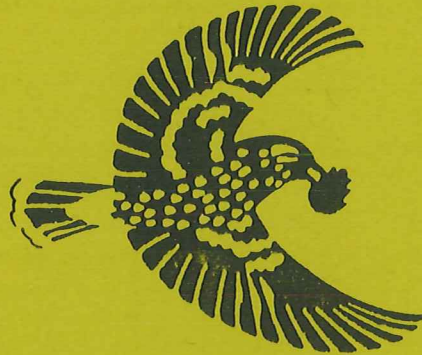


WISSENSCHAFTLICHE NATIONALPARKKOMMISSION



ARBEITSBERICHTE
ZUR NATIONALPARKFORSCHUNG

Wissenschaftliche Begleitung
Spülung Grundablass Livigno-Stausee vom 7. Juni 1990 (5)

Ufervegetation

K. Kusstatscher
Geobotanisches Institut ETH Zürich

März 1991

VORWORT

Der vorliegende Arbeitsbericht ist im Rahmen der wissenschaftlichen Begleitung der Grundablass-Spülung des Livignostausees entstanden. Durchgeführt wurde die Spülung am 7. Juni 1990 durch die Engadiner Kraftwerke (EKW). Dank der Mithilfe der Sektion Fischerei des Bundesamtes für Umwelt, Wald und Landschaft (Dr. E. Staub) und von Mitarbeitern der WNPk gelang es, eine fachübergreifend breit abgestützte Begleituntersuchung durchzuführen.

Die Untersuchungen umfassten die physikalisch-chemischen Verhältnisse, den Massenumsatz und die Morphodynamik sowie die Biologie (Aufwuchs, Makroinvertebraten, Fische, Ufervegetation). Soweit möglich wurden der Zustand vor der Spülung, die Verhältnisse während der Spülung und der Zustand unmittelbar nach der Spülung erfasst sowie mehrere Wochen nach dem Ereignis eine Nachkontrolle durchgeführt.

Die Berichte zu den Ergebnissen sämtlicher Untersuchungen werden - nach Fachbereichen gegliedert - in den "Arbeitsberichten zur Nationalparkforschung" wiedergegeben. Damit soll gewährleistet werden, dass die Ergebnisse möglichst umgehend den Bearbeitern und weiteren Interessierten zur Verfügung stehen. Die Ergebnisse der weiteren Untersuchungen im Rahmen der Grundablass-Spülung des Livignostausees sind in folgenden "Arbeitsberichten zur Nationalparkforschung" enthalten:

SCHLUECHTER, Chr., LANG, R., MUELLER, B., 1991: Wissenschaftliche Begleitung Spülung Grundablass Livignostausee vom 7. Juni 1990 (1): Massenumsatz.

ELBER, F., 1991: Wissenschaftliche Begleitung Spülung Grundablass Livignostausee vom 7. Juni 1990 (2): Physikalische und chemische Verhältnisse während der Spülung und Aufwuchsuntersuchungen im Spöl und im Ova dal Fuorn.

JAEGER, P., 1991: Wissenschaftliche Begleitung Spülung Grundablass Livignostausee vom 7. Juni 1990 (3): Morphodynamik und Uferstabilität.

REY, P., GERSTER, S., 1991: Wissenschaftliche Begleitung Spülung Grundablass Livignostausee vom 7. Juni 1990 (4): Makroinvertebraten und Fische.

Es ist vorgesehen, dass eine Gesamtschau zu den Ergebnissen der Begleitung demnächst in der Reihe "Nationalparkforschung in der Schweiz" erscheinen wird.

Die fischereibiologischen Untersuchungen wurden durch das Institut für angewandte Hydrobiologie (Bern und Konstanz) im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt, Wald und Landschaft (Sektion Fischerei, Dr. E. Staub und Dr. D. Hefti) durchgeführt.

Für die algologischen Untersuchungen stellte der Zentralvorstand der SANW auf Antrag von Dr. K. Hanselmann (Präsident der Sektion IV der SANW) einen namhaften Beitrag zur Verfügung.

Die weiteren Arbeiten konnten dank der spontanen Bereitschaft von PD Dr. B. Nievergelt (Präsident WNPk) mit Unterstützung der WNPk durchgeführt werden.

Allen weiteren Personen, welche zur Durchführung der Untersuchungen beigetragen haben, sei an dieser Stelle ganz herzlich gedankt.

März 1991

Thomas Scheurer
Koordinator WNPk

Auswirkungen der Grundablass-Spülung des Livigno-Stausee's auf die Ufervegetation des Spöl



Kurt Kußtatscher
Geobotanisches Institut der ETH-Zürich, Stiftung Rübel
Zürichbergstr. 38
8044 Zürich

1991

Inhaltsverzeichnis

Seite

1.	Einleitung.....	3
2.	Allgemeine Betrachtungen.....	3
3.	Methoden.....	4
4.	Ergebnisse.....	5
5.	Folgerungen.....	25
6.	Offene Fragen.....	26
7.	Vorschläge für die nächsten Spülungen.....	26
	Zusammenfassung.....	27
	Literaturverzeichnis.....	28

zur Titelseite

Bild 1: Das Val da Spöl ist seit 1961 kein natürlicher Gebirgsbach mehr. Die stark reduzierte Wasserabflußmenge mit ihrer stark verminderten Erosionskraft, sowie der Wechsel zwischen Tag- und Nacht-Restwassermenge bedingte in den letzten 30 Jahren grundlegende Veränderungen im Ökosystem Spöl. Pflanzen- und Tiergemeinschaften mußten sich an die für sie neuen Umweltbedingungen anpassen.

Auswirkungen der Grundablass-Spülung des Livigno-Stausee's auf die Ufervegetation des Spöl.

Ein Beitrag von dipl.rer.nat. Kurt Kußtatscher

1. Einleitung

Im Rahmen der Spöl-Spülung 1990, welche von Seiten der Engadiner Kraftwerke (EKW) zum Durchputzen des Grundablasses des Stausees von Livigno aus Sicherheitsgründen durchgeführt werden mußte, wurde dem Verfasser dieses Teil-Berichtes die Aufgabe übertragen, in der dazu aufgestellten interdisziplinären Forschergruppe die Auswirkungen dieser Spülung auf die Ufervegetation zu untersuchen. Das Ereignis des künstlichen Hochwassers und dessen Folgen speziell auf Vegetation und Flora im Überschwemmungsbereich der Ufer soll beurteilt werden.

Dabei sind besonders die Fragen nach Zeitpunkt der Spülung, Abflußmenge und Abflußdauer einer künftigen Spülung, sowie Antworten auf die Dotationsmengen einer genaueren Betrachtung zu unterwerfen.

2. Allgemeine Betrachtungen

Geographisch gesehen befindet sich das Untersuchungsgebiet im Unterengadin, das mit seinem kontinentalen Klima botanisch, pflanzengeographisch und arealkundlich gesehen mit zu den interessantesten Tälern des Alpenbogens zählt.

Charakteristisch für die Ufervegetation eines Gebirgsbaches ist das Vorhandensein unterschiedlicher Entwicklungsstadien einer oder mehrerer vegetationskundlicher Sukzessionsreihen. Dieses dynamische Gefüge von Pflanzengesellschaften ist als Folge der zahlreichen, auf den jeweiligen Standort wirkenden, abiotischen und biotischen Faktoren zu verstehen.

Als abiotische Faktoren stehen besonders das Großklima, das lokale Kleinklima, die Hochwasserperiodizität, das Wasserniveau, die Korngröße des Substrates, die Steilheit des Ufers, und die Beschattung durch Bergrücken, Bäume usw. den biotischen Faktoren Beweidung, Verbiss, Tritt und weiteren gegenüber.

Nicht vergessen werden dürfen im Zusammenhang mit der Dynamik eines Gebirgsbaches die nur periodisch einwirkenden Faktoren Überflutung, Materialüberlagerung, Überschwemmungszeitpunkt, Überschwemmungshäufigkeit, Austrocknung usw.

Um zu gesicherten Ergebnissen zu kommen ist eine jahrelange Beobachtung der Standorteinflüsse (Klima, Boden, Dynamik, Tiere, Mensch, ...) **und** gleichzeitig des dynamischen Anpassungsprozesses der Vegetation bzw. die Veränderungen der einzelnen Pflanzengemeinschaften notwendig.

Sowohl das Allgemeinklima des Nationalparks als auch das Lokalklima in Punt Periv besitzen eine ausgesprochen kontinentale Tönung mit starker Sonnenstrahlung, hoher Sonnenscheindauer, wenig Niederschlägen, hoher Verdunstung, hohen täglichen und jahreszeitlichen Schwankungen von Temperatur und Luftfeuchtigkeit (W. Lüdi 1966). Dies erfordert von der lokalen Flora weitreichende Anpassungen an die jeweiligen Stand-

ortsbedingungen und prägt damit auch das Erscheinungsbild der vorherrschenden Vegetation.

Das Bachbett des Spöl verläuft in dem etwa 500 m langen Bereich zwischen Punt dal Gall und Punt Periv am Grunde eines V-förmigen Tales. Nur in wenigen erweiterten Talabschnitten wird dem Bach ein mehr oder weniger freier Lauf gewährt.

Die Ablagerungen an Grobschutt und Feinmaterial im Bachbett werden vor allem von der Strömungsgeschwindigkeit und dem Querschnitt des Bachbettes bestimmt. Entsprechend sind in diesem Gebirgsgelände sehr unterschiedliche Standorte vorhanden.

Der Spöl hat nicht mehr seine volle Wasserführung: seit 1961 wurde das Wasser oberhalb Punt dal Gall umgeleitet; seit der Eröffnung des Livignostausees 1968 wird diesem ehemaligen Gebirgsbach nur noch eine wechselnde Restwassermenge von 2,4 m³/s bei Tag bzw. 1 m³/s bei Nacht zugestanden. Im Winter darf diese Restwassermenge bis auf 0,5 m³/s reduziert werden.

3. Methode

Die Pflanzengemeinschaften haben neben dem rein pflanzensoziologischen auch einen geschichtlichen Aspekt. Fragen nach den im Gebiet an ähnlichen Standorten vorkommenden Pflanzenarten, nach den möglichen Transportmöglichkeiten für die Diasporen dieser Pflanzenarten, nach den Keim- und Lebensbedingungen an den unterschiedlichen Standorten, usw. spielen in diesem Zusammenhang eine wesentliche Rolle.

H. Heller (1969) bemerkte, daß das gegenwärtige Vegetationsmosaik nur zu einem geringen Teil aus den heutigen Standortverhältnissen erklärbar ist. Für den Spöl trifft diese Feststellung ganz besonders zu.

Methoden-Auswahl : Nachdem eine Dauer-Beobachtung in Hinblick auf die diesjährige Spülung noch nicht möglich war, wurde versucht sowohl vor als auch nach der Spülung des Livigno-Stausee-Grundablasses eine repräsentative Dokumentation der vorgefundenen Ufervegetation zu erstellen. Anschließend wurden aus diesen beiden Momentan-Zuständen der Vegetation Schlußfolgerungen über die Auswirkungen **dieses** Hochwassers gezogen.

Vorgangsweise : Längs des ca. 2,2 km langen Spölufers wurden zwischen Punt dal Gall (1700 m) und Punt Periv (1660 m) insgesamt 7 für geeignet befundene und für den Spöl möglichst repräsentative Standorte als Kontrollflächen ausgewählt und deren Vegetation vor der Spülung (6. Juni) mittels Vegetationsaufnahmen nach der Methode Zürich-Montpellier aufgenommen.

Ungefähr zwei Monate nach der Spülung (20. August) wurden die gleichen Standorte wiederholt bearbeitet.

Durch Feld-Beobachtungen und weitere Notizen wurden die erhobenen Daten ergänzt und anschließend durch Vergleich des Aufnahmемaterials ausgewertet.

Auswertung : Kritische und nicht eindeutig zu bestimmende Pflanzen bzw. Pflanzenteile wurden herbarisiert und nach Möglichkeit nachträglich bestimmt.

Es wurden nur Land-Gefäßpflanzen berücksichtigt. Die nur spärlich vertretenen Moose wurden zwar gesammelt, doch nicht weiter bearbeitet, da sie für die Fragestellung dieser Arbeit bedeutungslos erschienen und die Auswertung damit nur erschwert hätten.

Im direkten Vergleich der beiden Momentanzustände jeder Aufnahmefläche wurde eine Interpretation der Zustandsveränderung versucht.

Unter Zuhilfenahme der Zeigerwerte zur Schweizer Flora (Landolt 1977) konnten tendenzielle Standortunterschiede zwischen den einzelnen Kontrollflächen herausgefunden werden, was schließlich auch zu einem Deutungsversuch der Dynamik der einzelnen Pflanzenbestände führte.

4. Ergebnisse

Durch die reduzierte Erosionsleistung des Wassers hat sich im Laufe der Zeit immer mehr Feinmaterial angelagert. Dies ist aus ökologischer Sicht mit ein Grund für die stark veränderten Lebensbedingungen im Spöl.

Nicht zu unterschätzen ist in diesem engen Bachbett der Niveau-Unterschied der ehemaligen und der heute wechselnden Wasseroberfläche:

- Die Ufervegetation von vor 1961 liegt heute, sofern sie noch vorhanden ist, in den engeren Talabschnitten meist **außerhalb** des direkten Einflßbereiches des Spölwassers;
- Die aktuelle Ufervegetation ist mit ihrem maximalen Alter von 30 Jahren und den gelegentlich einwirkenden, **nicht periodischen** Störungseinflüssen durch die Spülungen immer noch in einem sehr frühen Stadium der Sukzession;

Feld-Beobachtungen

vor der Spülung:

- **zur jahreszeitlichen Phänologie** : Die Vegetationszeit hat gerade erst begonnen, die Pflanzen sind dementsprechend wenig entwickelt, die Bestandeshöhe beträgt in keinem Fall 10 cm, meist waren gerade die ersten Blätter zu sehen. Die Erstellung vollständiger Vegetationsaufnahmen ist erschwert.
- Alle Flächen (außer die Aufnahmefläche 7) unterliegen einem relativ starken **Weidedruck** (s. auch Lüdi 1966). Fraßspuren und Losung sind nicht zu übersehen. In dieser Jahreszeit scheinen die Flächen regelmäßig abgeäst zu werden, zumal sie mit zu den tiefstgelegenen im Nationalpark gehören.
- Lüdi 1966 erwähnt oberhalb von Punt Periv "die bemerkenswertesten **Laubgehölze** im ganzen Nationalpark". Heute sind in diesem Gebiet kaum noch Laubbäume vorhanden, lediglich einige ca. 10 cm hohe Jungpflanzen, bzw. ausschlagende Wurzelstöcke mit Verbiss Schäden (Alnus sp., Salix sp., Betula sp., usw.) sind heute noch vorhanden.
- Durch die seit ca. 30 Jahren grundlegend **veränderte Dynamik** des ehemaligen Gebirgsbaches haben junge Föhren und Fichten gute Chancen auf ehemaligen Ufern und trockengefallenen Kiesinseln bis über den Bereich des "Mittleren Hochwassers" (d.h. $\approx 2,4 \text{ m}^3/\text{s}$) im Bachbett aufzukommen.

Der von den Talflanken "nachrückende" Wald besiedelt immer stärker und mit beachtenswerter Individuenzahl (junge Bäume, bes. Picea excelsa und Pinus-Arten) ehemalige Ufer und trockengefallene Kiesbänke.

Dieser **Wiederbewaldungseffekt** führt zu einer wesentlich stärkeren und kaum wünschenswerten Bestockung im Bereich des Bachbettes. Einerseits werden dadurch die wenigen Flächen mit offener Vegetation zusätzlich konkurrenziert, andererseits fällt mit den aufkommenden Jungbäumen vermehrt Treibholz im Spölbett an. Bei künftigen Hochwässern kann sich dieses im Bachbett verkeilen und zu unerwünschten Stauungen führen.



Bild 2:

Lüdi beschrieb 1966 ca. 400 m oberhalb von Punt Periv die bemerkenswertesten Laubgehölze des ganzen Nationalparks. Heute sind nur noch rudimentäre Wurzelausschläge von Erlen- und Weidenstöcken zu finden.



Bild 3:

Bedingt durch die veränderte Dynamik des ehemaligen Gebirgsbaches Spöl haben seit der Inbetriebnahme des Livignostausees junge Fichten (*Picea excelsa*) und Föhren (*Pinus*-Arten) verbesserte Bedingungen auch innerhalb des Bachbettes zu keimen und zu gedeihen. Dies könnte in Zukunft zu grösseren Mengen Treibholz führen.

nach der Spülung:

- **Schwemmkegel** : Zwischen den beiden Aufnahmeterminen haben Gewitterregen viel Material aus den Seitengräben des Val da Spöl heruntergeschwemmt und als kleinere Schuttkegel an seinen Ufern abgelagert. Im Extremfall ist ein Anstauen des Spöls zu erwarten, womit seine Erosionskraft in diesem Bereich auf ein Minimum reduziert würde.
- **Materialfracht** : Durch die Grundausschluß-Spülung wurde weit weniger Material eingeschwemmt als von mir erwartet. Die Trübung des Spülungswassers war erstaunlich gering.

Viel größer als von mir erwartet war hingegen jene Materialmenge, welche an den Ufern, ganz speziell von den ins Bachbett reichenden Schuttkegeln während der eigentlichen Spülung von der Strömung mitgerissen wurde. Die Trübung des Hochwassers war im unteren Talbereich beachtlich. Das grobe Material, wie z.B. Grobschutt, Feinschutt und Sand, wurde nicht weit mitgeschwemmt .

- **Materialablagerungen** : Beobachtungsflächen die talabwärts unmittelbar an derartige Schuttkegel anschliessen, oder solche nach Verengungen des Bachbettes, litten am meisten unter den mechanisch-physikalischen Belastungen durch die Spülung. Die negativen Wirkungen für die Ufervegetation reichten dabei von einer blossen Überflutung über eine leichte Überschlückung bis zur vollständigen Zerstörung der Pflanzen oder sogar des gesamten Standortes.

Im Vergleich zu natürlichen Frühsommer-Hochwässern erscheint mir die Fracht an Feinmaterial am Beispiel Spöl-Spülung höher zu sein. Die Sedimentationsschichtung im Bereich der Ufervegetation läßt vermuten, daß insgesamt gesehen im Vergleich mit natürlichen Gebirgsbächen ähnlich viel Material abgelagert wird. Unterschiedlich dazu scheint jedoch, daß im Falle des Spöl die Menge fast ausschließlich während den gelegentlichen Spülungen abgelagert wird, während im naturbelassenen Gebirgsbach im Jahreskreislauf mehrere Hochwässer möglich sind. Dieser Gedanke soll einer gezielte Untersuchung empfohlen sein.

- **Dynamik** : Im Sinne des ehemaligen Gebirgsbach-Ökosystems positiv zu beurteilen sind:

> die Erosion von Feinmaterial von der Bachsohle und der daran an-, bzw. eingelagerten Nährstoffe; ein zu grosses Nährstoffangebot fördert in der Ufervegetation Pflanzenarten und -bestände mit höheren Nährstoffbedürfnissen. Derartig Bestände wären an den Ufern des Spöl als Fremdkörper zu betrachten.

> die Erosion von akkumulierter organischer Substanz wie Holz, Humus, Hirschlochung, usw.; organische Substanz ist wie eine Art Langzeitdünger zu bewerten, weshalb die gleiche Argumentation wie beim vorigen Punkt anzuführen wäre.

> das Abtragen von seitlich ins Bachbett reichenden Schwemmkegeln; diese engen den Lauf des Restwassers ein. In der Folge käme es zu Aufstauungen und damit zu noch geringerer Erosions- und Selbstreinigungskraft des Spöls.

> das Schaffen neuer Standorte durch Materialum- und -verlagerungen; die Vielfalt an Lebensräumen mit unterschiedlichen Standortsfaktoren ermöglicht einer Vielzahl an Pflanzen- und Tierarten ihren Fortbestand.



Bild 4:

Beachtliche und wohl nur schwer abschätzbare Mengen an Erosionsmaterial werden jährlich von den Flanken des Val da Spöl in das Spöl-Bett vorgeschoben.

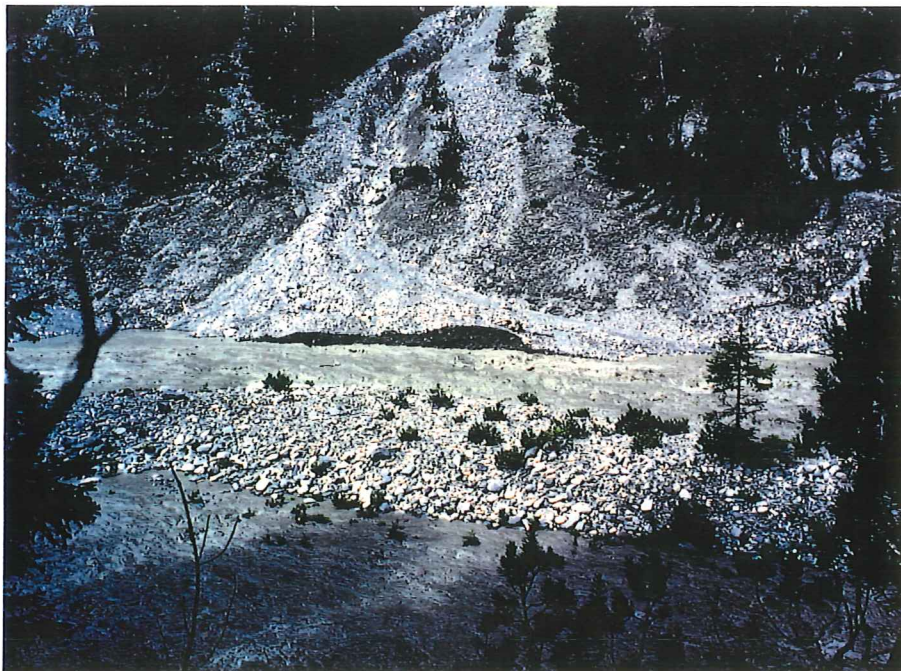


Bild 5:

Ist die Erosionskraft des Spöls wie im Beispiel Spöl-Spülung 1990 groß genug, werden die Schuttfächer von der Strömung abgetragen. Beachtliche Mengen an Material unterschiedlicher Korngröße werden dabei innerhalb des Bachbettes umgelagert.

Zeigerwertanalyse (nach Landolt 1977)

Diese Analyse erlaubt anhand der Artengarnitur und deren Zeigerwerte eine ökologische Interpretation der Standortverhältnisse im Vergleich der Aufnahmeflächen zueinander.

Zwei Standortfaktoren sind im Rahmen dieser Arbeit besonders interessant: zum einen die Wasserversorgung der einzelnen Pflanzenbestände, zum anderen die Dispersität des Bodens.

Die Feuchtezahl: dieser Wert kennzeichnet die mittlere Feuchtigkeit des Bodens während der Vegetationszeit. Niedrige Zahlen zeigen geringe, hohe Zahlen zeigen hohe Bodenfeuchtigkeit an.

Beeinflusst wird diese im bearbeiteten Bereich des Spöls durch die Wasserhaltekapazität des Substrates, den vertikalen Abstand des Grundwassers vom aktiven Wurzelraum, durch mögliches Hangwasser und von der Beeinflussung der Luftfeuchte direkt aus dem Spölwasser, der Sonneneinstrahlung usw.

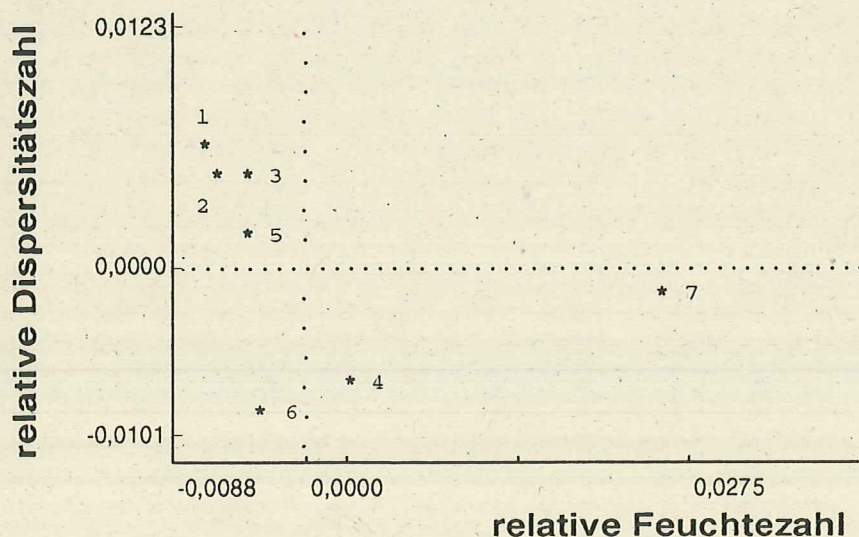
Die Dispersitätszahl: dieser Wert kennzeichnet die Teilchengröße und die Durchlüftung des Bodens. Niedrige Zahlen charakterisieren Substrate mit gröberen Teilchen, welche auch gut durchlüftete Zwischenräume besitzen. Hohe Zahlen weisen auf Böden mit sehr feinen Bodenpartikeln und/oder schlechter Sauerstoffversorgung hin. Je nach Strömungsgeschwindigkeit des Spölwassers, abhängig auch von Hindernissen im und am Rande des Bachbettes, sowie an der Bachsohle werden aus der mitgeführten Materialfracht des Hochwassers unterschiedliche Korngrößen-Fractionen abgelagert.

Im nachfolgenden Diagramm ist eine deutliche Gruppierung der untersuchten Pflanzenbestände anhand ihrer Zeigerwerte zu erkennen. Die Aufnahmeflächen 1, 2, 3, 5 und 6 weisen auf meist leicht frische bis leicht feuchte Standortverhältnisse hin, wogegen die Pflanzenbestände der Aufnahmeflächen 4 und 7 frische bzw. nasse Standortverhältnisse anzeigen.

Andererseits weisen die Standorte der Aufnahmeflächen 1, 2, 3 und 5 Substrate mit kleineren bis größeren Partikelgröße, aber dennoch mit guter Sauerstoffversorgung der Wurzeln hin. Die Pflanzenbestände 4, 6 und 7 zeigen im Bereich ihres Wurzelraumes mehr oder weniger starken Mangel an Sauerstoff an, zum einen wegen der starken Durchnässung, zum anderen wegen der kleinen Partikelgröße des Substrates.

Bereits diese beiden Standortfaktoren sind für eine ökologische Interpretation sehr aufschlußreich.

Die genauen Werte (nach Landolt 1977) sind bei den einzelnen Aufnahmen zu finden.



Typisierung der vorgefundenen Ufervegetation

Die Pflanzenbestände im Uferbereich des Spöl's sind im Umfang dieser Arbeit kaum in das Pflanzensoziologische System einzuordnen. Zu gering ist die Anzahl der Stichproben und, was noch gewichtiger erscheint, die Auswahlkriterien der Aufnahmebestände wurden nicht für eine pflanzensoziologische Einordnung, bzw. Charakterisierung dieser Pflanzenbestände gewählt.

Für eine grobe Charakterisierung kann jedoch festgehalten werden, daß die Bestände der Aufnahmeflächen 1, 2, 3, 5 und 6, ökologisch gesehen, im großen und ganzen als Schwemmlingsfluren angesehen werden können. Sie sind pflanzensoziologisch im Rahmen dieser Arbeit nicht genauer einzuordnen.

Der Bestand der Aufnahmefläche 4 ist eine bereits weiterentwickelte Sukzessionsstufe in der Verwandtschaft der Kleinseggenriede.

Der Bestand der Kontrollfläche 7 ist ein Beispiel für eine Form nordischer Reliktvegetation, ein *Caricetum juncifoliae* Br.-Bl. 1918.

Aussagekräftiger als eine pflanzensoziologische Einordnung scheint jedoch der Versuch einer Typisierung der einzelnen Pflanzenbestände. Dabei soll versucht werden, aufgrund der Artenzusammensetzung, der Standortverhältnisse und der ökologischen Interpretation eine einigermaßen faßbare Erklärung der auf die Ufervegetation einwirkenden Faktoren der Spöl-Spülung und der seit 1961 veränderten Wasserführung zu finden.

Die Auswertung des gesammelten Datenmaterials und der Beobachtungen während der Spöl-Spülung vom 7. Juni 1990 erbrachte eine Einteilung in 4 zu unterscheidende Typen.

Bei der nachfolgenden Beschreibung der einzelnen Bestandestypen sollen die botanischen und ökologischen Aspekte der einzelnen Aufnahmeflächen etwas näher betrachtet werden.

Typ 1: Straußgras-Bestand

(Aufnahmeflächen 1, 2, 3 und 5)

Diese Pflanzenbestände kommen auf Standorten im Strömungsschatten von Felsen und Geländerippen vor. Es handelt sich um Akkumulationslagen für feineres und gröberes Material. Für die Vegetation herrschen stark wechselfeuchte Bedingungen. Die Dispersität des Bodensubstrates weist auf kleine Partikelgrößen (Schluff und Sand) und damit verbunden auf einen geringen Sauerstoffgehalt im Wurzelbereich hin. Gelegentlich trocknet dieses Substrat auch stärker aus.

Sind grobe Steinfraktionen vorhanden, so werden die Zwischenräume zum größten Teil mit Schluff- und Sandteilchen aufgefüllt.

Bei den gelegentlichen Überflutungen werden durch den relativ hochwüchsigen Pflanzenbestand aus dem Hochwasser sehr feine Materialpartikel herausgekämmt und angelagert. Der Anteil von niederliegenden Kräutern und Rosettenpflanzen ist daher sehr klein. Vor allem anpassungsfähige Arten mit Ausläufern, Zug- und Streckwurzeln, sowie Einjährige sind an solchen Standorten überlebensfähig.

Mit der dichten, stabilisierenden Durchwurzelung des pflanzenverfügbaren Bodenraumes (genügend Feuchtigkeit, genügend Durchlüftung) sind diese Pflanzenbestände eine Pioniervegetation für evtl. nachfolgend aufkommende höherwüchsige Weidengebüsche (möglicherweise auch *Myricaria germanica*, die von Lüdi 1966 noch gefunden wurde).



Bild 6:

Die Aufnahmefläche 1 befindet sich unmittelbar unterhalb des Grundablasses. Deutlich zu sehen sind die Steine am Rande der Aufnahmefläche. Das eigentliche Substrat des Standortes besteht aus Sand und Schluff. Der Pflanzenbestand wird von *Agrostis gigantea* (Riesen-Straußgras) dominiert.



Bild 7:

Die Aufnahme­fläche 2 befindet sich an der gleichen Stelle wie die Drift­mes­sung in SPÖ 1.

Das Bild ist gegen den Strömungs­ver­lauf gerichtet. Deutlich zu sehen sind der zweiarmige Bachlauf (bei Tagesdotatation $2,4 \text{ m}^3/\text{s}$), hier einarmig bei Nachtdotatation $1 \text{ m}^3/\text{s}$ vor der Spülung, und die getrennte Ablagerung der verschiedenen Korngrößefrak­tionen des Substrates.

Im Hintergrund der noch intakte Schuttkegel (Mitte hinten), von dem vermutlich ein Großteil des vom Spülungs-hochwasser im orographisch rechten Arm abgelagerten Materials stammt (im Bild linker Arm).



Bild 8:

Im Bild die Aufnahme­fläche 3 vor der Spülung; im Hintergrund ist die Staumauer des Livigno-Stausees zu sehen. Die Wirkung des Spülungs-Hochwasser auf die Vegetation dieser Fläche war eine Total-Zerstörung: die Fläche präsentierte sich vegetationslos, überlagert von faustgroßen Steinen. Die Ursache dafür ist kaum exakt zu fassen. Ersichtlich sind im Bild der laterale Schuttkegel (Mitte hinten) und der Felsen am rechtsseitigen Spölufer (links hinten).



Bild 9:

Aufsicht des Pflanzenbestandes der Aufnahme­fläche 5. Im Feinmaterial zwischen den Steinen siedeln sich bei regelmäßiger Beweidung neben dem Riesen-Straußgras (*Agrostis gigantea*) auch Rosettenpflanzen, kleinere Kräuter und einige Moose an.



Bild 10:

Neben der überall vorhandenen Hirschlosung (hier Aufnahme­fläche 5) zeugen auch die Verbiss-Wuchsformen von einem starken Beweidungsdruck.

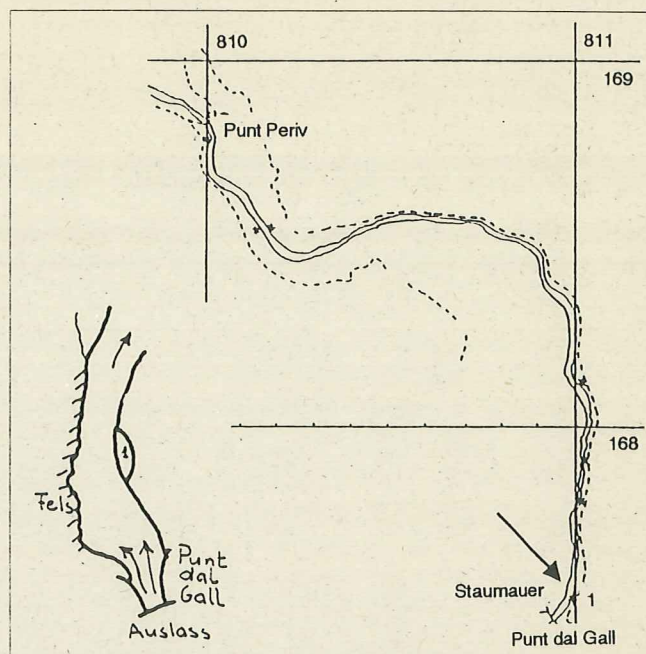
Aufnahmefläche 1

Projekt Nr. 1
 Koordinaten 810.99/167.54
 Bodentyp Schluff bis Feinsand
 pH-Wert (n. Hellige) 7,5

Aufnahme Nr.	1	13
Datum	6.6.	20.8.
Pflanzendecke	>80%	>80%
Grasartige in % Massenanteil	87	85
Kleearten in % Massenanteil	0	0
Kräuter in % Massenanteil	6	12
Holz- u. Farnpflanzen in % MA	3	3
Fläche in m ²	ca. 30	ca. 27
Artenzahl	15	18

Einschätzung n. Br. Bl.

Agrostis gigantea	4	3
Campanula cochleariifolia	1	1
Cerastium fontanum	+	+
Cirsium palustre	1	1
Hieracium staticifolium	+	1
Leontodon hyoseroides	1	1
Petasites paradoxus	+	+
Picea excelsa	1	1
Pinus mugo	r	r
Salix appendiculata	+	1
Saxifraga aizoides	+	+
Tussilago farfara	1	1
Bellidiastrum michelii	+	
Carex flacca	1	
Deschampsia caespitosa	1	
Carduus defloratus		+
Epilobium cf. alsinifolium		+
Festuca rubra		2
Galium pumilum		+
Linum catharticum		+
Salix cf. caprea		+



Aufnahme Nr.	Humuszahl	Feuchtezahl	Lichtzahl	Kontinentalitätszahl	Dispersitätszahl	Reaktion	Temperaturzahl	Nährstoffzahl
1	2,9	3,0	3,0	3,0	4,9	3,1	2,9	3,0
13	2,8	3,0	3,3	3,0	4,5	3,1	2,9	2,9

n. Landolt 1977

Vor der Spülung : Die Pflanzengesellschaft wird von *Agrostis gigantea* (Riesenstraußgras) beherrscht. Daneben kommt noch *Festuca rubra* (Rotschwingel) in größerer Menge vor. Pflanzen mit Ausläufern oder solche mit starken, elastischen Wurzeln scheinen die hier einwirkenden "Störungskräfte" besser zu ertragen.

Die Aufnahmefläche 1 befindet sich ca. 30 m unterhalb des Auslasses des Staubeckens und liegt ca. 0,5 m über der Wasseroberfläche bei Nachtdotation 1 m³/s. Die Flächengröße beträgt bei einer Länge von ca. 9 m und einer Breite von ca. 4,5 m ungefähr 25-30 m².

Nach der Spülung : Der Bestand erscheint annähernd unverändert, lediglich die Fläche wurde etwas verkleinert. Besonders am bachseitigen Rand wurde Material abgetragen.

Diskussion : Der Pflanzenbestand hat durch die Spülung keine bemerkenswerte Beeinträchtigung erfahren. Die Unterschiede in der Artenliste zwischen den beiden Kontrollaufnahmen sind einerseits wohl mit dem frühen Aufnahmeterrain (6. Juni) zu erklären, andererseits mit der Zerstörung des bachseitigen Randstreifens.

Im Falle von *Deschampsia caespitosa* und *Carex flacca* handelt es sich um jene Arten, welche am Rande des Ufers der Strömung am meisten ausgesetzt waren und somit auch am meisten gelitten haben.

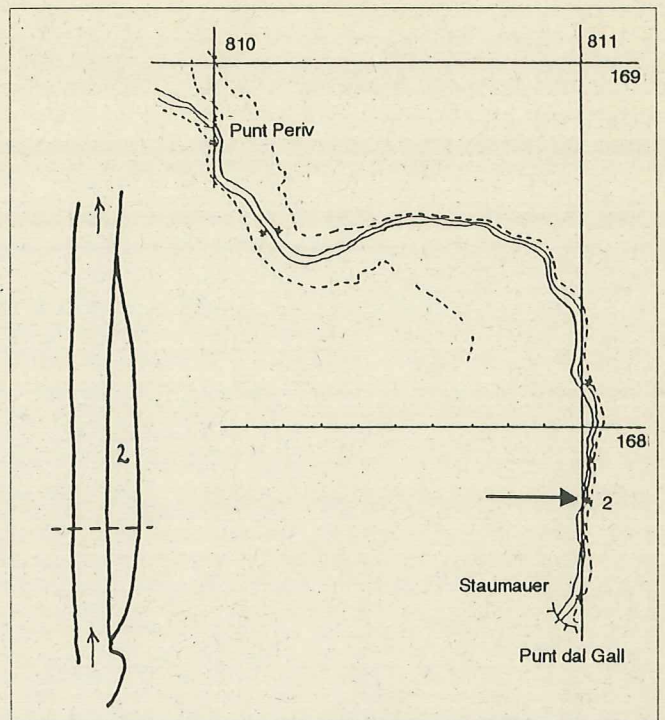
Aufnahmefläche 2

Projekt Nr. 2
 Koordinaten 811.01/167.80
 Bodentyp Sand, Kies
 pH-Wert (n. Hellige) 8,0

Aufnahme Nr.	2	12
Datum	6.6.	20.8.
Pflanzendecke	70-80%	70-80%
Grasartige in % Massenanteil	69	75
Kleearten in % Massenanteil	0	0
Kräuter in % Massenanteil	23	24
Holz- u. Farnpflanzen in % MA	2	1
Fläche in m ²	25	12
Artenzahl	19	23

Einschätzung n. Br. Bl.

Agrostis gigantea	4	5
Arabis corymbiflora	+	2
Campanula cochleariifolia	1	1
Cerastium fontanum	1	+
Cirsium palustre	+	+
Deschampsia caespitosa	+	1
Epilobium cf. alsinifolium	1	1
Festuca halleri	1	1
Hieracium staticifolium	1	1
Leontodon hyoseroides	1	1
Poa cenisia	2	1
Salix cf. appendiculata	1	+
Saxifraga aizoides	1	1
Taraxacum officinale	1	1
Tussilago farfara	1	1
Urtica dioeca	+	+
Gypsophila repens	r	
Picea excelsa	r	
Pinus mugo	r	
Bellidiastrum michelii		r
Carex sp		r
Hieracium bifidum		+
Salix nigricans		r
Saxifraga caesia		r
Silene vulgaris		1
Trisetum distichophyllum		+



Aufnahme Nr.	Humuszahl	Feuchtezahl	Lichtzahl	Kontinentalitätszahl	Dispersitätszahl	Reaktion	Temperaturzahl	Nährstoffzahl
2	2,9	3,0	3,3	3,0	4,5	3,1	2,6	3,0
12	2,8	3,0	3,2	3,0	4,7	3,1	2,9	2,9

n. Landolt 1977

Vor der Spülung : Bei dieser Aufnahmefläche handelt es sich um eine langgezogene, bei Tagesdotations beidseitig von Wasser umflossene Kiesinsel, welche mit einem noch sehr jungen Pflanzenbestand bewachsen ist. Die Bestandeshöhe beträgt nur etwa 3 cm.

Die Fläche wird von kleinen Steinen gebildet, die Oberfläche liegt bei Nacht-dotation 1 m³/s ca. 20 cm über der Wasserfläche, bzw. bei 2,4 m³/s Tagesdotations auf fast gleicher Höhe wie diese. Die Flächengröße beträgt bei einer Länge von ca. 17,5 m und einer Breite von ca. 3 m ungefähr 25-30 m². An dieser Stelle wurde während der Spülung eine Driftmessung gemacht.

Nach der Spülung : Der langgezogene, beidseitig von Wasser umflossene und bewachsene Kiesstreifen wurde schmaler und kürzer. Die Hälfte des Bestandes wurde an der rechten Seite vollständig mit Schotter überdeckt, wo das Material jetzt höher liegt als der Rest des ursprünglichen Bestandes, welcher nicht überlagert wurde! Für ein besseres Verständnis wäre der genaue Strömungsverlauf während der Spülung und der Ort des Materialabtrages abzuklären. Möglicherweise können aus der nebenan gemachten Driftmessung weitere Erkenntnisse gewonnen werden.

Diskussion : Bei dieser Fläche war die Beeinflussung der Vegetation durch das Spülungshochwasser, abgesehen von dem Flächenverlust, relativ gering. Das Fehlen einiger Arten in den beiden Kontrollaufnahmen wird mit dem frühen Aufnahmeterrain und dem Flächenverlust erklärt.

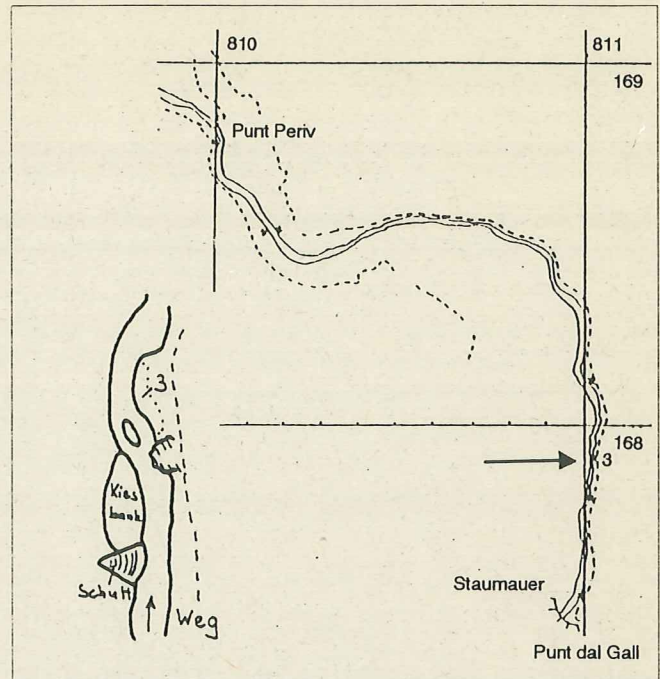
Aufnahmefläche 3

Projekt Nr. 3
 Koordinaten 811.02/167.91
 Bodentyp Feinsand, Kies
 pH-Wert (n. Hellige) kein Wert

Aufnahme Nr.	7
Datum	6.6.
Pflanzendecke	70-80%
Grasartige in % Massenanteil	54
Kleearten in % Massenanteil	0
Kräuter in % Massenanteil	14
Holz- u. Farnpflanzen in % MA	2
Fläche in m ²	15
Artenzahl	18

Einschätzung n. Br. Bl.

Agrostis gigantea	3
Arabis corymbiflora	r
Bellidiastrum michelii	1
Campanula cochleariifolia	1
Carduus defloratus	1
Cerastium fontanum	+
Deschampsia caespitosa	2
Epilobium cf. alsinifolium	1
Equisetum palustre	1
Hieracium bifidum	+
Leontodon hispidus	1
Pinus mugo	r
Poa cenisia	1
Polygonum viviparum	1
Salix sp	1
Saxifraga aizoides	+
Taraxacum officinale	1
Tussilago farfara	1



Aufnahme Nr.	Humuszahl	Feuchtezahl	Lichtzahl	Kontinentalitätszahl	Dispersitätszahl	Reaktion	Temperaturzahl	Nährstoffzahl
2	2,9	3,0	3,3	3,0	4,5	3,1	2,6	3,0

n. Landolt 1977

Vor der Spülung : Die Untersuchungsfläche befindet sich ungefähr 20 m oberhalb der Meßstation zur Kontrolle der Abflußmenge. Die Vegetation weist auf periodische Störungen und auf einen ziemlich starken Weidedruck durch Hirsche hin. Die Fläche befindet sich an einem Prallufer, liegt bei einer Wasserdotation von 1 m³/s ca. 20-40 cm über der Wasserfläche und wird hauptsächlich von grobem Schotter und dazwischen abgelagertem Feinsand gebildet. Die Flächengröße beträgt bei einer Länge von ca. 7 m und einer Breite von ca. 2,5 m ungefähr 15 m².

Nach der Spülung : Die Fläche ist vollständig mit grobem Schotter überdeckt und z.T. unter Wasser; die Vegetation ist zerstört. Neu präsentiert sich die Fläche als 12-15 m lange und 3-7 m breite Kiesbank; gleichzeitig ist ca. 5 m talabwärts eine neue Kiesinsel mit ungefähr 20 m² Fläche entstanden.

Diskussion : Eine Weiterentwicklung dieses Bestandes wurde durch die Materialüberdeckung unterbunden. Für diesen Pflanzenbestand kam die Spöl-Spülung einer Zerstörung seines Standortes gleich. Für den Lebensraum Spöl hingegen wurde mit der vegetationsfreien Fläche ein neuer Standort geschaffen, dessen Wert für die Vegetation wohl erst in den folgenden Jahren abgeschätzt werden kann. Vorstellbar wäre, eine regelmäsig-jährliche Spöl-Spülung vorausgesetzt, daß sich auf derartigen, neugeschaffenen Kiesbänken schöne Schwemmlingsfluren einstellen könnten.

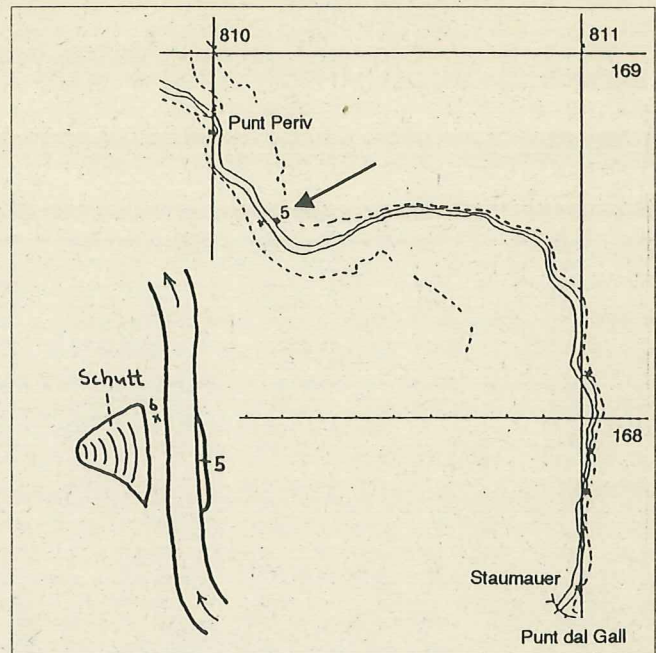
Aufnahmefläche 5

Projekt Nr. 5
 Koordinaten 810.16/168.54
 Bodentyp Kies
 pH-Wert (n. Hellige) kein Wert

Aufnahme Nr.	5	10
Datum	6.6.	20.8.
Pflanzendecke	80%	70%
Grasartige in % Massenanteil	71	76
Kleearten in % Massenanteil	+	-
Kräuter in % Massenanteil	25	20
Holz- u. Farnpflanzen in % MA	4	5
Fläche in m ²	25	22
Artenzahl	36	30

Einschätzung n. Br. Bl.

Agrostis gigantea	3	4
Campanula cochleariifolia	1	1
Cirsium acaule	+	+
Deschampsia caespitosa	2	1
Dryas octopetala	+	+
Epilobium cf. alsinifolium	+	1
Equisetum variegatum	1	1
Hieracium staticifolium	+	1
Juncus cf. alpinus	1	2
Leontodon hyoseroides	1	1
Parnassia palustris	1	+
Picea excelsa	+	+
Pinus mugo	+	+
Pinus silvestris	+	+
Poa cenisia	2	+
Polygala amarella	+	+
Polygonum viviparum	1	+
Prunella vulgaris	1	1
Ranunculus montanus	+	+
Sagina linnaei	1	+
Saxifraga aizoides	1	1
Taraxacum officinale	1	1
Thymus polytrichus	1	1
Antennaria dioeca	+	
Bellidiastrum michelii	1	
Carex capillaris	2	
Lotus corniculatus	+	
Pinguicula cf. alpina	+	
Plantago alpina	1	
Plantago serpentina	1	
Salix herbacea	r	
Salix nigricans	r	
Salix purpurea	r	
Salix reticulata	r	
Saxifraga sp	r	
Tussilago farfara	1	
Anthoxanthum cf. odoratum		+
Botrychium lunaria		+
Cerastium fontanum		1
Hieracium bifidum		+
Leontodon autumnalis		1
Linum catharticum		+
Petasites paradoxus		+



Aufnahme Nr.	Humuszahl	Feuchtezahl	Lichtzahl	Kontinentalitätszahl	Dispersitätszahl	Reaktion	Temperaturzahl	Nährstoffzahl
5	3,1	3,1	3,5	3,1	4,4	3,2	2,6	2,8
10	2,9	3,0	3,3	2,9	4,7	3,2	2,8	2,8

n. Landolt 1977

Vor der Spülung : Diese Untersuchungsfläche befindet sich ca. 350 m oberhalb von Punt Periv ca. 4 m vor dem orographisch rechten Hangfuß, gegenüber den noch sichtbaren Versuchsflächen von W. Lüdi (1966), ist ungefähr 25 m lang und ca. 1 m breit. Dies ergibt eine Flächengröße von ungefähr 25 m². Der schmale Vegetationsstreifen am Bachrand ist mit ca. 20% Steinen durchsetzt und wird von Wild beweidet. Die Fläche liegt bei Nachtdotation 1 m³/s ca. 30 cm über dem Wasserspiegel.

Nach der Spülung : Die Fläche wurde teilweise übersandet bzw. mit Kies überdeckt und damit auch etwas verkleinert.

Diskussion : Der Flächenverlust durch das Spülungs-Hochwasser war wohl auch hier der gravierendste Eingriff. Vor allem niederliegende und kleine Pflanzen wurden besonders getroffen. Außerdem ist, wie bei der Aufnahmefläche 4, deutlich zu sehen, daß sich Agrostis gigantea und Juncus alpinus vor allem auf Kosten von Deschampsia caespitosa, Carex capillata und Poa cenisia deutlich ausbreiten konnten.

Typ 2: Kräuterreicher Pflanzenbestand mit Kleinseggenarten
(Aufnahmefläche 4)

An Standorten, welche etwas weniger von Feinmaterialablagerungen betroffen sind, haben auch Rosettenpflanzen und kleinere Kräuter die Möglichkeit an der Ausbildung von Pflanzenbeständen mitzuwirken. Krautige Pflanzen werden wegen ihres geringeren Lignin- und Stützgewebeanteils in den Pflanzenorganen, wegen des meist höheren Eiweißanteils im Blatt und nicht zuletzt auch wegen des feinen Geschmacks bevorzugt abgeweidet.

Abgeweidete Pflanzenbestände ermöglichen auch lichtbedürftigen Pflanzen, besonders Keimlingen, in Bestandeslücken einzuwandern. Die Narbe dieser Bestände ist auch aus diesem Grunde meistens sehr dicht.

Der Wurzelraum ist sehr gut durchwurzelt, eine Erosion des Bodenmaterials ist erst nach Verletzung der Pflanzendecke möglich.



Bild 11:

Die Aufnahmefläche 4 wird durch die Erweiterung des sonst engen Val da Spöl wenig von Materialablagerungen beeinflusst. Bedingt durch das an dieser Stelle breite Bachbett reduziert sich die Strömungsgeschwindigkeit des Hochwassers und auch der vertikale Anstieg desselben, so daß ein Großteil der Materialfracht in und seitlich der eigentlichen Strömungsrinne abgelagert wird.



Bild 12:

Eine gute Wasserversorgung und eine geringe mechanische Beeinflussung des Standortes erlauben die Ausbildung einer dichten Vegetationsdecke.

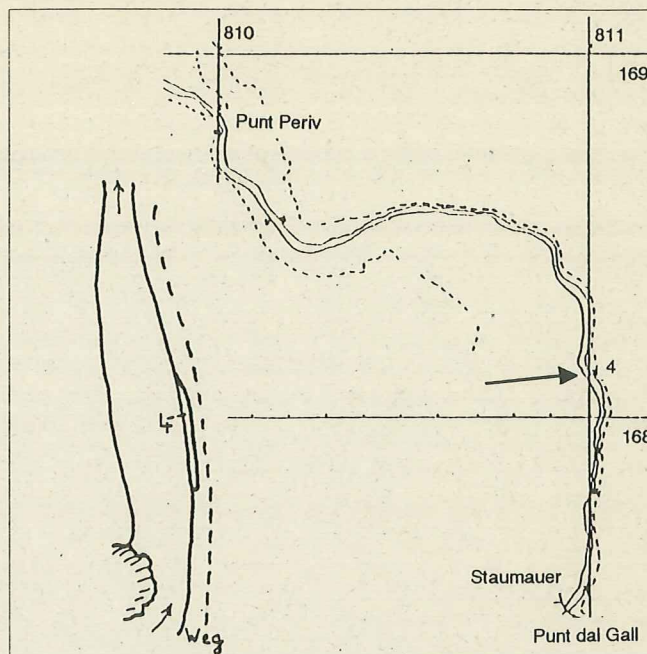
Aufnahmefläche 4

Projekt Nr. 4
 Koordinaten 811.01/168.12
 Bodentyp Sand
 pH-Wert (n. Hellige) kein Wert

Aufnahme Nr.	6	11
Datum	6.6.	20.8.
Pflanzendecke	70-80%	70-80%
Grasartige in % Massenanteil	66	52
Klearten in % Massenanteil	2	2
Kräuter in % Massenanteil	25	25
Holz- u. Farnpflanzen in % MA	7	21
Fläche in m ²	9	9
Artenzahl	36	63

Einschätzung n. Br. Bl.

Agrostis gigantea	1	2
Achillea millefolium	1	+
Bellidiastrum michelii	1	+
Carex capillaris	2	1
Carex flacca	1	1
Carex frigida	2	1
Carex panicea	1	1
Cirsium acaule	1	+
Deschampsia caespitosa	2	1
Equisetum palustre	1	1
Equisetum variegatum	1	2
Hieracium bifidum	+	+
Juncus cf. alpinus	1	1
Lathyrus pratensis	1	+
Ligusticum mutellina	+	+
Pedicularis verticillata	1	+
Pinguicula alpina	1	1
Pinus mugo	1	+
Plantago serpentina	1	1
Polygala alpestris	1	+
Polygonum viviparum	1	1
Potentilla aurea	1	+
Potentilla erecta	1	1
Primula farinosa	1	+
Ranunculus montanus	1	+
Salix herbacea	1	+
Saxifraga aizoides	1	1
Selaginella selaginoides	1	+
Taraxacum officinale	1	+
Tofieldia calyculata	2	1
Trichophorum caespitosum	1	1
Trifolium montanum	+	+
Trifolium pratense	+	+
Tussilago farfara	1	1
Cerastium fontanum	+	
Chrysanthemum leucanthemum	+	
Alchemilla cf. straminea		r
Briza media		+
Carex montana		1
Carex sempervirens		+
Dryas octopetala		r
Eriophorum latifolium		1
Euphrasia minima		+
Festuca rubra		1
Gentiana ciliata		+
Hieracium lactucella		+
Leontodon autumnalis		1
Leontodon helveticus		+
Leontodon hyoseroides		1
cf. Leontopodium alpinum		r
Linum catharticum		+
Lotus corniculatus		+



Aufnahme Nr.	Humuszahl	Feuchtezahl	Lichtzahl	Kontinentalitätszahl	Dispersitätszahl	Reaktion	Temperaturzahl	Nährstoffzahl
6	3,7	3,4	3,8	3,3	4,4	3,4	2,4	2,0
11	2,9	3,3	3,7	3,0	3,9	3,5	2,5	2,5

n. Landolt 1977

Vor der Spülung : Dieser Pflanzenbestand scheint bereits älter zu sein. Er befindet sich am rechten Bachrand der Talerweiterung ca. 700 m unterhalb von Punt dal Gall und ist möglicherweise ein Zeugnis der Ufervegetation von vor 1961.

An diesem Standort hat sich ein, wenn auch etwas gestörter, Boden aufbauen und halten können.

Dementsprechend hat auch die Vegetationsdecke einen sehr dichten Rasen ausgebildet, der mit seinen über 60 Arten auch vom Wild sehr geschätzt wird. Die Artengarnitur setzt sich aus Arten von Kleinseggenriedern, Fettweidearten, Moosen und Arten des Bestandestypes 1 zusammen.

Die Untersuchungsfläche liegt unmittelbar am Rand des Fußweges und bildet den Saumstreifen zwischen Spöl-Bett und dem angrenzenden Föhrenwald. Die Flächengröße beträgt bei einer Länge von ca. 12 m und einer Breite von ca. 0,5 m ungefähr 6 m².

Nach der Spülung : Die Fläche erscheint im ersten Augenblick nach wie vor gut bewach-

Fortsetzung

Parnassia palustris	+
Pimpinella saxifraga	+
Poa cenisia	1
Primula farinosa	+
Prunella vulgaris	1
Rhinanthus angustifolius	+
Rhinanthus minor	1
Salix cf. appendiculata	+
Salix nigricans	1
Salix purpurea	+
Thymus polytrichus	+
Trifolium repens	+
Vicia cracca	+

sen zu sein, eine leichte Sedimentation von Feinmaterial ist jedoch festzustellen.

Diskussion : Durch die Anschwemmung von Feinmaterial wurde besonders Deschampsia caespitosa und Carex capillaris zugunsten der ausläuferbildenden Agrostis gigantea geschwächt.

Agrostis gigantea ist als Störungszeiger zu werten, wogegen Deschampsia caespitosa und Carex capillaris eher konstant feuchte, wenig beeinflusste Standortverhältnisse anzeigen. Die Spülung wirkte für den Pflanzenbestand ähnlich wie eine leichte Ruderalisierung.

Die Bedeutsamkeit des Ereignisses wird sich erst im Laufe der nächsten Vegetationsperiode zeigen. Der Unterschied der Artenzusammensetzung beider Momentan-Aufnahmen wird mit dem frühen Aufnahmeterrain und der etwas verschobenen Aufnahmefläche erklärt.

Bei Hochwässern wird dieser Pflanzenbestand wohl überflutet, durch das hier breite Bachbett des Spöls und die angrenzende Flachwasserzone mit geringerer Strömung bleibt die Materialablagerung am Standort jedoch relativ gering.

Eine Beeinflussung des Bestandes mit kalkreichem Hangwasser wird nicht ausgeschlossen.

Typ 3: Ehemalige Ufervegetation
(Aufnahmefläche 6)

Ursprünglich lag der Bestand an den Ufern des Spöls. Durch ein Hochwasser im Jahre 1960 (Lüdi 1966, siehe Aufnahmefläche 6, Bemerkungen) und durch die reduzierte Wasserführung des Spöls seit 1961 bzw. 1968 liegt der Standort dieses Pflanzenbestandes heute außerhalb des Einflußbereiches des Spöls.

Es handelt sich um einen sehr lückigen Pflanzenbestand. Die Artenzusammensetzung weist Relikte eines Kleinseggenriedes auf. Andere Arten weisen hingegen auf einen geringen Beweidungsdruck oder auf zunehmende Verbrachung hin. Durch den wenig gedeckten Boden kommt es oberflächlich zu stärkerer Austrocknung.

Die mittleren Zeigerwerte (nach Landolt 1977) weisen im Vergleich mit den anderen Aufnahmeflächen auf eine etwas trockenere und kühlere Prägung des Standortes hin; dies kann auf die Schattenbeeinflussung der Talflanken, auf erhöhte Abstrahlung bzw. größere Verdunstungskapazität des wenig abgedeckten Bodensubstrates und möglicherweise aufgrund der nunmehr erhöhten Lage auch auf die nicht vorhandene ausgleichende Wirkung des Wasserkörpers zurückgeführt werden.

Der sehr geringe Nährstoffgehalt des Substrates ermöglicht zudem nur eine geringe Vitalität der Einzelpflanzen.

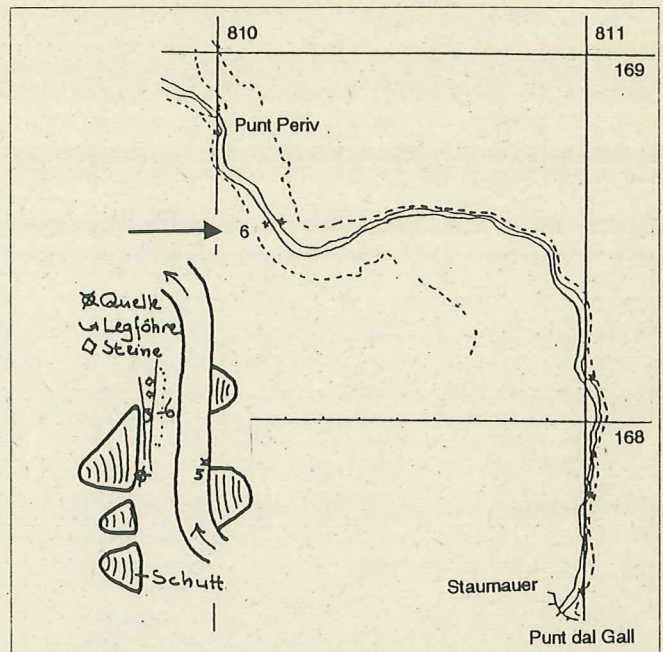
Aufnahmefläche 6

Projekt Nr. 6
 Koordinaten 810.13/168.53
 Bodentyp Sand
 pH-Wert (n. Hellige) 8,5

Aufnahme Nr.	4	9
Datum	6.6.	20.8.
Pflanzendecke	30-50%	30-50%
Grasartige in % Massenanteil	60	18
Kleearten in % Massenanteil	1	1
Kräuter in % Massenanteil	36	21
Holz- u. Farnpflanzen in % MA	3	5
Fläche in m ²	8	8
Artenzahl	30	46

Einschätzung n. Br. Bl.

Agrostis gigantea	1	1
Carex capillaris	2	1
Carex flacca	+	1
Carex frigida	+	1
Carex sempervirens	1	1
Cirsium acaule	1	1
Elyna myosuroides	+	1
Equisetum variegatum	1	1
Gypsophila repens	1	1
Hieracium bifidum	1	1
Juncus cf. alpinus	1	+
Lotus corniculatus	1	1
Picea excelsa	+	1
Pinguicula vulgaris	1	1
Pinus mugo	+	1
Plantago alpina	2	1
Potentilla aurea	1	1
Primula farinosa	+	1
Prunella vulgaris	1	1
Ranunculus montanus	+	1
Salix purpurea	+	1
Saxifraga aizoides	1	1
Selaginella selaginoides	1	1
Thymus polytrichus	+	1
Tofieldia calyculata	1	1
Trichophorum caespitosum	2	1
Trifolium pratense	+	1
Achillea millefolium	+	
Bellidiastrum michelii	+	
Polygala amarella	1	
Betula pubescens		1
Briza media		1
Campanula cochleariifolia		1
Chrysanthemum leucanthemum		1
Erica carnea		1
Euphrasia minima		1
Festuca halleri		1
Festuca rubra s.l.		1
Gentiana ciliata		1
Gentiana verna		r
Leontodon hispidus+hyoseroides		1
Linum catharticum		1
Oxytropis sp		r
Parnassia palustris		1
Polygonum viviparum		1
Salix nigricans		1
Sanguisorba officinalis		1
Silene vulgaris		1
Trisetum distichophyllum		r



Aufnahme Nr.	Humuszahl	Feuchtezahl	Lichtzahl	Kontinentalitätszahl	Dispersitätszahl	Reaktion	Temperaturzahl	Nährstoffzahl
4	3,8	3,2	3,9	3,3	4,2	3,1	2,3	1,8
9	3,0	3,0	3,8	3,1	3,9	3,4	2,4	2,2

n. Landolt 1977

Vor der Spülung : Diese Untersuchungsfläche liegt etwas erhöht zwischen den Dauerbeobachtungsflächen von W. Lüdi und dem Spölbett außerhalb des heutigen Einflßbereiches der Spöl. Das Untergrundmaterial ist Bachgeschiebe. Die Flächengröße beträgt ca. 40-50 m², Steine erlauben nur spärlichen Pflanzenwuchs. Auch das feine Substrat ist kaum bewachsen.

Nach der Spülung : Die Fläche wurde nicht überflutet und erfuhr damit auch keine Beeinträchtigung.

Diskussion : Der Unterschied der beiden Aufnahmen ist mit dem frühen Aufnahmedatum und der nicht genau abgegrenzten Aufnahme- fläche zu erklären.

Bemerkung : In Lüdi 1966, S. 289: "Diese große Alluvion wurde durch ein ungewöhnlich mächtiges Hochwasser im Herbst 1960 völlig zerstört, umgearbeitet und mit Ausnahme eines schmalen Saumes im flußfernsten Teil, also längs des Quellbächleins, bis in eine Tiefe von zirka 20-50 cm abgetragen, ...".

Typ 4: Flußwanderingesellschaft

Auf dem schlickig-sandigen Feinmaterial abseits des Strömungsverlaufes ist als pflanzensoziologische Spezialität ein Beispiel der seltenen nordischen Reliktgesellschaft *Carex juncifoliae* Br.Bl. 1918 ausgebildet.

Die Dynamik der Pflanzengesellschaft wird geprägt vom Hochwasser; regelmäßig wird diese dabei überflutet und mit Feinmaterial überdeckt. Bei gleichbleibenden sonstigen Standortbedingungen vermag sich diese Pflanzengesellschaft stets wieder zu erneuern. Beim Ausbleiben dieser regelmäßigen Überschlammung kommen im Verlauf der Sukzession zuerst *Agrostis gigantea* (ähnlich Bestandestyp 1) und anschließend verschiedene Weiden-Arten zur Dominanz (Br.Bl. 1971).

Das Substrat verfügt aufgrund der geringen Partikelgröße einen erhöhten Verdichtungsgrad; die mittleren Zeigerwerte (nach Landolt 1977) weisen trotz eines relativ hohen Humusgehaltes auf eine geringe Nährstoffverfügbarkeit hin.



Bild 13:

Aufsicht der Flußwanderingesellschaft nach der Spülung. Deutlich zu sehen ist das überlagerte schlickige Feinmaterial und die darin abgedrückten Hirschklauen. Der Pflanzenbestand, vor allem *Carex juncifolia*, ist sehr wenig deckend, durch die Überschlammung wurden hauptsächlich für diese Pflanzengesellschaft unbedeutende Arten wie kleine Kräuter und Rosettenpflanzen geschädigt.

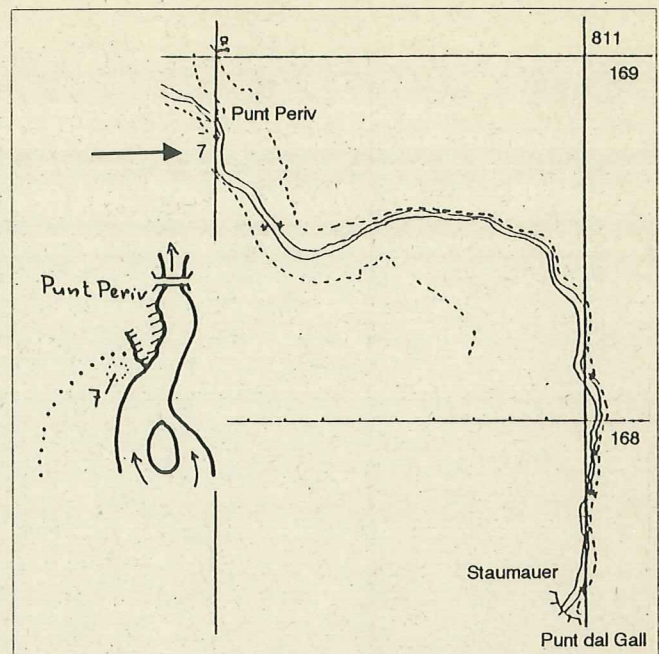
Aufnahmefläche 7

Projekt Nr. 7
 Koordinaten 810.01/168.75
 Bodentyp Schlick, Sand
 pH-Wert (n. Hellige) 8,2

Aufnahme Nr.	3	8
Datum	6.6.	20.8.
Pflanzendecke	50-70%	<30%
Grasartige in % Massenanteil	61	64
Kleearten in % Massenanteil	2	0
Kräuter in % Massenanteil	6	2
Holz- u. Farnpflanzen in % MA	1	34
Fläche in m ²	3	2
Artenzahl	22	14

Einschätzung n. Br. Bl.

Carex cf. flacca	r	r
Carex juncifolia	2	2
Equisetum palustre	+	+
Equisetum variegatum	+	3
Juncus cf. articulatus	1	2
Leontodon hispidus	1	+
Prunella vulgaris	+	+
Tofieldia calyculata	1	+
Trichophorum caespitosum	3	2
Tussilago farfara	+	1
Bellidiastrum michelii	r	
Carex capillaris	1	
Erica carnea	r	
Lotus corniculatus	1	
Parnassia palustris	+	
Pinguicula cf. alpina	1	
Polygala amarella	+	
Polygonum viviparum	r	
Primula farinosa	+	
Salix cf. nigricans	r	
Saxifraga caesia	r	
Selaginella selaginoides	r	
Agrostis gigantea		1
Festuca rubra		r
Leontodon autumnalis		r
Saxifraga aizoides		r



Aufnahme Nr.	Humuszahl	Feuchtezahl	Lichtzahl	Kontinentalitätszahl	Dispersitätszahl	Reaktion	Temperaturzahl	Nährstoffzahl
3	4,2	4,0	3,9	2,7	4,8	2,4	2,6	2,0
8	3,2	4,1	3,9	2,8	4,0	2,9	2,5	2,0

n. Landolt 1977

Vor der Spülung : Kurz oberhalb der Brücke von Punt Periv (ca. 60 m) liegt diese Untersuchungsfläche wenige Meter hinter dem bis an den Bachlauf reichenden Felsen. Im feinen, schlickigen Material am Rande der Stillwasserzone breitet sich auf einer Fläche von ca. 3 m² der untersuchte Bestand aus. Die Fläche ist

leicht geneigt, sodaß der Höhenunterschied der Oberfläche zur Wasserfläche nicht einheitlich ist (0 bis ca. 20 cm).

Nach der Spülung : Die angrenzende Stillwasserzone hat sich vergrößert, die Untersuchungsfläche selbst wurde ziemlich stark mit Schlick überdeckt.

Diskussion : Naturgemäß hart wurde dieser lockere Pflanzenbestand getroffen. Mit dem Ausbleiben von Überschwemmungen wäre dieser Bestand nicht mehr überlebensfähig. In der natürlich nachfolgenden Sukzessionsfolge (siehe vorige Seite) wären die bezeichnendsten Arten dieses Bestandes nicht mehr konkurrenzfähig und würden am Standort verschwinden.

Auf die stattgefundene Materialüberlagerung ist dieser Bestand bestens angepaßt. Wies die erste Kontrollaufnahme im Juni eine verhältnismäßig hohe Artenzahl auf, so zeigt die zweite Kontrollaufnahme, daß der Überschwemmung hauptsächlich Arten zum Opfer fielen, welche auf eine bereits fortgeschrittene Bestandesentwicklung hinweisen. D.h., in den letzten Jahren hat kein bedeutendes Überschwemmungsereignis auf diesen Bestand eingewirkt.

5. Folgerungen

- **Bearbeitung der Ufer-Vegetation** : Der Termin 6. Juni war für eine Bearbeitung vollständiger Vegetationsaufnahmen sehr früh gewählt. Viele Pflanzen sind in dieser Höhenlage zu diesem Zeitpunkt für eine Erkennung noch nicht genügend entwickelt; andere, vor allem krautige Pflanzen, ruhten noch unerkennbar im Schutze der oberen Bodenschicht. Aus diesem Grunde wäre es empfehlenswert mit Dauerbeobachtungsflächen zu arbeiten. Damit würde auch eine Beobachtung der Sukzessionsprozesse ermöglicht.
- **Zukunftsperspektive** : Nach dem Verfall der Konzession zur Energienutzung des Spöl wird sich die Frage nach der weiteren Verwendung dieses ehemaligen Gebirgsbaches neu stellen. Alle Einwirkungen auf das heute vorhandene Restwasser-Ökosystem sind deshalb auch in Hinblick darauf zu beurteilen, wie man die Spöl in Zukunft erhalten will: als "wildem" Gebirgsbach oder nicht?
- **Zeitpunkt der Spülung** : Juni ist ein guter Zeitpunkt. Die Vegetation ist nur zum Teil entfaltet. Bei allfälligen Materialüberlagerungen ist ein Durchwachsen des neu abgelagerten Materials bis zu einer bestimmten Schichtdicke für viele Pflanzen kein Problem. Bei Totalzerstörung des Standortes oder bei neu entstandenen Kiesinseln hat die Vegetation bereits den bevorstehende Sommer für eine Wiederbesiedlung zur Verfügung.
- **Abflußmenge während der Spülung** : $30\text{m}^3/\text{s}$ ist kein Katastrophenerreignis (gilt streng genommen nur für die Spöl-Spülung 7. Juni 1990). Größere Bedeutung kommt der von den Ufern und am Fuße der Schwemmkegel mitgerissenen Materialfracht zu. Eine allgemein gültige Aussage kann deshalb nicht gemacht werden.
- **Materialfracht im Spülungshochwasser** : Je nach Querschnitt des Bachbettes, Strömungsverhältnissen und Materialablagerung im Hochwasserbereich können bereits kleinere Abflußmengen für die existierende Vegetation im Einflußbereich des Spülungshochwassers lokal katastrophale Auswirkungen haben.

Umgekehrt könnten jedoch auch größere Abflußmengen von der Ufervegetation problemlos ertragen werden.

Entscheidend ist die mechanische Schädigung von Pflanze und Standort. Wo Material vom Ufer abgetragen wird, kann unterhalb die Ufervegetation im Extrem (bereits bei weniger als $30\text{m}^3/\text{s}$ möglich) vollständig überdeckt und zerstört oder aber nur bis wenige cm mit Feinkies, Sand oder Schluff überdeckt sein. Streng genommen gilt auch diese Aussage nur für den einen Fall Spöl-Spülung 7. Juni 1990.

- **Materialüberlagerung** : Pionierpflanzen vertragen eine Überlagerung mit neuem Material bis zu einer bestimmten Schichtdicke problemlos, Pflanzen einer etablierten Gesellschaften können dabei wieder in eine Pionierphase oder auch in ein neues Initialstadium zurückgeworfen werden.
- **Dauer der Spülung** : Die Dauer der Spülung ist, soweit dies die Ufervegetation betrifft, von untergeordneter Bedeutung. Problematisch wäre für die meisten Pflanzen eine Überflutung während mehrerer Tage.
- **Spülungsrhythmus** : Aus der Sicht der naturnahen Ufervegetation und deren ökologischen Bedürfnissen wäre eine jährliche Spülung im Frühjahr dem heutigen, nicht periodischen Rhythmus vorzuziehen. Eine Anpassung der Flora an regelmäßig einwirkende Störungen wäre damit sehr erleichtert.
- **Restwasser-Dotation** : Unnatürlich wirkt sich auf die Flora auch der Unterschied zwischen Tag- und Nachtdotation der Wasserabflussmenge aus. Aus dieser Sicht ist eine Stabilisierung des abfließenden Wasservolumens wünschenswert.
- **Jungwuchs** : Bei der Wahl des Spülungsrhythmus und der Abflußmenge sollte auch das Problem des aufkommenden Jungwaldes im Bereich des Bachbettes mitberücksichtigt werden.

6. Offene Fragen

- **Restwasser-Dotation** : Sollte man versuchen das natürliche Wasserregime der Spöl nachzuahmen oder nicht? Z.B. im Frühjahr größere Abflußmengen als im Herbst? Siehe oben: Zukunftsperspektive!
- **Aspekte der Bach-Dynamik** : Welchen Wert mißt man dem Materialabtrag (Seitentobel), der Säuberung der Sohle (Feinmaterial), der Verlagerung des Bachbettes nach Materialumlagerungen (Bachdynamik) zu, will man regelmäßig Pionierstandorte neu gewinnen?

Z.B. wurde *Epilobium fleischeri* im Einwirkungsbereich des Spölwassers nicht gefunden; dies zeugt von einer fehlenden Dynamik im heutigen Restwasser-Ökosystem Spöl.
- **Wildregelung** : Welche Position gedenkt man bezüglich Weidedruck durch Wildtiere einzunehmen? Bereits Lüdi 1966, S. 303 verweist auf dieses Problem.

7. Vorschläge für die nächsten Spülungen

- Sollte bei zukünftigen Spöl-Spülungen ebenfalls an eine wissenschaftliche Begleitung gedacht werden, so wäre gerade in Hinblick auf die Ufervegetation die Einrichtung von **Dauerbeobachtungsflächen** sehr empfehlenswert. Die Vegetation reagiert auf veränderte Standortbedingungen durch Anpassungen erst im Laufe der nächsten Vegetationsperioden. Ferner ist es meistens recht schwierig, Veränderungen im Artengefüge einer Pflanzengesellschaft auf einen Faktor zurückzuführen und diesen im Bereich der natürlichen Schwankungen richtig einzuordnen. Nur eine Dauerbeobachtung ermöglicht ein genaueres Verständnis der doch recht komplexen Vorgänge.
- Eine flächendeckende **Kartierung** der Ufervegetation, der Sandbänke, der Materialerosion und -akkumulation, der Schuttkegel, der Strömungsrichtung und -geschwindigkeiten usw. mindestens im Maßstab 1:5000 würde im Rahmen einer interdisziplinären Forschergruppe auch kausale Erklärungen der Vorgänge erlauben. Desgleichen könnte nach dem Spülungs- oder Hochwasserereignis wiederholt werden.

Zusammenfassung

Ein Gebirgsbach ist ein spezielles Ökosystem. Allgemeine Gesetzmäßigkeiten lassen sich kaum definieren. Eine Voraussage, "was passiert, wenn ...", kann sich bezüglich Lebensgemeinschaften dieses Ökosystems nur auf Annahmen abstützen, sie bleibt also hypothetisch. Dies gilt auch für das Restwasser-Ökosystem Spöl. Die ökologische Interpretierbarkeit der einzelnen Pflanzenbestände am Ufer des zu untersuchenden Gewässers ist der Schlüssel für eine gute Voraussage.

Der Spöl ist, wie er sich heute präsentiert, **kein** Gebirgsbach mehr. Durch die Anlagerung feiner Schwebstoffe und die fehlende Überschwemmungsperiodizität veränderten sich mit den Jahren die vorhandenen Standorte. In der Folge werden diese von anderen, oder in der Sukzession weiterentwickelten Pflanzengesellschaften besiedelt. Diese, durch den Stauseebetrieb bedingte Veränderung des Ökosystems Spöl ist leider auch durch die Dauerbeobachtungsflächen von W. Lüdi nicht belegt.

Wie die Ergebnisse zeigen, wirkt ein Spülungs-Hochwasser (7. Juni 1990) im Spöl einerseits störend oder sogar zerstörend auf Vegetation und Standort, andererseits schafft es wie wohl jedes größere Hochwasser neue Lebensnischen, neuen Lebensraum. Ein Teil der Pflanzenarten und Pflanzengesellschaften ist immer wieder darauf angewiesen. Spezialisten in der Pflanzenwelt vermögen derartige Störungen zu ertragen, ja nutzen diese sogar gegenüber konkurrenzierenden Arten als Standortvorteil.

So sehr wir nach den Vorstellungen unserer menschlichen Gesellschaft konstante und kalkulierbare Verhältnisse anstreben, so sehr müssen wir uns bei dynamisch ablaufenden Prozessen in der Natur von dieser Vorstellung befreien. Ein eigentlich zerstörend wirkendes Hochwasser fördert in gewisser Hinsicht bestimmte Pflanzenbestände (im Vergleich zu anderen!) und trägt damit wesentlich zum Erhalt einer ebenfalls dynamischen Vielfalt bei.

Solange im Ökosystem Spöl diese anpassungsfähigen Pflanzenarten in genügender Menge vorhanden sind, solange bleibt der Spöl auch für die Zeit nach Ablauf der Wassernutzungskonzession ein entwicklungsfähiges und damit mehr oder weniger stabiles System von physikalisch-chemischen Prozessen und den davon betroffenen Pflanzen- und Tiergemeinschaften.

Die Pflanzenbestände der Aufnahmeflächen haben wider Erwarten wenig unter den Bedingungen der Spülung gelitten, sodaß festgehalten werden kann: 30 m³/s sind kein Katastrophenerreignis. Am stärksten wurden solche Arten getroffen, die über keine speziellen Anpassungen an das Hochwasserregime eines Gebirgsbaches verfügen. Meist handelte es sich bei diesen Arten um solche mit niederliegender Rosette, um kleinere Kräuter, auch Moose. Die größte Beeinträchtigung für Vegetation und Standort war wohl die Überlagerung mit Fein- oder Grobmaterial. Die Einwirkung reichte bei den untersuchten Pflanzenbeständen von einer fast reinen Überflutung (Aufnahmefläche 4) mit geringer Materialüberdeckung bis zur vollständigen Zerstörung (Aufnahmefläche 3).

Flächenverluste bei den einzelnen Pflanzenbeständen wurden größenordnungsmäßig durch Materialumlagerung und Anlandung andernorts wieder wett gemacht. Diese neuen Flächen bieten vor allem Pioniergesellschaften neuen Entwicklungsraum.

Um jedoch genauere Aussagen über den Einfluß von Spülungserreignissen auf die Ufervegetation machen zu können, ist eine Dauerbeobachtung während mindestens 5-10 Jahren erforderlich. Jedoch auch dann bleibt noch die Frage, ob ein solches Spülungserreignis anhand seiner Wirkung auf die herrschende Ufervegetation des Restwassergerinnes, oder aber anhand der besser bekannten potentiellen Vegetation mit Gebirgsbachdynamik beurteilt werden soll.

Als ein Ergebnis dieser Arbeit soll festgehalten werden: für die Erhaltung der dynamischen Anpassungsmöglichkeiten der Ufervegetation ist eine jährliche Spülung mit Hochwassercharakter im Frühjahr anzustreben.

Literaturverzeichnis

- Braun-Blanquet J., 1948/1950: Übersicht der Pflanzengesellschaften Rätians. Vegetatio 1: 29-41, 129-146, 285-316; Vegetatio 2: 20-37, 214-237, 341-360.
- Braun-Blanquet J., 1971: Übersicht der Pflanzengesellschaften der rätischen Alpen im Rahmen ihrer Gesamtverbreitung, III. Teil: Flachmoorgesellschaften, Veröffentlichungen des Geobotanischen Institutes der Eidg. Techn. Hochschule, Stiftung Rübel, Zürich, 46. Heft, 70 S.
- Ellenberg H., 1982: Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen, Ulmer Verlag Stuttgart, 989 S.
- Heller, H., 1969: Lebensbedingungen und Abfolge der Flussauenvegetation in der Schweiz, Mitteilungen der Schweizerischen Anstalt für das forstliche Versuchswesen, Nr. 45, 124 S.
- Hess H.E., Landolt E., Hirzel R., 1967 - 1972: Flora der Schweiz und angrenzender Gebiete, 2. Auflage, Birkhäuser Basel, 3 Bände.
- Landolt E., 1977: Ökologische Zeigerwert zur Schweizer Flora, Veröff. Geobot. Inst. ETH, Stiftg Rübel, Zürich, 64. Heft, 208 S.
- Lüdi W., 1966: Lokalklimatische Untersuchungen am Fuornbach (Ova dal Fuorn) und am Spöl im schweizerischen Nationalpark, Ergebnisse der wissenschaftlichen Untersuchungen im schweizerischen Nationalpark, Band X, 56. Heft, S. 275-337.
- Oberdorfer E., 1983: Pflanzensoziologische Exkursionsflora, Ulmer Verlag Stuttgart.
- Zoller H., 1964: Flora des schweizerischen Nationalparks und seiner Umgebung. Ergebn. wissensch. Unters. schweiz. Nationalpark IX, 408 S.
- Zoller H., 1974: Flora und Vegetation der Innalluvionen zwischen Scuol und Martina (Unterengadin), Ergebnisse der wissenschaftlichen Untersuchungen im Schweizerischen Nationalpark, Band XII, 4. Lieferung, 209 S.

ARBEITSBERICHTE ZUR NATIONALPARKFORSCHUNG

ZIELSETZUNG UND KOORDINATION DER WISSENSCHAFTLICHEN ERFORSCHUNG DES SCHWEIZERISCHEN NATIONALPARKS. Zusammenfassung der Diskussionen im Rahmen der Klausurtagung der WNPk 1985; September 1985

DAUERBEOBACHTUNGSFLÄCHEN IM GEBIET DES SCHWEIZERISCHEN NATIONALPARKS. August 1986

DIE MOOSVEGETATION DER BRANDFLÄCHE IL FUORN (SCHWEIZER NATIONALPARK). Nach einem Manuskript von F. OCHSNER; September 1986

VERZEICHNIS DER ORNITHOLOGISCHEN ARBEITEN IM SCHWEIZERISCHEN NATIONALPARK. Zusammengestellt von G. ACKERMANN und H. JENNI; März 1987

MATERIALIEN ZUR BISHERIGEN UND ZUKÜNFTIGEN NATIONALPARKFORSCHUNG. Stand Juni 1987

METHODIK UND FORSCHUNGSFRAGEN ZUR LANGZEITBEOBACHTUNG IM SCHWEIZERISCHEN NATIONALPARK. Ergebnisse der Klausurtagung der WNPk 1987; Oktober 1987

VORSTUDIE ZUM GEOGRAPHISCHEN INFORMATIONSSYSTEM ARC / INFO. P. JÄGER; August 1988

METHODISCHES VORGEHEN ZUR FORSCHUNGSFRAGE : REAKTION ALPINER ÖKO-SYSTEME AUF HOHE HUFTIERDICHTEN. Zusammenfassung der Ergebnisse der Klausurtagung der Arbeitsgruppe "Huftierbelastung" 1988; zusammengestellt von K. BOLLMANN; Dezember 1988

WNPk, 1990: FORSCHUNGSKONZEPT NATIONALPARK 1989. Grundsätze und Leitlinien zur Nationalparkforschung.

ENPK und WNPk, 1990: LEITLINIEN ZUR GEWÄHRLEISTUNG DER PARKZIELE 1989.

WISSENSCHAFTLICHE BEGLEITUNG SPÜLUNG GRUNDABLASS LIVIGNOSTAUSEE VOM 7. JUNI 1990:

(1) Massenumsatz (C. SCHLUECHTER, R. LANG, B. MUELLER); März 1991

(2) Physikalische und chemische Verhältnisse im Spöl während der Spülung und Aufwuchsuntersuchungen im Spöl und im Ova dal Fuorn (F. ELBER, Büro AquaPlus, Wollerau); März 1991

(3) Morphodynamik und Uferstabilität (P. JAEGER); März 1991

(4) Makroinvertebraten und Fische (P. REY, S. GERSTER, Institut für angewandte Hydrobiologie, Bern und Konstanz); im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt, Wald und Landschaft; März 1991

(5) Ufervegetation (K. KUSSTATSCHER); März 1991

GEWÄESSERFRAGEN IM SCHWEIZERISCHEN NATIONALPARK. Ergebnisse der Klausurtagung der WNPk vom 5./6. Juli 1990; zusammengestellt von Th. SCHEURER; April 1991

Zu beziehen bei:

Sekretariat WNPk
c/o Institut für Ethologie und Wildforschung
Universität Zürich-Irchel
Winterthurerstrasse 190
8057 Zürich