resultaten nicht bewiesen werden. Die Änderungen der pH-Werte von 1990 bis 1992 waren zu gering und lagen im Bereich der natürlichen Schwankungen.
Die teilweise erstaunlich tiefen pH-Werte der Gleyhorizonte im März 1992 entsprachen mit grosser Wahrscheinlichkeit nicht den natürlichen Verhältnissen im Boden, sondern waren durch den Zeitpunkt der Probenahme bedingt. Im März 1992 stand das Grundwasser seit einiger Zeit hoch an, was zu anaeroben Verhältnissen im Gleyhorizont und damit zur Eisenreduktion und Eisensulfidbildung führte. Durch den Luftzutritt nach der Probenahme wurde Eisen wieder oxidiert. Das frei werdende Sulfidion bildete Schwefelsäure (STICHER, mündl.).
Der registrierte Carbonateintrag hat bisher keinen grossen Einfluss auf die Vegetation gezeigt. Lediglich einige bereits vor der Überschwemmung seltene Säurezeiger wie *Sieglingia decumbens* sind noch etwas seltener geworden. Dass der Carbonateintrag längerfristig weitere Folgen haben könnte, ist eher zu bezweifeln. Die Differenz zwischen Schlick und angestammtem Oberboden betrug zwar im März 1992 immerhin 0.5 bis 1 pH-Einheit (Werte zwischen 6.5 und 7.5). Dieser Unterschied wird sich jedoch weiter verkleinern, so dass in einigen Jahren im jetzigen Oberboden nicht mehr viel basischere Bodenverhältnisse bestehen werden als vor der Überschwemmung.
Die Analyse des **organischen Kohlenstoffs** konnte die erwartete Humusbildung im Schlick nicht zeigen; der Zeitraum von zwei Jahren zwischen den beiden Probenahmen war auch etwas kurz dafür. In der Mehrheit der Fälle

nahm der Gehalt an organischem Kohlenstoff im Schlick sogar leicht ab. Dieses Ergebnis darf aber nicht überinterpretiert weden, da die Schwankungen bei dieser Analyse recht gross sind. Es ist zum Beispiel ziemlich entscheidend, ob eine Probe noch einige Feinwurzeln enthält oder nicht.
Die grossen Unterschiede zwischen den Werten der bAh-Horizonte sind wahrscheinlich ebenso methodisch bedingt.
Die Abnahme der **Phosphat**-Gehalte lässt sich hauptsächlich auf die Zehrung durch die Pflanzen zurückführen, da die Phosphatauswaschung in der Regel sehr gering ist (SCHEFFER und BLANKENBURG 1983, SCHEFFER und SCHACHTSCHABEL 1984, STICHER mündl.) und im Reussdelta zudem Phosphor der limiterende Faktor sein dürfte (BOLLER-ELMER 1977, EGLOFF 1983).
Da auch **Kalium** im allgemeinen nur langsam ausgewaschen wird, sind Abnahmen der Kalium-Gehalte wahrscheinlich vor allem durch Unregelmässigkeiten bei der Probenahme und der Analyse bedingt. Zunahmen könnten ihre Ursache zusätzlich in der beginnenden Verwitterung haben.
Von einer Düngung des Gebietes durch die Überschlickung kann nicht gesprochen werden. Sowohl die eigenen als auch die unmittelbar nach der Überschwemmung durchgeführten Laboruntersuchungen belegen dies. Die frischen Alluvionen enthielten 5-30 mal weniger Gesamt-Stickstoff und nur 10-20 % mehr Phosphat als der angestammte Oberboden. 1990 und 1992 waren die höchsten Phosphat-Werte nicht mehr im Schlick, sondern durchwegs im bAh-Horizont zu finden. Auf veränderte Nährstoffbedingungen sind die Vegetationsveränderungen demnach nicht zurückzuführen. Entscheidend scheint vielmehr der niedrigere Humusgehalt der obersten Bodenschicht zu sein, der ein geringes Wasserhaltevermögen und damit ein schnelles Austrocknen zur Folge hat.

5.2. VEGETATIONSVERÄNDERUNGEN

5.2.1. Einzelne Arten

Aus den Beobachtungen an den einzelnen Pflanzenarten kann ein Schema mit den unterschiedlichen Reaktionen auf die Überschlickung erstellt werden. In Figur 30 ist dieses graphisch dargestellt.

Typ *Phragmites communis*: Seit Überschlickung anhaltende Ausbreitung, bleibende Bestandeserhöhung.

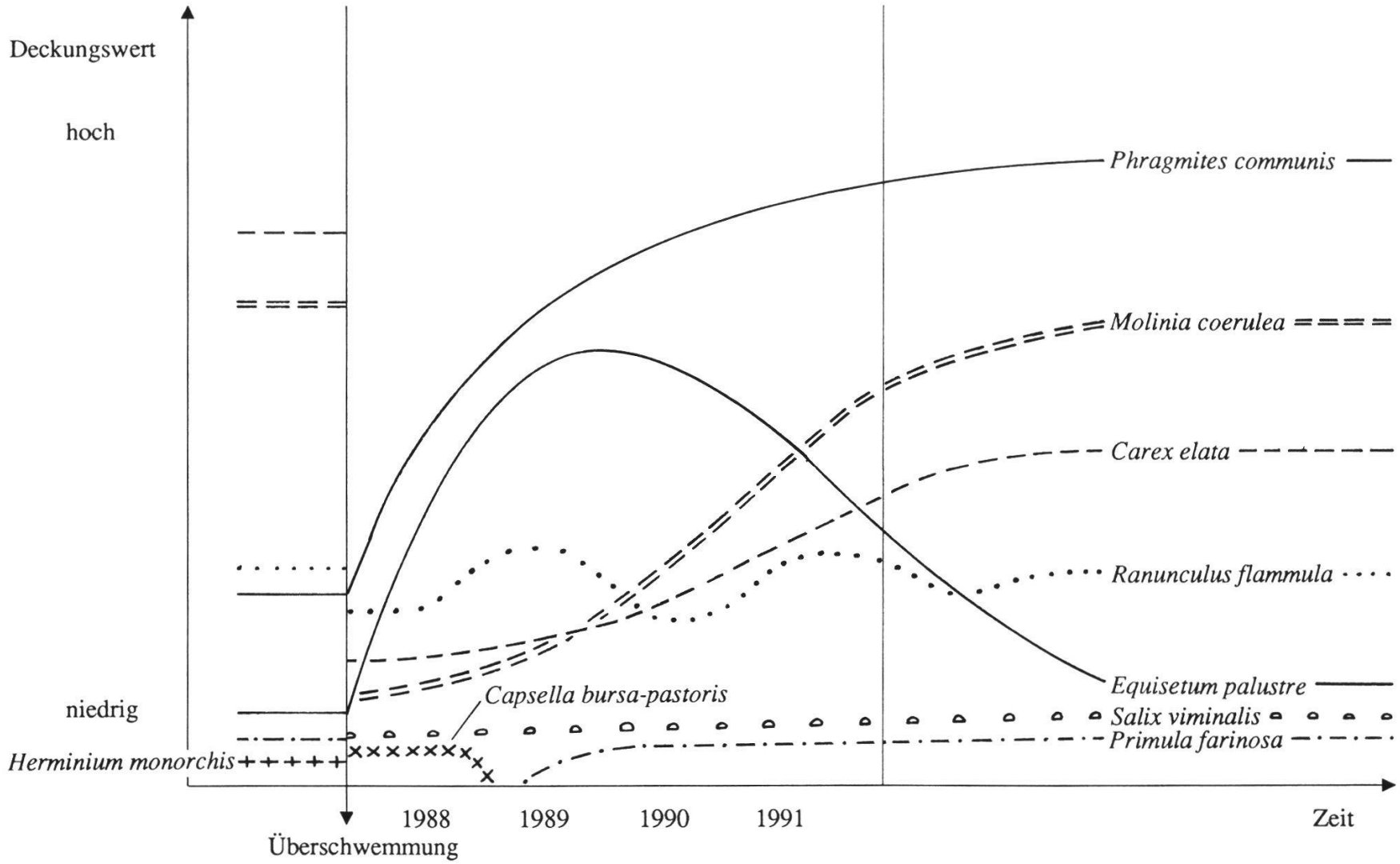


Fig. 30. Entwicklung verschiedener Pflanzenarten in Schlickflächen. - *Development of several plants in plots with thick silt layers.*

Die Pflanzenart muss den Schlick durchstossen können, ohne viel Kraft zu verlieren, das heisst sie braucht unterirdische Speicherorgane (Rhizome). Zusätzlich ist eine effiziente vegetative Vermehrung nötig, welche bereits früh im Jahr beginnt. Dies hat zur Folge, dass ihr keine andere Art das Licht wegnehmen kann, sie selber aber die übrigen Pflanzen beschattet. Eine Entwicklung aus Samen ist zwar möglich, aber von untergeordneter Bedeutung. Der Hauptwurzelraum liegt im etwas nährstoffreicheren, in bezug auf den Wasserhaushalt ausgeglicheneren angestammten Oberboden.
Keine weiteren Arten mit gleichem Verhalten.

Typ *Equisetum palustre*: Anfänglich fast explosionsartige Ausbreitung, aber nach einigen Jahren wieder Rückgang. Bestandeserhöhung nur vorübergehend.
Die Pflanzen haben ähnliche Eigenschaften wie *Phragmites* (grosses Durchstossungsvermögen, unterirdische Speicherorgane, effiziente vegetative Vermehrung, frühere Entwicklung im Vergleich zu anderen Arten), sind aber zu konkurrenzschwach, um auf längere Zeit eine so starke Ausbreitung halten zu können. Sie werden mit der Zeit überwachsen und bekommen dann zu wenig Licht.
Weitere Beispiele: *Juncus articulatus* (in mittleren Schlickschichten).

Typ *Molinia coerulea*: Anfänglich stark beeinträchtigt, dann aber vermehrte Ausbreitung bis zu einem höheren Stand.
Da die Pflanzen nur kleine Speicherorgane oder Rosetten besitzen, können sie dickere Alluvionen nicht durchstossen. Die vorhandenen Reserven sind aufgebraucht, bevor die ersten Pflanzenteile ans Licht gelangen und die Photosynthese einsetzen könnte. Für *Molinia* bilden etwa 10-12 cm Schlick die Grenze.
Die Wiederansiedlung mittels Samen dauert länger. Dafür ist sie erfolgreich und von Dauer, weil der Standort (feucht, im Sommer austrocknend) geeignet ist.
Weitere Beispiele: *Succisa pratensis, Lythrum salicaria.*

Typ *Carex elata*: Relativ starke Beeinträchtigung, nur sehr langsamer Wiederanstieg, grosse Zeitdauer bis Ausgangsniveau wieder erreicht wird oder sogar bleibend tieferer Bestand.
Auch hier ist kein Durchstossen dickerer Schichten möglich, weil zu wenig Reserven vorhanden oder die Pflanzen zu niedrig sind. "Dickere Schichten"

bedeutet für *Carex elata* 13-15 cm abgelagertes Material.
Die Wiederausbreitung durch Samen geht nur zögernd voran; das Substrat ist ungünstig für eine erfolgreiche Keimung und Etablierung. Zusätzlich ist das vegetative Wachstum gering. Da die Pflanzen als Klimaxarten oder Arten von Dauergesellschaften anzusehen sind, erstaunt es nicht weiter, dass sie sich auf einem Rohboden schlecht durchsetzen können.
Weitere Beispiele: *Carex davalliana, Orchis incarnata, Orchis latifolia.*

Typ *Ranunculus flammula*: Keine klare Reaktion erkennbar. Verbreitung mehr von anderen Standortsfaktoren, Konkurrenz oder Zufall abhängig.
Die Pflanzen sind nicht allzu konkurrenzkräftig, aber ziemlich anspruchslos in bezug auf das Substrat. Wenn genügend Platz und Licht vorhanden ist, können sie sich rasch durch vegetative Vermehrung oder aus Samen ausbreiten.
Weiteres Beispiel: *Vicia cracca.*

Typ *Primula farinosa*: Empfindlich auf Störungen. Nach Überschwemmung vorübergehend verschwunden. Erst später Wiederansiedlung.
Bereits vor dem Unwetter waren die Pflanzen eher selten. Durch die Überschüttung starben sämtliche Individuen ab. Offenbar waren zum Zeitpunkt der Überschwemmung aber reife Samen verhanden, die mit dem Durcheinanderwirbeln der Wasser- und Schlammassen teilweise an die Schlickoberfläche gelangten und später, nach einer ein- oder mehrjährigen Samenruhe, auflaufen konnten.
Weitere Beispiele: *Schoenus ferrugineus* und auf Schürfflächen: *Rhynchospora alba, Carex pulicaris, Trichophorum alpinum, Liparis loeselii.*

Typ *Herminium monorchis*: Seit Überschwemmung verschollen. Wiederansiedlung eher unwahrscheinlich.
Auch diese Arten waren vor dem Unwetter selten. Offenbar fanden sie im Reussdelta keine günstigen Bedingungen mehr vor. Sämtliche überdeckten Individuen starben ab. Im Samenpool des Bodens sind entweder keine reifen Samen vorhanden oder die Keimungsbedingungen sind zu schlecht. Letzteres dürfte das Hauptproblem sein, da Samen von Orchideen sehr weit verfrachtet werden können.
Weitere Beispiele: *Platanthera bifolia, Tofieldia calyculata, Orchis morio.*

Typ *Capsella bursa-pastoris*: Pflanze durch Überschwemmung neu einge-

bracht, kann sich aber nicht halten, sondern verschwindet bald wieder.
Mit dem Wind und vor allem mit dem Wasser gelangten Samen von Ruderal- und Pionierpflanzen ins Gebiet. Die offenen Sandflächen gaben einen guten oder zumindest brauchbaren Standort ab. Für eine dauerhafte Ansiedlung sind die Pflanzen aber zu konkurrenzschwach. Die ein- bis zweijährigen Arten sind auf einen lückigen Bestand angewiesen und werden, sobald die Vegetation dichter wird, von den standortstypischen Flachmoorarten verdrängt.
Barbarea vulgaris kann sich zwar nach Erfahrungen von KLÖTZLI (mündl.) in Feuchtgebieten halten, wenn sie den Standort einmal erobert hat. Im Reussdelta schaffte sie das aber nicht.
Weitere Beispiele: *Barbarea vulgaris, Poa annua.*

Typ *Salix viminalis*: Pflanze durch Überschwemmung neu eingebracht, kann sich voraussichtlich halten.
Da die Pflanzen bereits über mehrere Vegetationsperioden beobachtet werden konnten und auch in der letzten Feldsaison 1991 zu finden waren, kann man annehmen, dass die Standortsverhältnisse günstig sind und sich die Pflanzen im Konkurrenzkampf mit anderen behaupten können. Ihre Abwesenheit vor der Überschwemmung scheint rein zufällig.
Weitere Beispiele: *Salix daphnoides, Carex leporina, Epilobium adnatum.*

Kleinflächig betrachtet können erhebliche Abweichungen vom entworfenen Schema auftreten.
Eine grosse Zahl der Pflanzenarten lässt sich keinem der acht aufgezählten Typen wirklich zuordnen, sondern steht irgendwo dazwischen. Kaum zwei Arten reagieren genau gleich, fast jede hat ihre speziellen Eigenschaften. So könnte beispielsweise *Heleocharis palustris* als eine Mischung zwischen den Typen *Equisetum palustre* und *Molinia coerulea* angesehen werden. Nach einem starken Rückgang im ersten Jahr kam es im Jahr darauf zu einer unerwartet starken Ausbreitung, besonders in mittleren Schlickschichten. Die Gründe dafür sind mit grosser Wahrscheinlichkeit dieselben wie bei *Juncus articulatus.* Nur brauchte *Heleocharis* ein Jahr Zeit, um sich vom Überschwemmungsschock zu erholen. Ganz ähnlich wie *Heleocharis* verhielt sich auch *Eriophorum angustifolium.*
Mentha aquatica kann als weiteres Beispiel das Typs *Phragmites communis* in abgeschwächter Form gelten. Anfänglich leicht zurückgegangen, erholte sich der Bestand sehr rasch und ist seither in stetiger langsamer Ausbreitung begriffen. Ein späterer Rückgang ist zwar nicht ganz ausgeschlossen, aber

doch eher unwahrscheinlich. Die Pflanze kann sich sogar in den Schlickflächen entlang der N2, die teilweise nicht gemäht wurden, halten. Sie ist dort neben *Phragmites* die einzige Art, die mit grosser Deckung vorkommt.

5.2.2. Pflanzengesellschaften

Die Reaktion einer Pflanzengesellschaft ist als Summe der Reaktionen ihrer Einzelarten zu verstehen. Aufgrund der unterschiedlichen Empfindlichkeiten der verschiedenen Arten sind auch die Assoziationen nicht alle gleich empfindlich (Tab. 4). Die durch die Überschwemmung verursachten floristischen Veränderungen variieren aber auch innerhalb einer Gesellschaft. Fläche 1 beispielsweise erhielt nur 2 cm Schlick. Trotzdem entwickelte sich das *Ranunculo-Caricetum hostianae* Richtung *Stachyo-Molinietum,* während bei den anderen Flächen derselben Einheit erst bei mehr als 10 cm Aufschüttung grössere Veränderungen auftraten. Eine mögliche Erklärung für diesen Unterschied liegt in den Grundwasserdauerlinien. Fläche 1 ist trockener als die übrigen Flächen.
Im Gegensatz zu Fläche 1 entwickelte sich die mit 6 cm überschlickte Fläche 6 zu einer feuchteren Gesellschaft, nämlich zu einem *Ranunculo-Caricetum hostianae* im Übergang zu einem *Caricetum elatae.* So verschwand hier zum Beispiel *Carex davalliana* vollständig, während sie in der gleich stark überschlickten Fläche 10 nach zwei Jahren wieder recht häufig vorkam. An der Messstelle 6 wurden die tiefsten Grundwasserstände innerhalb des *Ranunculo-Caricetum hostianae* gemessen. Dieselben Beobachtungen ergaben sich auch bei Fläche 37.
In der feuchtesten Dauerfläche des *Caricetum elatae* (Fläche 7) hingegen führten 8 cm Schlick zu keiner Veränderung.
Offenbar ist es ausschlaggebend, ob eine Fläche nach der Überschwemmung in dem für die entsprechende Gesellschaft tolerierten Grundwasserbereich liegt. Falls dies nicht der Fall ist, kommt es in der Folge zu einer Entwicklung in eine andere Gesellschaft. Nach KLÖTZLI (1989) liegt der Grundwasser-Toleranzbereich in Lehmböden bei ungefähr ± 30 cm. Sandige Böden haben engere Toleranzgrenzen (KLÖTZLI 1989).
Die Frage ist nur, weshalb in den Flächen 6 und 37 (*Ranunculo- Caricetum hostianae*) nicht schon vor der Überschwemmung feuchtere Flachmoorgesellschaften vorzufinden waren, wo sie doch allem Anschein nach bereits zu diesem Zeitpunkt zu nass waren und die Aufschlickung deshalb einer Veränderung eher hätte entgegenwirken sollen.

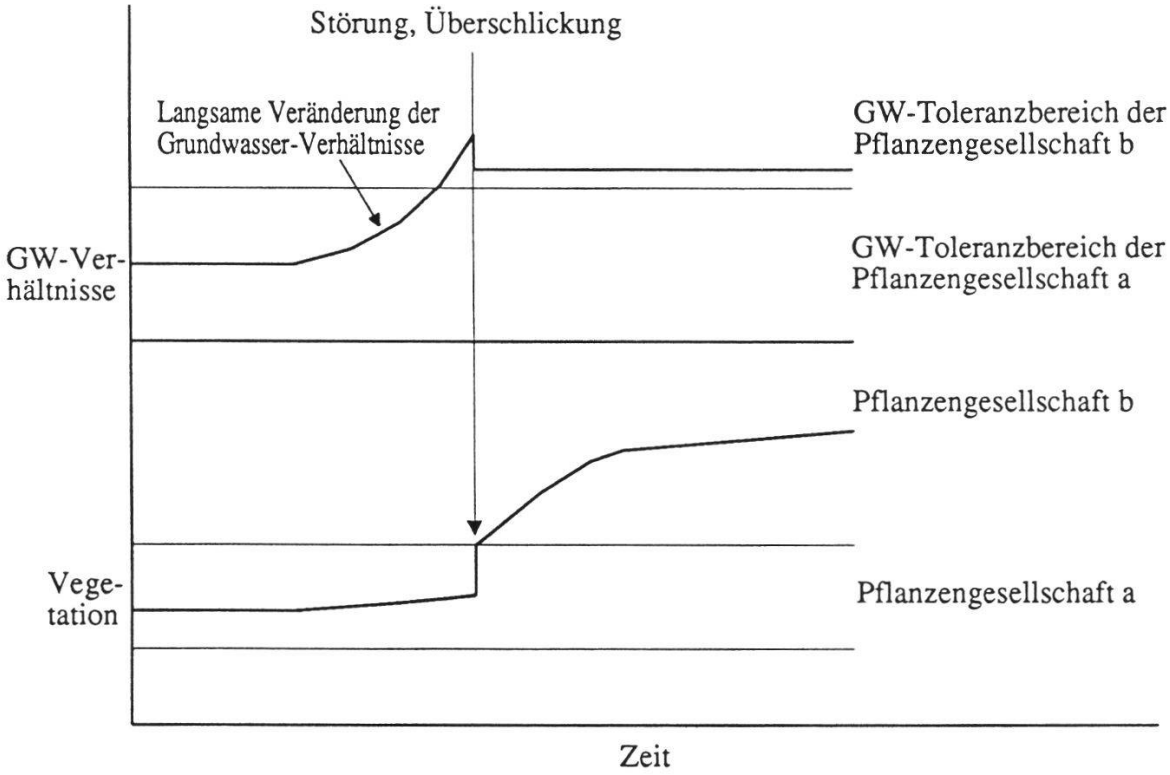


Fig. 31. Modell eines instabilen Systems: Auswirkung der Überschlickung in Flächen, welche sich vor der Störung (Unwetter) nicht im ökologischen Gleichgewicht befanden.
Model of an instable system: Effect of the flood in plots which were not in ecological imbalance even before the disturbance.

Die Erklärung dafür ist wohl, dass die Vegetation den Umweltbedingungen "hinterherhinken" kann. KOWARIK und SEIDLING (1989) geben ein schönes Beispiel dafür: Bei der Grundwasserabsenkung in einem Ulmen-Auenwald sterben die Erlen zwar ab, typische Nässezeiger wie *Iris, Typhoides* oder verschiedene *Carex*-Arten können sich aber, wenn auch mit verminderter Vitalität, im Bestand halten. KLÖTZLI (mündl.) machte in der Lüneburger Heide ähnliche Beobachtungen.
Mit einem "Hinterherhinken" der Vegetation können auch die im Reussdelta vorgefundenen grossen Differenzen zwischen einzelnen Dauerflächen der selben Pflanzengesellschaft erklärt werden.
Wir haben es bei den genannten Flächen demnach mit einem instabilen System zu tun, bei welchem jede Störung, im Falle des Reussdeltas die Überschwemmung, eine mehr oder weniger irreversible Auslenkung hervorrufen kann (Fig. 31).

Mit dem Grundwasserregime allein sind jedoch nicht alle Ungereimtheiten der beobachteten floristischen Veränderungen zu erklären. Schwierig zu erklären sind inbesondere die Unterschiede zwischen den Transekten 69 und 70. (In Transekte 69 ist bei 19 cm Schlick das *Caricetum davallianae* zwar stark gestört, aber noch erkennbar; in Transekte 70 muss schon bei 16 cm Schlick von einer Pioniergesellschaft gesprochen werden.)
Für diesen Umstand gibt es zwei mögliche Erklärungen:
1. Die Flächen 70b und c wurden im Gegensatz zur Transekte 69 im Herbst 1989 und 1990 nicht geschnitten. Im Frühjahr 1991 wurde dies zwar von Hand noch nachgeholt, was jedoch nur noch einen Einfluss auf die Lichtverhältnisse und nicht auf den herbstlichen Rückzug der Nährstoffe (KUHN et. al. 1982, PFADENHAUER und TWENHÖVEN 1986) haben konnte. Das Brachliegen kann aber nicht der einzige Grund sein, da bereits von der Vegetationsperiode 1988 an Unterschiede bestanden.
2. Die beiden Transekten wurden 1987 nach dem erstellten Kartierungsschlüssel zwar derselben Vegetationseinheit zugeteilt, es bestanden aber doch einige Unterschiede, welche Auswirkungen auf die Entwicklung gehabt haben könnten. In der Transekte 70 war unter anderem weniger *Carex elata* zu finden, dafür häufiger *Menyanthes trifoliata* und *Carex paradoxa*. Offenbar reagierten letztere beiden empfindlicher als *Carex elata*. Da *Menyanthes trifoliata* als typische Art von Zwischenmooren gilt (KLÖTZLI 1969, BROGGI 1990) und *Carex paradoxa* eher torfigere Böden besiedelt als *Carex elata* (MARTI, in Bearbeitung), ist es einleuchtend, dass sich die beiden Arten auf alluvialen Rohböden noch weniger wohlfühlen als *Carex elata*.

5.2.3. Vergleich mit Sekundärsukzessionen anderer Feuchtgebiete

Literatur über Sekundärsukzessionen überschlickter Streuwiesen existiert bislang keine. Die Entwicklung der Schlickflächen kann aber bis zu einem gewissen Grade mit denjenigen in Auen und feuchten Pionierstandorten verglichen werden. Parallelen können auch zu Auswirkungen von Eutrophierungen und Verpflanzungen gezogen werden. Für die Entwicklung der Schürfflächen sind Arbeiten über Torfabbaugebiete und Renaturierungsversuche in abgeschürftem Intensivkulturland von Interesse.
FISCHER (1992) untersuchte einen sekundären **Auenstandort** bei Brugg und fand auf kiesigem Rohboden eine "reiche Garnitur an Arten verschiedenster pflanzensoziologischer Herkunft". Zahlreiche Arten dieser Pioniergemeinschaft kamen oder kommen auch in den Schlickflächen des Reussdeltas vor,

so etwa *Veronica beccabunga, Juncus bufonius, Trifolium repens, Ranunculus repens* oder *Plantago major.* Viele weitere im Reussdelta vorgefundene Schlickbesiedler sind Besiedler von frischen oder wenig entwickelten Alluvionen in Auengebieten: *Taraxacum officinale, Tussilago farfara, Carex flava* (GESSNER und SIEGRIST 1925), *Poa annua, Juncus inflexus, Barbarea vulgaris* (MOOR 1958), um nur die wichtigsten zu nennen.
Auch in **feuchten Pionierflächen** sind teilweise dieselben Arten anzutreffen wie auf den Alluvionen des Reussdeltas. MÜLLER und CORDES (1985) fanden auf freigelegten Feuchtsandflächen, welche 25 Jahre zuvor Standorte von Zwergbinsengesellschaften waren, unter anderem *Juncus bufonius, Sagina procumbens, Juncus effusus, Juncus articulatus* und *Epilobium parviflorum.*
Obwohl die Überschlickung nicht als Düngung zu werten ist, gibt es etliche von der Überschlickung begünstigte Pflanzen, welche als Warnarten bei **vordringenden Nährstofffronten** gelten, so zum Beispiel *Agrostis gigantea, Mentha aquatica* und *Phragmites communis* (EGLOFF 1986).
Zu den Vorgängen im Reussdelta analoge Entwicklungen konnten teilweise nach **Verpflanzungsaktionen** festgestellt werden (KLÖTZLI 1987 und 1980). Infolge der Verpflanzungen konstatierte KLÖTZLI in der fünf bis acht Jahre dauernden Labilphase unter anderem eine Ausbreitung von *Juncus effusus* und *Juncus articulatus* und ein teilweises Verschwinden von niedrigwüchsigen Arten und Rosettenpflanzen.

Ähnliche floristische Entwicklungen wie auf den abgeschürften A Pro-Flächen laufen teilweise in abgetorften Mooren und in künstlich geschaffenen Pionierflächen ab. Auf **freigelegtem Niedermoortorf** des Kubinger Filzes fand PFADENHAUER (1985) vor allem *Equisetum* sp., *Phragmites communis* und *Alnus* sp. POSCHLOD (1988) beschrieb die verschiedenen Entwicklungsstadien ehemaliger Torfabbaugebiete als artenarm - wie dies auch die Schürfflächen in ihrer Anfangsphase waren - und meist von einer einzigen Art dominiert. Dominierende Arten sind gemäss seinen Untersuchungen verschiedene *Drosera*-Arten, welche sowohl eine grosse Samenproduktion als auch eine hohe Keimungsrate besitzen, *Carex rostrata* und etwas seltener *Phragmites communis* und *Juncus articulatus.* Auch in den abgeschürften Flächen des Reussdeltas gehörten *Equisetum palustre, Phragmites communis* und *Juncus articulatus* zu den erfolgreicheren Arten. *Drosera rotundifolia* wurde zwar nie dominierend, konnte sich aber stellenweise fast rasig ausbreiten. KAPLAN und LENSKI (1989) beschrieben die Besiedlung nährstoffarmer **feuchter Pionierflächen**, auf denen neben zahlreichen weiteren Pflanzen *Juncus articula-*

tus, Juncus filiformis, Carex flava, Ranunculus flammula und *Molinia coerulea* aufkommen konnten. FISCHER (1990) fand auf einer neugeschaffenen Pionierfläche im aargauischen Reusstal nebst anderem *Schoenoplectus (=Isolepis) setaceus*, die im Kanton Aargau sehr selten geworden ist, *Cyperus fuscus* und diverse *Juncus*-Arten. *Schoenoplectus setaceus* und *Cyperus flavescens* gehörten auch in den A Pro-Flächen zu den speziellen, wenn auch seltenen Funden.
Eine ähnliche Entwicklung wie in den abgeschürften A Pro-Flächen ging in Flächen des Klotener Riedes vor sich (KLÖTZLI, mündl.). Auf einer durch Verpflanzaktionen offen gelegten Streufläche wuchsen anfangs vor allem diverse *Juncus*- und *Epilobium*-Arten, *Equisetum arvense, Agrostis stolonifera, Phragmites communis* mit Legehalmen - im ersten Sommer nach der Überschwemmung bildete Schilf im Reussdelta ebenfalls Legehalme -, *Cirsium arvense* und *Barbarea vulgaris.* Acht Jahre nach der Abschürfung war an Stelle der offenen Fläche wieder ein *Molinietum* mit einigen Ruderalarten zu finden.

Trotz diesen zahlreichen Parallelen zu Sekundärsukzessionen in anderen Feuchtgebieten, bestehen doch einige **wesentliche Unterschiede** zur Entwicklung im Reussdelta. So waren, verglichen mit Schlickflächen in Auen des Schweizer Mittellandes (MOOR 1958, SIEGRIST 1913), im Reussdelta erstaunlich wenig *Polygonum*- und *Rumex*-Arten sowie Kruziferen zu finden. Ebenso erstaunte die geringe Anzahl Arten und Häufigkeit von Ruderal- und windverbreiteten Pionierarten. Der Grund dafür ist in fehlenden Samenquellen zu sehen. Im intensiv bewirtschafteten Reusstal fehlen Pionier- und Ruderalpflanzen auf weiten Strecken. Zudem liegt ein grosser Teil des Einzugsgebietes der Reuss in der subalpinen und der alpinen Stufe, welche nicht zum natürlichen Verbreitungsgebiet etlicher potentieller Schlickbesiedler gehören (WELTEN und SUTTER 1982). Aus diesen höheren Lagen des Einzugsgebietes wurden erstaunlicherweise nur sehr wenige Pflanzen angeschwemmt Der einzelne *Juncus filformis*, der sich nur während einer Vegetationsperiode halten konnte, und die in den älteren Schlickflächen relativ häufige *Alchemilla coriacea* waren die einzigen vorgefundenen Gebirgspflanzen.
Im weiteren hätte eine grössere *Salix*-Ansiedlung erwartet werden können. *Alnus incana* ist heute im Reussdelta wesentlich häufiger als alle Weidenarten zusammen. Da Weidensamen bereits früh im Jahr reif sind, war der Zeitpunkt der Überschwemmung (Ende August) eher ungünstig für *Salix*-Arten. Ausserdem ertragen *Salix*-Keimlinge eine Austrocknung des Bodens

schlecht (HELLER 1969, KLÖTZLI, mündl.). Der erste Sommer 1988 war aber ein trockener, sodass allenfalls vorhandene Keimlinge nur eine geringe Überlebenschance hatten.

5.3. WEITERE ENTWICKLUNG

Ein grosses Problem im Reussdelta, wie auch in zahlreichen anderen Flachmooren, ist heute das Schilf, der "kräftigste Eroberer von Nasswiesen", wie ELLENBERG (1978) es charakterisierte. Hat es einmal überhandgenommen, ist es kaum mehr wegzubringen. Selbst bei einem starken Nährstoffrückgang bleibt ein Pseudoröhricht oft lange weiterbestehen (KLÖTZLI und GRÜNIG 1976). Die **stark überschlickten Flächen** (mehr Schlick als tolerierter Grenzwert der entsprechenden Gesellschaft) werden deshalb wohl eine pseudoröhricht-ähnliche Vegetation bleiben. Die oftmals festgestellte geringe Rückentwicklungstendenz - Zunahme von Flachmoorarten, Abnahme von Störungszeigern - wird sich zwar eventuell noch etwas fortsetzen, aber der vor dem Unwetter beobachtete Zustand wird mit grosser Wahrscheinlichkeit in absehbarer Zeit nicht mehr erreicht. Allein aufgrund des veränderten Grundwasserregimes wäre dies kaum möglich, und der jährliche Herbstschnitt kann an der starken Stellung des Schilfes nichts ändern. Die lichtbedürftigen typischen Riedarten werden den Vorsprung, welchen sich das Schilf unmittelbar nach dem Unwetter herausholte, kaum je mehr wettmachen können. Die Artenzahl wird vermutlich langsam abnehmen. Bei einigen Arten war bereits bis 1991 ein sukzessiver Rückgang zu verzeichnen (z.B. bei *Sagina procumbens* oder *Sonchus asper*), andere waren Einzelfunde, von denen keine Etablierung und Ausbreitung erwartet werden kann, wie z.B. *Rudbeckia hirta*, eine verwilderte Gartenpflanze, oder *Carex canescens*, die ihre Hauptverbreitung auf sauren Böden hat (LANDOLT 1977).
Man muss deshalb davon ausgehen, dass sich die frühere sehr spezielle Gesellschaft des *Primulo-Schoenetum* mit *Rhychospora alba*, welche unter einer 13-18 cm dicken Schlickschicht begraben wurde, nicht mehr einstellen kann. Bei einer Begehung im Sommer 1992 zeigten sich zwar unerwarteter Weise einige kümmerliche *Schoenus*-Horste, doch die ursprüngliche Artengarnitur wird sich trotzdem kaum mehr einstellen. Die Grundwassercharakteristik ist wahrscheinlich zu nachhaltig verändert (Fig. 19 und 20, S. 46). Für *Rhynchospora alba* dürfte zusätzlich der Kalkgehalt der Alluvionen ungünstig sein (LANDOLT 1977).

In den **weniger stark überschlickten Flächen** werden Störungszeiger wie *Agrostis gigantea* und *Juncus articulatus* langsam wieder abnehmen, wie zum Teil ja bereits geschehen. Gewisse Artverschiebungen, insbesondere innerhalb der typischen Flachmoorarten, werden aber vermutlich bestehenbleiben. In denjenigen Flächen, bei denen keine Änderung der Gesellschaft festgestellt wurde, wird diese auch in Zukunft nicht eintreten. Bei festgestelltem Übergang in eine trockenere oder in eine feuchtere Gesellschaft, ist offenbar eine Entwicklung in Gang gebracht worden, die durchaus noch weiter gehen könnte. Es ist beispielsweise anzunehmen, dass die Flächen 1, 2 und 75a in späteren Jahren einem *Molinietum* zugeordnet werden können oder die Fläche 6 einem *Caricetum elata* (vgl. Vegetationstabelle, in Tasche hinten).
Die abgeschürften Flächen beim Schloss A Pro werden sich ihrem ursprünglichen Zustand noch weiter nähern.
Die Chance für eine **Wiederansiedlung der verschwundenen Arten** ist als sehr gering zu beurteilen. Da sich die Keimungsbedingungen mit dem Dichterwerden der Vegetation eher verschlechtern - viele Flachmoorarten sind Lichtkeimer (MAAS 1987) -, ist nicht mehr mit einem Auflaufen allfälliger dormanter Samen zu rechnen (FISCHER 1987). Von einigen Arten werden gar keine keimfähigen Samen mehr vorhanden sein. *Tofieldia calyculata* beispielsweise baut nur ein kurzfristiges Samenpotential auf, das heisst die Samen überdauern lediglich eine Vegetationsperiode (MAAS 1987). Eine Möglichkeit zur Einwanderung besteht wohl für etliche der verschwundenen Arten nicht, da in der näheren Umgebung keine Samenquellen vorhanden sind. Für die Orchideenarten, deren Samen sehr weit verfrachtet werden können, dürften die schlechten Keimungsbedingungen die Hauptursache für die fehlende Wiederansiedlung sein.
Die obigen Prognosen gehen davon aus, dass keine weiteren entscheidenen Umweltveränderungen geschehen. Gäbe es beispielsweise eine zweite Überschlickung oder würde sich das Delta weiter absenken und damit der Grundwasserspiegel wieder ansteigen, würden weitere unter Umständen gegenläufige Entwicklungen in Gang gebracht.

5.4. KONSEQUENZEN FÜR DEN NATURSCHUTZ

Aus botanischer Sicht ist die Überschlickung eher negativ zu bewerten. Verschwunden sind einige attraktive Arten, *Orchis traunsteineri, Orchis morio, Orchis militaris* und *Platanthera bifolia*, und eine regional gefähr-

dete Art, *Listera ovata* (LANDOLT 1991). Ebenfalls verschwunden ist eine sehr spezielle Gesellschaft, das *Primulo-Schoenetum* mit *Rhynchospora alba.* Die stark gefährdete Zwiebelorchis, *Liparis loeselii*, welche früher auffallend häufig war im Reussdelta (ANL 1983, KLÖTZLI 1965), war nach dem Unwetter zwei Jahre lang verschollen. Erst ab 1990 waren wieder vereinzelte Exemplare zu finden. Allerdings war diese seltene Orchideenart bereits vor der Überschwemmung in ihrem Bestand zurückgegangen.
Die neu eingewanderten Arten sind hingegen mit einer einzigen Ausnahme (*Epilobium adnatum,* welches als regional gefährdet gilt) ungefährdet, und Pseudoröhrichte können sich auch andernorts auf Kosten anderer Flachmoorgesellschaften ausbreiten. Pionierflächen, wie sie nach der Überschwemmung im Gebiet auftraten, gibt es in unserer verbauten und durchkultivierten Landschaft nicht mehr viele, weshalb solche eigentlich naturschützerisch interessant wären. Da sie im Reussdelta aber auf Kosten wertvoller Biotope gehen und Samenquellen seltener Pionierarten weitgehend fehlen, sind sie in diesem Fall nicht speziell zu begrüssen. Zudem wurden im Zuge der Ufersicherungs- und Gestaltungsmassnahmen grossflächig offene Kiesflächen geschaffen, so dass auch ohne Schlickanfall einiges an Pionierraum vorhanden ist.
Werden noch zoologische Aspekte berücksichtigt, muss sicher einiges relativiert werden. Landröhrichte, insbesondere wenn sie nur alle zwei bis drei Jahre geschnitten werden, sind für Rohrammer, Sumpf- und Teichrohrsänger und andere Vögel willkommene Brut- und Nahrungsplätze. Diversen Tieren dienen sie als Verstecke und Insekten zur Eiablage. Offene Riedflächen sollten daneben aber auch verhanden sein, da es ebensoviele Tiere gibt, die an die spezifischen Verhältnisse von niedrigwüchsigen Streuwiesen angepasst sind. Insekten finden hier ein grösseres Blütenangebot, Reptilien sonnige Plätze (während der Feldarbeiten konnten verschiedentlich Ringelnattern beobachtet werden), und zahlreiche Limikolen sind auf offene Riedflächen angewiesen. Für einige dieser Tiere sind die verbliebenen offenen Streuflächen, die teilweise auch am Verschilfen und Verbuschen sind, heute möglicherweise zu klein.
Wäre das Reussdelta Teil einer grossen Deltalandschaft, wäre die durch die Überschlickung in Gang gebrachte Entwicklung als Teil einer natürlichen Dynamik, die zwar Lebensräume zerstört, gleichzeitig aber auch neue schafft, zu begrüssen. Das eng begrenzte Naturschutzgebiet, Teil einer ehemaligen Kulturlandschaft, lässt aber kein Ausweichen auf andere Standorte zu. Wird eine schwächere Art oder eine Gesellschaft zurückgedrängt, kann sie sich nicht auf irgendeinen Ersatzstandort in ihrer Nähe zurückziehen, so wie das in

natürlichen Überschwemmungsgebieten möglich wäre. Die starke Isolation des Reussdeltas verhindert ein Wiedereinwandern, sodass verschwundene Arten mit grosser Wahrscheinlichkeit endgültig ausbleiben.

Aufgrund dieser Überlegungen kann das Experiment der Schlickabschürfung beim Schloss A Pro als gelungen bezeichnet werden.
Bei weiteren starken Überschlickungen von Flachmooren ist zu empfehlen, die Schlicktiefen zu messen und bei einer Überschreitung des Grenzwertes von 5-25 cm (je nach Pflanzengesellschaft, vgl. Tab. 4, S. 30) und sofern seltene Pflanzengesellschaften betroffen sind, die Alluvionen zu entfernen. Dabei sollte darauf geachtet werden, dass Maschinen mit einer geringen Bodenbelastung eingesetzt werden und nicht zu tief abgeschürft wird. Bei einer starken Verletzung oder sogar Entfernung der überschütteten Vegetation würden nämlich vor allem tief wurzelnde Rhizompflanzen, meist unerwünschte Störungszeiger, gefördert.
Mit einer sorgfältig vorgenommenen Abschürfung kann die Vielfalt gefördert werden und Seltenes erhalten bleiben, was letztlich das Ziel der empfohlenen Massnahmen bildet.

ZUSAMMENFASSUNG

Die vorliegende Arbeit befasst sich mit der Sekundärsukzession überschlickter Streuwiesen. Das Untersuchungsgebiet ist das Reussdelta am Südende des Urnersees, welches dank einem Landschaftsentwicklungsplan bereits vor der grossen Überschwemmung im August 1987 gut untersucht war.
Die Fluten lagerten im Reussdelta bis zu einem halben Meter mächtige Alluvionen ab, welche in einer kleineren Fläche abgeschürft, im restlichen Delta aber liegen gelassen wurden.
Mittels Vegetationsaufnahmen in Dauerflächen und Auszählen einiger ausgewählter Arten wurde die Entwicklung der Vegetation verfolgt. Grundwasserstandsmessungen und -analysen sowie Bodenanalysen dienten der Erfassung der Standortsveränderungen.
Die wichtigsten Ergebnisse waren folgende:

- Von der Überschwemmung am meisten profitierten die unterirdische Ausläufer treibenden Arten *Phragmites communis, Equisetum palustre, Juncus articulatus, Agrostis gigantea* und auf mittleren Schlicktiefen auch *Eriophorum angustifolium* und *Heleocharis uniglumis*. Sämtliche Seggen und Orchideen sowie die meisten Dikotyledonen wurden anfangs zurückgedrängt. Bis zum Ende der Felduntersuchungen konnte sich ein grosser Teil dieser Arten wieder etwas ausbreiten.
  Einige Arten, insbesondere diverse Orchideen, sind seit der Überschwemmung verschollen. Dafür brachte das Unwetter einige neue Pflanzen ins Gebiet, von denen sich allerdings nur wenige halten konnten.
- Wie die einzelnen Arten reagierten auch die Gesellschaften unterschiedlich. Der Grenzwert für ein Weiterbestehen lag für das *Primulo-Schoenetum* bei etwa 5 cm Schlick, für die Kleinseggenriede (*Ranunculo-Caricetum hostianae* und *Caricetum davallianae*) bei rund 10 cm, für das *Caricetum elatae* und das *Stachyo-Molinietum* bei 10-15 cm und für die Hochstaudenriede (*Valeriano-Filipenduletum*) bei 20-25 cm.
- Deutliche Rückentwicklungen zum ursprünglichen Zustand waren nur in den abgeschürften Flächen zu beobachten. Die meisten übrigen Flächen zeigten nur geringe oder gar keine Tendenzen zur Rückentwicklung. In den stark überschlickten Flächen entwickelte sich die Vegetation zu einer Art Pseudoröhricht.
- Die Grundwasserstandsmessungen bestätigten das erwartete relative Absinken des Grundwasserspiegels und eine leicht grössere Amplitude bei dickeren Schlickschichten.
- Vegetationsveränderungen konnten in keinem Fall auf Änderungen des Grundwasserchemismus zurückgeführt werden.
- Die Bodenanalysen zeigten, dass die Überschlickung nicht als Düngung zu werten ist. Es wird angenommen, dass der niedrige Humusgehalt und damit das geringe Wasserhaltevermögen des jetzigen Oberbodens der entscheidenste Faktor der Standortsveränderungen ist.

SUMMARY

This study deals with the secondary succession of wet meadows after a flood. The observations were carried out in the delta of the river Reuss in Central Switzerland, which was flooded in August 1987. This area had been examined before the flood for a landscape development plan. The flood deposited silt over the whole area, which was removed from some plots.
Floristic development was observed by means of relevés in permanent plots. In addition, the freequency of eight selected species was registered. Changes in site conditions were monitored by measureings of ground water levels and by chemical analyses of the ground water and the soil.

The main results were:

- The flood improved the situations for species with subterranean runners, i. e. *Phragmites communis, Equisetum palustre, Juncus articulatus, Agrostis gigantea*, and in areas with a medium layer of silt, *Eriophorum angustifolium,* and *Heleocharis uniglumis.* All sedges and orchids, as well as most of the dicotyledones, were repressed at first, but by the end of the field examinations most of these species were able to spread again. A few species, especially some of the orchids, disappeared after the flood. In exchange, other plants were brought in, but most of them couldn't persist.
- The survival of plant communities depended on the depth of the silt layer: The limit for the *Primulo-Schoenetum* was about 5 cm; for the *Ranunculo-Caricetum hostianae* and the *Caricetum davallianae,* about 10 cm; for the *Caricetum elatae* and the *Stachyo-Molinietum,* 10-15 cm; and for the *Valeriana-Filipenduletum,* 20-25 cm.
- Recuperation of the original vegetation was observed only in the plots where the silt layer had been removed, whereas, the original vegetation did not regenerate in the silt covered plots. In the plots with a thick silt layer, a pseudo-secondary-*Phragmitetum* came up.
- As expected, the ground water was on a lower level after the flood. In plots with thick silt layers, the amplitude of the ground water level was greater than in comparable plots with less silt.
- No correlation could be found between changes in vegetation and changes in chemistry of the ground water.
- The analyses showed that the flood did not cause a fertilization. It is assumed that the low content of humus in the silt layer and its low capacity to hold water are the most important factors causing changes in site conditions.

LITERATURVERZEICHNIS

ANL (Arbeitsgemeinschaft Naturschutz- und Landschaftspflege), 1983: Aktuelle Vegetation im Mündungsgebiet der Reuss. In: LANG O. (Hrsg.), Landschaftsentwicklungsplan Reussdelta / Kanton Uri, Grundlagen, *1*, 1-24.

Arbeitsgruppe Bodenkunde, 1982: Bodenkundliche Katieranleitung. (3. Aufl.). Hannover. 331 S.

Arbeitsgruppe Reussmündung, 1984: Die Reussmündungslandschaft am Urnersee. Ber. Natf. Ges. Uri *12*, 194 S.

BACH R. und STICHER H., 1984: Bodenkunde. Autographie zu den Vorlesungen. 252 S. + Anhang. (Polykopie).

BOLLER-ELMER K., 1977: Stickstoff-Düngungseinflüsse von Intensiv-Grünland auf Streu- und Moorwiesen. Veröff. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel, Zürich *63*, 103 S.

BRAUN-BLANQUET J., 1964: Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde. (3. Aufl.). Springer, Wien. 845 S.

BROGGI M., 1990: Inventar der Flachmoore von nationaler Bedeutung. Entwurf für die Vernehmlassung. Eidgenössisches Departement des Innern (Hrsg.), Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL).

EGLOFF Th., 1983: Der Phosphor als primär limitierender Nährstoff in Streuwiesen (*Molinion*). Düngungsexperiment im unteren Reusstal. Ber. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel, Zürich *50*, 119-148.

EGLOFF Th., 1986: Auswirkungen und Beseitigung von Düngungseinflüssen auf Streuwiesen. Veröff. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel, Zürich *89*. 183 S.

ELBER F., MARTI K. und NIEDERBERGER K., 1991: Pflanzenökologische und limnologische Untersuchung des Reussdelta-Gebietes (Kanton Uri). Aufnahme des Ist-Zustandes von 1987/88. Veröff. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel, Zürich *105*. 247 S. + Anhang + Karten.

ELLENBERG H., 1978: Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen. (2. Aufl.). Ulmer, Stuttgart. 981 S.

FISCHER A., 1987: Untersuchungen zur Populationsdynamik am Beginn von Sekundärsukzessionen. Die Bedeutung von Samenbank und Samenniederschlag für die Wiederbesiedlung vegetationsfreier Flächen in Wald- und Grünlandgesellschaften. Diss. Bot. *110*, 234 S.

FISCHER J., 1990: Neufund der Moorbinse (*Isolepis setacea*) in der aargauischen Reussebene. Jahresber. Stift. Reusstal *27*, 35-37.

FISCHER L., 1992: Pflanzensoziologische und ökologische Untersuchung auf einem sekundären Auenstandort in Brugg (Kanton Aargau). Ber. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel, Zürich *58*, 55-58.

FRAHM J.-P. und FREY W., 1983: Moosflora. Ulmer, Stuttgart. 522 S.

GESSNER H. und SIEGRIST R.: Bodenbildung, Besiedlung und Sukzession der Pflanzengesellschaften auf den Aareterrassen. Mitt. Aarg. Naturf. Ges. *17*, 88-141.

GROOTJANS A., 1985: Changes of groundwater regime in wet meadows. Heerhugowaard, Groningen. 146 p.

HELLER H., 1969: Lebensbedingungen und Abfolge der Flussauenvegetation in der Schweiz. Mitt. Schweiz. Anst. forstl. Versuchsw. *45*, 124 S.

HESS H.E., LANDOLT E. und HIRZEL R., 1976-80: Flora der Schweiz und angrenzender Gebiete. (2. Aufl.). Birkhäuser, Basel. 3 Bde. 2690 S.

HÖLZER A., 1977: Vegetationskundliche und ökologische Untersuchung im Blindsee Moor bei Schonach unter besonderer Berücksichtigung des Kationengehaltes. Diss. Bot. *36*. 195 S.

KAPLAN K. und LENSKI H., 1989: Zur Pflanzenbesiedlung feuchter nährstoffarmer Pionierstandorte in der Westfälischen Bucht. Natur und Heimat *49 (2)*, 49-52.

KELLETAT D., 1984: Deltaforschung. Erträge der Forschung. *214*. Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt. 158 S.

KLÖTZLI F., 1965: Gutachten über die Schutzwürdigkeit der Flachmoore und Streuwiesen des Seedorfer Riedes. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel, Zürich. 1 S. (Polykopie).

KLÖTZLI F., 1969: Grundwasserbeziehungen der Streu- und Moorwiesen im nördlichen Schweizer Mittelland. Beitr. Geobot. Landesaufn. Schweiz *52*. 296 S.

KLÖTZLI F., 1971: Bedeutung des Seedorfer Riets und Einfluss der Autobahn. Gutachten z.H. SBN, Sektion Uri, Altdorf. 1 S. (Polykopie).

KLÖTZLI F. und GRÜNIG A., 1976: Seeufervegetation als Bioindikator. Daten und Dokumente zum Umweltschutz, Univ. Hohenheim *19*, 109-131.

KLÖTZLI F., 1980: Zur Verpflanzung von Streu- und Moorwiesen. Erfahrungen von 1969-80. ANL, Tag. Ber. *5/80*, 41-50.

KLÖTZLI F., 1987: Disturbance in transplanted grasslands and wetlands. In: VAN ANDEL J., BAKKER J.P. und SNAYDON R.W. (eds.), Disturbance in grasslands. Junk, The Hague. 79-96.

KLÖTZLI F., 1989: Erhaltung von Feuchtgebieten mit Hilfe kulturtechnischer Massnahmen. Wasser und Landschaft (Festschrift Grubinger), ORL-Schriftreihe *40*, 157-169.

KOWARIK I. und SEIDLING W., 1989: Zeigerwertberechnungen nach ELLENBERG - Zu Problemen und Einschränkungen einer sinnvollen Methode. Landschaft + Stadt *21*, 132-143.

KUHN U., LEUPI E., OBERHOLZER-TSCHÜTSCHER B. und OBERHOLZER H.-R., 1982: Rückzug von Nährstoffen bei *Molinia coerulea* im Herbst. Ber. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel, Zürich *49*, 146-153.

LABHART T., 1992: Geologie der Schweiz. Ott, Thun. 210 S.

LANDOLT E., 1977: Ökologische Zeigerwerte zur Schweizer Flora. Veröff. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel, Zürich *64*. 207 S.

LANDOLT E., 1991: Rote Liste. Gefährdung der Farn- und Blütenpflanzen in der Schweiz. BUWAL (Hrsg.), 185 S.

LANG O., 1983: Landschaftsentwicklungsplan Reussdelta / Kanton Uri. Rohstoffsicherung und Landschaftspflege. Im Auftrag der Firma F. Arnold u. Co. Flüelen. 2 Bde.

LEÓN R., 1968: Balance d'eau et d'azote dans les prairies à litière des alentours de Zurich. Berichthaus, Zürich. 67 S.

LEUTHOLD B., 1988: Veränderung der Vegetation im Urner Reussdelta nach der Überschlickung. Diplomarbeit. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel, Zürich. 77 S. + Anhang + Karten. (Polykopie).

LEUTHOLD B. et. al., 1991: Auswirkungen der Überschlickung, Prognosen. In: ELBER F., MARTI K. und NIEDERBERGER K., 1991: Pflanzenökologische und limnologische Untersuchung des Reussdelta-Gebietes (Kanton Uri). Aufnahme des Ist-Zustandes von 1987/88. Veröff. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel, Zürich *105*. 247 S. + Anhang + Karten.

MAAS D., 1987: Keimungsansprüche von Streuwiesenpflanzen und deren Auswirkung auf das Samenpotential. Diss. TU München-Weihenstephan. 172 S.

MARTI K., in Bearbeitung: Zum Standort von *Magnocaricion*-Gesellschaften in der Schweiz (*Caricetum elatae, Caricetum paniculatae, Caricetum ripariae, Caricetum vesicariae*).

MOOR M., 1958: Pflanzengesellschaften schweizerischer Flussauen. Mitt. Schweiz. Anst. forstl. Versuchsw. *34*, 221-360.

MÜLLER J. und CORDES H., 1985: Wiederbesiedlung, Gefährdung und Erhaltung seltener Feuchtsand-Pioniergesellschaften. Verh. Ges. f. Ökolog. *XIII*, 243-250.

NAEF E., 1980: Zur Entstehung und Erhaltung von Mooren und Streuwiesen im Reusstal. Diplomarbeit. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel, Zürich. 134 S. (Polykopie).

OBERDORFER E., 1977: Süddeutsche Pflanzengesellschaften. Teil 1. (2. Aufl.). Fischer,

Jena. *10*, 311 S.
OECHSLIN M., 1965: In: DAHINDEN H. (Hrsg.), Uri, Land am Gotthard. Manesse, Zürich. 15-17.
PFADENHAUER J., 1985: Torfabbau und Vegetationsentwicklung im Kulbinger Filz (Region Südostbayern). Ber. ANL *9*, 37-44.
PFADENHAUER J. und TWENHÖVEN F.L., 1986: Nährstoffökologie von *Molinia coerulea* und *Carex acutiformis*. Flora *178*, 157-166.
POSCHLOD P., 1988: Vegetationsentwicklung ehemaliger Torfabbaugebiete in Hochmooren des bayrischen Alpenvorlandes. Tuexenia *8*, 31-53.
SCHEFFER B. und BLANKENBURG J., 1983: Phosphoraustrag aus Niedermoorböden - Ergebnisse eines Lysimeterversuches ohne Pflanzenbewuchs. Z. Pflanzenernähr. Bodenk. *146*, 275-284.
SCHEFFER F. und SCHACHTSCHABEL P., 1984: Lehrbuch der Bodenkunde. (11. Aufl.). Enke, Stuttgart. 442 S.
SIEGRIST R., 1913: Die Auenwälder der Aare mit besonderer Berücksichtigung ihres genetischen Zusammenhanges mit anderen flussbegleitenden Pflanzengesellschaten. Sauerländer, Aarau. 182 S.
SINDELAR K., 1987: Vegetationskartierung und Standortsuntersuchungen im Urner Reussdelta. Diplomarbeit. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel, Zürich. 69 S. + Anhang + Karte. (Polykopie).
SJÖRS H., 1950: On the relation between vegetation and electrolytes in north swedish mire waters. Oikos *2:2*, 241-258.
SMITH A.J.E., 1978: The moss flora of Britain and Ireland. Cambridge Univ. Press. 760 S.
SMITH A.J.E., 1990: The liverworts of Britain and Ireland. Cambridge Univ. Press. 361 S.
STAUBLI P., 1988: Bericht zur Vegetationskartierung. 6 S. + Karte. (Polykopie).
VOGLER O., 1965: Beiträge zur Phosphatanalytik in der Limnologie. II. Die Bestimmung des gelösten Ortho-Phosphates. Fortschr. Wasserchem. u. Grenzgeb. *2*, 109-119.
WAGNER R., 1969: Neue Aspekte zur Stickstoffanalytik in der Wasserchemie. Vom Wasser *36*, 263-318
WARNKE-GRÜTTNER R., 1991: Wasser- und Nährstoffhaushalt von Kleinmooren des westlichen Bodenseegebietes - Modell einer Übergangsmoorbildung. TELMA *21*, 175-194.
WELTEN M. und SUTTER R., 1982: Verbreitungsatlas der Farn- und Blütenpflanzen der Schweiz. Birkhäuser, Basel. 2 Bde. 1414 S.
WILDI O., 1986: Analyse vegetationskundlicher Daten. Theorie und Einsatz statistischer Methoden. Veröff. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel, Zürich *90*. 226 S.
WILDI O., 1990: Datenanalyse mit Mulva-4. Arbeitskopie. 72 S. (Polykopie).
WILDI O., 1992: Interpretation pflanzenökologischer Daten. Unterlagen zur Vorlesung. 95 S. (Polykopie).
WILHELM M., 1987: Tendenzen zur Veränderung der Vegetation im Urner Reussdelta nach der Dammöffnung. Diplomarbeit. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel, Zürich. 68 S. + Anhang + Karte. (Polykopie).

Adresse der Autorin: Barbara LEUTHOLD
Geobotanisches Institut ETH
Stiftung Rübel
Zürichbergstr. 38
CH-8044 Zürich

Fig. 2. Schlicktiefenkarte (nach LEUTHOLD 1988). - *Depth of the silt layers (after LEUTHOLD 1988).*

Legende:

abgeschürft

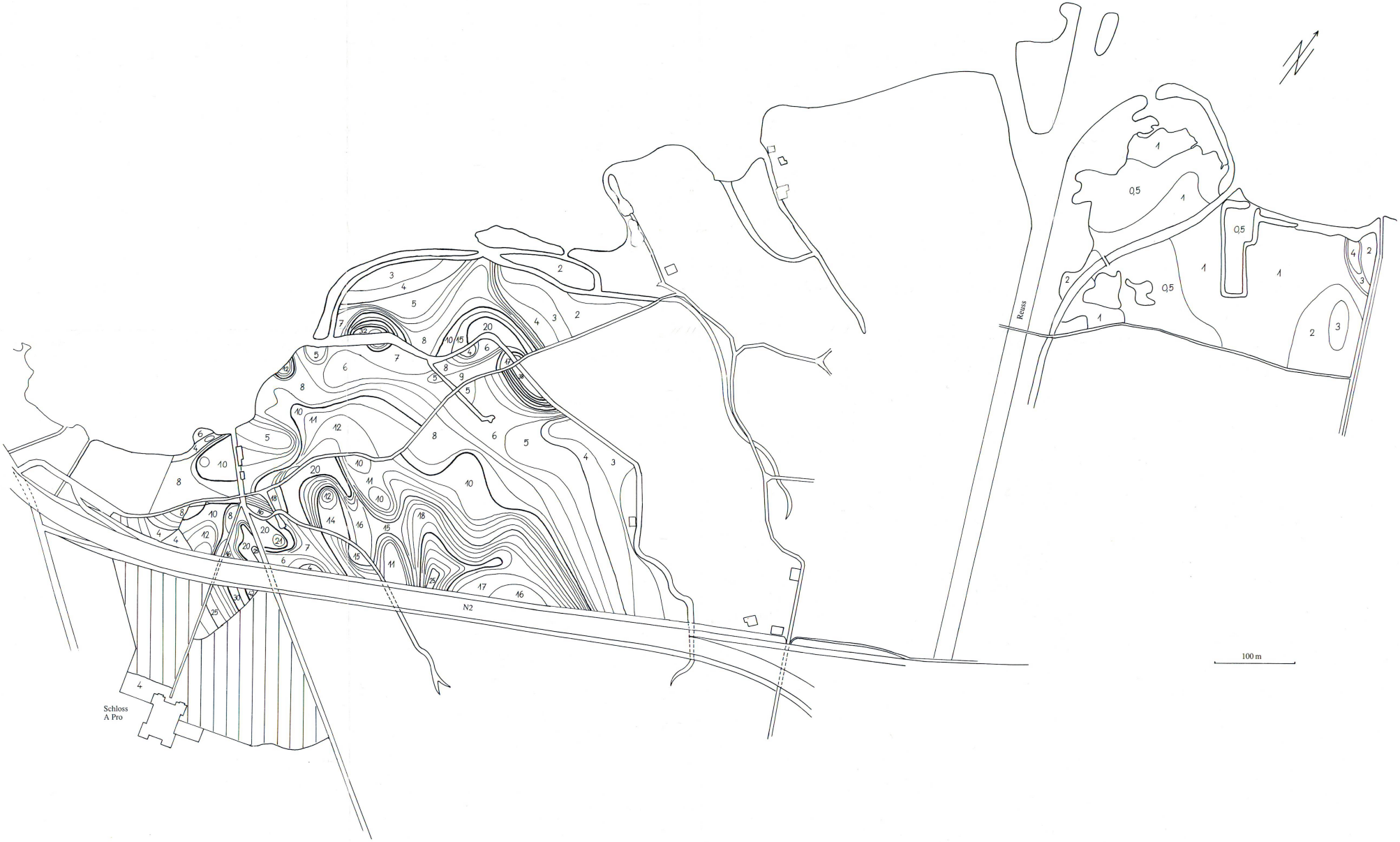


Fig. 3. Lage der Dauerflächen (Kartierung aus SINDELAR 1987 und WILHELM 1987). - *Location of the permanent plots (map from SINDELAR 1987 und WILHELM 1987).*

Legende zu den Vegetationseinheiten:

2 *Stachyo-Molinietum typicum* (Pfeifengraswiese)

3' *Stachyo-Molinietum caricetosum hostianae*, Übergang zu *Caricetum davallianae* (Hostseggen-Pfeifengraswiese, Übergang zu Davallseggenried)

3s *Stachyo-Molinietum schoenetosum ferruginei*, feuchte Ausbildung (Kopfbinsen-Pfeifengraswiese)

3*e *Caricetum davallianae typicum* mit *Carex elata* (Davallseggenried mit Steifsegge)

3e *Caricetum davallianae caricetosum elatae* (Steifseggen-Davallseggenried)

3r *Ranunculo-Caricetum hostianae* (Hostseggenried)

3re *Ranunculo-Caricetum hostianae, Carex elata*-Ausbildung (Hostseggenried, Ausbildung mit Steifsegge)

6 *Valeriano-Filipenduletum typicum* (Spierstaudenried)

6e *Valeriano-Filipenduletum,Carex elata*-Ausbildung

6et *Valeriano-Filipenduletum*, trockene Ausbildung mit *Carex elata*

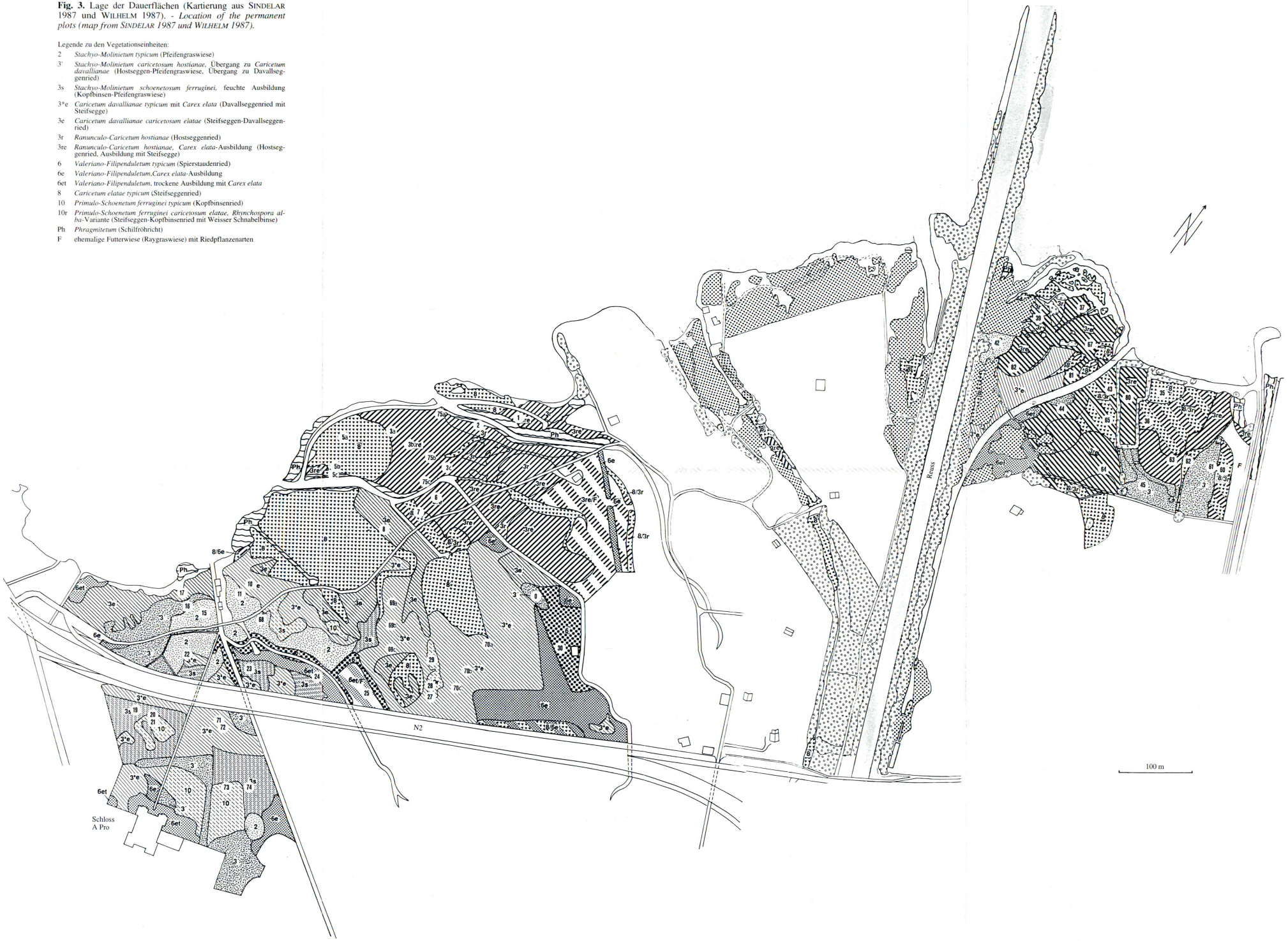
8 *Caricetum elatae typicum* (Steifseggenried)

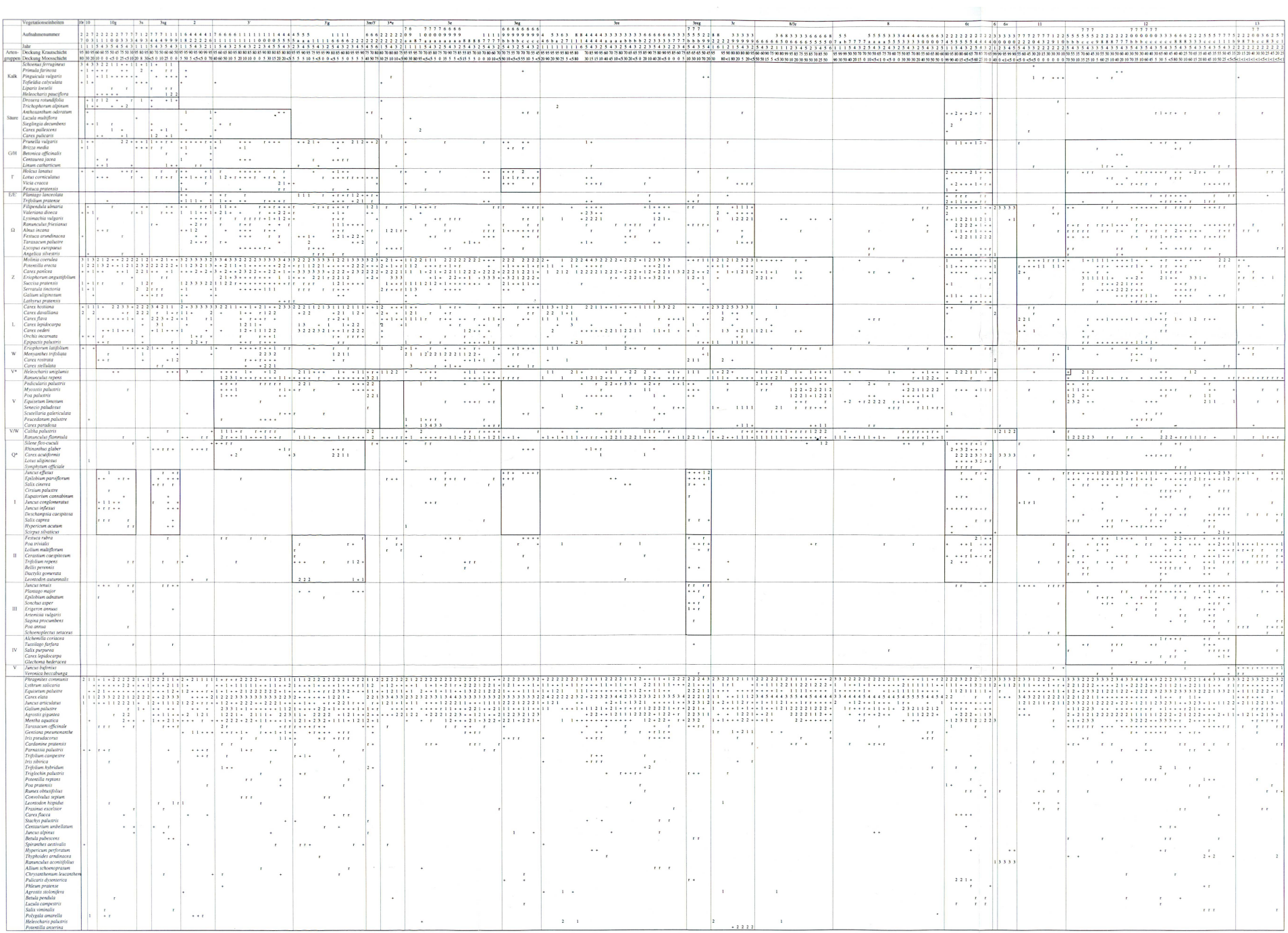
10 *Primulo-Schoenetum ferruginei typicum* (Kopfbinsenried)

10r *Primulo-Schoenetum ferruginei caricetosum elatae, Rhynchospora alba*-Variante (Steifseggen-Kopfbinsenried mit Weisser Schnabelbinse)

Ph *Phragmitetum* (Schilfröhricht)

F ehemalige Futterwiese (Raygraswiese) mit Riedpflanzenarten





Tab. 2. Vegetationstabelle. - *Vegetation table.*

Legende:

Vegetationseinheiten s. S. 25/26

Artengruppen:

Kalk	Kalkzeiger
Säure	Säurezeiger
G/H	Wechseltrockenheitszeiger
Γ	Grünlandpflanzen
E/E	Trockenheitszeiger
Ω, Z	Wechselfeuchtigkeitszeiger
L, W, V*, V, V/W	Nässezeiger
Q*	Nässe- und Nährstoffzeiger
I	Sumpfpflanzen
II	Fettwiesenpflanzen
III	Unkraut- und Ruderalpflanzen
IV	Alpen- und Pionierpflanzen
V	Wasser- und Sumpfpflanzen (Typische Schlickpflanzen)

Jahr:

1	1987
2	1988
3	1989
4	1990
5	1991
6	1992

Arten, welche weniger als 5 mal vorkamen:

4 mal: *Ajuga reptans*, 241:+, 682:r, 684:r, 745:r. *Geranium robertianum*, 5c2:r, 5c3:r, 5c4:r, 5c5:r. *Lysimachia nummularia*, 161:+, 163:r, 354:+, 681:+. *Mellilotus officinalis*, 252:r, 253:+, 254:2, 255:+. *Orchis morio*, 111:+, 161:+, 191:+, 201:+. *Plantanthera bifolia*, 191:+, 201:+, 241:+, 70a1:+. *Potamogeton dentus*, 352:+, 353:+, 354:+, 372:+. *Salix triandra*, 712:+, 713:+, 714:+, 715:+. *Solidago serotina*, 253:+, 254:r, 255:+, 285:r. *Valeriana officinalis*, 243:r, 244r, 245r, 615:r.

3 mal: *Acer pseudoplatanus*, 193:+, 194:r, 223:r. *Capsella bursa-pastoris*, 3c2:r, 5c2:r, 712:r. *Epilobium palustre*, 251:1, 70c4:r, 70c5:+. *Eupbrasia rostkoviana*, 5b4:+, 70b3:r, 70b4:r. *Glyceria plicata*, 232:r, 712:+, 713:1. *Orchis latifolia*, 161:+, 5c5:r, 70a1:+. *Polygonum minus*, 432:+, 713:r, 806:+. *Potamogeton gramineus*, 3a1:+, 5c1:2, 171:+. *Rumex acetosa*, 241:+, 304:r, 5c5:r. *Salix alba*, 203:r, 204:r, 741:r. *Trifolium dubium*, 3c3:+, 3c4:+, 3c5:+. *Typha latifolia*, 194:r, 195:r, 294:r. *Viburnum opulus*, 232:r, 391:+, 392:r.

2 mal: *Barbarea vulgaris*, 5c2:r, 712:r. *Cardamine amara*, 3c2:r, 682:r. *Carex gracilis*, 241:+, 301:2. *Cirsium oleraceum*, 254:r, 255:r. *Colchicum autumnale*, 303:+, 305:+. *Daucus carota*, 3c3:+, 3c4:r. *Erigeron acer*, 5c3:r, 75b3:r. *Fragaria vesca*, 3c5:r, 75c5:r. *Lolium perenne*, 712:+, 714:r. *Medicago lupulina*, 212:r, 713:r. *Myosotis arvensis*, 242:+, 252:+. *Polygonum bistorta*, 302:r, 70b1:+. *Polygonum mite*, 433:r, 652:r. *Rhinchospora alba*, 195:r, 271:1. *Rubus idaeus*, 3c4:r, 70b5:r. *Salix daphnoides*, 5c4:r, 5c5:r. *Urtica dioeca*, 5c2:r, 5c4:r. *Urticularia minor*, 61:1, 821:+.

1 mal: *Alisma lanceolata*, 5c1:+. *Alopecurus geniculatus*, 712:r. *Arenaria serpillifolia*, 5c4:r. *Brachypodium pinnatum*, 161:1. *Carex distans*, 111:1. *Carex hirta*, 301:+. *Carex remota*, 713:r. *Carex vesicaria*, 301:2. *Cerastium arvense*, 5b2:r. *Conarum palustre*, 715:r. *Crepis paludosa*, 5c4:r. *Cyperus flavescens*, 192:r. *Frangula alnus*, 69b2:r. *Galium album*, 713:r. *Galium mollugo*, 3c5:r. *Geum urbanum*, 5c4:r. *Glyceria fluitans*, 233:+. *Hippuris vulgaris*, 5c2:r. *Juncus acutiflorus*, 621:1. *Juncus filiformis*, 713:r. *Plantago media*, 614:r. *Populus nigra*, 111:+. *Primula elatior*, 3c5:r. *Primula vulgaris*, 301:+. *Prunus spinosa*, 272:r. *Rhinanthus alectorolophus*, 69b4:r. *Rhinanthus minor*, 191:+. *Rorippa palustris*, 5b5:r. *Rudbeckia hirta*, 685:r. *Rumex crispus*, 71:+. *Sedum album*, 712:r. *Selinum carvifolium*, 251:+. *Solidago canadensis*, 3c4:r. *Verbena officinalis*, 3c4:r. *Veronica teucrium*, 232:r. *Veronica serpillifolia*, 3c5:r.

Tab.7. Moosaufnahmen. - *Relevés of the mosses.*

Art	0	1	2	3a	3b	3c	5a	5b	5c	6	7	8	10	11	15	16	17	19	21	22	23	25	27	28	29	30	68	69a	69b	69c	70a	70b	70c	71	72	73	74	75a	75b	75c	36	37	39	42	43	44	45	60	61	62	63	64	65	67
cf. *Amblystegium* sp.					+																																																	
cf. *Barbula reflexa*												+																																									
Brachythecium albicans													1															+					+				+																	
Brachythecium cf. *capillaceum*																																								+														
Brachythecium cf. *mildeanum*																																								+														
Brachythecium oxycladum																																		+																				
Brachythecium cf. *rivulare*																				1																																		
Brachythecium rutabulum																	2					+	+	+		1						+	+																					
Brachythecium sp.	+														+																			+																		+		
Bryum neodamense																																										1												
Bryum pseudotriquetrum					+	+	+		+			2	+				1								+					+					+	+			+															
Bryum cf. *uliginosum*				+										1						1			+	+																														
Calliergon sarmentosum																																										+													
Calliergon trifarium				+																																						+													
Calliergonella cuspidata	+	1	2	1	2	4	3	4	4			3	3	4	3	2	2	+		3	5	3	3	3	4	+	5	4	3	4	3	5	4	3	+	+	1	3	3	3	4		4	3	5	2	3	5	5	3	5	5	5	3
Campylium chrysophyllum			+			+																																+				2												
Campylium stellatum		+			+	+	+					+	+	+				3	3	+		+					+	+			+	+	+	+		1		+	+					2	3									2
cf. *Ceratodon purpureus*																														+																								
Cirriphyllum piliferum						+																																																
Climacium dendroides	+	3	3			1		+				+	+	+	1	3	+	+		1		3				+	+		+	+	+	+	1	1	+	+		+	1	1	3		2	2	+	2	2			3	+	2	+	+
Cratoneuron decipiens																												+																										
Cratoneuron filicinum						+						+																			+	+																					
Ctenidium molluscum												+				+											+																											
Dicranella sp.																														+						+																		
Drepanocladus cf. *polycarpus*								+																				+											+		+										+		+	
Drepanocladus revolvens				4	4		3			5	2	2	2					1	+																	2			+	1		3			+			+				+			+
Eurhynchium hians																										1																												
cf. *Eurhynchium* sp.																																		+																				
Fissidens adianthoides		+										+	+	+				2	+										+	+		+			+	1	2	+					+	+		1								+
Hypnum lindbergii		3	+	2		+					2		2	+			2			+		+							+	+				+			+	1				1												
Lophocolea bidentata																													+																									
Pellia cf. *endiviaefolia*																			+																																			
Philonotis cf. *fontana*																	+																	+																				
Philonotis sp.												2						+	+						+										+																				
Pohlia wahlenbergii																			+					+																															
Pohlia sp.																	+																																						
Plagiomnium cf. *elatum*															+																																							
Plagiomnium ellipticum						+			+				1					+				1					+				+	+	+	+	+	+	+		+															
Plagiomnium cf. *rostratum*																	+																																					
Plagiomnium undulatum									+				+	+	+					+		2	+			+		+	+	+										1														
Plagiomnium sp.	+																																																						
Preissia quadrata									2			1		+			+	+	1	1								2	2	+	1			+		+			+	1															
Rhytidiadelphus squarrosus						+			+																									+																					
Rhytidiadelphus triquetrus						+																+							+																										
Scorpidium scorpioides																																										+													
Thuidium delicatulum														+	1	+				1											+	2	1				+																		
Thuidium philibertii			1			1			+					+	1	+	1					+	+	+			+	2	2	+	+			2	+			+	+	1				+										