

**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

**Kapitel:** 4: Resultate

**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:** 30.12.2025

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

## **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 Konkurrenzbedingungen 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 Überschlückung 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<sup>2</sup>) bei wenig und viel Schlick.  
Average number of plants per plot (25 m<sup>2</sup>) with thin or thick silt layers.

Gesellschaft	Flächen	Schlicktiefe (cm)	Durchsch. Artenzahl im Jahr				
			1987	1988	1989	1990	1991
<i>Ranunculo-Caricetum hostianae</i>	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
<i>Caricetum elatae</i>	5a	4	4	11	12	16	19
	5c	32	11	37	47	56	49
<i>Caricetum davallianae</i>	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
<i>Stachyo-Molinietum</i>	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 Überschlückung miteinander vergleichen zu können, fand für die pflanzensoziologische Einteilung der Aufnahmen der Kartierungsschlüssel von 1987 (SINDELAR 1987, WILHELM 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 Überschlückung 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 Weissler Schnabel-  
binse)
- 10 *Primulo-Schoenetum ferruginei typicum* (Kopfbinsenried)
- 10g gestörtes *Primulo-Schoenetum ferruginei*
- 3s *Stachyo-Molinietum schoenetosum ferruginei*, feuchte Ausbil-

	dung (Kopfbinsen-Pfeifengraswiese)
3sg	gestörtes <i>Stachyo-Molinietum schoenetosum ferruginei</i>
2	<i>Stachyo-Molinietum typicum</i> (Pfeifengraswiese)
3'	<i>Stachyo-Molinietum caricetosum hostianae</i> , Übergang zu <i>Caricetum davallianae</i> (Hostseggen-Pfeifengraswiese, Übergang zu Davallseggenried)
3'g	gestörtes <i>Stachyo-Molinietum caricetosum hostianae</i>
3re/3'	<i>Ranunculo-Caricetum hostianae</i> , im Übergang zu <i>Stachyo-Molinietum caricetosum hostianae</i>
3*e	<i>Caricetum davallianae typicum</i> mit <i>Carex elata</i> (Davallseggenried mit Steifsegge)
3e	<i>Caricetum davallianae caricetosum elatae</i> (Steifseggen-Davallseggenried)
3eg	gestörtes <i>Caricetum davallianae</i>
3re	<i>Ranunculo-Caricetum hostianae</i> , <i>Carex elata</i> -Ausbildung (Hostseggenried, Ausbildung mit Steifsegge)
3reg	gestörtes <i>Ranunculo-Caricetum hostianae</i>
3r	<i>Ranunculo-Caricetum hostianae</i> (Hostseggenried)
8/3r	<i>Caricetum elatae</i> , im Übergang zu <i>Ranunculo-Caricetum hostianae</i>
8	<i>Caricetum elatae typicum</i> (Steifseggenried)
6t	<i>Valeriano-Filipenduletum</i> , trockene Ausbildung (Spierstaudenried)
6	<i>Valeriano-Filipenduletum</i>
6v	verarmtes <i>Valeriano-Filipenduletum</i>
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  $\Omega$ , 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 Schürffflächen 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
<i>Filipenduletum</i>	20 - 25	klein
<i>Stachyo-Molinietum</i>	10 - 15	
<i>Stachyo-Molinietum caricetosum hostianae</i>		
<i>Caricetum elatae</i>		
<i>Caricetum davallianae</i>	10 (-15)	
<i>Ranunculo-Caricetum hostianae</i>	10	
<i>Stachyo-Molinietum schoenetosum ferruginei</i>	5 - 10	gross
<i>Primulo-Schoenetum</i>	5	

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 Verbreitungsbilder der verschiedenen Arten miteinander verglichen (Fig. 4-9) und andererseits 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			Bemerkungen
		1987	1988	1991	
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 trockenerer Gesellschaft
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 Rückentwicklung, 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.

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

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

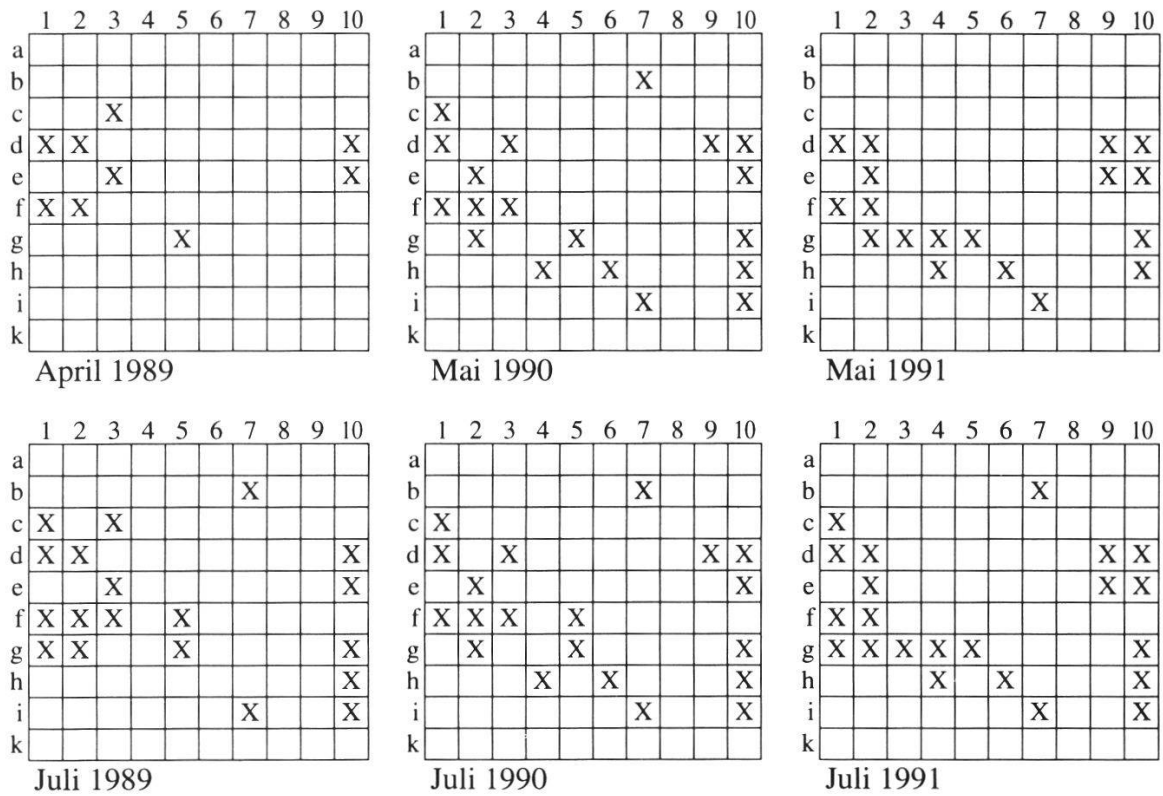
- Dichte *Carex elata*-Vorkommen waren in den darauffolgenden Jahren stets wieder zu finden, aber es traten öfter Unregelmässigkeiten auf. Dies vor allem in den Randzonen der Horste, teilweise aber auch mitten drin (Fig. 7).

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).

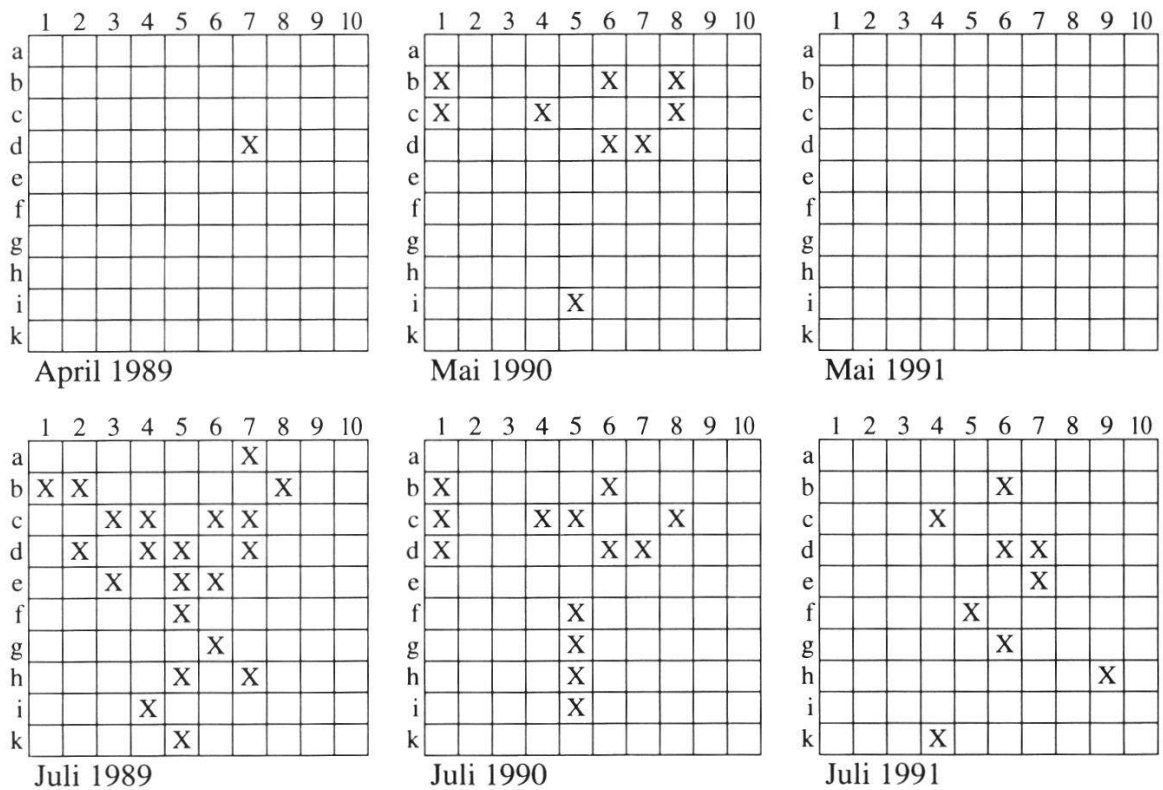
Keimlinge von *Carex elata* konnten praktisch keine beobachtet werden. In denjenigen Fällen, in denen eine geringe Ausbreitung zu verzeichnen war, war diese auf vegetative Vermehrung zurückzuführen.

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

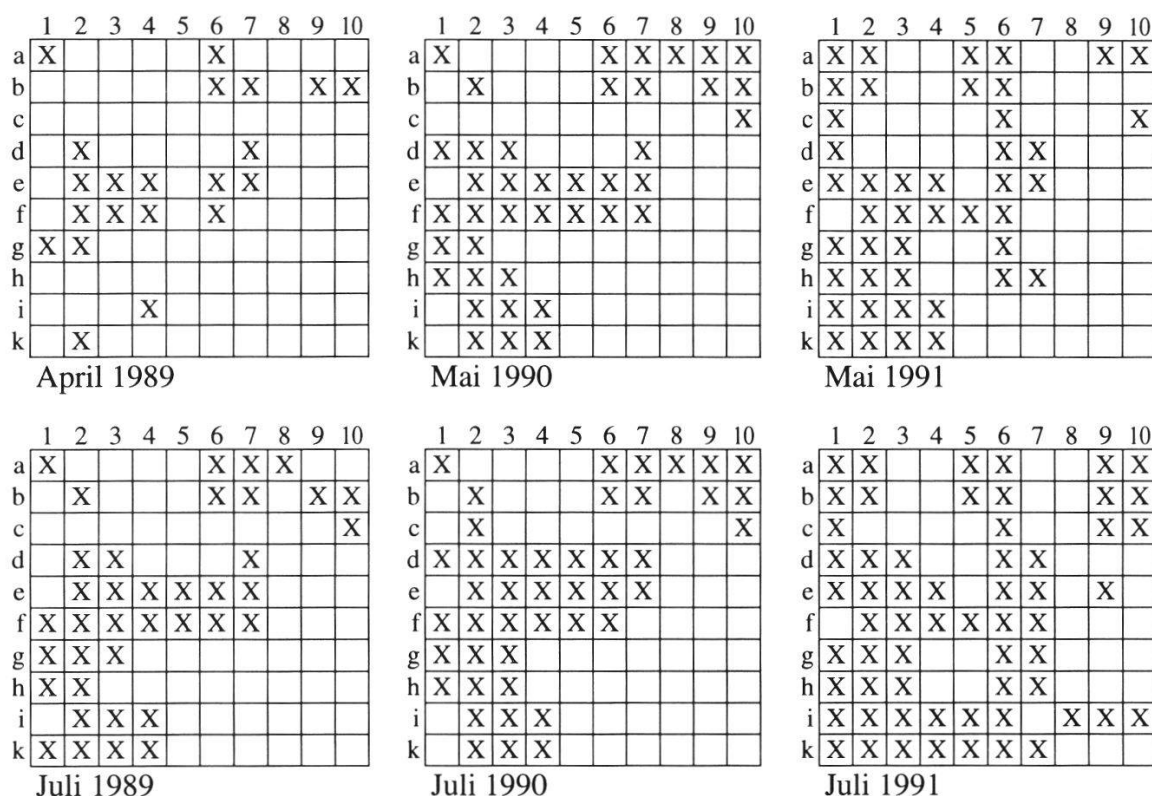


**Fig. 4.** Auszählungen von *Succisa pratensis*, bei Fläche 69c (*Caricetum davallianae*).  
Registration of *Succisa pratensis* near permanent plot 69c (*Caricetum davallianae*).

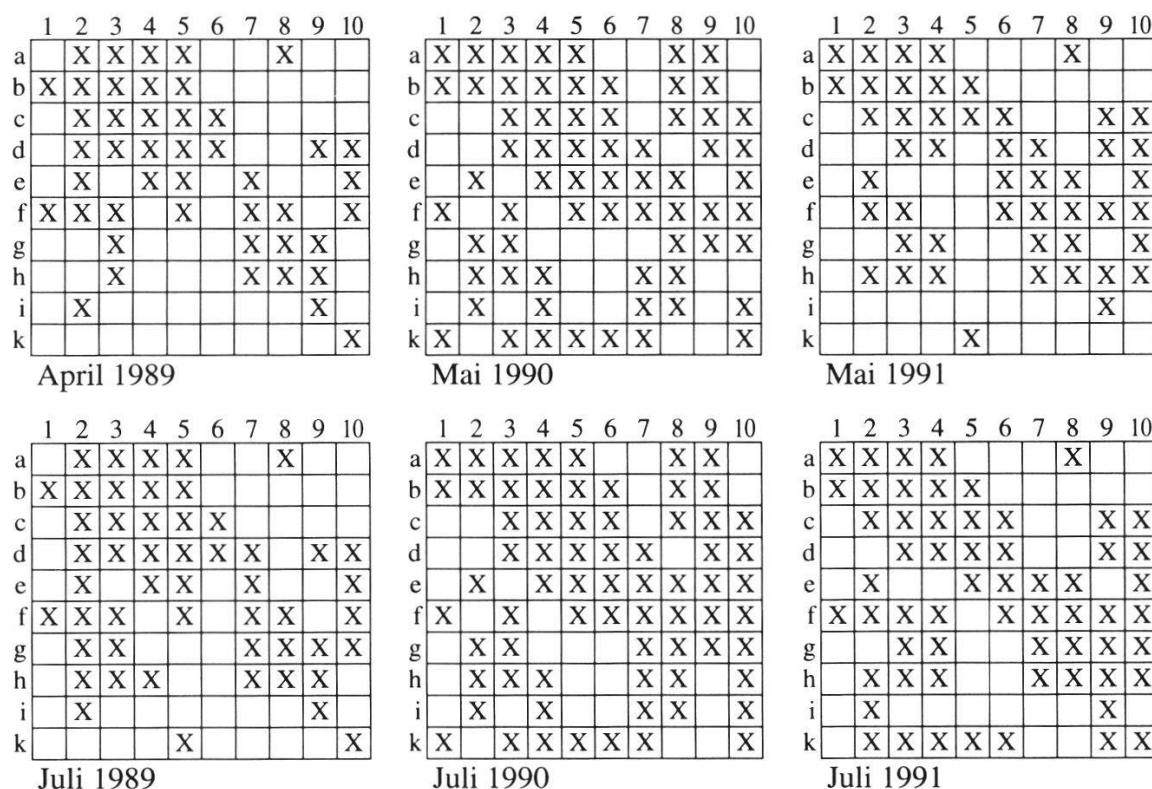


**Fig. 5.** Auszählungen von *Lythrum salicaria*, bei Fläche 70a (*Caricetum davallianae*).  
Registration of *Lythrum salicaria* near permanent plot 70a (*Caricetum davallianae*).

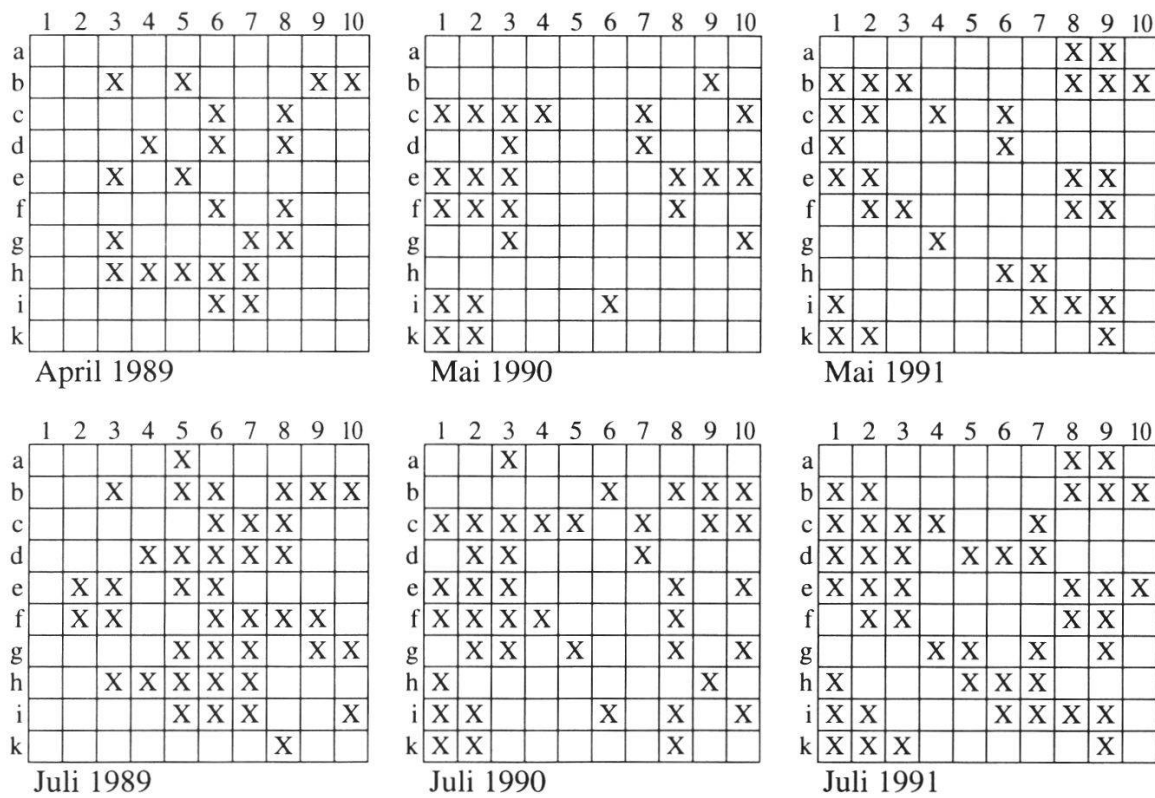




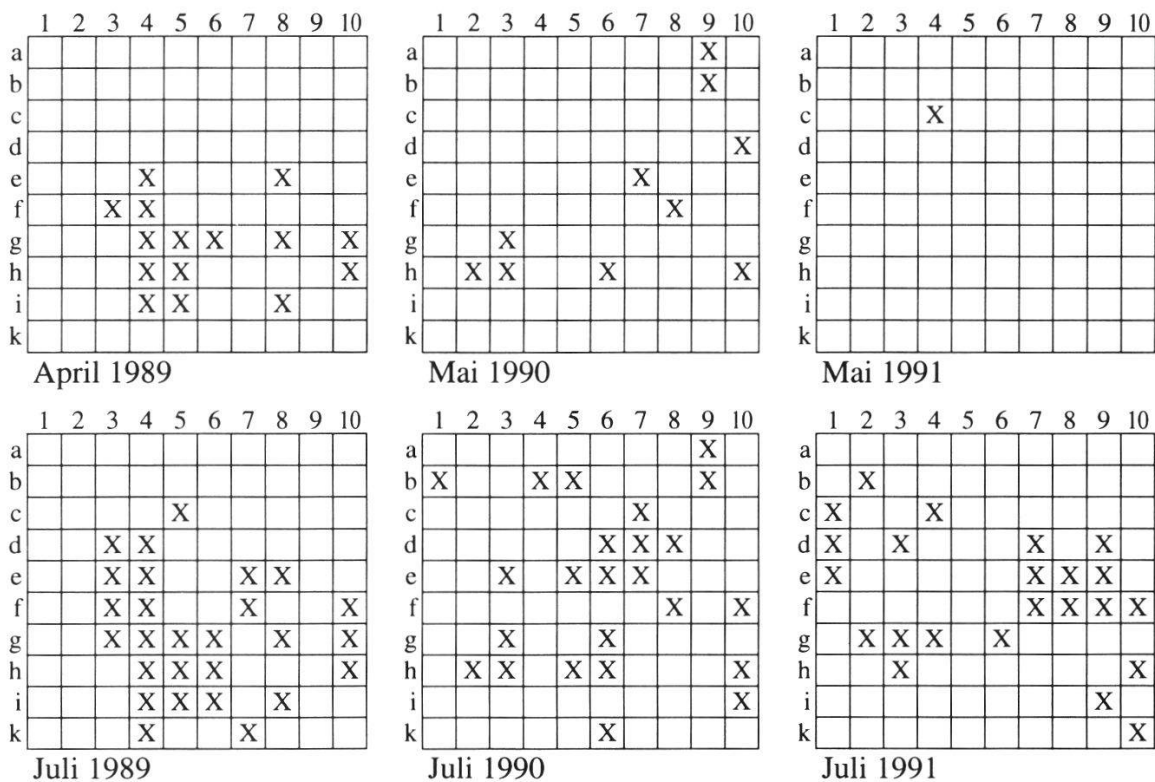
**Fig. 6.** Auszählungen von *Molinia coerulea*, bei Fläche 69c (*Caricetum davallianae*).  
Registration of *Molinia coerulea* near permanent plot 69c (*Caricetum davallianae*).



**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 *Agrostis gigantea* 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

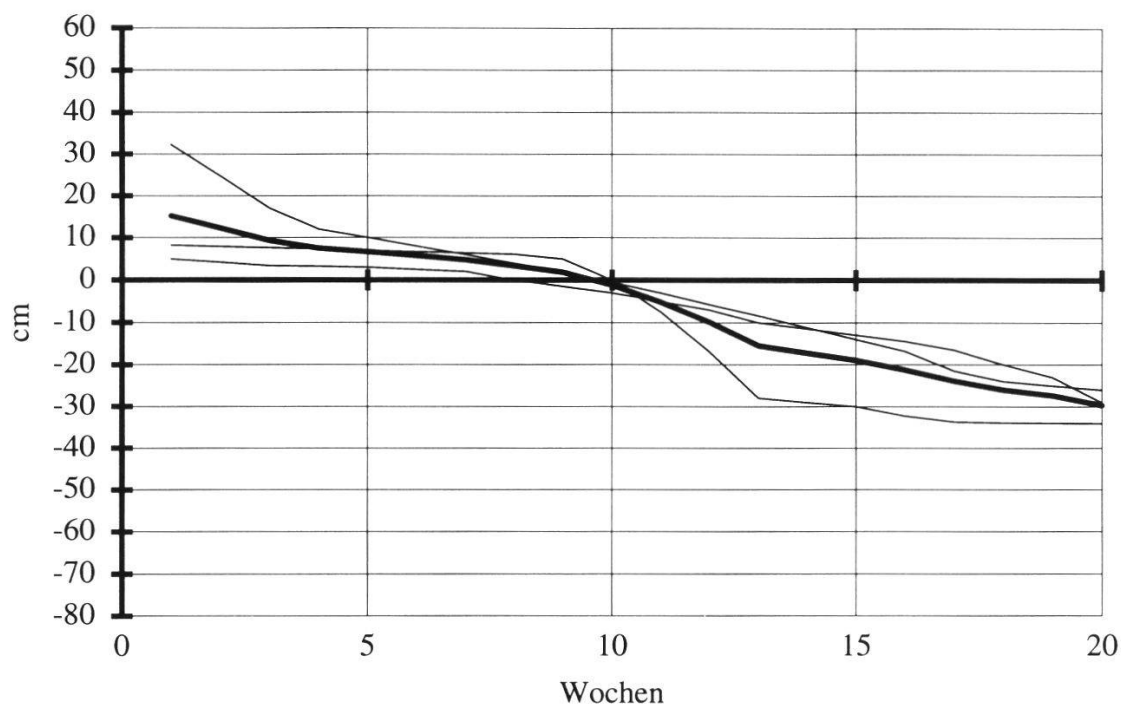
Die Messungen der Grundwasserstände ergaben für jede Fläche und jedes Jahr eine Ganglinie, aus welcher die entsprechende Dauerlinie ermittelt werden konnte. Es stellte sich heraus, dass zwischen den drei Untersuchungsjahren beträchtliche Unterschiede bestanden. Während die Mehrheit der Dauerlinien 1989 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.

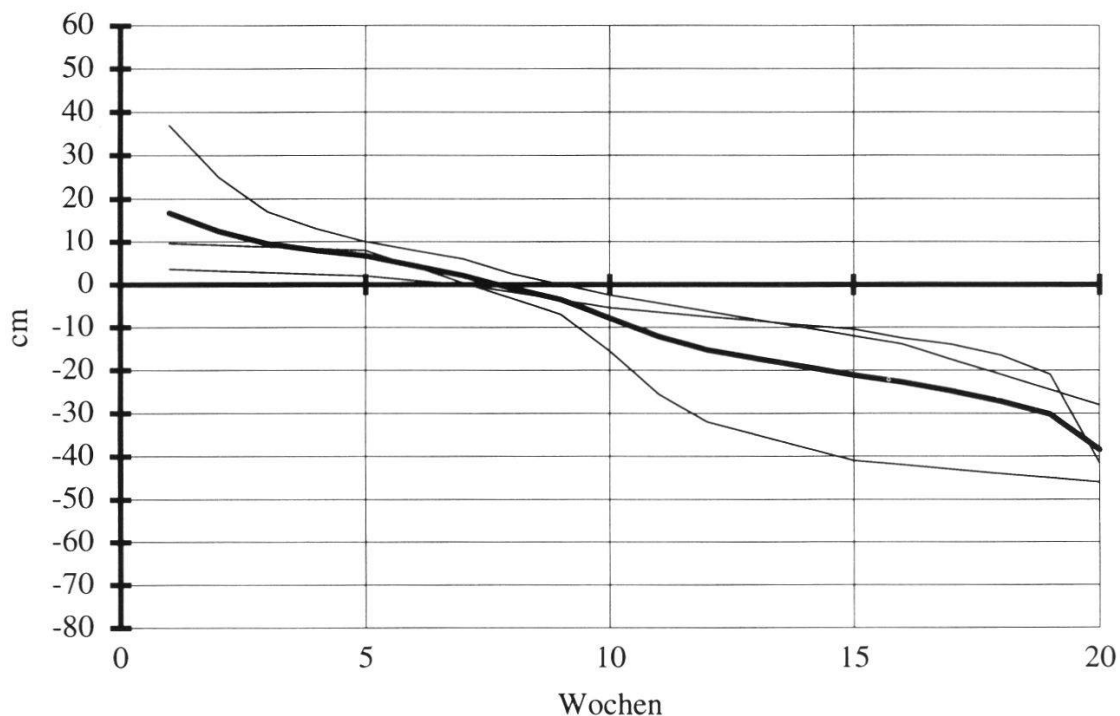
#### *Caricetum elatae* (Fig. 10 und 11)

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)

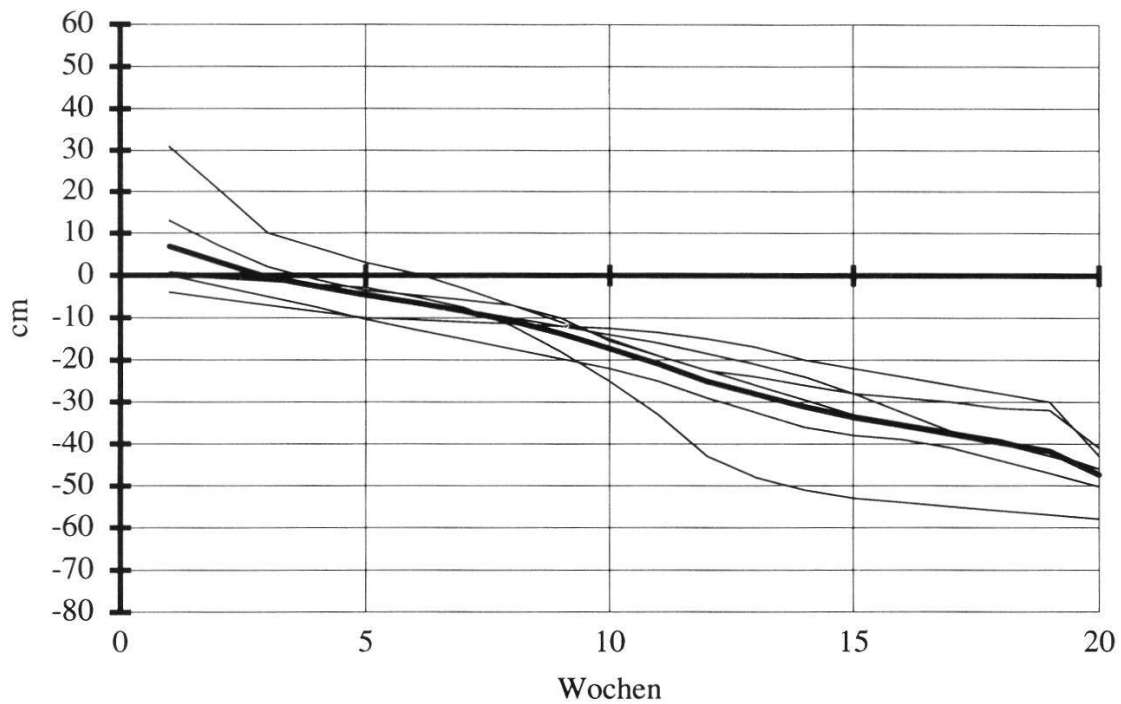
Ausser der leicht voneinander abweichenden Form - gerade bei der Hostseggen-Pfeifengraswiese, leicht konvex bei der typischen Pfeifengraswiese - waren die Grundwasserdauerlinien dieser beiden trockeneren Flachmoorgesellschaften sehr ähnlich. Beide wiesen im Mittel keine Überschreitung auf und hatten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

*Stachyo-Molinietum schoenetosum ferruginei* (Fig. 18)

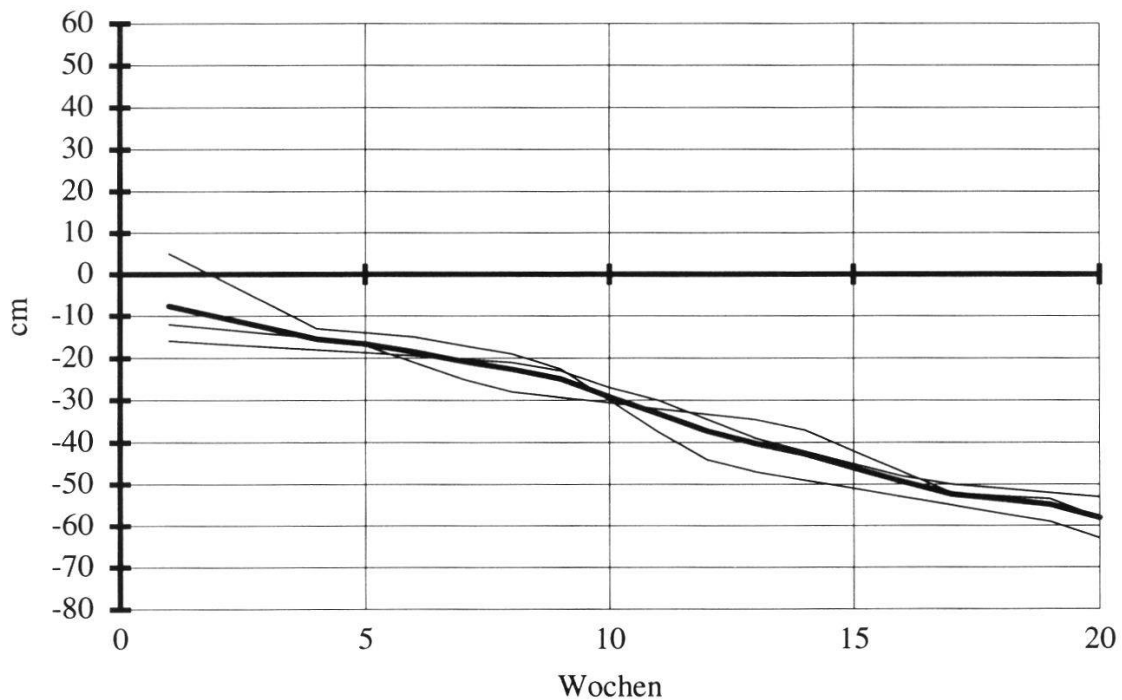
Die leicht konvexe Dauerlinie der Kopfbinsen-Pfeifengraswiese zeigte eine einwöchige Überflutung und eine Amplitude von lediglich 34 cm.

*Primulo-Schoenetum ferruginei* (Fig. 19 und 20)

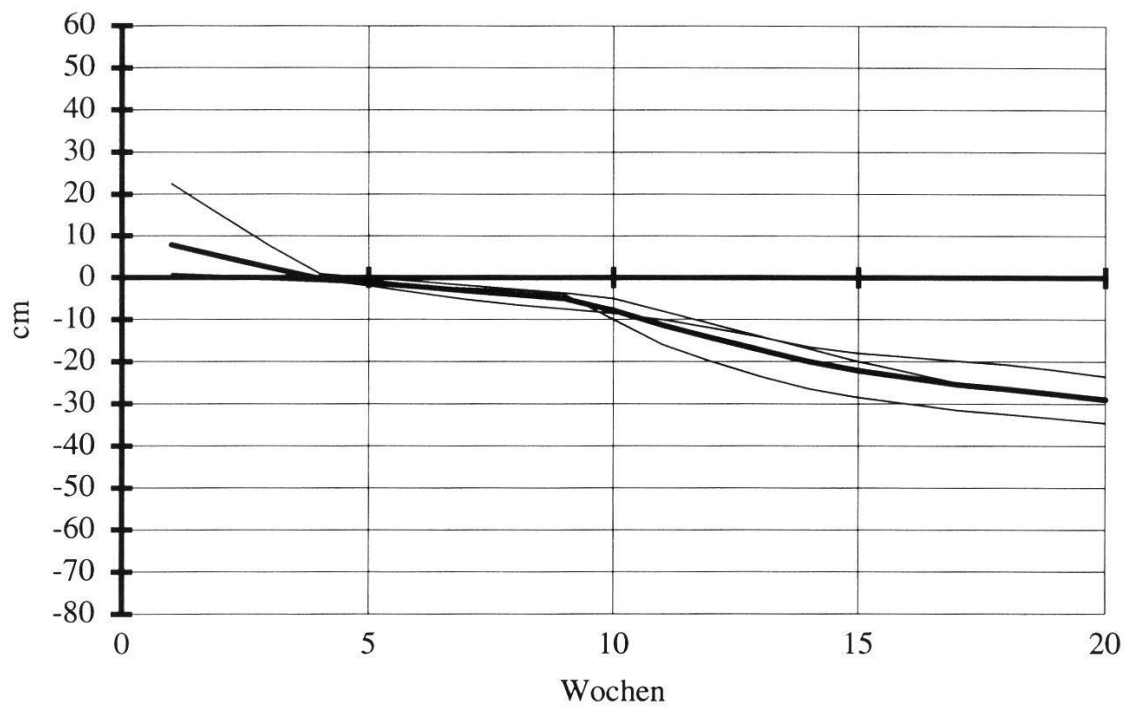
Die Dauerlinie des typischen Kopfbinsenriedes war ebenfalls konvex, wies aber eine noch kleinere Amplitude auf als die Kopfbinsen-Pfeifengraswiese (27 cm). Obwohl der Maximalstand der Durchschnittskurve bei nur 4 cm über Flur lag, dauerte die Überschreitung vier Wochen.



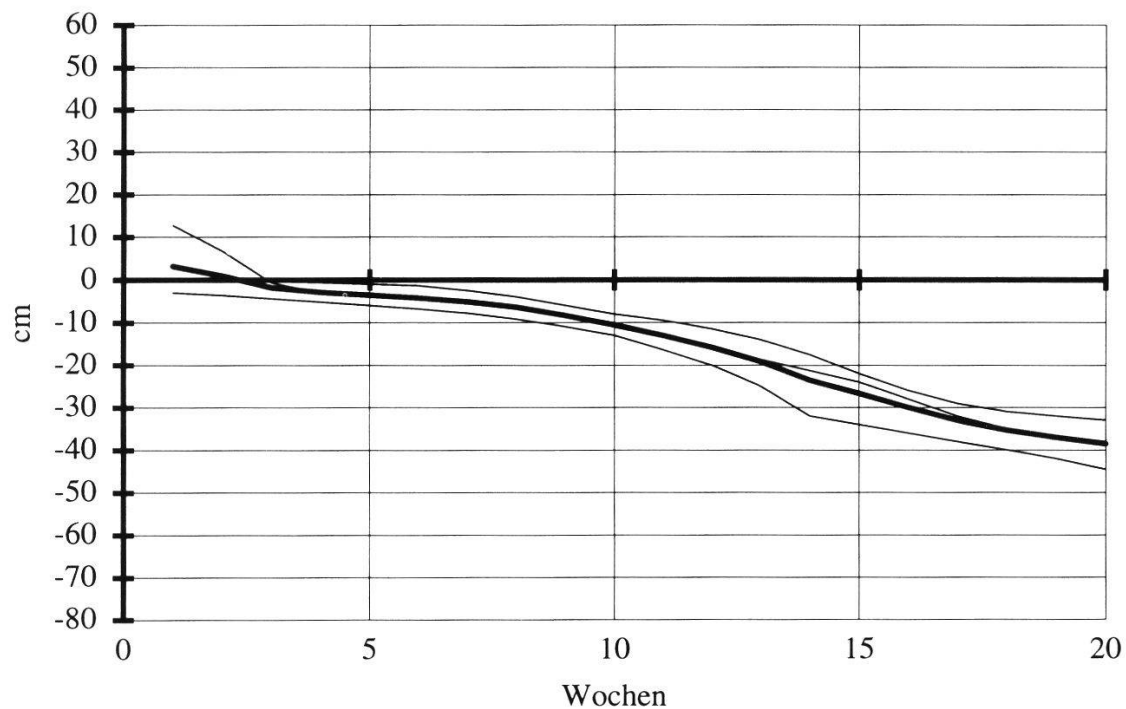
**Fig. 12.** Dauerlinien des *Ranunculo-Caricetum hostianae*, *Carex elata*-Ausbildung (Einteilung 1987). Durchschnittliche Dauerlinien auf der Seedorfer und der Flüeler Seite in den Jahren 1989, 1990 und 1991 sowie Gesamtdurchschnitt (dicke Linie). - Ground water lines below *Ranunculo-Caricetum hostianae*,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



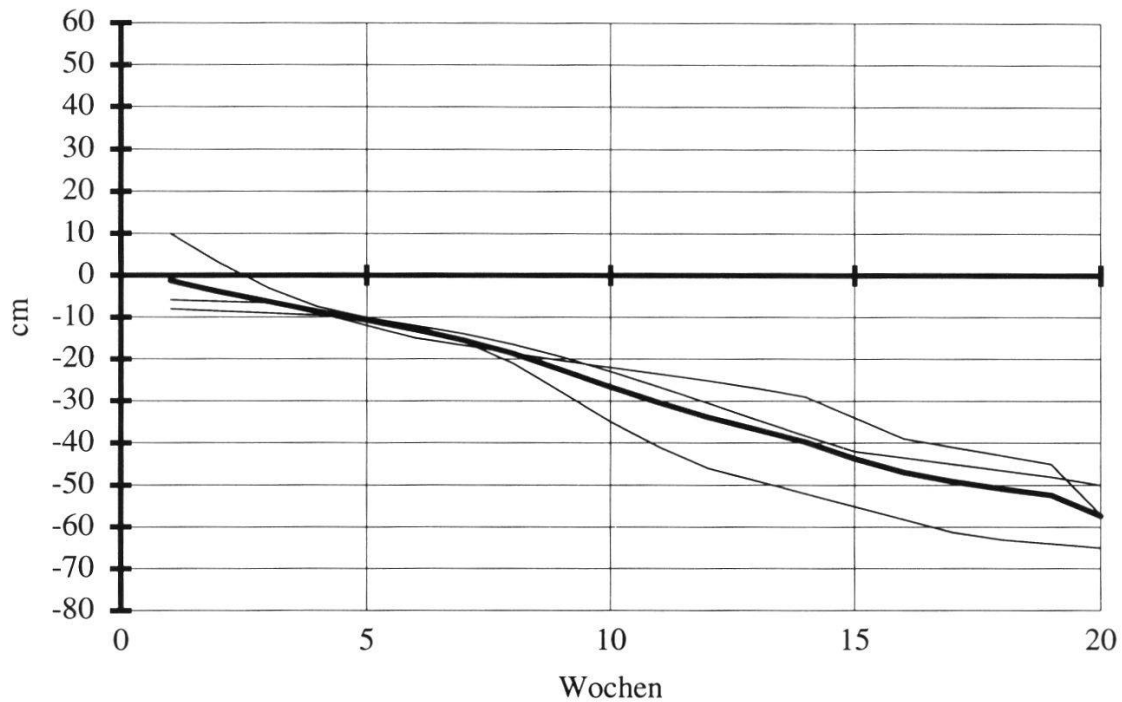
**Fig. 13.** Dauerlinie des *Ranunculo-Caricetum hostianae* (Einteilung 1987) in den Jahren 1989, 1990 und 1991 sowie Gesamtdurchschnitt (dicke Linie). - Ground water lines below *Ranunculo-Caricetum hostianae* (classification 1987). Averages of the years, 1989, 1990, and 1991, and total average (thick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



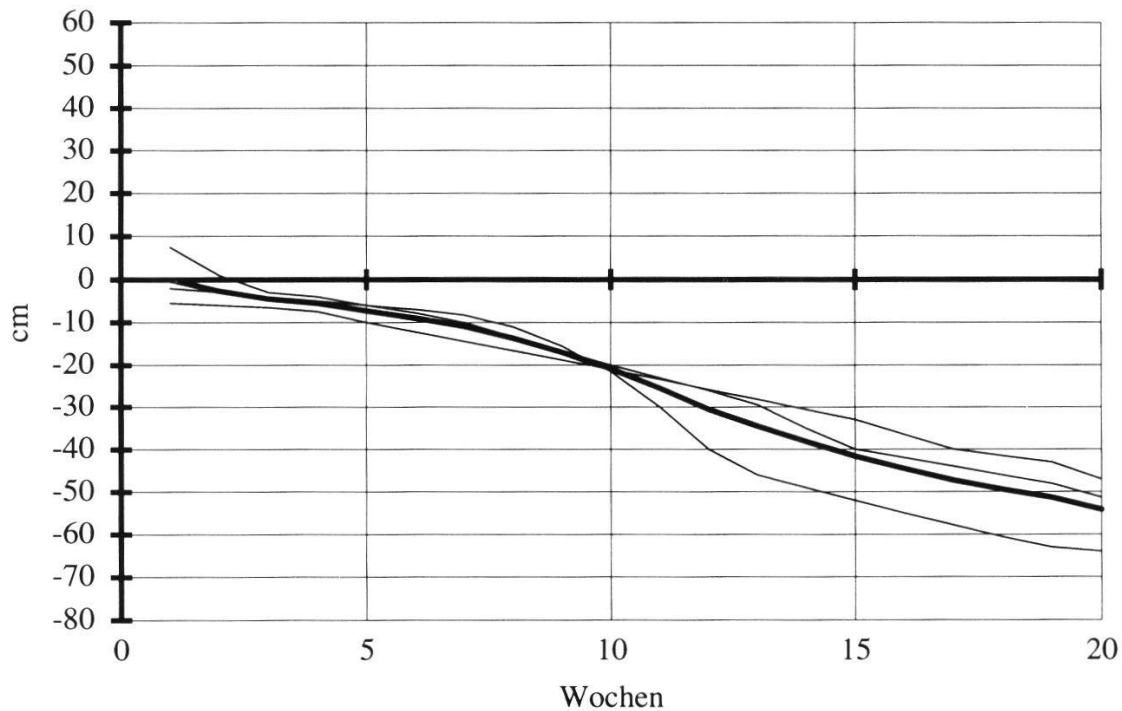
**Fig. 14.** Dauerlinien des *Caricetum davallianae caricetosum elatae* (Einteilung 1987). Durchschnitte in den Jahren 1989, 1990 und 1991 sowie Gesamtdurchschnitt (dicke Linie). *Ground water lines below Caricetum davallianae caricetosum elatae (classification 1987). Averages of the years, 1989, 1990,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

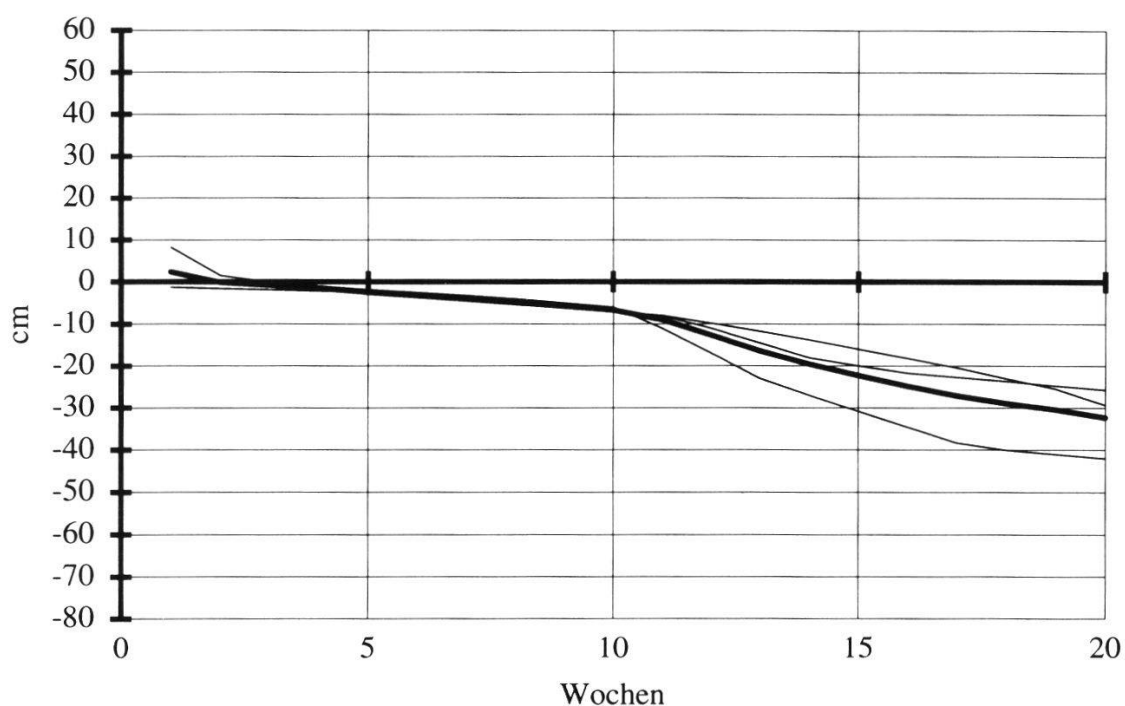


**Fig. 16.** Dauerlinien des *Stachyo-Molinietum caricetosum elatae*, Übergang zu *Caricetum davallianae* (Einteilung 1987). Durchschnitte in den Jahren 1989, 1990 und 1991 sowie Gesamtdurchschnitt (dicke Linie). - Ground water lines below *Stachyo-Molinietum caricetosum elatae* in change to *Caricetum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

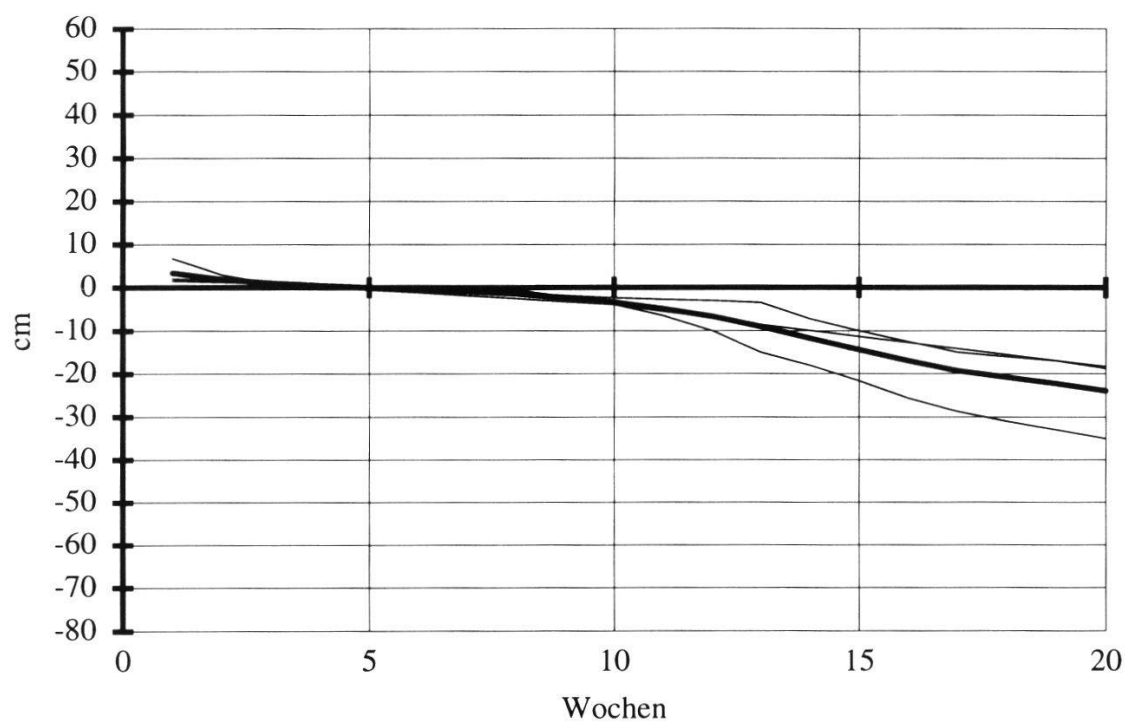


**Fig. 17.** Dauerlinien des *Stachyo-Molinietum typicum* (Einteilung 1987). Durchschnitte in den Jahren 1989, 1990 und 1991 sowie Gesamtdurchschnitt (dicke Linie). - Ground water lines below *Stachyo-Molinietum typicum* (classification 1987). Averages of the years, 1989, 1990, and 1991, and total average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

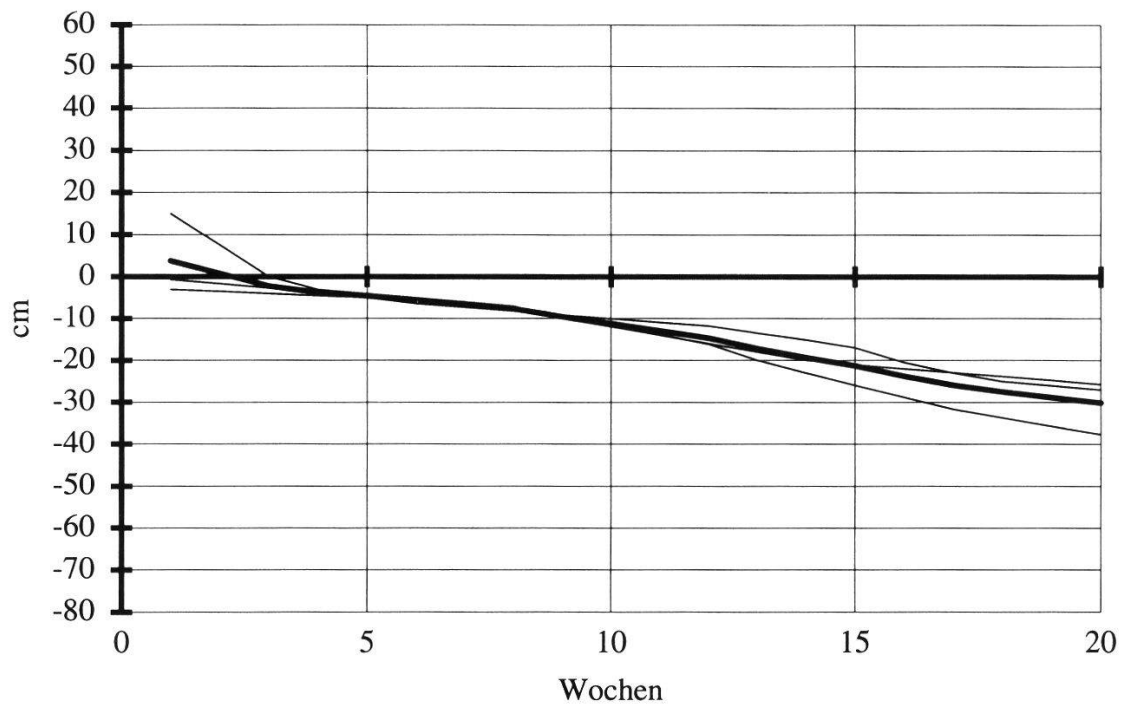




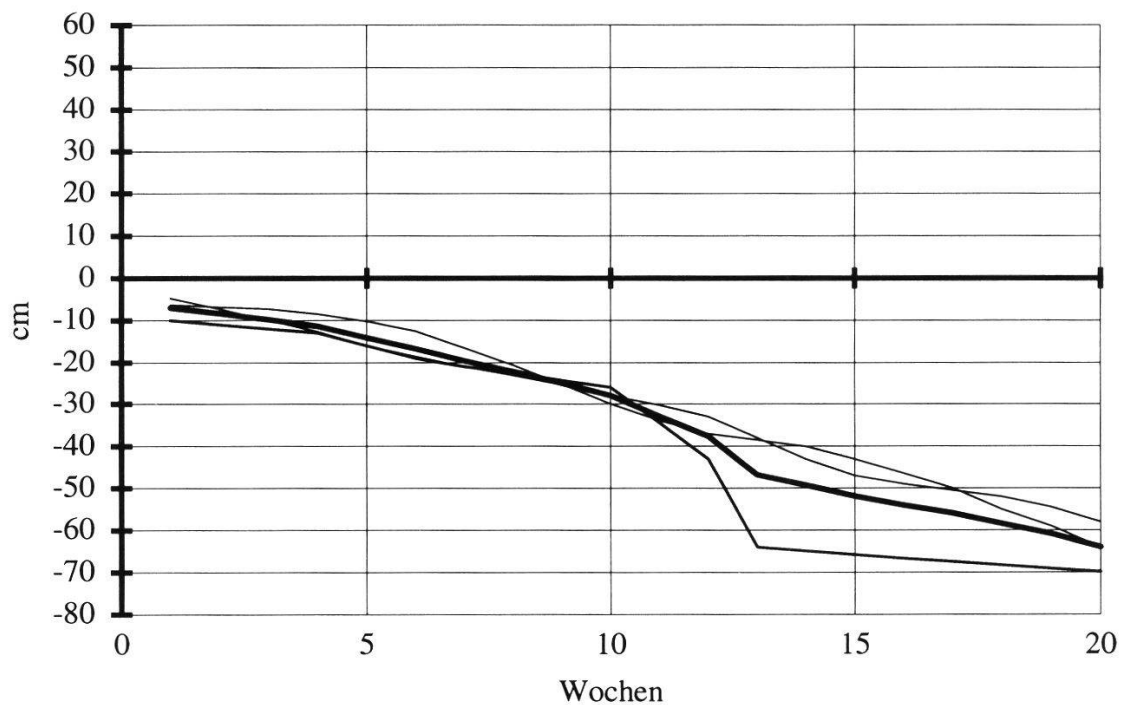
**Fig. 18.** Dauerlinien des *Stachyo-Molinietum schoenetosum ferruginei* (Einteilung 1987). Durchschnitte in den Jahren 1989, 1990 und 1991 sowie Gesamtdurchschnitt (dicke Linie). *Ground water lines below Stachyo-Molinietum schoenetosum ferruginei (classification 1987). Averages of the years, 1989,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



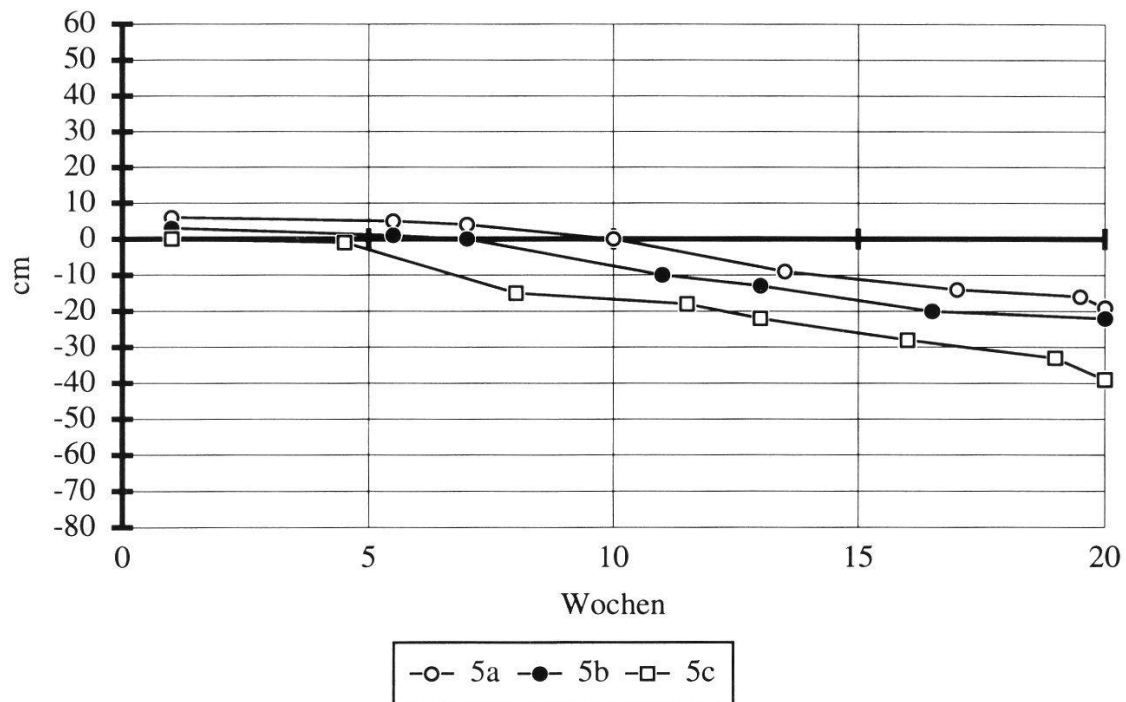
**Fig. 19.** Dauerlinien des *Primulo-Schoenetum ferruginei typicum* (Einteilung 1987). Durchschnitte in den Jahren 1989, 1990 und 1991 sowie Gesamtdurchschnitt (dicke Linie). *Ground water lines below Primulo-Schoenetum ferruginei typicum (classification 1987). Averages of the years, 1989, 1990, and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



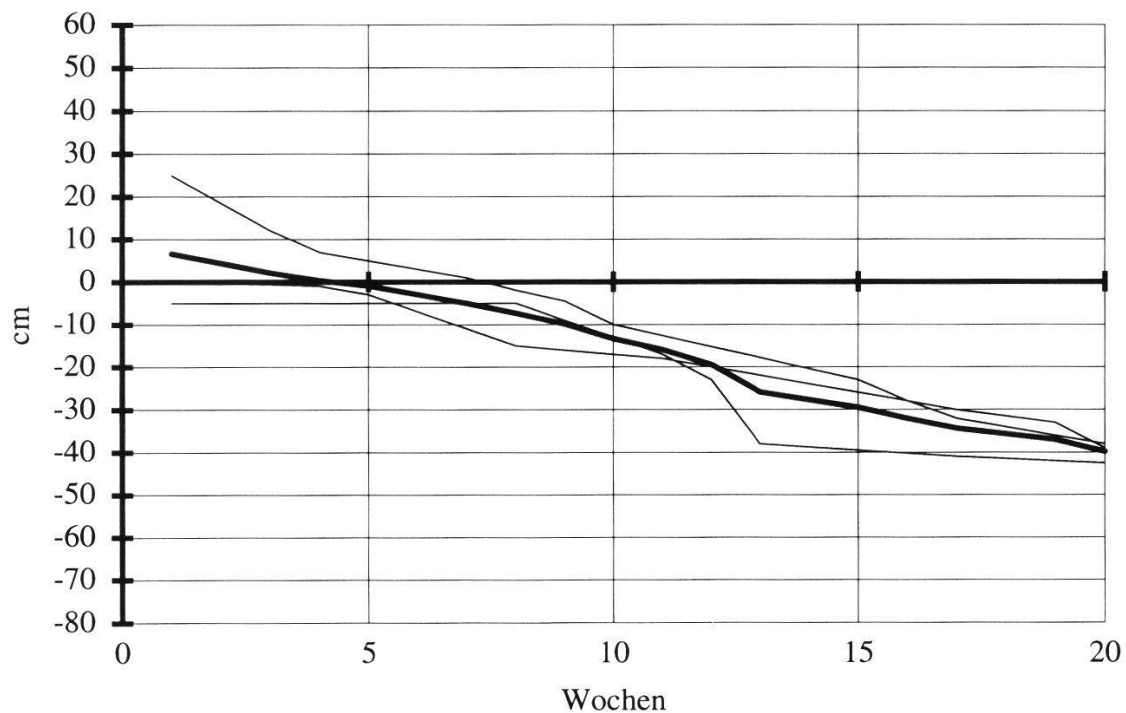
**Fig. 20.** Dauerlinien des *Primulo-Schoenetum ferruginei caricetosum elatae* (Einteilung 1987). Durchschnitte in den Jahren 1989, 1990 und 1991 sowie Gesamtdurchschnitt (dicke Linie). - Groundwater lines below *Primulo-Schoenetum ferruginei caricetosum elatae* (classification 1987). Averages of the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



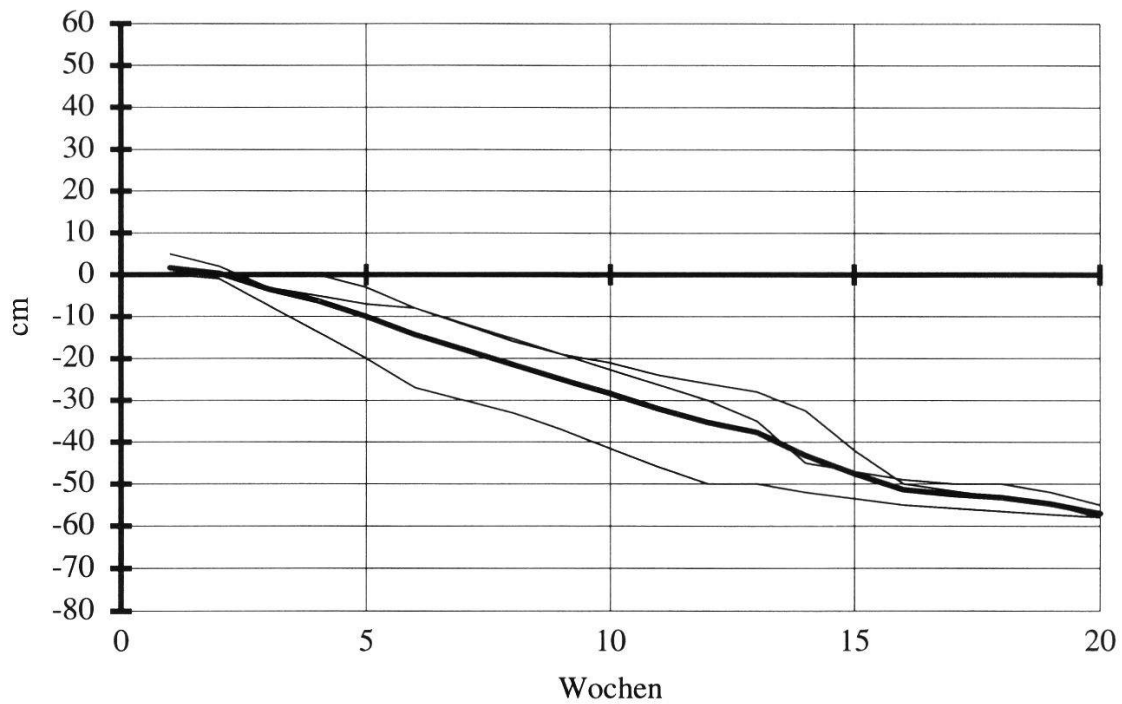
**Fig. 21.** Dauerlinien des *Valeriano-Filipenduletum* (Einteilung 1987). Durchschnitte in den Jahren 1989, 1990 und 1991 sowie Gesamtdurchschnitt (dicke Linie). - Ground water lines below *Valeriano-Filipenduletum* (classification 1987). Averages of the years, 1989, 1990, and 1991, and total average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



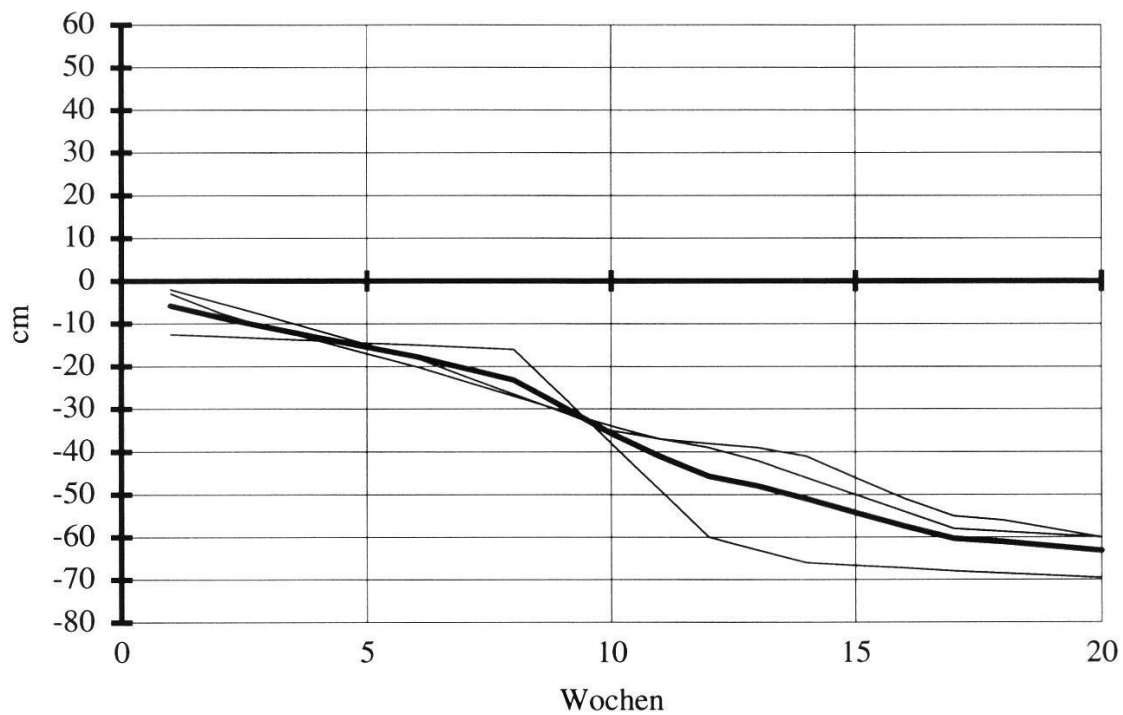
**Fig. 22.** Dauerlinien der Transekte 5 während der Vegetationsperiode 1990, zunehmende Schlicktiefe von a nach c (4, 15 und 32 cm Schlick). - *Groundwater tables below transect 5 during the vegetation period, 1990; increasing silt layer from a to c (4, 15, and 32 cm silt).*



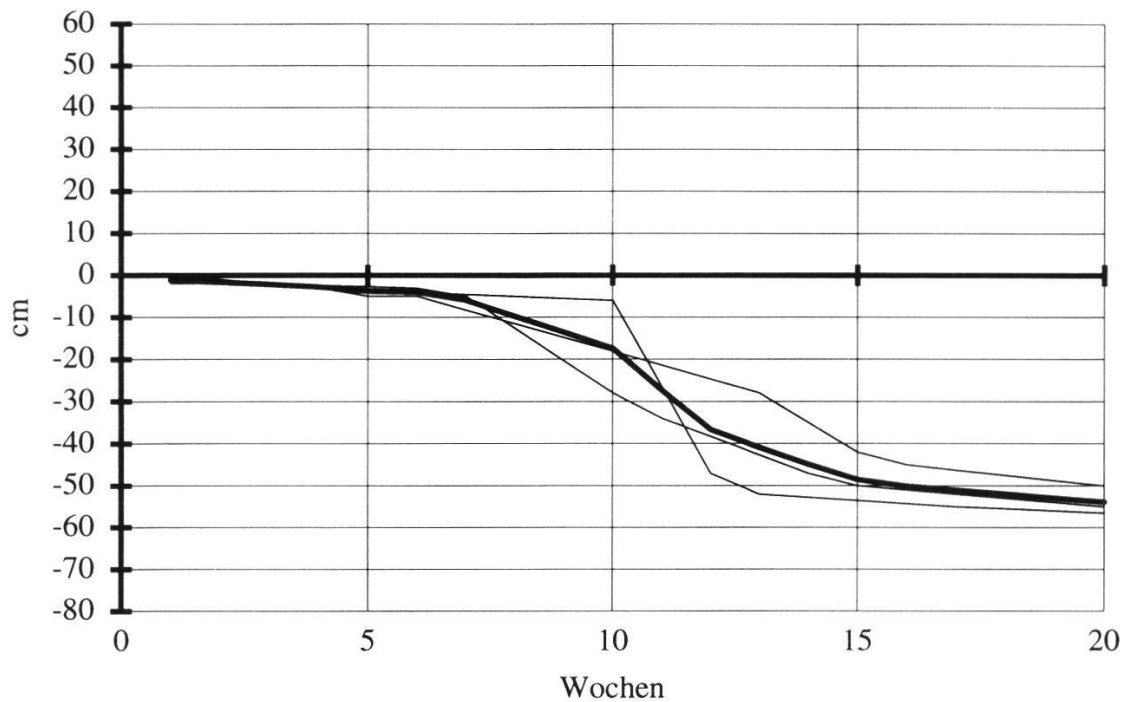
**Fig. 23.** Dauerlinien der Fläche 5c (ehemaliges *Caricetum elatae typicum*) in den Jahren 1989, 1990 und 1991 sowie Durchschnitt (dicke Linie). - *Ground water lines below the permanent plot 5c (previously *Caricetum elatae typicum*) in the years, 1989, 1990, and 1991, and average (thick line).*



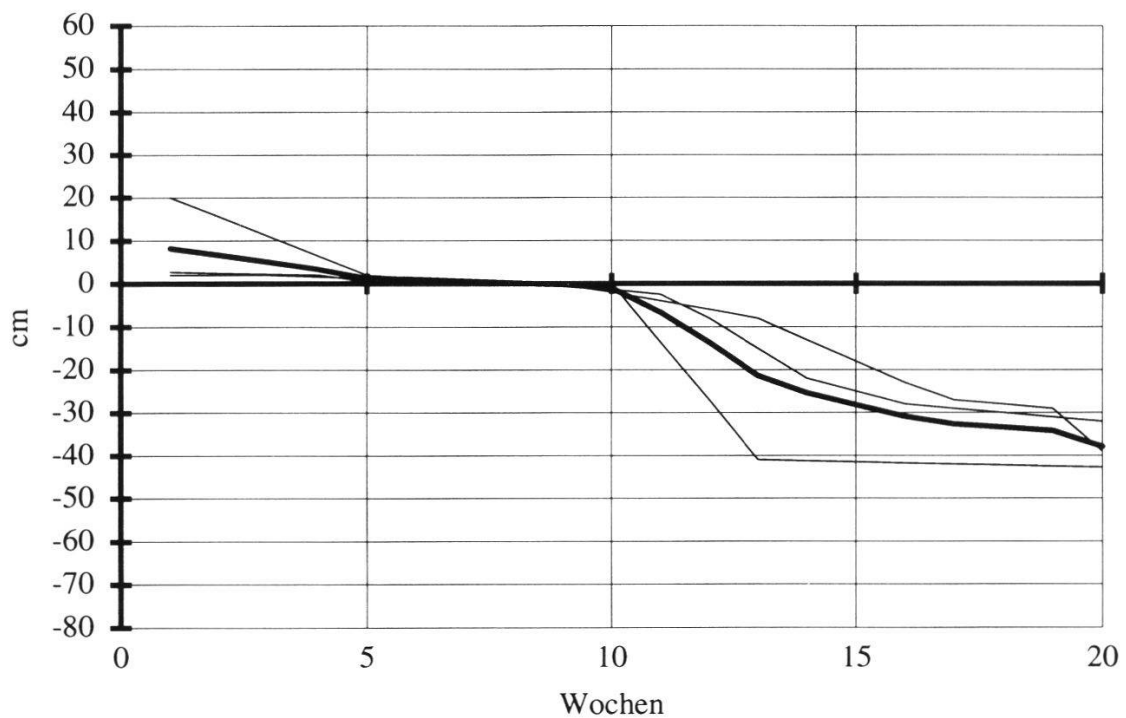
**Fig. 24.** Dauerlinien der Fläche 3c (ehemaliges *Ranunculo-Caricetum hostianae*, *Carex elata*- Ausbildung) in den Jahren 1989, 1990 und 1991 sowie Durchschnitt (dicke Linie). - Groundwater lines below the permanent plot 3c (previously *Ranunculo-Caricetum hostianae*, *Carex elata* variant) in the 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 einwöcigen 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  $\mu\text{S}/\text{cm}^2$ . 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  $\mu\text{S}/\text{cm}^2$ .

### *Ortho-Phosphat, Gesamt-Phosphat*

Mit rund 0-65  $\mu\text{g}/\text{l}$  Ortho-Phosphat und 2-75  $\mu\text{g}/\text{l}$  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  $\mu\text{g}/\text{l}$  O-Phosphat und 408  $\mu\text{g}/\text{l}$  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 (cm)	pH					Leitfähigkeit ( $\mu\text{S}/\text{cm}^2$ )				
		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 (cm)	O-PO <sub>4</sub> ( $\mu\text{g}/\text{l}$ )					G-PO <sub>4</sub> ( $\mu\text{g}/\text{l}$ )				
		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 (cm)	NO <sub>3</sub> (mg/l)					NH <sub>4</sub> (mg/l)				
		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 (cm)	Fe (mg/l)					Mn (mg/l)				
		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 (cm)	Ca (mg/l)					Mg (mg/l)				
		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 (cm)	Na (mg/l)					K (mg/l)				
		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 Schlickschicht (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.

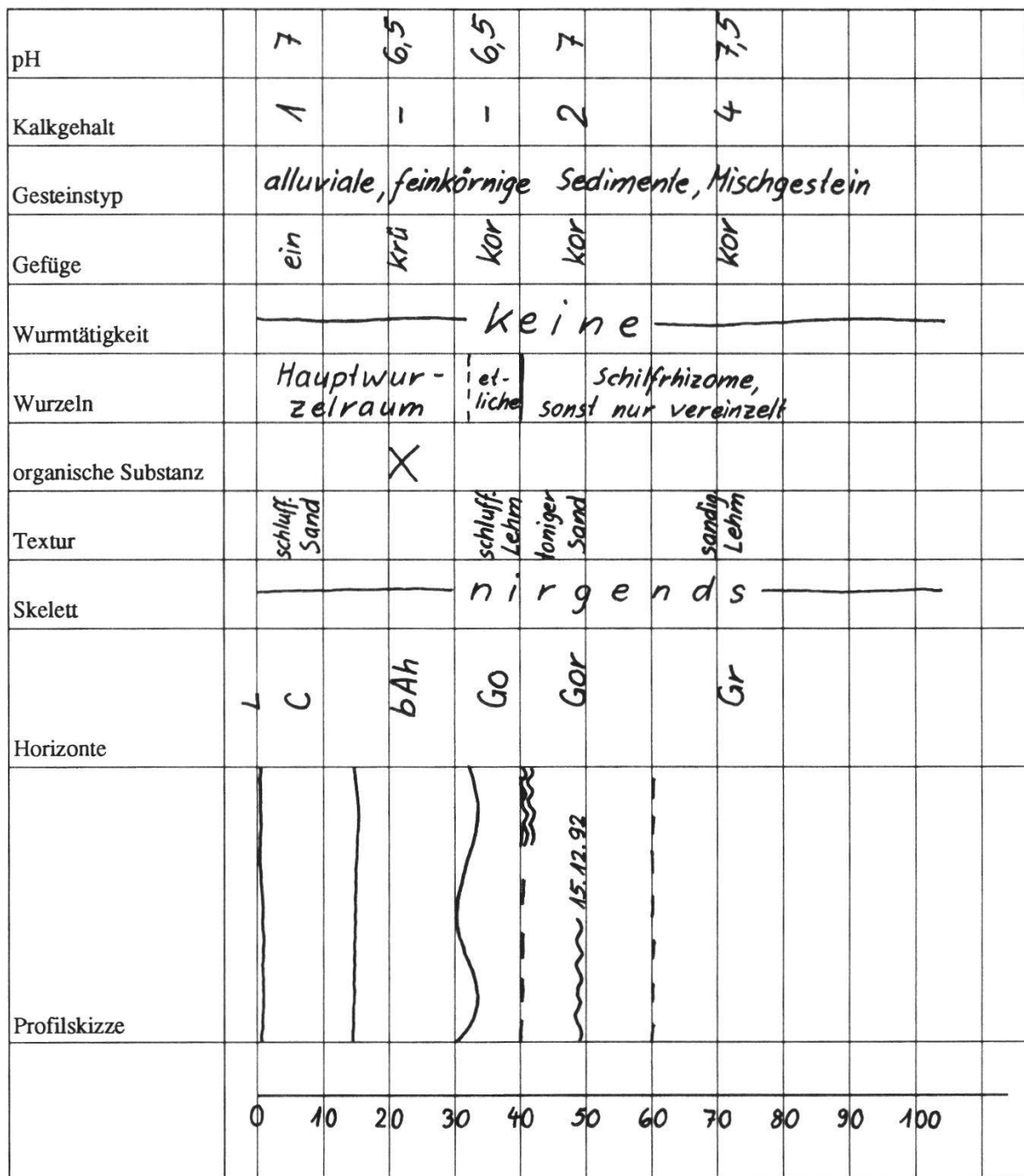
### **4.2.4. Bodenanalysen**

#### *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



pH		7	6,5		7,5	7,5	7,5	7,5		7,5			7,5
Kalkgehalt		2	1		1	3	2	3	2	3			4
Gesteinstyp		alluviale, feinkörnige Sedimente, Mischgestein											
Gefüge		ein	krü		kor	ein	krü	pol	krü	pol			ein
Wurmtätigkeit		keine											
Wurzeln		Hauptwurzelraum - etliche - praktisch keine											
organische Substanz			X				X	X					
Textur		schluff. Sand			Schluff	schluff. Sand	Schluff		lehmg. Schluff			schluff. Sand	Sand
Skelett		nirgends											
Horizonte		F	C	BAh1	Go	Gor	BAh2	Gr	BAh3		Gr		C
Profilskizze													
		0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110

**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 <sub>4</sub> (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 <sub>4</sub> (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 <sup>3</sup> )	PO <sub>4</sub> (kg/ha)	K (kg/ha)	Datum der Probenahme
3a	5	1'254	6.9	53.3	März 1990
3b	8		9.0	101.3	
3c	20		15.0	175.6	
69a	9	1'100	6.9	97.0	
69b	13		12.9	153.0	
69c	19		18.8	177.7	
70a	9	1'100	7.9	108.9	
70b	16		14.1	137.3	
70c	19		16.7	163.0	
75a	6	1'254	5.3	71.5	
75b	10		8.8	125.4	
75c	15		15.0	118.5	
3a	5	1'254	6.3	79.6	März 1992
3b	8		7.0	61.9	
3c	20		7.5	110.4	
69a	9	1'100	4.0	119.8	
69b	13		5.7	118.7	
69c	19		8.4	131.7	
70a	9	1'100	7.9	109.9	
70b	16		12.3	133.8	
70c	19		14.6	144.2	
75a	6	1'254	6.0	82.8	
75b	10		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<sup>3</sup>, im Davallseggenried bei 1'100 kg/m<sup>3</sup>. (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<sub>4</sub>/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<sub>4</sub>/ha und 19.3 kg K/ha.