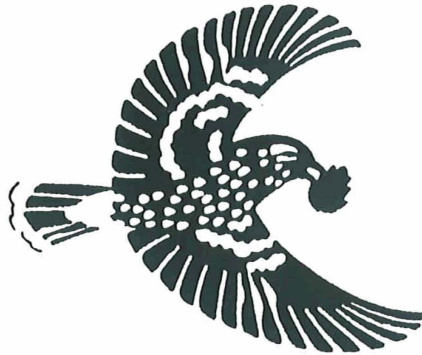


WISSENSCHAFTLICHE NATIONALPARKKOMMISSION



ARBEITSBERICHTE  
ZUR NATIONALPARKFORSCHUNG

**GEWAESSERFRAGEN  
IM SCHWEIZERISCHEN NATIONALPARK**

Ergebnisse der Klausurtagung vom 5./6. Juli 1990

April 1991

## **Korrigenda zu 2.4 S. 14, Massnahmevorschläge**

### **- Fischhaltung bei La Drossa**

Bei La Drossa werden in quellwassergespeisten Holzkisten Jungfische (Elrizen?) gehalten. Es ist uns nicht bekannt, weshalb diese Fische gehalten werden (vermutlich Haltung von Köderfischen durch Zollbeamte), und ob dazu eine Genehmigung seitens des Parkes erteilt wurde. Nach Ansicht der WNPk sollte diese Haltung untersagt werden. Wir bitten die Parkdirektion bzw. die ENPK die Umstände der Fischhaltung abzuklären und im Sinne unseres Vorschlages zu entscheiden.

### **- Bauarbeiten an der Brücke bei La Drossa**

Es muss sichergestellt sein, und wir bitten die ENPK, falls nötig, eine verbindliche Zusicherung einzuholen, dass das Tiefbauamt des Kantons GR die Durchführung der Bauarbeiten an der Brücke bei La Drossa mit der Parkdirektion und dem Hauptfischereiaufseher abspricht.



## Teilnehmer der Klausurtagung

Dr. C. Bader, Basel

Frau Dr. P. Geissler, Conservatoire botanique, Genf

Prof. G. Gensler, Samedan/Zürich

St. Gerster, Institut für angewandte Hydrobiologie, Bern

E. Glenck, Mitarbeiter der Kommission für Umweltbeobachtung, Lausanne

P. Jäger, Geogr. Institut Uni Zürich

R. Meier, Direktor Engadiner Kraftwerke, Zernez

PD Dr. B. Nievergelt, Präsident WNPK, Zürich

P. Rey, Institut für angewandte Hydrobiologie, Konstanz

PD Dr. F. Schanz, Limnologische Station Uni Zürich, Kilchberg

Dr. Th. Scheurer, Koordinator WNPK, Zuzwil BE

PD Dr. Chr. Schlüchter, Grundbau und Bodenmechanik ETH Zürich

B. Sigrist, Leiter Sektion Hydrometrie, Landeshydrologie und -geologie, Bern

Dr. E. Staub, Leiter Sektion Fischerei, BUWAL, Bern

Bericht: Th. Scheurer

## INHALT

|                                                                                            |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. Uebersicht</b>                                                                       | <b>1</b>  |
| 1.1. Anlass der Klausurtagung 1990                                                         | 1         |
| 1.2. Gliederung der hydrologischen Fragen im Nationalpark und Umgebung                     | 1         |
| 1.3. Zielsetzungen der Klausurtagung 1990                                                  | 3         |
| <b>2. Entscheidungsorientierte Fragen</b>                                                  | <b>4</b>  |
| 2.1. Messstation Punt La Drossa                                                            | 4         |
| 2.1.1. Zur Messstation                                                                     | 4         |
| 2.1.2. Das "Barriereproblem"                                                               | 4         |
| 2.1.3. Fischbestand der Gewässer im Nationalpark                                           | 6         |
| 2.1.4. Diskussion möglicher Massnahmen bei der Messstation                                 | 6         |
| 2.2. Restwasser- und Spülungsregime Spöl                                                   | 8         |
| 2.2.1. Heutige Abflusssituation                                                            | 8         |
| 2.2.2. Heutiger Zustand des Spöl im Abschnitt Punt dal Gall - Punt Praspöl                 | 9         |
| 2.2.3. Auswirkungen während und Zustand nach der Spülung                                   | 9         |
| 2.2.4. Beurteilung der Spülung                                                             | 12        |
| 2.2.5. Diskussion des Restwasser- und Spülungsregimes im Spöl                              | 12        |
| 2.3. Weitere Problempunkte                                                                 | 13        |
| 2.4. Massnahmenvorschläge und weiteres Vorgehen                                            | 13        |
| <b>3. Hydrologische Beiträge zur Langzeitforschung</b>                                     | <b>16</b> |
| 3.1. Hydrologische und gewässerbiologische Forschung im Nationalpark seit der Parkgründung | 16        |
| 3.2. Langfristige Forschungsfragen und erforderliche Grundlagen                            | 18        |
| 3.2.1. Fachübergreifende Langzeitbeobachtung                                               | 18        |
| 3.2.2. Räumliche Schwerpunkte                                                              | 19        |
| 3.2.3. Hydrologische und gewässerbiologische Langzeitforschung                             | 20        |
| 3.3. Weiteres Vorgehen und Zusammenarbeit                                                  | 23        |
| <b>Literatur und Quellen</b>                                                               | <b>24</b> |

## Anhang

## 1. Uebersicht

### 1.1. Anlass der Klausurtagung 1990

Die Wissenschaftliche Nationalparkkommission hat in ihrem Forschungskonzept 1989 (WNPK, 1989) die fachübergreifende Langzeitbeobachtung als prioritäres Forschungsziel festgelegt und dazu mehrere, übergeordnete Forschungsfragen umschrieben. Neben der auf die langfristige Beobachtung ausgerichteten Forschungstätigkeit will die WNPK in Zukunft auch vermehrt zur Lösung praktischer Naturschutzfragen beitragen. Der Beitrag der WNPK ist in den von der ENPK und der WNPK gemeinsam formulierten Leitlinien 1989 (ENPK und WNPK, 1989) umrissen.

Dass das Thema "Gewässerfragen" 1990 an der jährlichen, seit 1985 regelmässig stattfindenden Klausurtagung aufgegriffen wurde, hat seinen Grund in zwei praktischen Fragen: 1989 gelangte Dr. R. Schloeth in einem Brief an die WNPK, in dem er auf zwei Probleme bei der Messstation Punt La Drossa (für Fische nicht passierbare Schwelle) und im Spöl ("Verschlammung") hinwies und die WNPK aufforderte, mit zur Lösung dieser Fragen beizutragen (vgl. Anhang 1).

Nachdem die WNPK die Klausurtagung zum Thema "Gewässerfragen" festgelegt hatte, wurde das Thema durch eine im März 1990 durch die EKW kurzfristig angekündigte Spülung des Grundablass-Kanals am Livignostausee zusätzlich aktualisiert. Die am 7. Juni durchgeführte Spülung konnte unter Mithilfe des Kantons Graubünden, des BUWAL und mehrerer Mitarbeiter der WNPK wissenschaftlich begleitet werden. Erste Ergebnisse der Begleitung konnten während der Klausurtagung diskutiert werden.

Da die im Vordergrund stehenden Fragen nur unter Mithilfe der betroffenen Amtsstellen von Bund und Kanton und der EKW gelöst werden können, wurden neben den Mitgliedern und Mitarbeitern der WNPK möglichst auch weitere Betroffene zur Klausurtagung eingeladen.

### 1.2. Gliederung der hydrologischen Fragen im Nationalpark und Umgebung

Die eingangs aufgeworfenen Fragen sind Teil einer langen Liste von praktischen und wissenschaftlichen Gewässerfragen im und um den Nationalpark. In Abbildung 1 sind übersichtshalber die nach dem heutigen Stand des Wissens anstehenden, die Gewässer bzw. den Wasserhaushalt des Nationalparks betreffenden Fragen zusammengestellt. Um die aus dem weitgefächerten Problemfeld hydrologischer Fragen erwachsenden Aufgaben sach- und fristgemäss anzugehen, sind die "Gewässerfragen" wie folgt gegliedert:

#### a) Entscheidungsorientierte Fragen

Darunter sind jene praktischen Naturschutzfragen zusammengefasst, welche über kurz oder lang unter dem Blickwinkel der Parkziele zu behandeln sind. Dabei werden unterschieden:

- kurzfristig, besonders dringlich zu lösende Fragen,
- mittelfristig, dringlich zu lösende Fragen und
- mittelfristig, weniger dringlich zu lösende Fragen.



Abbildung 1: Problemkreis "Gewässerfragen" im Schweizerischen Nationalpark

| Problempunkt                                                                                         | Aufgabe                                                                                                                                  | Zusammenarbeit                                           | Zuständigkeit              | Finanzierung                         |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|----------------------------|--------------------------------------|
| <b>1. Entscheidungsorientierte Untersuchungen</b>                                                    |                                                                                                                                          |                                                          |                            |                                      |
| <i>1a) kurzfristig/besonders dringlich zu lösende Fragen</i>                                         |                                                                                                                                          |                                                          |                            |                                      |
| - Installation von Toiletten                                                                         | Evaluation geeigneter Systeme                                                                                                            | Parkdirektion, WNPK, Amt für Gewässerschutz GR           | Parkdirektion              | ENPK                                 |
| - Messstellen Punt La Drossa / Cluoza                                                                | Abstimmung mit Fischbesatz (Fisch-treppe ja/nein, Besatzregelung)                                                                        | WNPK, Parkdirektion, Landeshydrologie, Fischereiaufseher | Parkdirektion              | Landeshydrol., ENPK                  |
| <i>1b) mittelfristig zu lösende, dringliche Fragen</i>                                               |                                                                                                                                          |                                                          |                            |                                      |
| - Restwasser Spöl                                                                                    | Prüfung von verschiedenen Abflussregimes                                                                                                 | WNPK, EKW                                                | ENPK (falls neue Regelung) | ENPK                                 |
| - Spülungen Spöl                                                                                     | - Prüfung Spülungsregime<br>- Begleitung Spülungen                                                                                       | - WNPK<br>- Parkdirektion/WNPK                           | - WNPK<br>- PD             | ENPK                                 |
| - Nährstoffeintrag aus Livignosee                                                                    | - Analysen Spöl/Livignosee;<br>- Verhandlungen mit Italien                                                                               | - WNPK<br>- ENPK/EKW                                     | - ENPK/Kanton GR           | ENPK                                 |
| <i>1c) mittelfristig zu lösende, weniger dringliche Fragen</i>                                       |                                                                                                                                          |                                                          |                            |                                      |
| - Restwasser Clemgia                                                                                 | Analyse der Auswirkungen                                                                                                                 | WNPK, EKW                                                | Parkdirektion              |                                      |
| - Fischweiher Il Fuom                                                                                | Erhaltung heutiger Zustand ja/nein                                                                                                       | WNPK, Parkdirektion, Fa. Grass                           | Parkdirektion              |                                      |
| - Massenumsatz Spöl                                                                                  | Analyse Morphodynamik/Sedimentation                                                                                                      | WNPK, EKW                                                | WNPK                       |                                      |
| <b>2. Forschungsfragen (Grundlagenprojekt, Langzeitbeobachtungen, vertiefende Kurzfristprojekte)</b> |                                                                                                                                          |                                                          |                            |                                      |
| 2a) Wasserhaushalt                                                                                   | Vergleich Abfluss, Morphologie, Chemie, etc., in den Einzugsgebieten Cluoza, Spöl und Fuom                                               | WNPK/Hochschulen/Landeshydrologie                        | WNPK                       | Nationalfonds/SANW, Landeshydrologie |
| 2b) Klimaänderungen                                                                                  | Untersuchung Zusammenhang zwischen Klima, Abfluss, Quellschüttungen, etc.                                                                | WNPK/Hochschulen/ProClim                                 | WNPK                       | Nationalfonds/SANW                   |
| 2c) weitere Forschungsfragen                                                                         | Spezifische, hydrologische Beiträge zu anderen Forschungsfragen (ökologische Stabilität, Schadstoffeintrag, natürliche Ereignisse, etc.) | WNPK/Hochschulen                                         | WNPK                       | offen                                |
| <b>3. Dauerende Aufgaben (Ueberwachung, Langzeitbeobachtung)</b>                                     |                                                                                                                                          |                                                          |                            |                                      |
| - Abflussmessungen                                                                                   | Laufende Messung und Dokumentation Abfluss                                                                                               | Landeshydrologie/WNPK                                    | Landeshydrologie           | Landeshydrol.                        |
| - Ueberwachung Abwasser und Spöl/Livignosee                                                          | Chemische/bakteriologische Analysen                                                                                                      | Parkdirektion, Amt für Gewässerschutz GR                 | PD                         | laufende Mittel                      |
| - Beobachtung besonderer Ereignisse                                                                  | Aufnahmeprotokolle Parkwächter u.a.                                                                                                      | Parkdirektion/Parkwächter/WNPK                           | WNPK                       | laufende Mittel                      |
| - Inventarisierung                                                                                   | Artenlisten, Verbreitung, Bioindikation                                                                                                  | WNPK                                                     | WNPK                       |                                      |

#### b) Langfristige Forschungsfragen

An den im Forschungskonzept bezeichneten Forschungsfragen ist die Hydrologie im besonderen bei den Fragen "Wasserhaushalt" und "Klimaänderungen" als "konzipierendes Fachgebiet" angesprochen.

#### c) Dauernde Aufgaben (Ueberwachungsaufgaben)

Sie betreffen die Ueberwachung besonders kritischer Stellen, die Dokumentation ausserordentlicher Ereignisse sowie die langfristige Messung ausgewählter Parameter.

Zur Bearbeitung der aufgeführten Aufgaben und Forschungsfragen ist eine Kooperation verschiedener Institutionen erforderlich. In Abbildung 1 sind daher Zusammenarbeit, Zuständigkeit und Finanzierung für die einzelnen Fragen angegeben.

### 1.3. Zielsetzung der Klausurtagung 1990

An der Klausurtagung 1990 wurden verschiedene Ziele verfolgt:

Erstens sollten die durch Dr. R. Schloeth aufgeworfenen Fragen der Messstelle Punt La Drossa und des Spöl diskutiert und Massnahmenvorschläge erarbeitet werden; als zuständige Gäste waren dabei die Herren R. Meier, Direktor der EKW, Dr. E. Staub, Leiter der Sektion Fischerei am BUWAL, und B. Sigrist, Leiter der Sektion Hydrometrie am BUWAL zugegen. Für Ihre bereitwillige Teilnahme sei diesen Herren an dieser Stelle bestens gedankt.

Die Spölfrage konnte durch die zu diesem Zeitpunkt vorliegenden Untersuchungsergebnisse der Spülung vom 7. Juni 1990 veranschaulicht werden. St. Gerster, P. Jäger, P. Rey, PD Dr. F. Schanz und PD Dr. Chr. Schlüchter haben als Bearbeiter oder Betreuer dieser Untersuchungen ihre Ergebnisse vorgestellt. Auch Ihnen sei für Ihre Mitarbeit an der Klausurtagung bestens gedankt.

Zweitens sollte der Beitrag der Hydrologie und Gewässerbiologie zu den langfristigen Forschungsfragen und die Frage der hydrologischen und gewässerbiologischen Langzeitbeobachtung diskutiert und strukturiert werden.

Im vorliegenden Arbeitsbericht sind die Ergebnisse der Klausurtagung sinngemäss zusammengefasst und zum Teil leicht ergänzt. Es ist zu hoffen, dass der Arbeitsbericht als Grundlage für die Prioritätensetzung und die Planung von Massnahmen und Projekten, welche die Gewässer im Nationalpark betreffen, dienen kann.



## 2. Entscheidungsorientierte Fragen

### 2.1. Messstation Punt La Drossa

#### 2.1.1. Zur Messstation

Nahe der Zollstation La Drossa befindet sich eine Messstation der Landeshydrologie (Koordinaten 810 560 / 170 790), welche den Wasserstand des Fuornbaches kontinuierlich aufzeichnet. Die Messstelle wurde Ende der 50-er-Jahre durch die Landeshydrologie gebaut und wird im Rahmen der hydrologischen Untersuchungsgebiete betrieben. Die Messstation bietet zudem den Vorteil, dass diese kaum einsehbar ist.

Die Messstation ist seit 1960 in Betrieb und wird heute durch das BUWAL betreut. Das Einzugsgebiet der Ova Fuorn ist eines der rund 50 hydrologischen Untersuchungsgebiete, welche von der Landeshydrologie näher untersucht werden (vgl. Anhang 2).

Die Messstation ist dauerhaft gebaut und erfüllt die Anforderungen für Abflussmessungen bestens. Gemessen wird die Wassertiefe am Ende eines ca. 20 m langen Kanal mit weitgehend stabilen Anstömbedingungen. Aufgrund einer Wasserstand-Abfluss-Eichkurve wird die Abflussmenge ermittelt. Die Genauigkeit der Messungen ist bei einem Abfluss von 80 - 1600 l/s hoch ( $\pm 2\%$ ). Bei kleineren und grösseren Abflussmengen können grössere Fehler auftreten. Ungenauigkeiten ergeben sich weiter durch die zeitweise starke Geschiebeführung und während der Zeit des geringen Winterabflusses (Gefrieren).

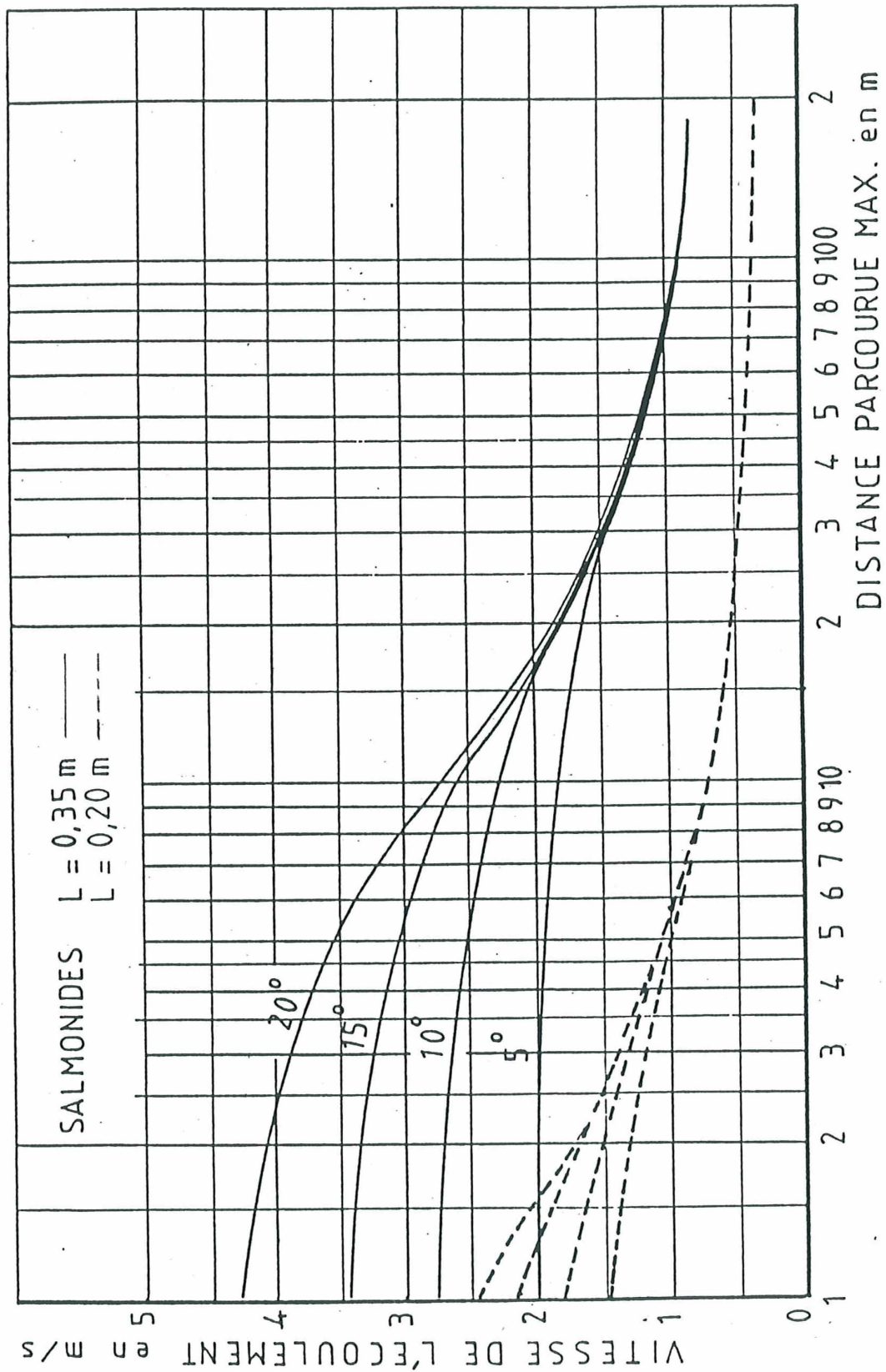
#### 2.1.2. Das "Barriereproblem"

Das aus dem Messkanal stürzende Wasser hat im Laufe der Jahre zu einer starken Absenkung der Flussole unterhalb der Messstation geführt. Die Niveaudifferenz zwischen Unterwasserspiegel und Kanal beträgt heute ca. 1 Meter. Dadurch ist die Messstelle für Fische wie auch für Insektenlarven und andere wirbellose Tiere nicht mehr passierbar.

Eine am 21. November 1989 durchgeführte Abfischung unter der Leitung des zuständigen Hauptfischereiaufsehers P. Pitsch bestätigte dies und zeigte, dass vom Staubecken Ova Spin bis zur Messstation eine Laichwanderung sowie eine natürliche Ablaichung der Bachforelle stattfindet und dass oberhalb der Messstation durch das Fehlen laichreifer Standfische eine natürliche Fortpflanzung wohl ausgeschlossen werden muss (vgl. Anhang 3).

Die Messstation stellt im heutigen Zustand für Fische und Wasserfauna ein doppeltes Hindernis dar: Einerseits ist es die hohe Schwelle, andererseits der ca. 20 m lange Kanal mit einer erhöhten Strömungsgeschwindigkeit, welche die Fische am Aufsteigen hindern. Die Möglichkeit für Fische, Hindernisse zu passieren, hängt im wesentlichen von der Strömungsgeschwindigkeit, der Wassertemperatur und der Länge des Fisches ab. Der in Abbildung 2 dargestellte Zusammenhang zwischen diesen drei Grössen zeigt, dass bei niederen Wassertemperaturen (5-10 Grad) sowie starken Strömungen (mehr als 2 m/s) auf einer Distanz von wenigen Metern ein Passieren von Hindernissen für Jungfische (weniger als 20 cm) nicht mehr möglich ist. Der rund 20 m lange Kanal mit einer Fliessgeschwindigkeit von rund 2 m/s dürfte bei Wassertemperaturen zwischen 5 und 10 Grad daher auch für grössere Fische kaum mehr passierbar sein.

Abbildung 2: Der Zusammenhang zwischen Strömungsgeschwindigkeit, Fischgrösse und Wassertemperatur in bezug auf das Durchschwimmen von Hindernissen für Salmoniden (C.S.P. - CEMAGREF 01/90)





Dieselben Grössen sind auch ausschlaggebend für das Ueberwinden von Schwellen. Erfahrungsgemäss kann eine Forelle von 35 cm Länge bei einer Wassertemperatur von 20 Grad Schwellen bis zu 70 cm meistern. Bei niedrigen Wassertemperaturen erreichen die Fische die zum Springen nötige, maximale Schwimmggeschwindigkeit nicht mehr, um derartige Hindernisse zu überwinden. Eine auch für kleinere Fische noch passierbare Schwellenhöhe dürfte bei alpinen Verhältnissen bei rund 30-50 cm liegen. Dieser Wert sollte in den gewässern des Nationalparks nicht überschritten werden, damit die Eroberung von Lebensraum, Laichwanderung usw. möglich ist.

Ebenfalls von der Barriere betroffen sind Wasserinsekten und andere Wirbellose, deren Wanderungsverhalten gestört wird. Da diese Gruppen als Nahrungsbasis für Fische von Bedeutung sind, müssen sie bei der "Barrierefrage" mitberücksichtigt werden.

### 2.1.3. Fischbestand der Gewässer im Nationalpark

Die Diskussion um die "Barrierewirkung" der Messstation Punt La Drossa führt konsequenterweise zur Frage, mit welcher Einwanderung von Fischen im Fuornbach zu rechnen ist, wenn die Messstation für Fische passierbar wird. Dazu ist v.a. der Fischbestand des Spöl ausschlaggebend.

Der Fischbestand des Spöl und des Staubeckens Ova Spin ist heute massgebend durch den Kraftwerksbau und Besatzmassnahmen beeinflusst. Neben der Bachforelle sind Regenbogenforelle, Aesche, Seesaibling und Elritze bekannt.

Seesaiblinge, welche Tiefenwasser bevorzugen, finden sich v.a. in den Staubecken (Livigno-see, Ova Spin). Aeschen gelangen wahrscheinlich über den Freileitungsstollen von der Wasserversorgung im Inn bei S-chanf als Jungfische in das Staubecken Ova Spin und besiedeln von dort aus den Spöl. Regenbogenforellen sind beliebte Besatzfische. Die Regenbogenforelle beansprucht jedoch einen ähnlichen Lebensraum wie die Bachforelle und kann zu Bestandesrückgängen der letzteren führen. Elritzen sind als Nähr- und Köderfische von Bedeutung.

Der Einfluss der Wassernutzung (Staubecken, Wasserumleitungen durch Stollen, Regulierungen, etc.) ist für den Fischbestand viel erheblicher als die Besatzmassnahmen. Der Kanton Graubünden gilt zudem national gesehen als fortschrittlicher Kanton in Sachen Besatz, indem zur Hauptsache einheimische Arten und genetisch angepasstes Besatzmaterial ausgesetzt werden.

Es kann angenommen werden, dass bei einer Entschärfung der Barriere bei der Messstation von den aufgeführten Arten neben der Bachforelle allein die Regenbogenforelle in den Fuornbach einwandern dürfte. Diese könnte aber, wegen des beschränkten Nahrungsangebotes im Fuornbach, ein erheblicher Konkurrenzfaktor für die heimische Bachforelle darstellen.

### 2.1.4. Diskussion möglicher Massnahmen bei der Messstation

Die Wiederherstellung der natürlichen Verhältnisse durch die Aufhebung der Messstation - die aus ökologischer Sicht konsequenteste Massnahme - wird wegen der Bedeutung der Messstation (langjährige Reihe, hydrologisches Untersuchungsgebiet) nicht als zweckmässig erachtet. Als mögliche Massnahmen werden in Betracht gezogen:



a) Bau einer Fischtreppe und Verkürzung des Durchlaufkanals

Mit dieser Massnahme sollen die Voraussetzungen für eine gute Passierbarkeit auch von kleineren Fischen geschaffen werden. Diese Massnahme bedeutet grössere bauliche Eingriffe. Da grössere Felsblöcke versetzt werden müssten, kann dies nur durch den Einsatz von Maschinen geschehen, wodurch mit Schädigungen in der Umgebung gerechnet werden muss.

Die Niveaudifferenz müsste mit mehreren Absätzen von ca. 30 cm überwunden werden und der Durchlaufkanal auf das messtechnisch vertretbare Minimum verkürzt werden.

Eine seitlich an der Messstelle vorbeiführender Fischpass mit konstanter Dotierung ist aus messtechnischen Gründen aufwendig, da eine separate Wasserzuleitung eingerichtet und gemessen werden müsste.

Die Passierbarkeit der Schwelle würde zudem bedeuten, dass der Fuornbach theoretisch für die im Spöl lebenden Fische zugänglich ist (vgl. 2.1.3.).

b) Belassen der Messstation bzw. der bestehenden Barriere

Ein Belassen der bestehenden Barriere wird in Erwägung gezogen, um den Fuornbach vor der Einwanderung nicht heimischer Arten zu schützen und als ein Gewässer mit einem möglichst natürlichem Bestand zu erhalten. Diese Massnahme lässt sich damit rechtfertigen, dass oberhalb der Messstelle auf ca. 4 km auf dem Gebiet des Nationalparks alle für die heimische Bachforelle wesentlichen Habitatselemente vorhanden sind, so dass die Voraussetzungen für eine eigenständige Bachforellenpopulation grundsätzlich erfüllt sind.

In diesem Zusammenhang stellt sich die Frage, ob sich im Fuornbach eine natürliche Population von Bachforellen erhalten bzw. aufbauen kann. Es gilt zu prüfen, ob die von P. Pitsch geäusserte Vermutung, im Fuornbach sei eine erfolgreiche natürliche Fortpflanzung zur Zeit ausgeschlossen bzw. ein Bestand nur durch jährliche Fischeinsätze denkbar, zutrifft.

Um entsprechende Rückschlüsse ziehen zu können, sind die folgenden begleitenden Massnahmen vorzusehen:

- der Kanton sollte dazu bewogen werden können, im Fuornbach und seinen Zuflüssen oberhalb Buffalora während einer Versuchsphase von rund fünf Jahren keine Fische mehr einzusetzen. Ausserhalb des Nationalparks soll jedoch die Fischerei weiterhin möglich sein.
- zu Beginn und am Ende sowie allenfalls auch während der Versuchsphase (von ca. fünf Jahren) sollte der Bestand durch geeignete Methoden (elektrische Abfischung) kontrolliert werden.
- oberhalb der Messstation müssen allfällige, weitere Hindernisse, insbesondere die Schwelle unterhalb der Brücke beim Hotel Il Fuorn (vgl. Kap. 2.4.) beseitigt werden.

Damit wäre vorderhand der von P. Pitsch vorgeschlagene Aufbau eines Fischbestandes im Fuornbach durch jährliche Einsätze von Bachforellensömmerlingen bzw. Abfischen unterhalb der Messstation und anschliessendes Versetzen der Adulttiere nach oben (vgl. Anhang 3) nicht in Betracht zu ziehen.



## 2.2. Restwasser- und Spülungsregime Spöl

### 2.2.1. Heutige Abflusssituation

Das heutige Abflussregime des Spöl zwischen Punt dal Gall und Punt Praspöl (vgl. Anhang 4) ist gekennzeichnet durch einen permanenten Restwasserabfluss mit unterschiedlicher Tag-/Nacht-Dotation sowie periodischen Spülungen und Ueberlaufereignisse.

#### - Restwasser

Die geltende Restwasserregelung stützt sich auf Artikel 16 der Verleihungsurkunde für die Ausnützung der Wasserkräfte des Spöl vom 21. August 1962: " Vom Aufstau an hat die Beliehene aus der Speicheranlage eine durchschnittliche Dotationswassermenge von 1 m<sup>3</sup>/s oder im Jahr maximal 31,5 Mio m<sup>3</sup> abzugeben, wobei das Minimum zu keiner Zeit unter 0,5 m<sup>3</sup>/s sinken darf. Die Verteilung der zuzuleitenden Wassermengen auf die Tages- und Jahreszeiten wird durch den Bundesrat nach Einholung eines Gutachtens der Eidgen. Nationalparkkommission und nach Anhören des Kantons und der Beliehenen bestimmt. Sollte die Dotationswassermenge trotzdem den berechtigten Anforderungen des Nationalparks nicht entsprechen, so kann der Bundesrat im Einvernehmen mit dem Kanton und nach Anhören der Beliehenen diese zur Abgabe der zusätzlich nötigen Wassermenge verpflichten."

Das rechtskräftige Dokument mit der vom Bunderat erlassenen Dotationswasserregelung konnte vom Bundesamt für Wasserwirtschaft noch nicht vermittelt werden.

Mit Rücksicht auf die Parkbesucher wurde der Abfluss folgendermassen festgelegt: Der Abfluss beträgt im Sommerhalbjahr (16. Mai - 30. September) tagsüber (6.00h-18.00 Uhr) ca. 2,4 m<sup>3</sup>/s und nachts 1 m<sup>3</sup>/s. Im Winterhalbjahr (1. Oktober - 15. Mai ) beträgt der Abfluss konstant 0,5 m<sup>3</sup>/s. Dies ergibt eine jährliche Abflussmenge von total rund 31,5 Mio. m<sup>3</sup>.

Die EKW betreiben mit dem Dotationswasser zwei Turbinen zur Versorgung der Region Münstertal. Die Turbinen sind auf den Dotierwasseranfall eingerichtet: Nachts ist eine Turbine, tagsüber zwei Turbinen in Betrieb. Mit der bestehenden Regelung kann damit der tagsüber grösseren Stromnachfrage entsprochen werden.

#### - Spülungen

Spülungen wurden bisher die folgenden durchgeführt (vgl. Anhang 4):

2. April 1971: Spitzenabfluss 90 m<sup>3</sup> (125 m<sup>3</sup>/s), um den Wanderweg entsprechend anzupassen bzw. zu sichern. Dazu existiert ein Bericht der EKW (EKW, 1971).

28. - 30. April 1984: Seentleerung mit einem maximalen Abfluss von 8,7 m<sup>3</sup>/s bzw. einem über die drei Tage durchschnittlichen Abfluss von 2,1 - 3,6 m<sup>3</sup>/s ; dazu bestehen keine offiziellen Dokumente.

#### - Ueberlaufereignisse

Neben den planmässig durchgeführten Spülungen können sporadisch "Hochwasserereignisse" auftreten, wenn bei hohem Stand des Livignostausees starke Regenfälle auftreten (v.a. im Herbst). Derartige Ueberlaufereignisse (mit einem Maximum >20 m<sup>3</sup> / s) haben stattgefunden am 15. September 1970 (maximal 34 m<sup>3</sup>/s) und am 15. Oktober 1979 (maximal 42 m<sup>3</sup>/s; Quelle: Hydrologisches Jahrbuch der Schweiz).



### 2.2.2. Der heutige Zustand des Spöl im Abschnitt Punt dal Gall - Punt Praspöl

Der heutige Zustand des Spöl ist hauptsächlich geprägt durch das Restwasserregime sowie durch die bisherigen Spülungen und Ueberlaufereignisse. Grundsätzlich sind beide Komponenten - Niedrigwasser und sporadische Hochwasser - für den Zustand von Bedeutung.

Der **Zustand vor der Spülung** ist das Ergebnis einer rund 20-jährigen Periode mit Niedrigwasser (vgl. Anhang 4). Das letzte wirkliche Hochwasserereignis wurde 1979 verzeichnet (42 m<sup>3</sup>/s). Bei der See-Entleerung von 1984 kamen maximal 8,7 m<sup>3</sup>/s zum Abfluss, eine zur Flussbettreinigung zu geringe Abflussmenge.

Der Spöl wies vor der Spülung drei charakteristische Merkmale auf:

1. Das Flussbett war, ausser an den Stellen mit den grössten Fliessgeschwindigkeiten, mit einer mehrere Millimeter dicken Schlammschicht bedeckt und zeigte stellenweise deutliche Anzeichen der Kolmatierung und anoxischer Bedingungen im Flusssediment.
2. Die durch die seitlichen Zuflüsse gebildeten Schuttkegel ragten weit in das Flussbett hinein und bildeten an einigen Stellen Rückstaus, in denen grosse Mengen an Feinmaterial abgelagert werden.
3. Die unter natürlichen Bedingungen gebildeten tiefen Stellen nach Schwellen (sog. Kolken) wurden nach und nach aufgefüllt und fehlen weitgehend.

Aus biologischer Sicht führte das Niedrigwasser zu einer Vielzahl von gegenüber dem natürlichen Abfluss neuen Biotopen. Die Biotopvielfalt und damit die Artenzahl dürfte dabei deutlich höher sein als noch im ursprünglichen Zustand.

Die Wasserbeschaffenheit und der Schwebstoffgehalt sind deutlich geprägt durch die Verhältnisse im Livignosee (Grundabfluss mit konstanter Temperatur, Schwebstoffeintrag, Planktoneintrag, Eintrag von z.T. toxischen Stoffen). Der Stoffeintrag beeinflusst die Lebensgemeinschaften im Spöl nachhaltig.

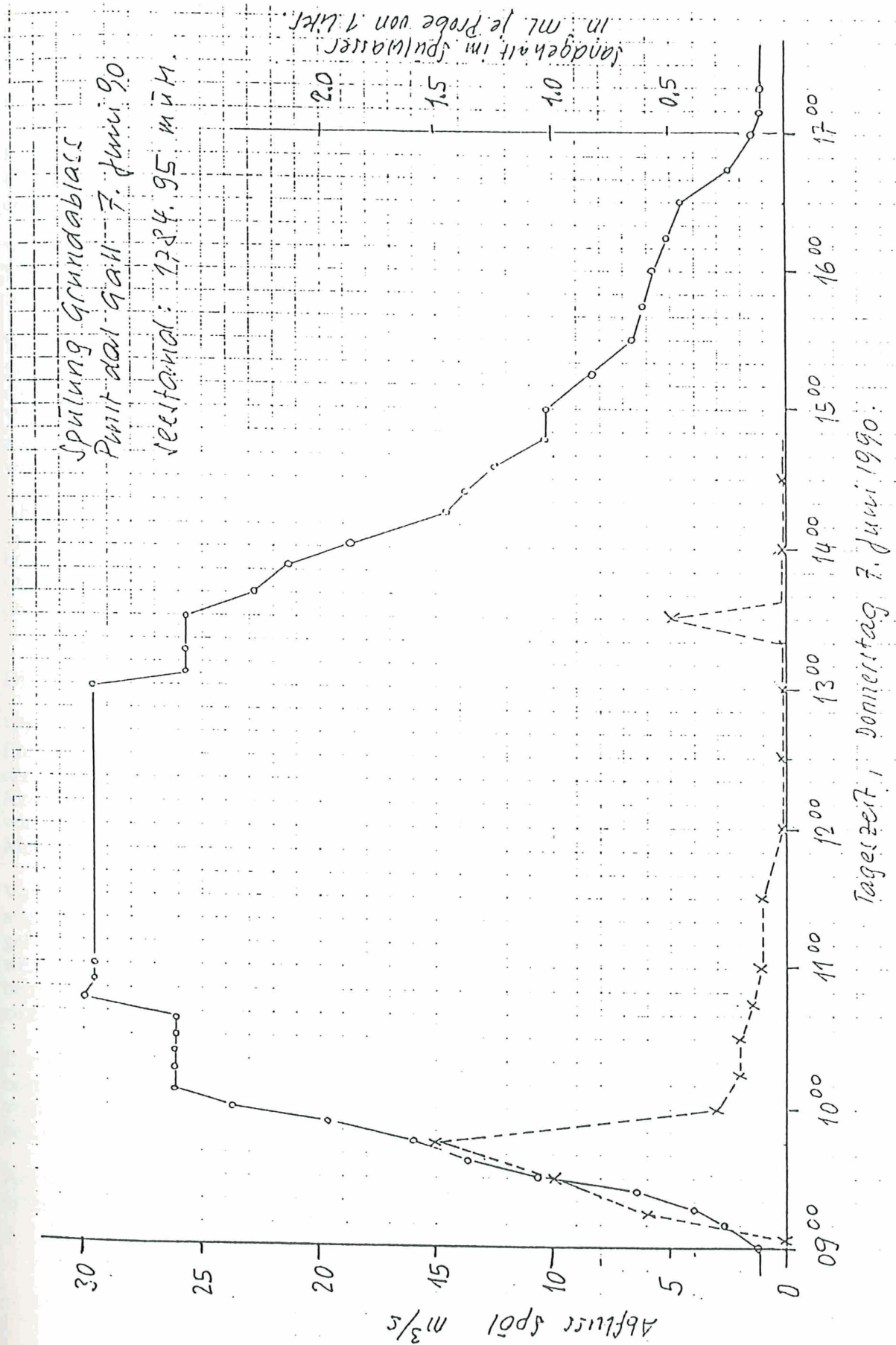
Von besonderem Interesse sind die Verhältnisse in bezug auf die Fische. Insgesamt sind die Lebensraumbedingungen gegenüber dem ursprünglichen Zustand ungünstiger (kleinere Nahrungsangebot, Kolmatierung von kiesigen Laichplätzen). Durch die reichliche Biomasse ist heute dagegen das Nahrungsangebot v.a. für Jungfische im Abschnitt Punt dal Gall - Punt Praspöl gross. Dabei dürfte auch der Eintrag von Zooplankton aus dem Livignosee ins Gewicht fallen. Die Biomasse kann aufgrund des durch eine Elektroabfischung ermittelten Fischbestandes auf ca. 5-10 kg/ha geschätzt werden. Vetreten sind im Spöl Bachforelle, Regenbogenforelle, Aesche und wahrscheinlich auch Seesaibling.

Ungünstig für Fische sind hingegen die täglichen Schwankungen des Restwassers. Die vertikalen Schwankungen im Wasserstand sind zwar gering (im Bereich von einigen cm), genügen aber, um Jungfische zeitweise in den flachen, z.T. ausgedehnten Randzonen zu isolieren. Ebenfalls ungünstig wirkt sich der grosse Feinstoffanteil im Substrat auf die Lebensbedingungen der Fische aus, indem Laichplätze degradiert werden. Unter den Fischen sind die Bachforelle, die Regenbogenforelle, Aesche und Seesaibling vertreten.

### 2.2.3. Auswirkungen während und Zustand nach der Spülung

Welche Wirkungen Spülungen nach einer längeren Zeit mit Restwasserabfluss haben können, lässt sich an der Spülung vom 7. Juni aufzeigen. Im Verlauf der Spülung wurden - bei einem maximalen Abfluss von 30 m<sup>3</sup>/s während gut zwei Stunden sowie einer 1-stündigen Anstiegs- sowie einer rund 4-stündigen Abklingflanke (vgl. Abbildung 3) - die seitlich in das Flussbett ragenden Schuttkegel angeschnitten und abgetragen. Das erodierte Material wurde jeweils einige 10 m unterhalb der Schuttkegel wieder abgelagert und bildet dort grössere Kiesbänke. Nicht erodiert wurden die Blockschuttkegel. Die Spülung hat das Flussbett lokal morphologisch stark umgestaltet.

Abb. 3: Spöl-Spülung vom 7. Juni 1990: Abfluss (Messstation Punt dal Gall) und Schwebefracht (Austritt Grundablass Staumauer Punt dal Gall; Messung EKW)





Beträchtlich war auch die Verfrachtung von Feinmaterial (Schwebstoffen). Der Anteil der Schwebstoffe nahm von Punt dal Gall (maximal 1,5 ml/l) bis Punt Praspöl (maximal ca. 15 ml/l) stetig auf das 10-fache zu. Das aus dem Stauraum gelöste Feinmaterial war dabei im Vergleich zu dem aus dem Flussbett erodierten Feinmaterial gering. Der Feinmaterialtransport geschah hauptsächlich mit der steigenden Flutwelle in der Zeit des Abflussanstiegs. Nach Erreichen des gleichbleibenden, maximalen Abflusses fiel die Schwebstoffkonzentration rasch auf unter einen Drittel des Maximalwertes ab.

Ueber den Wasserchemismus konnten Rückschlüsse auf den Zustand des Livignosees gemacht werden. Im See herrschen nach den Untersuchungsergebnissen oligotrophe Verhältnisse. Ein hoher Gesamt-Phosphorgehalt, welcher aus dem Sediment stammt, weist aber auf eine beginnende Eutrophierung hin. Die beträchtlichen Phosphorgehalte könnten mit der mangelnden Klärung der Abwässer aus Livigno zusammenhängen.

Veränderungen des Wasserchemismus während der Spülung bei weiter flussabwärts liegenden Messstellen zeigten zudem, dass offenbar anoxische Ablagerungen aus dem Spölbett erodiert wurden.

Markante Veränderungen zeigten sich auch in der Benthosbesiedlung. Diese nahm durch die Spülung an den zwei Stellen um 70-90 % ab. Erheblich ist auch die Menge der verdrifteten Organismen. Im Maximum wurden pro Minute über 1000 Individuen verfrachtet. Die Verdriftung setzte je nach Tiergruppe bei einem Abfluss von 1-6 m<sup>3</sup>/s ein und erreichte zwischen 15-20 m<sup>3</sup>/s, also deutlich vor dem Abflussmaximum, einen spitzenartigen Höchstwert.

Abfischungen vor und nach der Spülung zeigten, dass die über 1-jährigen Fische durch die Spülung nicht aus ihren angestammten Lebensräumen verfrachtet wurden oder diese zumindest bereits kurz danach wieder aufsuchen konnten. Eine nicht greinige Anzahl von Sömmerringen wurden mit dem letzten Spülungswasser an den Rand des Flussbettes verfrachtet und blieben dort in Restwassertümpeln liegen, wo sie wohl grösstenteils vertrockneten.

**Die Nachhaltigkeit der Wirkungen durch die Spülung** war unterschiedlich:

Während die Fische bereits einen Tag nach der Spülung wieder an ihren angestammten Orten zu finden waren, brauchte die Benthosbesiedlung ca. einen Monat, um sich den Verhältnissen vor der Spülung anzunähern. In bezug auf die Algenbesiedlung hat sich die Spülung sogar fördernd ausgewirkt, indem die Bewuchsdichte (jedoch in anderer Artenzusammensetzung als vor der Spülung) ca. 20 Tage nach der Spülung grösser war. Der durch die Spülung dezimierte Moosbewuchs erholte sich dagegen im gleichen Zeitraum nicht.

Von den durch die Spülung angeschnittenen und destabilisierten Schuttkegel muss angenommen werden, dass es nur eine Frage der Zeit ist, bis diese wieder - allerdings anders geformt - in das Flussbett vorrücken. Ein Niederschlagsereignis einige Tage nach der Spülung, welches v.a. den Murgang ca. 300 m unterhalb der Staumauer betraf, bewirkte, dass der betroffene Schuttkegel nach dem Ereignis flächenmässig grösser war als vor der Spülung und zu einer erneuten Feinmaterialbedeckung im Gebiet unterhalb des Schuttkegels führte.

Damit dürfte auch die weitgehende Reinigung des Flussbettes von Feinmaterial nur von begrenzter Dauer sein. Das Beispiel des Murgangs einige Tage nach der Spülung lässt vermuten, dass die seitlichen Zuflüsse massgebend an der Verschlammung des Flussbettes beteiligt sind.

Am nachhaltigsten dürfte die Wirkung in bezug auf die Flussbettmorphologie sein, wo diese nicht durch seitliche Zuflüsse geprägt wird.



#### 2.2.4. Beurteilung der Spülung

Die Spülung vom 7. Juni war kein Extremereignis. Dennoch hat sich gezeigt, dass eine derartige Spülung einen nachhaltigen Einfluss auf die Beschaffenheit des Flussbettes hat, ohne dass dabei wesentliche Lebensräume zerstört und Lebewesen vernichtet werden. Dafür war nicht zuletzt auch das durch den Hauptfischereiaufseher P. Pitsch und Dr. R. Schloeth zusammen mit den EKW gut vorbereitete Spülungsprogramm mit einer sanften Anstiegs- und Abklingflanke ausschlaggebend (vgl. Abb. 3).

#### 2.2.5. Diskussion des Restwasser- und Spülungsregimes im Spöl

Im Rahmen der gegebenen Möglichkeiten (verfügbare Wassermenge pro Jahr) und mit Rücksicht auf die betrieblichen Spielraum der EKW sind Restwasser- und Spülungsregime wenigstens teilweise steuerbare Grössen. Es stellt sich damit die Frage, welcher Zustand des Spöl anzustreben ist und welches Restwasser- und Spülungsregime dazu am geeignetsten ist.

Die Frage nach dem Restwasser- und Spülungsregime impliziert damit die Zielfrage, welches der wünschbare Zustand bzw. die wünschbare Dynamik des Spöl ist. Grundsätzlich sind folgende Zielsetzungen denkbar:

- 1) Anstreben einer **möglichst hohen Erosiv- und Reinigungswirkung**. Dazu sind regelmässige (jährliche) Spülungen erforderlich. Für das Restwasser ist zu entscheiden, ob die tageszeitliche Schwankung beibehalten werden soll oder ob ein v.a. aus biologischer Sicht wünschenswerter konstanter Abfluss oder ein jahreszeitlich den ursprünglichen Verhältnissen angepasster Abfluss vorzuziehen ist. Da ein Teil des verfügbaren Wassers für Spülungen benötigt wird, müsste bei gleichbleibendem Jahresabfluss die Dotierwassermenge im Tagesdurchschnitt geringer sein als heute.
- 2) Belassen einer **geringen Erosivkraft**. Auf Spülungen mit einem grösser als notwendigen Abfluss wird verzichtet. Dabei werden grössere Akkumulationen von Feinmaterial und wachsende Schuttkegel in Kauf genommen. Bereits mittelfristig muss mit Rückstaus und Verlandungen gerechnet werden. Für das Restwasser ist analog zu 1) zu entscheiden, ob die tageszeitliche Schwankungen beibehalten werden sollen oder ob ein v.a. aus biologischer Sicht wünschenswerter konstanter Abfluss oder ein jahreszeitlich den ursprünglichen Verhältnissen angepasster Abfluss vorzuziehen ist.

Für beide Fälle ist noch abzuklären, welchen Einfluss auf die Restwassermenge die seitlichen Zuflüsse unterhalb Punt dal Gall bewirken. Unter Umständen sind die Abflussverhältnisse nur im obersten Teil ungünstig.

Ebenfalls für beide Fälle ist zu prüfen, ob der derzeitige Winterabfluss von 0,5 m<sup>3</sup>/s genügt.

Die Diskussion macht deutlich, dass die Kenntnisse über die Entwicklung von Restwasserflüssen im allgemeinen und des Spöl im besonderen heute nicht ausreichen, um diesbezügliche Entscheide fällen zu können. Deshalb wird vorgeschlagen, diese Frage in einem mehrjährigen Versuchsprogramm auszuleuchten (vgl. Kap. 2.3.4.), analog dem Dotierwasserversuch in Brusio (Beibehaltung der jahreszeitlichen Schwankungen und periodisches Hochwasser).

Das Versuchsprogramm müsste auch das vor der Verabschiedung stehende neue Gewässerschutzgesetz (gemäss Botschaft vom 29. April 1987) mitberücksichtigen. Dieses sieht für Restwasserflüsse die minimale Abflussmenge Q<sub>347</sub> vor. Der Spöl liegt mit einer Dotierwassermenge von durchschnittlich 1 m<sup>3</sup>/s leicht über dem nach dem im Gesetzesentwurf berechneten Wert von 0,75 m<sup>3</sup>/s. Für den Fall, dass eine möglichst grosse Erosivleistung angestrebt wird, müsste für den Spöl innerhalb des Nationalparks über den Kanton Graubünden beim Bundesrat eine grösserer Dotierwassermenge beantragt und begründet werden.



Aus der Sicht der einzelnen Fachbereiche stellen sich unterschiedliche Fragen und verschiedene Ansprüche an das Restwasser- und Spülungsregime. Es wird die Meinung vertreten, dass grundsätzlich beide Varianten - gegenüber den letzten 20 Jahren erhöhte Erosivkraft bzw. geringere Erosivkraft - vertretbar sind.

Aus hydrobiologischer Sicht wären jedoch regelmässige (jährliche) Spülungen von Vorteil (geringere Algenbesiedlung und Vermeiden der Bildung anoxischer Sedimente im Flussbett).

Bezüglich des Restwasserregimes wird aus biologischer Sicht eher ein konstanter Abfluss gewünscht, um die beim abendlichen Rückgang sich bildenden Restwassertümpel, in welchen Fischeschmetterlinge und Invertebraten isoliert werden, zu vermeiden. Aus der Sicht der Vegetation scheint der tägliche Wechsel der Abflussmenge keine wesentliche Rolle zu spielen. Hingegen ist ungewiss, ob mit einem konstant geringeren als dem heutigen Tagesabfluss (2,4 m<sup>3</sup>/s) nicht die Kolmatierung auch im Hauptstrombereich verstärkt würde. Das Argument, das bestehende Regime trage dem Tourismus Rechnung, ist dagegen kaum haltbar, da der heutige Unterschied zwischen Tag- und Nachtfluss visuell und vom Geräusch her kaum merkbar ist.

### 2.3. Weitere Problempunkte

Im Rahmen der Klausurtagung wurden verschiedene weitere Probleme aufgegriffen, die einer baldigen Lösung bedürfen, so die rund 70 cm hohe Schwelle im Fuornbach unterhalb der Brücke bei Il Fuorn, die Fischhalterung bei La Drossa sowie der anstehende Umbau der Brücke bei La Drossa. Entsprechende Massnahmen werden im Kap. 2.5. vorgeschlagen.

Weiter ist zu erwägen, ob die vor 3 Jahren mit einem Starkniederschlag verschlammten Fischweiher bei Il Fuorn alle oder einzelne vom Schlamm befreit werden sollen. Dies liegt insbesondere im Interesse der Wassermilbenforschung von Dr. C. Bader. Die Weiher ergeben seit der Verschlammung - ganz im Gegensatz zur Zeit vor der Verschlammung - keine interessanten Wassermilbenfänge mehr. Nach Dr. Bader müssten mindestens zwei der vier Weiher und mit Vorteil die zwei östlichen entschlammt werden, um ein für die Milbenforschung interessantes Biotop zu schaffen. Es ist abzuklären, ob diese Frage in der Kompetenz der Nationalparkorgane liegt (Grundeigentumsverhältnisse). Falls ja, soll die Frage möglichst bald durch die WNPK aufgegriffen werden.

### 2.4. Massnahmenvorschläge und weiteres Vorgehen

Gestützt auf die Ergebnisse der Klausurtagung wird die WNPK beauftragt, der Eidgenössischen Nationalparkkommission die folgenden Massnahmen zur Behandlung zu unterbreiten <sup>1</sup>:

#### - *Fuornbach*

#### - *Messstation La Drossa*

Die WNPK ist - nach der Diskussion verschiedener Massnahmen und nach Absprache mit Dr. E. Staub (Chef Sektion Fischerei, BUWAL) - der Meinung, dass die Messstation La Drossa bis auf weiteres, mindestens aber 5 Jahre im heutigen Zustand belassen werden soll, wobei durch

---

<sup>1</sup> Die nachfolgenden Massnahmen wurden sinngemäss von der WNPK an ihrer Jahressitzung vom 12.1.1991 zuhanden der ENPK verabschiedet.



die ENPK 1991 folgende Vereinbarungen bzw. Massnahmen zu treffen sind:

- a) Vereinbarung mit dem Kant. Fischereiinspektorat (Dr. P. Ratti) bzw. mit dem Hauptfischereiaufseher (P. Pitsch), dass im Fuornbach oberhalb Buffalora während einer Versuchsphase von 5 Jahren keine Fische mehr ausgesetzt werden, um die Einwanderung von Besatzfischen aus oberhalb gelegenen Bachabschnitten zu verhindern. Die Befischung oberhalb Buffalora soll weiterhin möglich sein.
- b) Während der Versuchsphase soll der Fischbestand durch repräsentative Abfischungen kontrolliert werden. Dabei soll festgestellt werden, ob sich im Ova Fuorn - auch ohne Bestandesstützung - ein ausreichender Bestand halten kann. Für die Untersuchungen sind noch festzulegende finanzielle Mittel bereitzustellen.

#### **- Schwelle unterhalb der Brücke bei Il Fuorn**

Unterhalb der Brücke bei Il Fuorn hat sich eine grössere Schwelle gebildet. Mit dem Tiefbauamt des Kantons GR ist zu vereinbaren, dass der heute rund 70 cm betragende Niveauunterschied der bestehenden Schwelle gemäss fischereibiologischer Empfehlung auf ca. 30 cm rückgebaut wird. Die Ausführung hätte durch das Tiefbauamt des Kantons GR nach Absprache mit der Parkdirektion und dem Hauptfischereiaufseher zu geschehen.

#### **- Fischhalterung bei La Drossa**

Bei La Drossa werden in quellwassergespeisten Holzkisten Jungfische (Elritzen) gehalten. Die ENPK hat die Umstände der Fischhalterung bei La Drossa abzuklären (vermutlich Haltung von Köderfischen für Sportfischerei im Livignosee durch Zollbeamte). Nach Ansicht der WNPk sollte dies untersagt werden.

#### **- Bauarbeiten an der Brücke bei La Drossa**

Die ENPK hat dafür zu sorgen, dass das Tiefbauamt des Kantons GR die Durchführung der Bauarbeiten an der Brücke bei La Drossa mit der Parkdirektion und dem Hauptfischereiaufseher abspricht.

#### **- Spöl**

#### **- Zielfrage**

Die Ergebnisse der Begleitung der Spülung vom 7. Juni 1990 gaben Anlass zum Ueberdenken der bestehenden Abflussregelungen. Jede Regelung setzt spezifische Rahmenbedingungen für die weitere Entwicklung des Spöl. Ein Abwägen der Vor- und Nachteile kann nur an einer übergeordneten Zielvorstellung gemessen werden: Welcher Zustand soll aber für den Spöl langfristig angestrebt werden ?

- Sollen mit der verfügbaren Wassermenge möglichst natürliche Verhältnisse angestrebt werden, d.h. mit Tag-Nacht-Schwankungen zur Zeit der Schneeschmelze, jahreszeitliche Schwankungen, Hochwasserereignisse bzw. Spülungen ? In diesem Fall müsste der seinerzeitige Vorschlag von SCHMASSMANN wieder aufgegriffen werden.
- Soll die Erosivkraft des Flusses möglichst gering gehalten werden, wodurch mittel- bis langfristig Ablagerungen und Stauungen durch seitliche Schuttfächer entstehen ?

#### **- Langfristexperiment**

Die WNPk ist der Ansicht, dass die längerfristigen Zielvorstellungen zum Spöl umfassend geprüft werden sollten, wobei ökologische, naturschützerische, touristische wie auch wasserwirtschaftliche Aspekte zu berücksichtigen sind. Die WNPk schlägt vor, ein Langfristexperiment



ment durchzuführen: Während je 1-3 Jahren sollen verschiedene Abflussregimes in ihren Auswirkungen auf den Lebensraum und den Massenumsatz untersucht werden. Das Experiment könnte im groben etwa folgendermassen aussehen:

- Untersuchung des Ausgangszustandes; Festlegung der zu untersuchenden Faktoren,
- während 1-3 Jahren im Sommer dauernd 1,5 m<sup>3</sup>/s ohne Hochwasser bzw. Spülungen,
- während 1-3 Jahren im Sommer dauernd 1,5 m<sup>3</sup>/s mit Hochwasser bzw. Spülungen,
- während 1-3 Jahren dauernd 2,4 m<sup>3</sup>/s (mit/ohne Hochwasser bzw. Spülungen).

In diesem Zusammenhang muss auch die Frage des Tag-/Nacht-Abflusses (konstant / nicht konstant) noch eingehender diskutiert werden. Massgebend ist dabei u.a. die Ausdehnung des dauernd benetzten Teils des Flussbettes.

Gleichzeitig soll eine Untersuchung der Verhältnisse im Livignosee und seiner Zuflüsse durchgeführt werden. Das abfliessende Tiefenwasser des Sees ist mit ausschlaggebend für die Verhältnisse im Spöl. Die Ergebnisse der Spülung 90 zeigen, dass der Livignosee offenbar einen beträchtlichen Phosphoreintrag aufweist (Einleitung ungeklärter Abwässer, Düngung der Landwirtschaftsflächen). Damit sind spezifische biologische Prozesse in den Restwasserstrecken des Spöl verbunden (Bildung anoxischer Sedimente, etc.).

Mit einem derartigen Langzeitexperiment könnten wichtige Hinweise zu den in Restwasserflussläufen ablaufenden, naturbezogenen Prozessen gewonnen werden. Der Nationalpark eignet sich hierzu vorzüglich, weil weitere Ansprüche (Fischerei, etc.) wegfallen.

#### **- Aenderungen der Restwasserregelung**

Die Durchführung eines derartigen Langfristexperimentes bedeutet, dass die bestehende Restwasser-Abflussregelung in Absprache mit den EKW und dem Kanton geändert werden müssen. Solange die im Konzessionsgesuch festgelegte Jahresabflussmenge von 31,5 Mio m<sup>3</sup>/Jahr nicht überschritten und die minimale Abflussmenge von 0,5 m<sup>3</sup>/s nicht unterschritten wird, ist keine Genehmigung durch das Bundesamt für Wasserwirtschaft erforderlich. Es scheint daher zweckmässig, den Langfristversuch auf der Basis des festgelegten Jahresabflusses zu planen.

#### **- Stellungnahme der ENPK und einleitende Schritte**

Die WNPK ersucht die ENPK, das skizzierte Vorgehen zu prüfen und zu folgenden grundsätzlichen Fragen Stellung zu nehmen:

- a) Soll ein Langzeitexperiment im Hinblick auf eine bewusst formulierte Zielsetzung des Spölabflusses ins Auge gefasst werden ?
- b) Wie stellt sich die ENPK zu Aenderungen der Abflussverhältnisse (Restwasser, Spülungen) und wie schätzt sie deren Realisierbarkeit ein ?

Im Zusammenhang mit diesen Fragen wären folgende einleitende Schritte zu unternehmen:

- c) Vorbereitende Gespräche mit den EKW, unter welchen Voraussetzungen Abflussänderungen durchgeführt werden können.
- d) Verhandlungen mit EKW, Gemeinden, Kanton, Bundesamt für Wasserwirtschaft zur Vereinbarung entsprechender Abflussregelungen. Diese Verhandlungen sollten auf der Basis des revidierten Gewässerschutzgesetzes geführt werden.
- e) Abklären, ob und wie Untersuchungen zur "Phosphorfrage" durchgeführt werden können. Dazu sind Probenahmen sowohl im Livignostausee wie auch in dessen Einzugsgebiet notwendig.



### 3. Hydrologische Beiträge zur Langzeitforschung

#### 3.1. Hydrologische und gewässerbiologische Forschung im Nationalpark seit der Parkgründung

Die im Nationalpark durchgeführten und laufenden hydrologischen und gewässerbiologischen Untersuchungen sind in Abbildung 4 zusammengestellt. Hydrologische Untersuchungen im Park setzten erst Anfang der 50-er Jahre mit der Gründung der Hydrologischen Subkommission ein. Die Subkommission wurde ab 1968 als Hydrobiologische Subkommission weitergeführt (vgl. ausführlicher: Arbeitsberichte zur Nationalparkforschung, Juni 1987: Materialien zur bisherigen und zukünftigen Nationalparkforschung).

Für drei Gewässer des Nationalparks werden die Abflussmengen laufend gemessen, für den Spöl seit 1950 (Punt dal Gall), den Fuornbach seit 1960 (bei Punt La Drossa) und die Ova Cluoza seit 1962 (vgl. Anhang 5). Die Messstelle bei Punt dal Gall dient heute zur Kontrolle des Restwasserabflusses im Spöl. Die Einzugsgebiete des Fuornbaches und der Ova Cluoza werden von der Landeshydrologie als "Hydrologische Untersuchungsgebiete" betreut, mit dem Ziel, die langfristigen Schwankungen natürlicher Abflüsse zu analysieren, ebenso wie das ausserhalb des Nationalparks liegende Einzugsgebiet der Clemgia oberhalb S-charl (1971-1981).

**Physikalische und chemische Untersuchungen der Fliessgewässer** wurde hauptsächlich in den 50-er und 60-er Jahren an der Ova Ftur, am Fuornbach und am Spöl durchgeführt. Die Untersuchungen an der Ova Ftur sind publiziert (NOLD/SCHMASSMANN, 1954). Ergebnisse weiterer Untersuchungen sind im Nachlass SCHMASSMANN enthalten, so auch einige wenige Analyseergebnisse der Untersuchungen am Spöl (vgl. Anhang 6). Aus den 30-er Jahren sind bis heute nicht ausgewertete Beobachtungen von NADIG (Wasserhärte, faunistische Beobachtungen) vorhanden.

Unter verschiedenen Aspekten waren **Quellen und Quellbäche** Gegenstand wissenschaftlicher Untersuchungen. Die Quellen sind nicht über das ganze Parkgebiet systematisch erhoben. Die Lage von grösseren Quellen im Parkgebiet können der Vegetationskarte (TREPP/CAMPELL, 1968; v.a. Waldgebiet) und der geologischen Karte (DOESSEGGER und Mitarbeiter, 1987) entnommen werden. Die Kenntnis der physikalisch-chemischen und gewässerbiologischen Eigenschaften von Quellen beschränkt sich praktisch auf Quellen im Fuorngebiet.

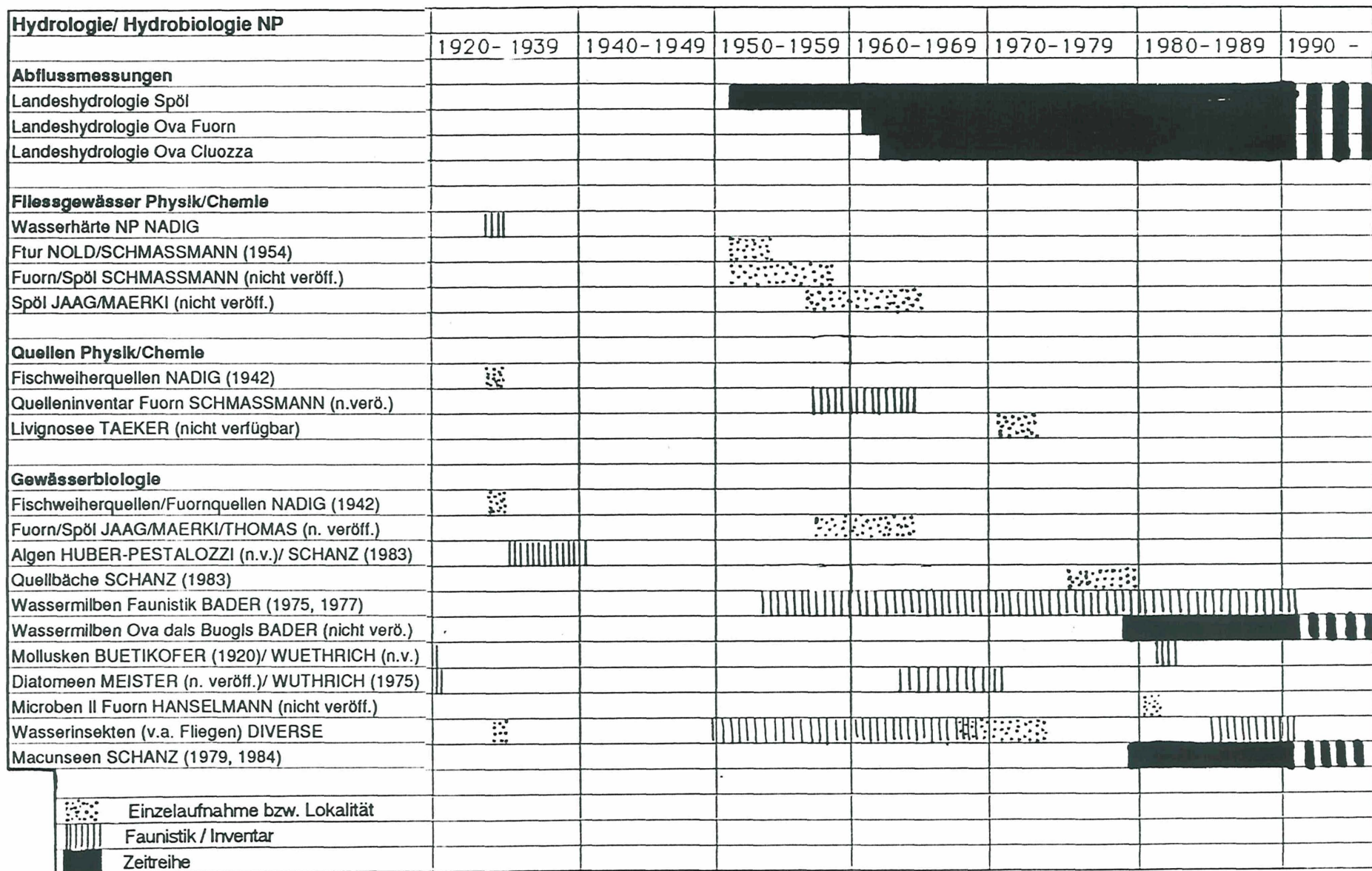
Physikalisch-chemische Untersuchungen wurden in dem Ende der 50-er und Anfang der 60-er Jahre von SCHMASSMANN und Mitarbeiter erstellten, umfangreichen Inventar der Quellen im Fuorngebiet durchgeführt (Nachlass SCHMASSMANN). Insgesamt wurden über 100 Quellen kartographisch festgehalten, charakterisiert, beprobt und analysiert (vgl. Anhang 7). Weitere Analyseergebnisse von Quellen und Quellbächen sind in gewässerbiologischen Arbeiten von NADIG (1942), BADER (1975, 1977), SCHANZ (1983) u.a. enthalten.

Die Biologie von Quellen und Quellbächen ist Gegenstand der Arbeiten von NADIG (1942; Fischweiherquellen und Quellen im Gebiet von Il Fuorn), BADER (Beobachtung der Populationsdynamik von Wassermilben an der Quelle Ova dals Buogls seit 1979) und SCHANZ (1983; Untersuchung von fünf Quellbächen zwischen Buffalora und Il Fuorn).

Seit 1979 werden die **Macunseen** kontinuierlich hydrobiologisch bearbeitet (SCHANZ, 1984).



Abb. 4: Hydrologisch und hydrobiologische Forschung im Schweizerischen Nationalpark 1920 - 1990





**Faunistisch** sind bis heute die Wassermilben (BADER, 1975, 1977), die Mollusken (BUETIKOFER, 1920), einige Wasserinsekten (v.a. Fliegen; AUBERT, 1965) sowie die Diatomeen (MEISTER, nicht veröff.; WUTHRICH, 1975) und die Algen (HUBER-PESTALOZZI; Material zur Zeit verschollen) bearbeitet. Lücken bestehen heute bei den niederen Wirbellose und den Wasserinsekten. Wirbeltiere (Fische, Amphibien) sind im Nationalpark artenarm und stehen für eine systematische Bearbeitung nicht im Vordergrund.

Aus den bisherigen hydrologischen und gewässerbiologischen Arbeiten sind verschiedene Ansätze für die Langzeitbeobachtung gegeben: Weiterzuführen sind die Abflussmessungen (Einzugsgebiete Fuornbach, Ova Cluozza und Spöl), nach Möglichkeit die Arbeiten zur Populationsdynamik von Wassermilben (Ova dals Buogls; BADER, nicht veröff.) und die Arbeiten von SCHANZ (1984) in den Macunseen.

Im Rahmen der Langzeitbeobachtung sollten nach Möglichkeit die Untersuchungen der Quellen im Fuorngebiet von SCHMASSMANN und Mitarbeitern wiederholt werden können.

### 3.2. Langfristige Forschungsfragen und erforderliche Grundlagen

Die für die Nationalparkforschung massgebenden, im Forschungskonzept 1989 bezeichneten Forschungsfragen zielen auf die Beobachtung und Analyse der langfristigen Entwicklung der Ökosysteme im Nationalpark (prioritäres Forschungsziel). Mit den im Forschungskonzept 1989 formulierten Forschungsfragen soll der Blick auf die für die Parkentwicklung und die allgemeine Umweltsituation relevanten Fragestellungen gerichtet werden. Für jede Forschungsfrage ist abzuklären, welche Fachgebiete sich an der Bearbeitung beteiligen sollten.

Im Rahmen der Klausurtagung wurden die Forschungsfragen aus der Sicht der Hydrologie und Hydrobiologie beleuchtet und festgestellt, zu welchen Fragen diese Fachgebiete einen Beitrag leisten können und wo sie auf Grundlagen anderer Fachgebiete angewiesen sind. Die Diskussion konzentrierte sich aus Zeitgründen auf die beiden Forschungsfragen "Wasserhaushalt" und "Klimaänderungen" (vgl. FORSCHUNGSKONZEPT WNPK 1989).

#### 3.2.1. Fachübergreifende Langzeitbeobachtung

Eine fachübergreifend konzipierte Langzeitbeobachtung bildet die Grundlage für das Verfolgen der langfristigen Entwicklung im Nationalpark. Wie in Abbildung 5 dargestellt, muss dazu eine gezielte Parameter- und Gebietsauswahl getroffen werden, die sich an folgenden Rahmenbedingungen orientiert:

- an den gemeinsamen Forschungsfragen
- an den bestehenden Grundlagen
- an praktischen Naturschutzfragen: Die Langzeitbeobachtung soll auch auf parkspezifische und aus der Sicht des praktischen Naturschutzes wesentliche Fragen bzw. auf spezifisch belastete Gebiete Rücksicht nehmen, um längerfristig als Grundlage für ein fundiertes Parkmanagement dienen zu können.
- an fachspezifischen Fragen, soweit diese langfristige Untersuchungen bzw. längere Datenreihen erfordern.

Die Diskussionen im Rahmen der Klausurtagung zum Thema "Forschungsfragen und Langzeitbeobachtung" werden im folgenden unter zwei Aspekten zusammengefasst: 1. Räumliche



Schwerpunkte und 2. Hydrologische und gewässerbiologische Langzeitforschung mit Hinweisen auf erforderliche bzw. wünschbare Grundlagen.

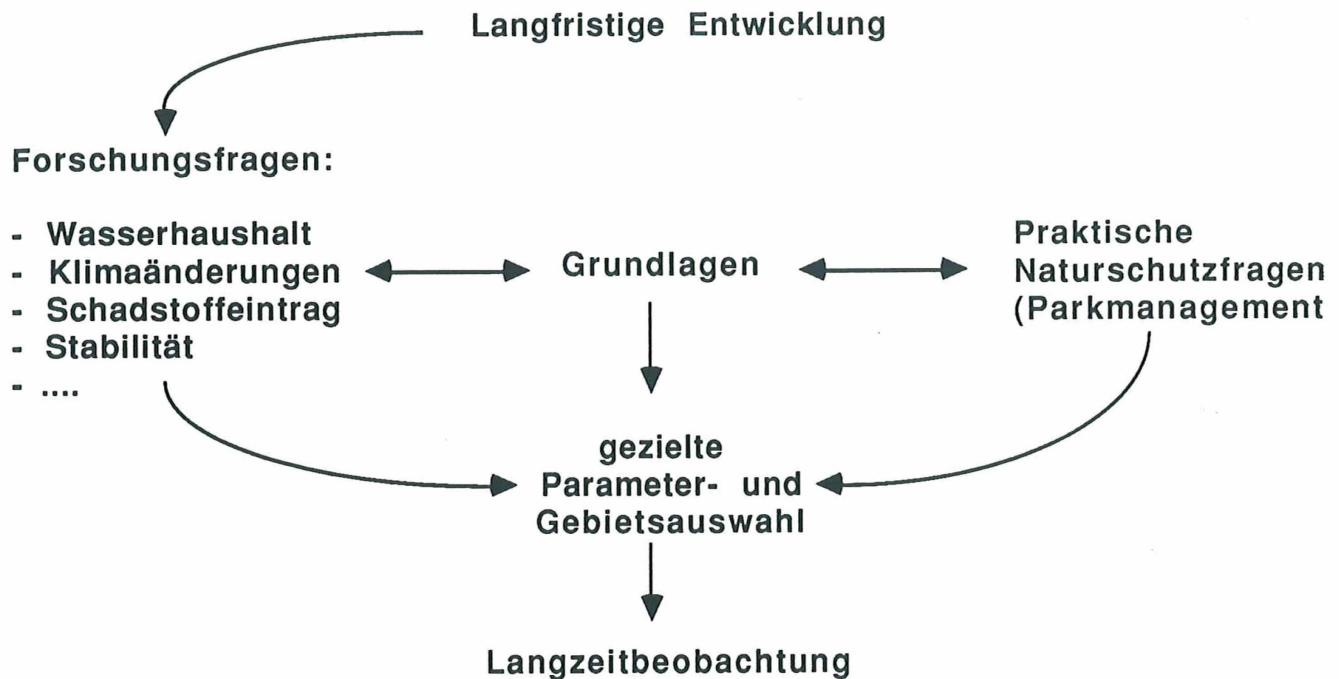


Abb. 5: Rahmenbedingungen zur Langzeitbeobachtung im Nationalpark

### 3.2.2. Räumliche Schwerpunkte

Aufgrund der bestehenden Abflussmessstationen und aufgrund der bisherigen hydrologischen und gewässerbiologischen Arbeiten drängen sich für die hydrologische und hydrobiologische Forschung die folgenden räumlichen Schwergewichte auf:

- die **Macun-Seen** bzw. das Gebiet des grossen Kars und wenn möglich eine vergleichbare Situation auf Kalk: In diesem Gebiet sollen die von SCHANZ (1984) vor rund 10 Jahren begonnenen Untersuchungen weitergeführt werden.
- die **Einzugsgebiete von Fuornbach und Ova Cluozza**. Die beiden Einzugsgebiete werden von der Landeshydrologie als hydrologische Untersuchungsgebiete zur Erfassung langjähriger Schwankungen natürlicher Abflüsse betreut. Wegen der bereits bestehenden Grundlagen steht für vertiefende Untersuchungen und Beobachtungen das Einzugsgebiet des Fuornbach im Vordergrund.
- das **Teileinzugsgebiet des Spöl** im Gebiet des Nationalparks bzw. der Spöl als Restwasserfluss und soweit dies erforderlich der Livignostausee und dessen Zuflüsse. Soweit als möglich soll auf die Erhebungen von SCHMASSMANN/JAAG/MAERKI (soweit in Nachlässen vorhanden) und LUEDI (1966) aus den Jahren 1952-1966 zurückgegriffen werden.
- die **Innauen bei San Niclà und Ramosch**. Hier sollen nach Möglichkeit die Ökologische Untersuchungen im Unterengadin (NADIG et.al., 1968 ff) weitergeführt werden.

In diesen Gebieten sollen die Langzeitforschung an Gewässern des Nationalparks und Umgebung sowie zukünftige, hydrologisch orientierte Arbeiten bevorzugt durchgeführt werden.

### 3.2.3. Hydrologische und gewässerbiologische Langzeitforschung

Der Beitrag der Hydrologie und der Gewässerbiologie zur Langzeitforschung im Nationalpark ist folgendermassen zu gliedern:

#### 1) Macunseen

Die Macunseen bilden ein spezielles Untersuchungsobjekt. Hier gilt es, die von SCHANZ begonnenen Untersuchungen zum Säuregehalt des Wassers und zur Planktonentwicklung weiterzuführen. Mit der Beobachtung der Macunseen kann ein wesentlicher Beitrag zur Frage des Verhaltens alpiner Ökosysteme bei Schadstoffeinträgen geleistet werden (Forschungsfrage "Schadstoffeintrag").

Wünschenswert wären folgende Ergänzungen: Beobachtung von Kieselalgen und des Algenaufwuchses; Messungen der Nass- und Trockendeposition; vergleichende Untersuchungen an einem ähnlichen Standort auf Kalk.

#### 2) Wasserhaushalt und Abflussverhalten unter natürlichen Verhältnissen

In den Einzugsgebieten des Fuornbaches und der Ova Cluozza sollen **Abflussverhalten und Wasserhaushalt unter naturnahen Verhältnissen** beobachtet werden. Damit soll eine Grundlage für den Vergleich mit Einzugsgebieten, in denen der Wasserhaushalt antropogen beeinflusst ist, ermöglicht werden.

Wegen der besseren Grundlagendaten und der besseren Zugänglichkeit sollen die nachfolgenden Arbeiten vorerst für das **Einzugsgebiet des Fuornbaches** geplant werden. Das Einzugsgebiet der Ova Cluozza soll soweit bearbeitet werden, als es die verfügbaren Daten (Abflussmessungen, Luftbilder) zulassen.

Um das Abflussverhalten, wie es an der Messstation registriert wird, zu analysieren, sollen die verschiedenen Grössen des Wasserhaushaltes erhoben bzw. berechnet werden:

- Von Interesse ist in diesem Zusammenhang ein **hydrogeologisches Modell**, welches die Grundwasserverhältnisse unter Berücksichtigung der Quellen, der Karsterscheinungen, etc. erfasst. Ein solches, von Chr. SCHLUECHTER vorgeschlagenes Modell setzt voraus, dass verschiedene Grundlagenarbeiten noch ausgeführt werden.

Im Rahmen von zwei Diplomarbeiten werden zurzeit die quartärgeologischen Verhältnisse im Einzugsgebiet des Fuornbaches samt Passlage und im Spöl bearbeitet. Diese bilden eine erste Grundlage zur Abschätzung der hydrogeologischen Verhältnisse.

- Die **Niederschlagsverhältnisse** im Einzugsgebiet des Fuornbaches sind für alpine Gebiete relativ gut erfasst (Regenmessstationen Buffalora und Punt La Drossa, drei Jahrestotalisatoren). Wünschbar wären die folgenden Ergänzungen:

- Aufzeichnung der Ausaperung (z.B. mittels fix installierter Kamera, ev. aus Satellitenaufnahmen) und Schneehöhenmessung
- Aufzeichnung von Besonderheiten des Niederschlagsverhaltens (zeitlicher Verlauf, besondere Ereignisse, Trockenperioden)

Diese Parameter sind langfristig auch für die Frage von Klimaänderungen wesentlich.



- Die **Oberflächenbedeckung** bzw. Nutzung im Einzugsgebiet ist eine wesentliche Grundlage für die Interpretation des Abflusses. Die Landeshydrologie stützt sich dabei auf den Hektarraster des Bundesamtes für Statistik. Für eine präzisere und allenfalls differenziertere Gebietsbeschreibung (z.B. in bezug auf verschiedene Waldsituationen) wäre eine flächen-deckende Kartierung ab Luftbild wünschenswert (Einzugsgebiete Fuornbach und Ova Cluozza).
- Die **Evapotranspiration** wird in der Regel als Differenz von Niederschlag und Abfluss ermittelt. Flächendeckend kann die Evapotranspiration nur mittels Modellen (z.B. nach PENMANN, 1956) berechnet werden. Voraussetzung hierzu ist eine möglichst detaillierte Kenntnis der Oberflächenbedeckung (vgl. oben).
- Spezielle Aufmerksamkeit soll den **Quellenuntersuchungen** geschenkt werden. Solche Untersuchungen können aus der Sicht verschiedener Forschungsfragen von Bedeutung sein ("Wasserhaushalt", "Stabilität", "Klimaänderungen"). Im Vordergrund stehen folgende Arbeiten:
  - Wasserhaushalt von Quelleinzugsgebieten
  - Chemismus von Quellen
  - Permanente Beobachtung von ausgewählten, als kennzeichnend erachteten Quellen (auf der Grundlage des Quelleninventars von SCHMASSMANN)
  - Alter des Quellwassers (Tritium, O18)
  - Weiterverfolgen der von BADER festgestellten starken Veränderungen bei den Milben (FWQ-Quellen NADIG, 1942; Quellen God dal Fuorn, Ova dals Buogls BADER, nicht veröff.)
  - spezifische zoologische und botanische Erhebungen
- Zur Beobachtung des Abflussverhaltens und des Wasserhaushaltes werden u.a. folgende **vertiefende Untersuchungen und Beobachtungen** vorgeschlagen:
  - Der Wasserhaushalt in unterschiedlichen Waldsituationen (Verdunstung, Eintrag, Wasserrückhalt, Grundwasser)
  - Untersuchungen zur Evapotranspiration und zum Bodenwasserhaushalt (unter spezieller Berücksichtigung des Wurzelraumes)
  - Chemismus der Fließgewässer (analog NADUF; ist allerdings sehr aufwendig)
  - Zusammenhang zwischen Tritbelastung und Oberflächenabfluss
  - Jährliche Erfassung von Permafrost- und Schneeflächen (Wasserpotential)
  - Im Einzugsgebiet des Fuornbaches: Kontrolle der alpwirtschaftlich genutzten Gebiete

### 3) Vergleichende Beobachtung unterschiedlich beeinflusster Flusssysteme

Mit dem Fuornbach, der Ova Cluozza und dem Spöl liegen im Nationalpark drei unterschiedlich beeinflusste Flusssysteme:

- Die Ova Cluozza kann als weitgehend unbeeinflusstes Flusssystem betrachtet werden
- Der Fuornbach ist ein schwach beeinflusstes Flusssystem: Der ausserhalb des Nationalparks gelegene Teil des Einzugsgebietes ist alpwirtschaftlich genutzt. Hinzu kommen Einflüsse der Ofenbergstrasse (Entwässerung, etc.) und die Einleitung von gereinigtem Abwasser (Wegerhaus, Hotel il Fuorn, etc.).
- Der Spöl ist ein Flusssystem unter Restwasserregime.

Die drei Flüsse weisen zudem eine ähnliche, mittlere Jahresabflussmenge auf: Fuornbach 1,1 m<sup>3</sup>/s (1960-1983), Ova Cluozza 0,79 m<sup>3</sup>/s (1962-1983) und Spöl 1,02-1,13 m<sup>3</sup>/s (ab 1970).



Die drei Gewässer eignen sich daher für vergleichende Untersuchungen zur Frage, wie sich unterschiedliche Beeinflussungen langfristig auf Morphologie, Wasserbeschaffenheit und Lebensgemeinschaften dieser Flusssysteme auswirken.

Für eine vergleichende Beobachtung sind folgende Eigenschaften zu berücksichtigen:

- Morphologische Veränderungen des Flussbettes
- Entwicklung der Flussterrassen
- Entwicklung der flussbegleitenden Vegetation
- Fischbestand (unter Berücksichtigung eingesetzter Fische)
- Dichte und Zusammensetzung der Invertebraten
- physikalische und chemische Eigenschaften des Wassers
- Aufwuchs-Zusammensetzung (Moose, Pilze, Algen, Bakterien; nur ergänzend, da aufwendig und kostspielig)
- ...

Für den Spöl werden zusätzliche, auf die Restwasserverhältnisse abgestimmte Beobachtungen vorgeschlagen (vgl. Kap. 2.2. und 2.3.).

#### 4) Oekologische Untersuchungen im Unterengadin

Mit der Nutzung der Wasserkräfte des Inn zwischen Pradella und Martina drängt sich eine Weiterführung der als Dauerbeobachtung konzipierten **oekologischen Untersuchungen im Unterengadin** auf. Dabei geht es um die Frage, wie flussnahe Ökosysteme auf Änderungen des Abflusses bzw. Wasserhaushaltes reagieren. Im Vordergrund steht dabei vorerst der Vergleich zwischen den Zuständen vor und nach Inbetriebnahme der unteren Innstufe. Mit den Untersuchungen sollen Vergleiche mit der Entwicklung des Spöl ermöglicht werden.

Die Untersuchungen sollten nach Möglichkeit die Ergebnisse der UVP zum Ausbauprojekt Pradella - Martina, die Biotopkartierung Engadin der Vogelwarte Sempach (PFISTER) und ev. die Arbeit NADIG (Engadiner Transekt; Arbeit erscheint 1991 im Jahrbuch der Naturforschenden Gesellschaft Graubünden) einbeziehen.

Für die Fortführung der ökologischen Untersuchungen im Unterengadin wäre ein baldiger Abschluss der ausstehenden Ersterhebungen von Vorteil.

#### 5) Hydrologische Daten als Grundlage zur Abschätzung von Klimaänderungen

Klimaänderungen wirken sich u.a. auch auf den Wasserhaushalt aus (vgl. Pro Clim Workshop vom 19. Januar 1990: Climate Impact on the Hydrological Cycle in the Alpine Region; Report by H. Lang). Ausgewählte hydrologische Daten eignen sich daher zur Abschätzung von Klimaänderungen.

Im Vordergrund stehen Parameter des Wasserhaushaltes aus einem begrenzten Einzugsgebiet: Ausaperung, zeitlicher Verlauf von Niederschlägen, Trockenperioden, Quellschüttungen, u.a.

#### 6) Hydrologischer und hydrobiologischer Beitrag zu weiteren Forschungsfragen

Mit Blick auf weitere Forschungsfragen kann die Hydrologie und Hydrobiologie folgende Beiträge leisten:

- "**Schadstoffeintrag**": Ergänzungen der Untersuchungen der Macunseen; Chemismus von



Quellen.

- **"Ökologische Stabilität bzw. Elastizität"**: Verfolgen der Entwicklung von Quellen (Chemismus, Vegetation); ev. Auszäunung von Quellfluren; Gewässerbiologie.
- **"Natürliche Ereignisse"**: V.a. bezüglich von Niederschlagsereignissen (Interpretation des Abflussgeschehens, quantitative Erfassung von morphologischen Veränderungen durch den Geschiebetransport, etc.)

### 3.3. Weiteres Vorgehen und Zusammenarbeit

Zum weiteren Vorgehen werden noch keine konkreten Schritte diskutiert, d.h. die Planung von Projekten wird noch nicht ins Auge gefasst.

Die im Mehrjahresprogramm der SANW für die Nationalparkforschung vorgesehenen Mittel werden es (den Zuschlag vorausgesetzt) der WNPK erlauben, die an der Klausurtagung vorgeschlagenen hydrologischen und gewässerbiologischen Grundlagenhebungen und Langfristuntersuchungen in das Beobachtungskonzept einzugliedern. Dabei werden aber unter den Beteiligten Prioritäten zu setzen sein.

Im Rahmen seiner Mitarbeit bei der schweizerischen Kommission für Umweltbeobachtung (SKUB) wird sich E. Glenck 1991 mit der Frage der zu erhebenden Parameter für das Einzugsgebiet Fuorn befassen und einen Vorschlag unterbreiten.

Für den Spöl soll der ENPK das in Kap. 2.4. zusammengestellte Vorgehen unterbreitet werden. Weitere Schritte können nur unter Vorbehalt der Genehmigung durch die ENPK unternommen werden.

Die konkrete Planung der unter 3.2. dargestellten Absichten soll wenn möglich in enger Zusammenarbeit mit folgenden Institutionen geschehen:

- Parkdirektion (entscheidungsorientierte Fragen, Grundlagen)
- Kanton Graubünden (Amt für Gewässerschutz; Jagd- und Fischereiinspektorat, etc.)
- Pro Clim (Klimaänderungen, Alpen transekt)
- NFP Klimaänderungen/Naturkatastrophen (Prof. Dr. Ch. Emmenegger, BUWAL)
- BUWAL (Landeshydrologie: Dr. B. Schädler; Fischerei: Dr. E. Staub)

## LITERATUR und QUELLEN

### Literatur

- AUBERT, J., 1965: Les plécoptères. Ergebn. der wiss. Unters. im Schweiz. Nationalpark, Heft 55
- BADER, C., 1975: Die Wassermilben. 1. Systematisch-faunistischer Teil. Ergebn. der wiss. Unters. im Schweiz. Nationalpark, Heft 71
- BADER, C., 1975: Die Wassermilben des Schweizerischen Nationalparks. 2. Nachtrag zum systematisch-faunistischen Teil. Ergeb. der wiss. Unters. im Schweiz. Nationalpark, Heft 73
- BADER, C., 1977: Die Wassermilben. 3. Populationsdynamische Untersuchungen. Ergebn. der wiss. Unters. im Schweiz. Nationalpark, Heft 76
- BUETIKOFER, E., 1920: Die Molluskenfauna. Denkschr. Schweiz. Nat.forsch. Ges. Bd. LV Abh. 1 (vergriffen)
- HYDROLOGISCHES JAHRBUCH DER SCHWEIZ, laufend: Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern.
- NADIG, A., 1942: Hydrobiologische Untersuchungen in Quellen. Ergebn. der wiss. Unters. im Schweiz. Nationalpark, Heft 9
- NADIG, A. et al., 1968 ff: Oekologische Untersuchungen im Unterengadin. Ergebn. der wiss. Unters. im Schweiz. Nationalpark, Band 12 (laufend)
- NOLD, H. SCHMASSMANN, W., 1954: Chemische Untersuchungen in der Ova Val Ftur. Ergebn. der wiss. Unters. im Schweiz. Nationalpark, Heft 31
- SCHANZ, F. 1979: Algal Population in a mountain pond (Swiss National Park). Verh. Internat. Ver. Limnol. 20: 2188-2193
- SCHANZ, F. 1983: Zur Oekologie der Algen in Quellbächen des Schweiz. Nationalparks (zwischen Il Fuorn und Buffalora). Ergebn. der wiss. Unters. im Schweiz. Nationalpark, Heft 81
- SCHANZ, F., 1984: Chemical and algological characteristics of five high mountain lakes near the Swiss National Park. Verh. Internat. Ver. Limnol., 22: 1066-1070
- SPREAFICO, M., BIGLER, R., 1980: Verzeichnis der hydrologischen Einzugsgebiete der Schweiz. BUWAL: Landeshydrologie, Mitteilungen Nr. 2
- WUTHRICH, M., 1975: Les Diatomées. Ergebn. der wiss. Unters. im Schweiz. Nationalpark, Heft 72

### Quellen:

- ENPK / WNPk, 1990: Leitlinien 1989 zur Gewährleistung der Parkziele. Zerne



JAAG, O.: Nachlass. Wissenschaftshistorische Sammlung ETH Zürich

LANG, H. 1990: Climatic Impact on the Hydrological Cycle in the Alpine Region. Report Pro Clim Workshop vom 19. Januar 1990

SCHMASSMANN, W.: Nachlass. H.J. Schmassmann, Liestal

WNPk, 1987: Materialien zur bisherigen und zukünftigen Nationalparkforschung. Arbeitsberichte zur Nationalparkforschung, Juni 1987

WNPk, 1990: Forschungskonzept 1989. Grundsätze und Leitlinien zur Nationalparkforschung. Zerne

WNPk, 1991: Wissenschaftliche Begleitung Spülung Grundablass Livigno-Stausee vom 7. Juni 1990. Fachberichte (1) - (5); März 1991

## ANHANG



## SCHWEIZERISCHER NATIONALPARK PARC NAZIUNAL SVIZZER

Nationalparkhaus Zerneß  
Chasa dal Parc Zerneß  
Tel. 082/8 13 78

CH-7530 Zerneß, 15.3.1989

DIREKTION

R. Schloeth

Herrn  
PD Dr. B. Nievergelt  
Präsident WNPk

Z ü r i c h

Spöl und Fuornbach: Gewässer

Lieber Bernhard,

Im Anschluss an unsere Besprechung in Bern vom 9.3.89 schildere ich Dir hiermit in schriftlicher Form die uns mit den Gewässern im NP beschäftigenden drei Probleme zuhanden der WNPk.

1. Fuornbach bei La Drossa. Ob dem Zollhaus besteht eine alte Messstation, die aber noch heute in Betrieb ist (EAWAG). Der Fuornbach ist unterbrochen, Fische können die Schwelle nicht überwinden. Eine Fischtreppe würde an dieser Stelle Unsummen kosten. Frage: Sollen wir die sich sammelnden Forellen elektrisch einfangen und oben aussetzen ("Eingriff") oder sollen wir alles so lassen?
2. Spöl: Restwasser Staumauer P.d.Gall. Seit Beginn besteht hier eine Abmachung mit den EKW (Begehren von Kuster), wonach das Restwasser "optisch" verteilt wird: Nachts fliesst weniger, tagsüber etwas mehr, weil "es" sich besser macht. Die Menge ist vertraglich festgehalten. Frage: Wäre es biologisch nicht sinnvoller, das Restwasser gleichmässig abfliessen zu lassen? Die EKW würden sich einer Aenderung vermutlich nicht widersetzen, da sie einen komplizierten Mechanismus einsetzen müssen. Die Parkwächter beanstanden die Situation schon seit längerer Zeit. Ich schliesse mich an.
3. Spöl: Bachbett im NP. Das abgemachte Restwasser im Spölbett ist sehr knapp. Nun hat sich das Spölbett gegenüber einem "Normalbach" immer mehr verändert: Es fehlt ganz offensichtlich an der natürlichen Dynamik des Wassers. Der Bachgrund verlandet, Algenmachen sich breit, das Feingeröll bleibt unbewegt, weil die Kraft des bisschen Restwasser nicht ausreicht. Normalbäche haben periodische Hochwasser und andere Fließsechsel, welche das Bachbett in einem biologischen Rhythmus umwälzen, an den alle Lebewesen längst angepasst sind. Frage: Sollen wir bei den EKW "Hochwasser" fordern, oder alles so lassen und als nicht nachahmungswerte Beispiel studieren? Jetzt, da man so viel über Restwasser diskutiert - ohne (mit Verläß) viel davon zu verstehen - ist zu berücksichtigen, dass es nicht einfach um eine wirtschaftlich (=finanziell) tragbare Wassermenge, sondern um einen biologisch zu verantwortbaren Wasserfluss geht. Sonst produzieren wir "tote" Bäche und meinen, damit sei alles in Ordnung. Der Spöl verdient eine sehr genaue Untersuchung.

Mit freundlichen Grüßen

Kopie an ENPK, Bern



# Hydrologische Untersuchungsgebiete der Schweiz

## ANHANG 2

Stand 1. März 1991

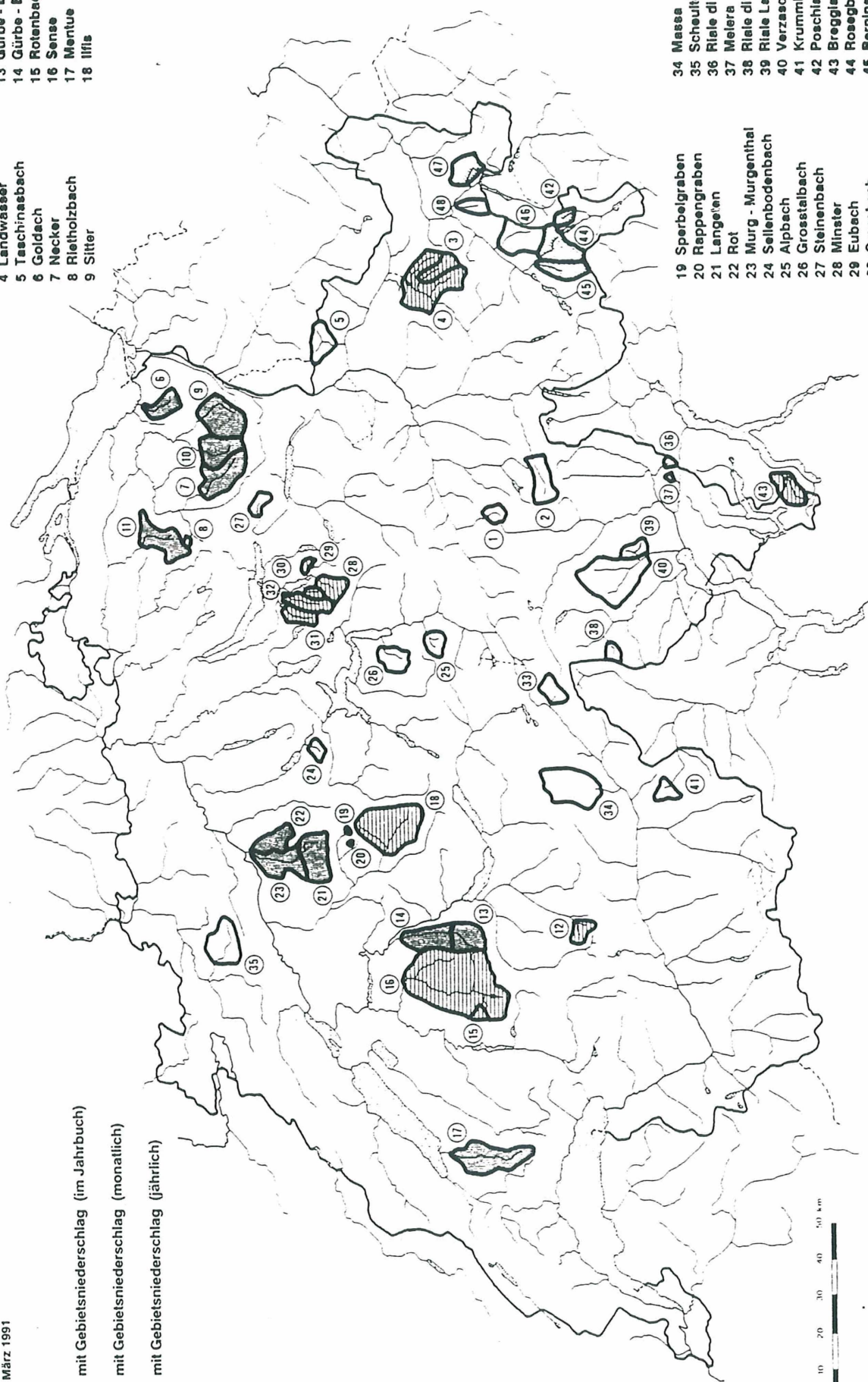
-  mit Gebietsniederschlag (im Jahrbuch)
-  mit Gebietsniederschlag (monatlich)
-  mit Gebietsniederschlag (jährlich)

- 1 Somvixerrhein
- 2 Hinterhein
- 3 Dischma
- 4 Landwasser
- 5 Tachinasbach
- 6 Goldach
- 7 Necker
- 8 Rietholzbach
- 9 Sitter

- 10 Urnäsch
- 11 Murg - Wängi
- 12 Allenbach
- 13 Gürbe - Blumenstein
- 14 Gürbe - Belp
- 15 Rotenbach
- 16 Sense
- 17 Mentue
- 18 Iflis

- 19 Sperbelgraben
- 20 Rappengraben
- 21 Langeten
- 22 Rot
- 23 Murg - Murgenthal
- 24 Sellenbodenbach
- 25 Alpbach
- 26 Grosstalbach
- 27 Steinenbach
- 28 Münster
- 29 Eubach
- 30 Grossbach
- 31 Alp
- 32 Biber
- 33 Goneri

- 34 Massa
- 35 Scheulte
- 36 Riale di Roggiasca
- 37 Melera
- 38 Riale di Calneggia
- 39 Riale Lavertezzo
- 40 Verasca
- 41 Krummbach
- 42 Poschiavino
- 43 Breggia
- 44 Rosegbach
- 45 Berninabach
- 46 Chamuerabach
- 47 Ova dal Fuorn
- 48 Ova da Cluozza





## ANHANG 3

FISCHEREIKREIS VI  
UNTERENGADIN, SAMNAUN  
UND MÜNSTER TAL

06.02.1990

Bericht über die Kontrollabfischung im Fuornbach vom 21. November 1989

### Grund der Abfischung

Am Fuornbach bei Punt La Drossa besteht seit langem eine Wassermesstation der EAWAG. Das Bauwerk leitet den Bach durch eine Beton-Messrinne, an dessen Ende das Wasser etwa zwei Meter tief in das darunterliegende Kolk fällt. Die Nationalparkwächter stellen immer wieder fest, wie flussaufwärts ziehende Forellen dort anstehen, weil sie das Hindernis nicht überwinden können. Um diese Beobachtungen bestätigen zu können, ersuchte mich die Nationalparkdirektion, eine Kontrollabfischung während der Bachforellen-Laichzeit durchzuführen.

### Beteiligte Personen

NP: Dr. R. Schloeth, PW M. Conradin, S. Luzi, G. Clavuot  
J&Fi: Wildhüter W. Gross, Hauptfischereiaufsehr P. Pitsch

### Allgemeine Bedingungen

Es lag eine geringe Schneedecke, welche die Arbeit nicht beeinträchtigte. Die Uferpartien waren vereist. Die geringe Wasserführung sowie die gute Leitfähigkeit des Wassers begünstigten die Abfischung, welche mit einem Elektro-fischfanggerät durchgeführt wurde.

### Abgefischte Strecke

Von der Punt La Drossa bis zur Schwelle der Messtation, Länge ca. 150 m. Als Vergleichsstrecke wurden zusätzliche 200 m Bachstrecke oberhalb der Messtation abgefischt.

./.

-2-

### Ergebnisse der Abfischung

#### 1. Bachstrecke unterhalb der Messtation

| Fischlänge cm | Anzahl Fische |
|---------------|---------------|
| 40,0          |               |
| 37,5          |               |
| 35,0          |               |
| 32,5          |               |
| 30,0          |               |
| 27,5          |               |
| 25,0          |               |
| 22,5          |               |
| 20,0          |               |
| 17,5          |               |
| 15,0          |               |
| 12,5          |               |
| 10,0          |               |

#### 2. Bachstrecke oberhalb der Messtation

| Fischlänge cm | Anzahl Fische |
|---------------|---------------|
| 40,0          |               |
| 37,5          |               |
| 35,0          |               |
| 32,5          |               |
| 30,0          |               |
| 27,5          |               |
| 25,0          |               |
| 22,5          |               |
| 20,0          |               |
| 17,5          |               |
| 15,0          |               |
| 12,5          |               |
| 10,0          |               |

Von den 23 unterhalb der Messtation gefangenen Forellen waren 19 laichreife Fische, davon 8 Roggnern und 11 Milchne. Bei den übrigen vier handelte es sich um juvenile Bachforellen. Die Hauptlaichzeit war zu diesem Zeitpunkt offensichtlich am abklingen, da fünf der acht gefangenen Roggnern bereits abgelaicht hatten. Es muss angenommen werden, dass einige Forellen schon früher vor diesem Hindernis abgelaicht hatten und bereits wieder abgewandert waren.

Aus der Vergleichsstrecke oberhalb der Messtation konnten 6 Jungfische gefangen werden. Grössere und laichreife Fische fehlten gänzlich. Mit wenigen Ausnahmen dürfte diese Bestandesstruktur für die ganze, oberhalb der Messtation und im Nationalpark befindliche Bachstrecke zutreffen. Die vorhandenen Jungfische stammen mit grosser Wahrscheinlichkeit vom Besatz des Vorjahres mit Sömmernlingen im Fuornbach oberhalb Buffalora (ausserhalb des NP).

### Schlussfolgerungen

Vom Stausee Ova Spin bis zur Wassermesstation La Drossa findet im Fuornbach eine Laichwanderung sowie eine natürliche Abklärung der Bachforelle statt.

./.

Durch die Mess-Schwelle werden die Fische daran gehindert, ihre Laichwanderung zum oberen Fuornbach fortzusetzen. Im oberen Abschnitt (6,5 km) fehlen zudem laichreife Standfische, so dass eine natürliche Fortpflanzung zur Zeit ausgeschlossen werden kann.

Von diesem Unterbruch im Fuornbach sind jedoch nicht allein die Fische als Lebewesen betroffen. Das Ökosystem eines Gebirgsbaches beherbergt grosse Mengen von Insektenlarven und andere wirbellose Tiere, die ebenfalls ein ausgeprägtes Wanderverhalten aufweisen. Für ihre natürliche Entwicklung ist deshalb die ungehinderte Drift- und Aufwandermöglichkeit ebenfalls von grosser Bedeutung (Pechlaner 1986). Dieser Tatsache wurde bei baulichen Vorkehrungen in Fliessgewässern bis heute leider zu wenig Beachtung geschenkt.

#### Problemlösung

Bei der Suche nach Problemlösungen stellt sich die grundsätzliche Frage, inwieweit technische oder überhaupt menschliche Eingriffe sich mit den Zielsetzungen des Nationalparks vereinbaren lassen.

Es ist denkbar, dass durch umfangreiche bauliche Veränderungen an der Messstation sowohl die Fische wie auch die Bodenfauna wieder aufsteigen könnten. Diese Möglichkeit sollte durch einen ausgewiesenen Fachmann eingehender geprüft werden.

Durch jährliche Fischeinsätze mit Bachforellensömmerlingen könnte ein neuer Fischbestand aufgebaut werden. Vermutlich müsste dieser auch langfristig durch Besatzmassnahmen gestützt werden, weil die, durch Hochwasser vorübergehend abwandernde Fische später wiederum durch die Mess-Schwelle an ihrer Rückkehr gehindert werden.

Als weitere mögliche Massnahme wurde auch das Abfischen und nach oben Versetzen der anstehenden Fische erwogen. Diese Aktion müsste allerdings jeden Herbst während der Laichzeit mehrmals wiederholt werden, da nicht alle Forellen gleichzeitig aufsteigen. Ob sich die Fische in ihrem natürlichen Laichprozess dadurch nicht stören lassen und diesen am neuen Standort ohne weiteres fortsetzen ist

allerdings fraglich. Sicher wäre eine mehrjährige Versuchsphase nötig um diesbezüglich Erfahrungen zu sammeln.

Es muss hier wiederholt werden, dass letztere zwei Massnahmen einzig das Problem der Fischwanderung teilweise zu lösen vermöchte. Will man aber das ursprüngliche ökologische Gleichgewicht in diesem Nationalparkgewässer anstreben, was sicherlich auch den Zielsetzungen des Nationalparks entspräche, so müsste die Messstation aufgehoben werden und das Bachbett in seinen ursprünglichen Zustand zurückgeführt werden.

Der Berichterstatter:

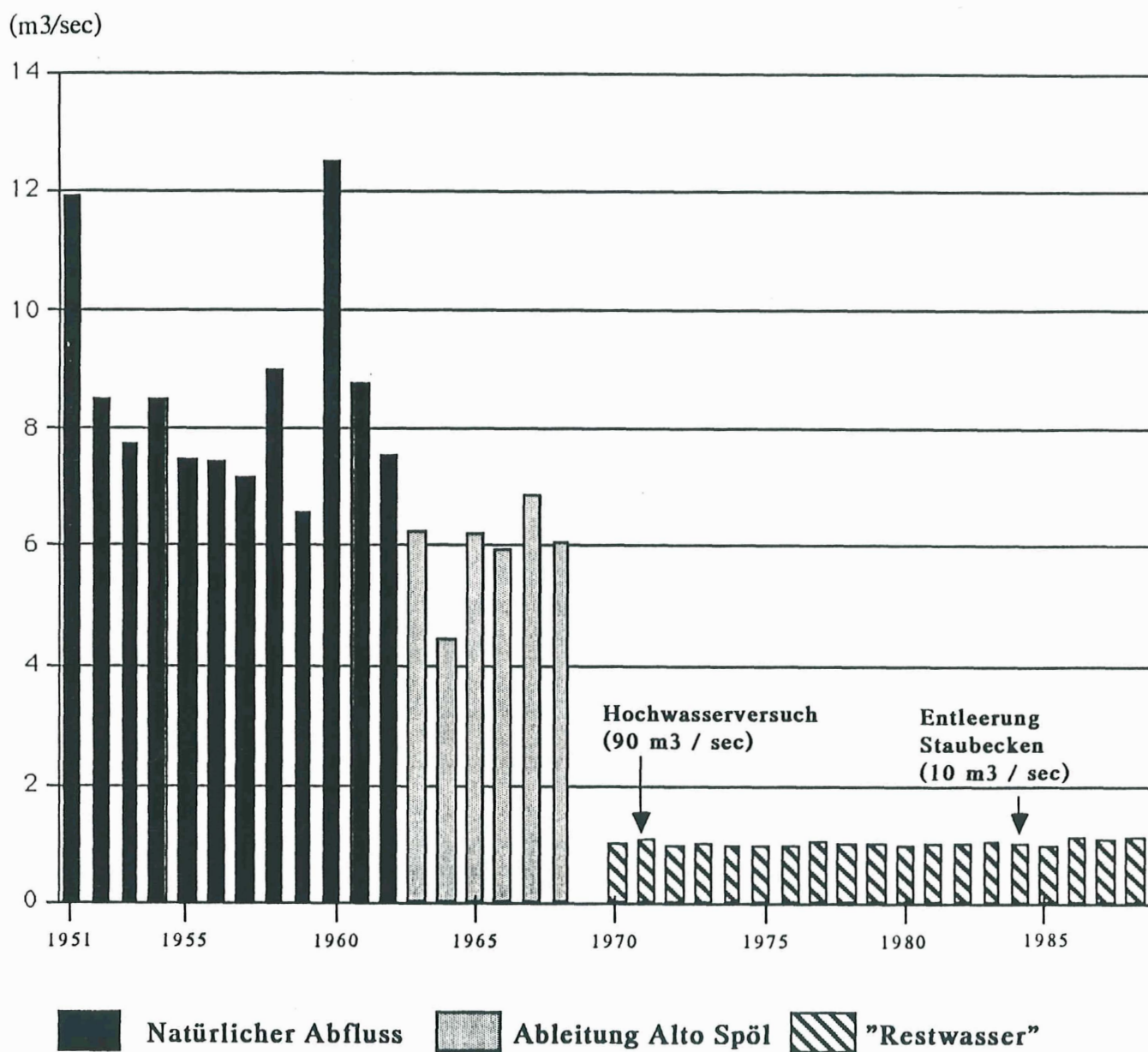


P. Pitsch



## ANHANG 4

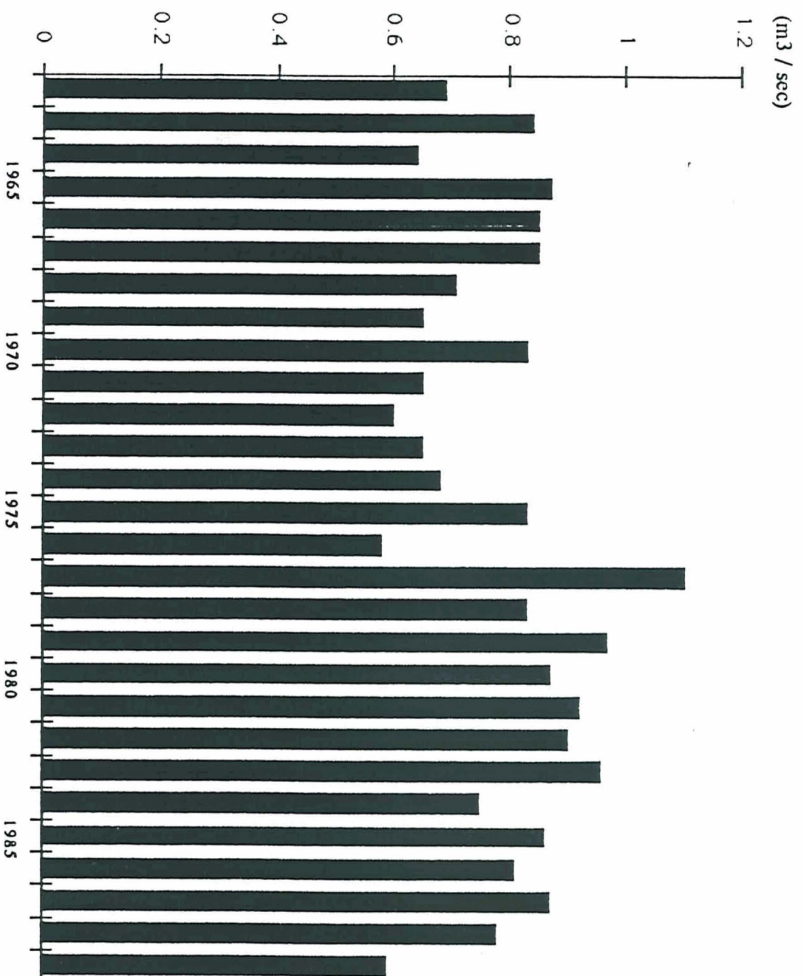
### Spöl - Punt dal Gall: Jahresmittel 1951 - 1989



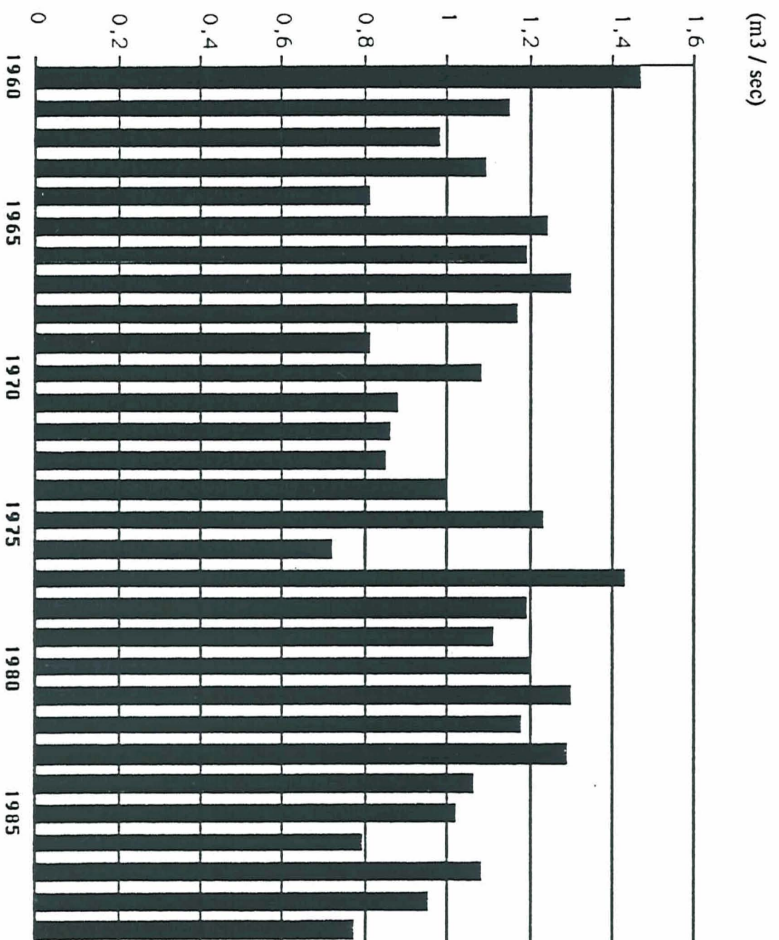
Quelle: BUWAL / Landeshydrologie

## ANHANG 5

### Ova da Cluozza: Abfluss Jahresmittel 1962 - 1989



### Ova dal Fuorn: Abfluss Jahresmittel 1960 - 1989



Quelle: BUWAL ( Landeshydrologie



## ANHANG 6: Hydrochemische Untersuchungen Spöl und Zuflüsse bei natürlichem Abfluss

### Hydrochemische Untersuchungen Spöl und Zuflüsse (SCHMASSMANN; Proben 25./26. 8. 1954 bzw. 21.8.1955):

|                                   | Cl-<br>mg/l | Ca2+<br>mg/l | Mg2+<br>mg/l | HCO3-<br>mg/l | CO2<br>mg/l | SiO2<br>mg/l | SO4-<br>mg/l | NO3-<br>mg/l | Lichtdurchl.<br>%D | Gesamthärte<br>Grad F | Ca-Härte<br>Grad F | Vorübergehende<br>Härte Grad F | Bleibende<br>Härte Grad F |
|-----------------------------------|-------------|--------------|--------------|---------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------------|-----------------------|--------------------|--------------------------------|---------------------------|
| Aqua dal Gallo<br>(Punt dal Gall) | 1.2         | 56.1         | 19.5         | 138.8         | 3.1         | 2.6          | 99.8         | 0.8          | 99.2               | 22.0                  | 14.0               | 11.4                           | 10.6                      |
| Spöl (Punt dal Gall)              | 1.8         | 23.0         | 7.3          | 65.6          | 0.7         | 4.5          | 26.3         | 0.5          | 96.6               | 8.8                   | 5.8                | 5.4                            | 3.4                       |
| Val de la Föglia                  | 1.4         | 32.1         | 12.2         | 122.0         | 2.3         | 2.3          | 24.0         | 0.7          | 85.7               | 13.0                  | 8.0                | 10.0                           | 3.0                       |
| Val dell'Aqua                     | 2.0         | 31.1         | 7.2          | 106.8         | 1.7         | 1.9          | 17.6         | 1.3          | 91.3               | 10.8                  | 7.8                | 8.8                            | 2.0                       |
| Spöl (Punt Praspöl)               | 1.2         | 29.1         | 46.2         | 167.8         | 1           | 3.8          | 30.7         | 0.6          | 96.4               | 11.8                  | 7.3                | 7.5                            | 4.3                       |

### Hydrochemische Untersuchungen Aqua dal Gallo und Spöl (MAERKI, EAWAG; Proben vom 9. Juni 1957)

|                    | Zeit<br>h | Temp<br>oC | pH  | O2<br>mg/l | BSB10<br>mg/l | CO2<br>mg/l | el L.<br>10 <sup>-6</sup><br>μS | NH4<br>mg/l | NO2<br>mg/l | NO3<br>mg/l | KMnO<br>mg/l | PO4<br>mg/l | Gesamt<br>härte | Karbonat-<br>härte | Sulfat<br>mg/l | Chlorid<br>mg/l | Trübung %D<br>Farbe   |
|--------------------|-----------|------------|-----|------------|---------------|-------------|---------------------------------|-------------|-------------|-------------|--------------|-------------|-----------------|--------------------|----------------|-----------------|-----------------------|
| Aqua dal Gallo     | 12h       | 7.0        | 8.3 | 10.1       | 1.4           | 0           | 226                             | <0.02       | 0           | 0.3         | 2.4          | 0.02        | 14.5            | 11.0               | 43.0           | 0               | 97.5<br>bläulich/trüb |
| Spöl Grenze        | 12.15     | 7.4        | 8.1 | 7.8!       | 0.2           | 0.5         | 140                             | <0.02       | 0           | 0.3         | 2.9          | 0.02        | 8.0             | 6.0                | 20.5           | 0               | 97.3<br>grünblau/trüb |
| Spöl Zusammenfluss | 13.45     | 8.2        | 8.1 | 10.0       | 1.2           | 0.6         | 153                             | <0.02       | 0           | 0.2         | 3.8          | 0.02        | 10.0            | 7.0                | 27.0           | 0               | 97.6<br>blaugrün/trüb |
| Spöl Punt Praspöl  | 17.50     | 7.8        | 8.2 | 10.8       | 2.0           | 0.4         | 162                             | <0.02       | 0           | 0.2         | 2.8          | 0.015       | 10.5            | 8.0                | 24.0           | 0               | 96.3<br>graugrün/trüb |

### O2-Sättigung Spöl (SCHMASSMANN; Einzelbeobachtung 11.7.1952)

|                    | Zeit  | Wasser-<br>temp. | Akt. Sättigung<br>mg/l | Sätt. Konz<br>mg/l TDL | Sätt. Index<br>% TDL    |
|--------------------|-------|------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|
| Spöl Punt dal Gall | 13.30 | 12.2             | 9.7                    | 8.4                    | 116                     |
|                    | 14.30 | 12.4             | 9.4                    | 8.4                    | 113                     |
|                    | 16.00 | 12.6             | 9.3                    | 8.3                    | 112<br>(500 m talwärts) |

Quelle: Nachlass SCHMASSMANN



| Nummer  | Lokalität               | Koordinaten       | Foto | Höhe | Typ          | l/min | Probe |
|---------|-------------------------|-------------------|------|------|--------------|-------|-------|
| Ch 1    | Val Chavagl             | 813 250 / 170 650 | F    | 250  | Rheokrene    | 100   |       |
| Ch 2    | Val Chavagl             | 813 160 / 170 910 | F    | 1960 | Rheokrene    | 20    |       |
| Ch 3    | Val Chavagl             | 813 190 / 170 850 | F    | 1980 | Rheokrene    | 5     |       |
| Ch 5    | Val Chavagl             | 813 110 / 170 900 | F    | 1960 | Rheokrene    | 50    |       |
| Ch 7    | Val Chavagl             | 813 050 / 170 950 | F    | 1950 | Rheokrene    | 30    |       |
| Ch 9    | Val Chavagl             | 812 980 / 171 000 | F    | 1940 | Hangwasser   | n.m.  |       |
| Ch 11   | Val Chavagl             | 812 900 / 171 180 | F    | 1910 | Rheokrene    | 5     |       |
| Ch Mdg  | Val Chavagl             | 812 860 / 171 600 |      | 1860 | Bach         | > 100 |       |
| GDro 1  | God La Drossa           | 811 750 / 170 970 |      | 2000 | Rheokrene    | 6     |       |
| GDro 3  | God La Drossa           | 811 700 / 170 980 |      | 1990 | Rheokrene    | 2     |       |
| GDro 5  | God La Drossa           | 811 620 / 171 000 |      | 1970 | Rheokrene    | 5     |       |
| GDro 7  | God La Drossa           | 811 670 / 170 650 |      | 2120 | Rheokrene    | 2     |       |
| GDro 9  | God La Drossa           | 811 590 / 170 630 |      | 2110 | Rheokrene    | 1     |       |
| GDro 11 | God La Drossa           | 811 500 / 170 630 |      | 2080 | Rheokrene    | 2     |       |
| PDro 1  | Punt La Drossa          | 810 790 / 170 390 | F    | 1890 | Fassung      |       |       |
| PDro 3  | Punt La Drossa          | 810 750 / 170 380 | F    | 1830 | Rheokrene    | 2     |       |
| PDro 5  | Punt La Drossa          | 810 690 / 170 350 | F    | 1860 | Rheokrene    | 5     |       |
| Fuo 1   | Ova Fuorn südl. Pt. 193 | 814 640 / 169 710 |      | 2310 | Brunnen      | 1     | 73    |
| Fuo 2   | Ova Fuorn               | 814 760 / 169 770 |      | 2270 | Rheokrene    | 3     | 72    |
| Fuo 3   | Ova Fuorn               | 815 660 / 170 240 |      | 2040 | Sick. Quelle | 1     | 71    |
| Fuo 4   | Ova Fuorn               | 815 070 / 170 520 |      | 1960 | Rheokrene    | 3     | 41    |
| Bu 1    | Buffalora               | 816               |      |      |              |       | 86    |
| Bu 3    | Buffalora               | 816 150 / 169 200 |      | 2120 | Rheokrene    | 1     | 85    |
| Bu 5    | Buffalora               | 816 060 / 168 450 |      | 2060 | Sick. Quelle | n.m.  |       |
| Bu 7    | Buffalora               | 815 900 / 170 000 | F    | 1990 | Rheokrene    | ?     | 70    |
| Bu 9    | Buffalora               | 815 365 / 169 440 |      | 2200 | Sicker Q.    | 10    | 116   |
| Bu 11   | Buffalora               | 815 880 / 169 450 |      | 2130 | Sicker Q.    | 4     | 115   |
| Bu 13   | Buffalora               | 815 575 / 169 150 |      | 2260 | Rheokrene    | 20    | 117   |
| Bu 15   | Buffalora               | 816 200 / 169 050 |      | 2180 | Rheokrene    | 3     | 86    |
| Bu 17   | Buffalora               | 816 360 / 169 900 |      | 1980 | Sicker Q.    | 1     | 84    |
| Bu 19   | Buffalora               | 816 150 / 169 750 |      | 2040 | Sicker Q.    | 3     | 114   |
| Bu 21   | Buffalora               | 816 200 / 169 050 |      | 2180 | Rheokrene    | 3     | 128   |
| Bu 23   | Buffalora               | 816 150 / 170 000 |      | 2020 | Sumpf        | 10    | 127   |
| GFuo 4  | God sur il Fuorn        | 811 670 / 171 850 |      | 1770 | Rheokrene    | 15    |       |
| GFuo 6  | God sur il Fuorn        | 811 580 / 171 950 | F    | 1810 | Rheokrene    | 60    |       |
| GFuo 8  | God sur il Fuorn        | 811 590 / 171 945 | F    | 1810 | Rheokrene    | 60    |       |
| GFuo 10 | God sur il Fuorn        | 811 540 / 171 970 | F    | 1820 | Rheokrene    | 80    |       |
| GFuo 12 | God sur il Fuorn        | 811 530 / 171 910 | F    | 1790 | Rheokrene    | 40    |       |
| GFuo 14 | God sur il Fuorn        | 811 390 / 171 900 | F    | 1800 | Rheokrene    | >100  |       |
| OFuo 2  | Ova Fuorn/Stabelchod    | 816 120 / 170 560 | F    | 1960 | Rheokrene    | 60    | 19    |
| OFuo 4  | Ova Fuorn               | 815 040 / 170 890 | F    | 1920 | Aufstoss     | n.m.  | 28    |
| OFuo 6  | Ova Fuorn               | 814 765 / 171 080 |      | 1900 | Aufstoss     | n.m.  | 66    |
| OFuo 8  | Ova Fuorn               | 814 760 / 171 100 | F    | 1900 | Aufstoss     | n.m.  | 42    |
| OFuo 10 | Ova Fuorn               | 814 680 / 171 150 | F    | 1900 | Rheokrene    | 80    | 67    |
| OFuo 12 | Ova Fuorn               | 814 200 / 171 240 |      | 1880 | Aufstoss     | n.m.  | 68?   |



Quelleninventar Schmasssmann

| Nummer   | Lokalität              | Koordinaten       | Foto | Höhe | Typ          | l/min | Probe |
|----------|------------------------|-------------------|------|------|--------------|-------|-------|
| GoFuo 1  | God dal Fuorn          | 812 530 / 171 650 |      | 1820 |              |       |       |
| GoFuo 3  | God dal Fuorn          | 811 320 / 171 470 | F    | 1890 |              |       |       |
| GoFuo 5  | God dal Fuorn          | 811 320 / 171 380 |      | 1930 |              |       |       |
| GoFuo 7  | God dal Fuorn          | 812 270 / 171 360 | F    | 1960 |              |       |       |
| GoFuo 82 | God dal Fuorn          | 811 760 / 171 620 | F    | 1805 | Rheokrene    |       | 82    |
| GoFuo 83 | God dal Fuorn          | 811 860 / 171 670 | F    | 1800 | Helokrene    |       | 83    |
| GoFuo    | Schwefeltümpel         | 812 190 / 171 670 | F    |      |              |       |       |
| Juf 1    | Muratröl/Jufplan       | 818 010 / 168 000 | F    | 2400 | Sick. Quelle | n.m.  | 91    |
| Juf 3    | Muratröl/Jufplan       | 816 900 / 167 300 | F    | 2400 | Sick. Quelle | 3     | 92    |
| Juf 5    | Muratröl/Jufplan       | 817 100 / 166 850 | F    | 2440 | Rheokrene    | 20    | 93    |
| Juf 7    | Muratröl/Jufplan       | 817 150 / 166 650 | F    | 1390 | Bach         | >100  | 94    |
| Juf 9    | Muratröl/Jufplan       | 816 050 / 168 050 | F    | 2220 | Bach         | >100  | 95    |
| Juf 11   | Muratröl/Jufplan       | 817 499 / 168 400 | F    | 2220 | Rheokrene    | 80    | 146   |
| Juf 13   | Muratröl/Jufplan       | 816 200 / 168 800 | F    | 2180 | Rheokrene    | 15    | 145   |
| Juf 15   | Muratröl/Jufplan       | 816 350 / 168 900 | F    | 2180 | Rheokrene    | 5     | 144   |
| Juf 17   | Muratröl/Jufplan       | 816 885 / 169 050 | F    | 2080 | Rheokrene    | <2    | 121   |
| Juf 19   | Muratröl/Jufplan       | 818 000 / 169 550 | F    | 2080 | z.T.i.Br.    | 3     | 113   |
| Juf 21   | Muratröl/Jufplan       | 817 800 / 169 690 | F    | 2020 | Rheokrene    | 50    | 119   |
| Juf 23   | Muratröl/Jufplan       | 817 820 / 169 700 | F    | 2020 | Bachbett     | 30    | 118   |
| Juf 25   | Muratröl/Jufplan       | 817 760 / 169 685 | F    | 2010 | Rheokrene    |       | 120   |
| MSta 2   | Murteras da Stabelchod | 815 310 / 172 120 |      | 2350 | Bach         | 300   | 104   |
| MSta 4   | Murteras da Stabelchod | 815 500 / 172 070 |      | 2300 | Rheokrene    | 120   | 103   |
| MSta 6   | Murteras da Stabelchod | 815 400 / 172 160 |      | 2300 | Rheokrene    | >100  | 102   |
| MSta 8   | Murteras da Stabelchod | 815 310 / 172 200 |      | 2270 | Rheokrene    | ?     | 101   |
| Ft 1     | Val Ftur               | 812 005 / 174 280 |      | 2440 | Sick. Quelle | 60    |       |
| Ft 2     | Val Ftur               | 811 850 / 174 360 |      | 2360 | Rheokrene    | 80    |       |
| Ft 3     | Val Ftur               | 811 890 / 174 350 |      | 2375 | Bach         | 75    |       |
| Ft 4     | Val Ftur               | 811 820 / 174 340 |      | 2340 | Rheokrene    | 120   |       |
| Ft 5     | Val Ftur               | 810 740 / 172 600 |      | 1900 | Sick. Quelle | 6     |       |
| Ft 6     | Val Ftur               | 811 450 / 174 350 |      | 2260 | Sick. Quelle | n.m.  |       |
| Ft 7     | Val Ftur               | 810 960 / 172 520 | F    | 1960 | Rheokrene    | 90    |       |
| Ft 8     | Val Ftur               | 811 380 / 174 250 |      | 2200 | Bach         | n.m.  |       |
| Ft 9     | Val Ftur               | 810 890 / 172 220 |      | 1840 | Rheokrene    | 60    |       |
| Ft 10    | Val Ftur               | 811 300 / 174 000 |      | 2150 | Rheokrene    | 75    |       |
| Ft 11    | Val Ftur               | 810 920 / 172 190 | F    | 1840 | Rheokrene    | 60    |       |
| Ft 12    | Val Ftur               | 811 030 / 171 600 |      | 1760 | Rheokrene    | ?     |       |
| Ft 13    | Val Ftur               | 811 090 / 171 920 | F    | 1820 | Rheokrene    | 40    |       |
| VSta 1   | Val da Stabelchod      | 815 500 / 173 500 | F    | 2400 | Bach         | >100  |       |
| VSta 2   | Val da Stabelchod      | 815 500 / 173 500 |      | 2400 | Bach         | >100  |       |
| VSta 3   | Val da Stabelchod      | 815 350 / 172 900 | F    | 2320 | Rheokrene    | 10    |       |
| VSta 4   | Val da Stabelchod      | 815 050 / 172 900 | F    | 2170 | Rheokrene    | >100  |       |
| VSta 5   | Val da Stabelchod      | 815 005 / 172 580 |      | 2170 | Sick. B'bett | 10    |       |
| VSta 6   | Val da Stabelchod      | 814 850 / 173 050 | F    | 2200 | Rheokrene    | 12    |       |
| VSta 7   | Val da Stabelchod      | 814 870 / 172 500 |      | 2120 | Rheokrene    | 60    |       |
| VSta 8   | Val da Stabelchod      | 814 840 / 172 710 |      | 2095 | Sick. Quelle | n.m.  |       |
| VSta 9   | Val da Stabelchod      | 814 800 / 172 460 |      | 2110 | Rheokrene    | 40    |       |
| VSta 11  | Val da Stabelchod      | 814 760 / 172 400 | F    | 2070 | Sick. Hang   | 2     |       |



Quelleninventar Schmasssmann

| VSta Mdg | Val da Stabelchod | 814 390 / 171 180 |      | 1890 | Bach         |        |       |
|----------|-------------------|-------------------|------|------|--------------|--------|-------|
| Nummer   | Lokalität         | Koordinaten       | Foto | Höhe | Typ          | l/min  | Probe |
| Bo 1     | Val dal Botsch    | 814 400 / 173 900 |      | 2340 | Sick. Quelle | n.m.   |       |
| Bo 2     | Val dal Botsch    | 814 200 / 173 750 |      | 2320 | Rheokrene    | 4      |       |
| Bo 3     | Val dal Botsch    | 814 450 / 173 700 |      | 2340 | Rheokrene    | 2      |       |
| Nü 1     | Val Nügla         | 818 100 / 172 400 | F    | 2320 | Rheokrene    | >50    |       |
| Nü 2     | Val Nügla         | 816 950 / 173 350 | F    | 2500 | Sick. Quelle | n.m.   |       |
| Nü 3     | Val Nügla         | 818 150 / 172 400 | F    | 2320 | Rheokrene    | >50    |       |
| Nü 4     | Val Nügla         | 817 800 / 171 900 | F    | 2180 | Rheokrene    | n.m.   |       |
| Nü 5     | Val Nügla         | 818 000 / 171 900 |      | 2180 | Sick. Quelle | ca. 3  |       |
| Nü 7     | Val Nügla         | 818 480 / 172 490 |      | 2380 | Rheokrene    | 10     | 129   |
| Nü 9     | Val Nügla         | 818 500 / 172 500 |      | 2380 | Aufstoss B.  | 12     | 130   |
| Nü 11    | Val Nügla         | 818 400 / 173 300 |      | 2320 | Rheokrene    | >100   | 131   |
| Nü 13    | Val Nügla         | 818 200 / 172 100 |      | 2250 | Bachbett     | 80     | 132   |
| Nü 15    | Val Nügla         | 818 180 / 172 000 |      | 2260 | Aufstoss B.  | 50     | 133   |
| Nü 17    | Val Nügla         | 818 150 / 171 900 |      | 2220 | Aufstoss B.  | 50     | 139   |
| Nü 19    | Val Nügla         | 818 000 / 171 700 |      | 2180 | Aufstoss B.  | 5      | 140   |
| Nü 21    | Val Nügla         | 817 900 / 171 500 |      | 2150 | Bach         | >100   | 141   |
| Nü 23    | Val Nügla         | 817 750 / 171 350 |      | 2085 | Bach         | >100   | 142   |
| Nü 25    | Val Nügla         | 817 400 / 170 850 |      | 2070 | Sick. Quelle | 30     | 143   |
| Nü Mdg   | Val Nügla Mündung | 816 350 / 170 170 |      | 1950 | Bach         | ca. 30 |       |
| Champ 1  | Champ-lönch       | 810 140 / 172 860 | F    | 2060 | Rheokrene    | 6      |       |
| Champ 3  | Champ-lönch       | 810 050 / 172 930 | F    | 2060 | Rheokrene    | 8      |       |
| Champ 5  | Champ-lönch       | 810 000 / 172 960 | F    | 2060 | Rheokrene    | 5      |       |
| Champ 7  | Champ-lönch       | 809 980 / 173 000 | F    | 2060 | Rheokrene    | 6      |       |
| Champ 9  | Champ-lönch       | 809 900 / 173 070 | F    | 2060 | Rheokrene    |        |       |
| Champ 11 | Champ-lönch       | 809 810 / 173 160 | F    | 2030 | Sick. Quelle | n.m.   |       |
| Champ 13 | Champ-lönch       | 809 880 / 173 210 | F    | 2060 | Rheokrene    | n.m.   |       |
| Champ 15 | Champ-lönch       | 809 780 / 173 530 | F    | 2100 | Rheokrene    | 1      |       |
| Br 1     | Val Brüna         | 814 600 / 170 130 | F    | 1960 | Rheokrene    | 4      |       |
| Br 2     | Val Brüna         | 814 540 / 170 850 | F    | 1920 | Rheokrene    | 5      |       |
| Br 3     | Val Brüna         | 814 490 / 170 920 | F    | 1910 | Rheokrene    | >100   |       |
| Br 4     | Val Brüna         | 814 220 / 171 210 |      | 1890 | Aufstaoss    | n.m.   | 68    |
| Br 5     | Val Brüna         | 814 200 / 171 220 |      | 1890 | Aufstoss     | n.m.   | 69    |
| Br Mdg   | Val Brüna         | 814 420 / 171 175 |      | 1890 | Bach         | >100   |       |
| Total    | 126 Lokalitäten   |                   |      |      |              |        |       |

Für die aufgeführten Quellen wurden folgende Grössen gemessen bzw. analytisch bestimmt  
(Daten für einzelne Quellen z.T. unvollständig):

| Nummer | Tag/Zeit | T Luft | T Wasser | O- Sättigung<br>akt. g/l | O Sättigung<br>Konz. g/l | O-Sättigung<br>Index % | pH | Kation<br>Ca<br>mg/l | Kation<br>Mg<br>mg/l | Kation<br>Alkal.a.Na<br>mg/l | Kation<br>Total<br>mg/l | Anion<br>HCO3<br>mg/l | Anion<br>SO4<br>mg/l |
|--------|----------|--------|----------|--------------------------|--------------------------|------------------------|----|----------------------|----------------------|------------------------------|-------------------------|-----------------------|----------------------|
| Ch1    |          |        |          |                          |                          |                        |    |                      |                      |                              |                         |                       |                      |
| Ch2    |          |        |          |                          |                          |                        |    |                      |                      |                              |                         |                       |                      |

| Anion<br>Cl-<br>mg/l | Anion<br>NO3<br>mg/l | Anion<br>SiO2<br>mg/l | Anion<br>Total<br>mg/l | Gesamt<br>Total<br>mg/l | Kation<br>Ca<br>mval/l | Kation<br>Mg<br>mval/l | Kation<br>Alkal. Na<br>mval/l | Kation<br>Total<br>mval/l | Anion<br>HCO3<br>mval/l | Anion<br>SO4<br>mval/l | Anion<br>Cl-<br>mval/l | Anion<br>NO3<br>mval/l | Anion<br>SiO2<br>mval/l | Anion<br>Total<br>mval/l | Gesamt<br>Total<br>mval/l |
|----------------------|----------------------|-----------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|-------------------------------|---------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|--------------------------|---------------------------|
|                      |                      |                       |                        |                         |                        |                        |                               |                           |                         |                        |                        |                        |                         |                          |                           |



## 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 SPÜELUNG 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