

Entleerung des Ausgleichsbeckens Ova Spin 1995

Autor(en): **Molinari, Peter / Hälg, Robert / Baumgartner, Peter**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Cratschla : Informationen aus dem Schweizerischen Nationalpark**

Band (Jahr): **4 (1996)**

Heft 2

PDF erstellt am: **21.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-418658>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

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

Entleerung des Ausgleichsbeckens Ova Spin 1995

Seit 1970 ist der Spöl von Punt dal Gall bis zu seiner Mündung in den Inn ein Restwasserfluss. Mit der Bändigung des Spöl ist dem Nationalpark zweifelsohne ein Naturspektakel verloren gegangen. Doch auch der Restwasser-Spöl verdient unsere Aufmerksamkeit. Mit der Umstellung auf das Restwasserregime wurde der Abtransport von Geschiebe und Feinmaterial stark vermindert. Als Folge davon sind die seitlichen Schuttkegel, zum Teil als stauende Querriegel, in das Flussbett vorgestossen, das Flussbett wurde durch Feinmaterial „versiegelt“ und auf nicht mehr überspülten Stellen breiten sich Bäume aus - es herrscht eine gegenüber dem natürlichen Abfluss instabile Situation. Das aus den Staubekken abfließende Tiefenwasser hat bewirkt, dass die Lebenswelt des Spöl heute sowohl Kennzeichen eines Seeabflusses wie auch eines Bergbaches aufweist - der Spöl ist biologisch vielfältiger geworden.

Der Spöl hat sich in den vergangenen 25 Jahren auf Niedrigwasser eingestellt. In dieser Situation bedeuten See-Entleerungen und Spülungen, wie sie von den Engadiner Kraftwerken aus Sicherheitsgründen perio-

disch durchgeführt werden müssen, relativ seltene künstliche Hochwasserereignisse, welche zudem erhebliche Mengen von eingelagertem Feinmaterial aus den Staubecken flussabwärts verfrachten.

Die Entleerung des Ausgleichsbeckens Ova Spin 1995 war Anlass, Näheres über die Wirkungen eines seltenen künstlichen Hochwassers im Spöl zu erfahren. Das Augenmerk war auf zwei Fragen gerichtet: Gelingt es, mit einer optimal vorbereiteten Spülung die massgebenden Richtwerte zum Schutz der Umwelt einzuhalten? Und: Sind die längerfristigen Auswirkungen der Spülung mit denen eines natürlichen Hochwassers zu vergleichen? Die begleitenden Untersuchungen vor, während und nach der Spülung wurden - und dies ist besonders bemerkenswert - gemeinsam von den Engadiner Kraftwerken, den zuständigen kantonalen Behörden und Nationalparkforschern geplant und durchgeführt. Dadurch konnte eine umfassende Sicht der zu berücksichtigenden technisch-betrieblichen wie auch ökologischen Zusammenhänge gewonnen werden.

Die vier sich ergänzenden Beiträge zum Schwerpunkt-

thema dieser Cratschla beleuchten die wesentlichen Aspekte der Spülung: P. Molinari und R. Hälgi gehen von den betrieblich-technischen Rahmenbedingungen der Engadiner Kraftwerke aus und messen der Erfolg der Spülung an den gesetzten Zielen. P. Baumgartner und M. Lanfranchi beurteilen die Spülung aus der Sicht der zuständigen kantonalen Spülkommission. Ökologische Fragen zur Spülung werden in den Beiträgen von G. Ackermann und Mitautoren (Pflanzen- und Tierwelt) und B. Müller und Mitautoren (Sedimente und Massenumsatz) beleuchtet. Um die Querverweise unter den vier Beiträgen zu erleichtern, sind die Abbildungen fortlaufend nummeriert. (ts)

Peter Molinari, Robert Hälg

Die technischen Hintergründe der Spülung*

Aufgrund der zunehmenden Mächtigkeit der Ablagerungen im Nahbereich der Staumauer Ova Spin konnte die langfristige Funktionstüchtigkeit der in einem Katastrophenfall lebenswichtigen Sicherheitsorgane nicht mehr gewährleistet werden. Ein maschineller Austrag der auf ca. 300 000 bis 400 000 m³ geschätzten Ablagerungen war aus technischen, ökologischen sowie auch ökonomischen Gründen abzulehnen. Eine Spülung wurde deshalb unumgänglich und ist in enger Zusammenarbeit mit dem Amt für Umweltschutz des Kantons Graubünden, dem Nationalpark, der Kommission für die wissenschaftliche Erforschung des Nationalparks (WNPK), dem Fischereiaufseher und weiteren interessierten Kreisen minutiös vorbereitet worden. Dank günstigen Schmelzwasserhältnissen mit hohem Wasserzufluss und der gegebenen Möglichkeit, Verdünnungswasser in grosser Menge über die vorhandenen Stollen unmittelbar vor der Staumauer einzuleiten, konnten die engen vorgegebenen Feststoffgehaltslimiten während der Spülung weitestgehend eingehalten werden. Die ökologischen Auswirkungen der Spülung liessen sich mit jenen von natürlichen Hochwasserereignissen vergleichen.

Gründe für die Spülung

Seen, auch natürliche, verlanden, d.h. sie füllen sich langsam mit in den Zuflüssen mitgetragener Geschiebe auf. Diese Verlandung geschieht je nach Quantität des in den Zuflüssen transportierten Geschiebes verschieden schnell. Die Quantität des Geschiebes hängt wiederum von der Schleppkraft der Zuflüsse und von der Erodierbarkeit des Gebirges im Einzugsgebiet der Zuflüsse ab. Im Vergleich zu anderen, geologisch jüngeren und zudem niederschlagsreicheren Gebieten der Erde (z.B. Himalayagebiet) geschieht diese Verlandung in der

Schweiz langsam. Trotzdem, eine kürzlich veröffentlichte Schätzung ergab, dass man z.B. beim Bodensee die Halbezeit zwischen seiner Entstehung und seiner endgültigen Verlandung erreicht hat.

Künstliche Seen werden bevorzugt am Oberlauf der Flüsse errichtet, da nämlich, wo man ein möglichst grosses Gefälle wirtschaftlich nutzen kann. An diesen Stellen ist naturgemäss auch die Schleppkraft des Flusses noch grösser als in den unteren Flachstrecken. Künstliche Seen verlanden deshalb in der Regel schneller als natürliche.

Bauwerke, die bei künstlichen Seen der Stauhaltung dienen, sind mit Ablassorganen ausgerüstet, die dazu dienen, bei ausser-

ordentlich grossen Zuflüssen den Abtransport des überschüssigen Wassers sicher zu gewährleisten und in Katastrophensituationen einem Überschwappen oder gar Auslaufen der Staumauer zuvorzukommen. Da diese Organe für die Sicherheit von vitaler Bedeutung sind, müssen sie jederzeit in einem einwandfreien, betriebsfähigen Zustand sein. Wenn Ablagerungen im Stauraum die Funktionstüchtigkeit dieser Organe zu beeinträchtigen drohen, dann sind diese Ablagerungen zu entfernen.

Künstliche Ausgleichsbecken werden mittels sehr grossen Investitionen für eine wirtschaftliche Nutzung gebaut. In der Schweiz ist dies in der Regel die Speicherung von Energie. Wer eine Investition tätigt, ist üblicherweise auch daran interessiert, sich den wirtschaftlichen Nutzen der getätigten Investition möglichst lange zu erhalten. Der wirtschaftliche Nutzen eines Speicherbeckens steht in einem direkten Zusammenhang zu seinem Volumen. Eine Verminderung des Volumens bedeutet eine Reduktion des wirtschaftlichen Nutzens.

Das Ausgleichsbecken Ova Spin, mit einem Fassungsvermögen von 6 Mio m³, ist in eine enge Gebirgsschlucht eingebettet und liegt auf einer Höhe von 1600 müM. Gespiesen wird das Becken hauptsächlich durch den Inn, dessen Wasser in S-chanf gefasst und über einen 15 km langen Frei-

*Aufsatz aufgrund des Referats von Peter Molinari, anlässlich der Zernerzer Tage am 19. April 1996

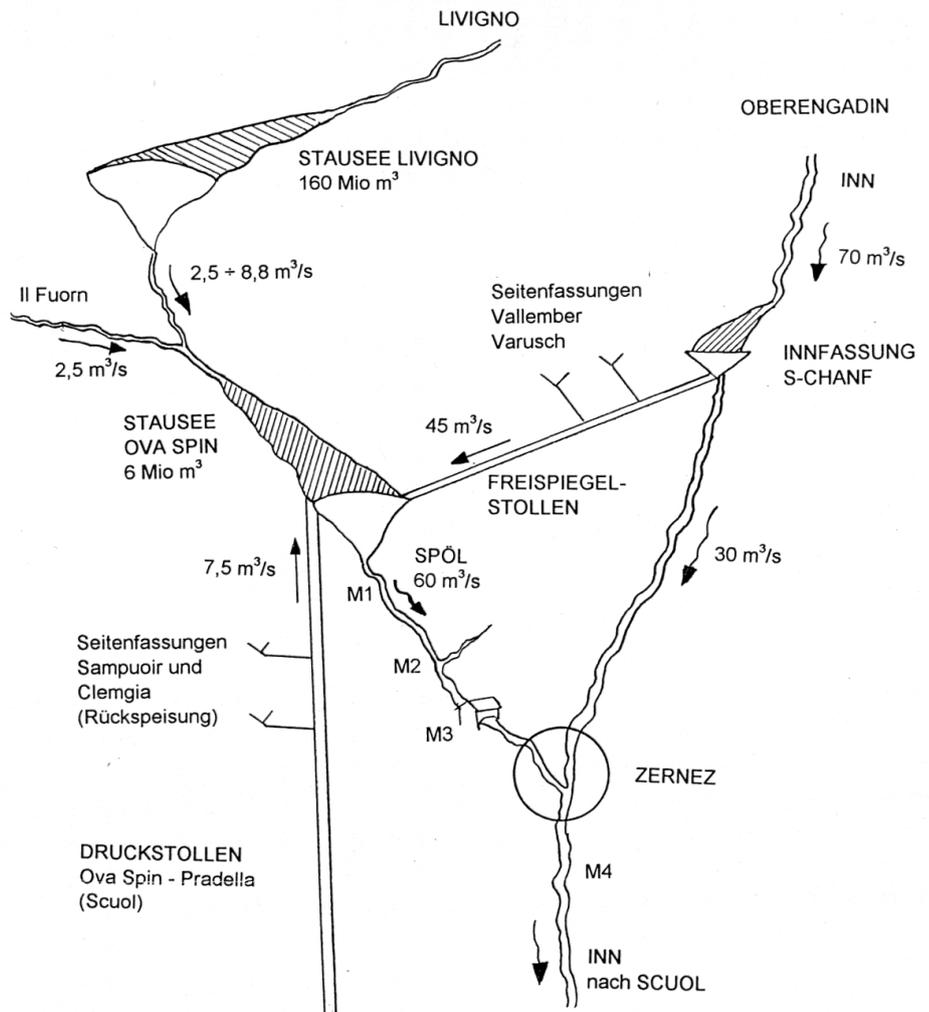


Abb. 1: Übersichtsskizze mit den wichtigsten Orts- und Flussbezeichnungen und den während der Spülung fließenden Wassermengen.

Messstellen:

- M1: Laschadura, Absetzmessung, Sauerstoffmessung.**
M2: Cluozza, wissenschaftliche Begleitung durch HYDRA-Konstanz, Absetzmessungen, chemische Analysen, Sauerstoffmessung.
M3: Holzbrücke Zernez, Absetzmessung, Überwachung Pegelstand.
M4: Inn, Zernez, Absetzmessung.

spiegelstollen nach Ova Spin geleitet wird (vgl. Abb.1). Das Wasser der Seitentäler Vallember und Varusch wird ebenfalls gefasst und dem Freispiegelstollen zugeführt, dessen Nutzwassermenge $45 \text{ m}^3/\text{s}$ beträgt. Dieser Hauptzufluss mündet, im Gegensatz zu vielen anderen künstlichen Seen, in unmittelbarer Nähe der Stauwand mit ihren wichtigen Organen und kann somit das mittransportierte Material auch in ihrer unmittelbaren Nähe ablagern (vgl. Foto 1).

Weiters strömen dem Becken die frei fließenden Gewässer aus dem Ofenpass und dem gleichnamigen Seitental Ova Spin zu. Das Wasser aus dem oberliegenden Stausee Livigno wird über Turbinen genutzt und dem Becken Ova Spin zugeleitet. Im natürlichen Lauf des Spöl fließt das geregelte Dotierwasser.

Echolotaufnahmen in den Jahren

1991 und 1992 zeigten Ablagerungen mit einer Mächtigkeit von 12 bis 15 m, die sich bereits über den Einlauf von Grund- und Mauerdurchlass aufbauten und über 600 m seeaufwärts ausdehnten. Die periodisch durchgeführten Nasskontrollen der Ablassorgane verliefen allerdings immer korrekt, ohne dass Unregelmäßigkeiten beobachtet wurden. Durch den kurzzeitigen Betrieb der Ablässe musste jeweils ein Einlaufrichter in den Ablagerungen entstanden sein.

Das gesamte Volumen der Ablagerungen liess sich auf ca. 300 000 bis 400 000 m^3 schätzen, was bloss ca. 5% bis 7% des gesamten Stauvolumens entspricht. Aufgrund dieser Tatsache und der bezüglich der Sicherheitsorgane drastischen Situation lässt sich festhalten, dass sicherheitstechnische Überlegungen für die Spülung ausschlaggebend waren.

Spülungsziele

Nach dem Erkennen der gegebenen Situation war die primäre Zielsetzung, die Ablagerungen nicht weiter anwachsen zu lassen und durch einen Spülvorgang auszutragen, gegeben. Zu den Überlegungen der Betriebssicherheit der Ablassorgane paarten sich auch Bestrebungen zum schonungsvollen Betrieb, d.h. Vermeiden von Abrasion an den Turbinen von Ova Spin und Pradella durch im Wasser mitgeführte Sedimente.

Im Flusslauf unterhalb Ova Spin, der seit der Betriebsaufnahme im Jahr 1970 nur noch mit der Dotierwassermenge beaufschlagt war, lagerte sich durch Seitenbäche eingetragenes Material zu erheblichen Kiesfächern ab und erhöhte die Flusssohle in der flacher fließenden Strecke im Raum Zernez (vgl. Foto 3). Das Austragen dieses Materials, um die ursprüngli-

Foto1: Blick in das leere Ausgleichsbecken Ova Spin mit dem über rund 70 m Höhe frei fallenden Spülwasser (ca. 45 m³/s) aus dem Freispiegelstollen S-chanf-Ova Spin am rechten Bildrand.

che Hochwassersicherheit und die natürliche Form des Flussbettes wieder zu erlangen, wurde als sekundäre Zielsetzung formuliert. Der Austrag von weiterem, grobkörnigerem Material aus der Seewurzel, das betrieblich nicht störend ist, wurde wohl als wünschenswert, jedoch nicht als dringlich angesehen.

Planung der Spülung und Überwachungsprogramm

Für die Spülung wurde durch die kantonale Aufsichtsbehörde – um die Fischweide weitmöglichst zu schonen – ein zulässiger Höchstwert von 20 mg/l Feststoffgehalt im Wasser des Spöls vorgegeben. In Anbetracht des organischen Sedimentanteiles, der – sobald mobilisiert – zur Sauerstoffzehrung führen könnte, wurde ein einzuhaltender Minimalwert für den Sauerstoffgehalt von 8,5 mg pro Liter festgelegt.

Um eine 3 bis 4 Tage dauernde Spülung mit dieser vorgegebenen Feststoffgehaltlimite von 20 mg pro Liter erfolgreich durchführen zu können, war eine hohe Verdünnungswassermenge unumgänglich. Als minimal notwendiger Zufluss in S-chanf wurde für diesen Zweck 100 m³/s festgelegt. Ein Blick auf die Abflussstatistik des Inn bei S-chanf zeigt, dass solche Abflüsse nicht alle Jahre auftreten. Tatsächlich wurde dieses Ziel 1994, als die Spülung das erste Mal geplant war, auch nicht erreicht. Anvisiert wurde deshalb

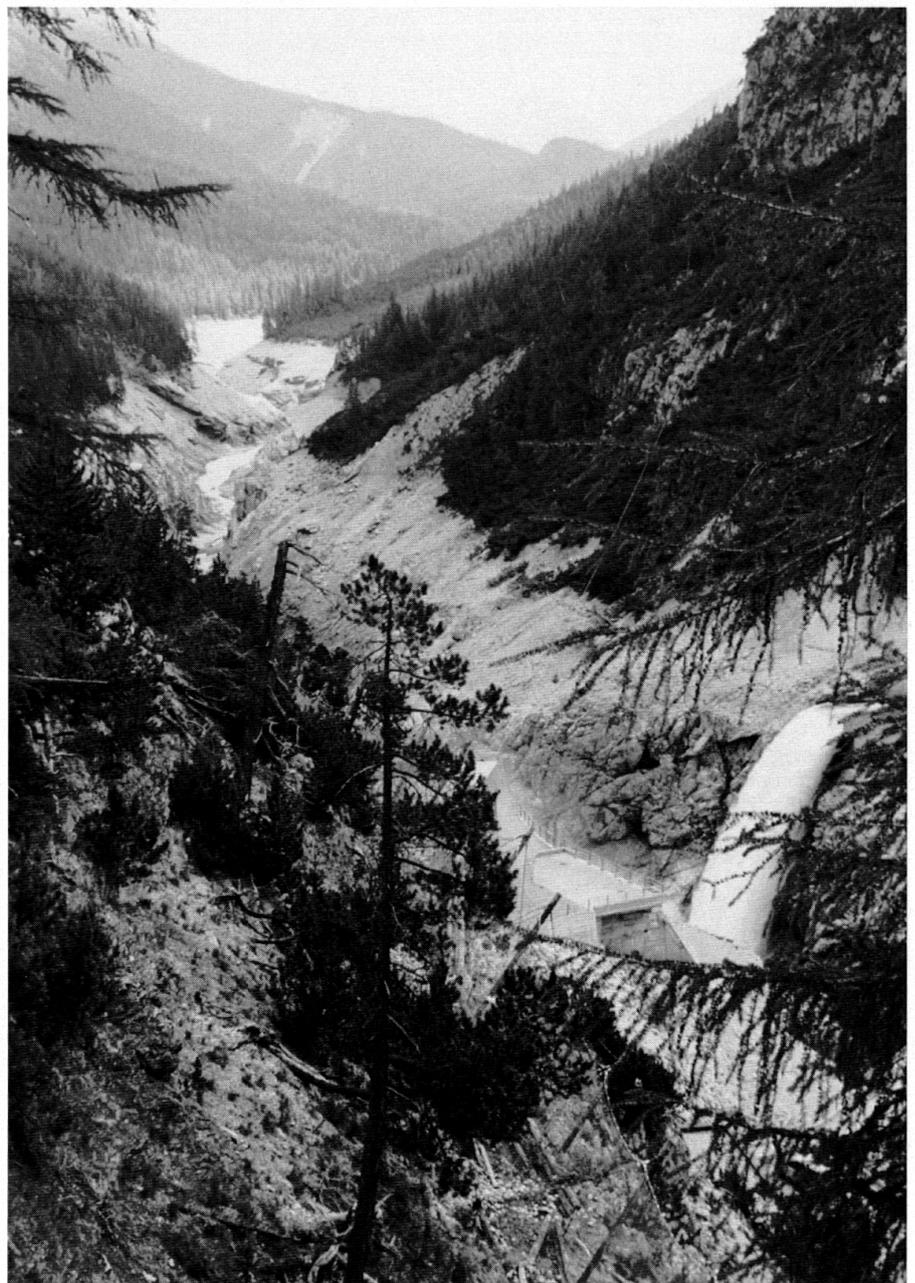


FOTO: P. MOLINARI

eine anhaltende Niederschlagsperiode mit hoher Innwasserführung, nach Möglichkeit kombiniert mit einer Warmwetterperiode im Frühsommer mit ausreichend hohem Schmelzwasserabfluss.

Ebensowenig wie das vorausgesetzte Hochwasserereignis war auch die Spülung planbar. Die vorgeschriebene Bewilligung für die Spülung musste somit äusserst flexibel gehandhabt werden können. Diese Flexibilität wurde erreicht, indem ein mit dem Amt für Umweltschutz gemeinsam ausgearbeitetes Spülkonzept ge-

nehmigt wurde und bloss noch der Zeitpunkt der Spülung kurzfristig freigegeben werden musste. Die von der kantonalen Behörde verlangte, lange Vorankündigung einer Spülung birgt neben den Vorteilen wie Verzicht auf weiteren Jungfischbesatz, ökologische Bestandesaufnahmen, zusätzliche Abklärungen, noch den weiteren Vorteil, dass dem Spülkonzept ausreichend Zeit für einen ausgedehnten Reifeprozess verbleibt.

Das Vorhaben mit dem zugehörigen Überwachungsprogramm wurde mit den Vertretern der ver-

schiedenen zuständigen kantonalen Instanzen, der lokalen Fischereiaufsicht und mit Vertretern der Nationalparkdirektion in verschiedenen Sitzungen und Gesprächen analysiert, diskutiert, optimiert und verfeinert.

Das vereinbarte Überwachungsprogramm ist in Tabelle 1 zusammengestellt. Die meisten Untersuchungen waren darauf angelegt, die Zustände vor und nach dem Ereignis zu vergleichen. Dabei konnten Ergebnisse der Voruntersuchungen zusätzlich in die Planung der Spülung einfließen. Die Überwachung während der Spülung beschränkte sich darauf, an 5 Messstellen zwischen Ova Spin und Kieswerk Zernez (vgl. Abbildung 2) laufend den Abfluss, den Schwebstoffgehalt sowie physikalische und chemische Wassereigenschaften zu kontrollieren. An den Untersuchungen beteiligten sich Mitarbeiter der EKW, Mitarbeiter kantonalen Amtsstellen (Hauptfischereiaufseher P. Pitsch, Amt für Flussbau), Mitarbeiter der wissenschaftlichen Nationalparkkommission und der SNP (vgl. Tab.1).

Der Spülablauf

Die Spülung wurde in vier Phasen geplant:

Seeabsenkung und Vorspülung

Die Seeabsenkung wurde durch Turbinenbetrieb in Pradella, durch Pumpbetrieb Ova Spin –

Tab.1: Entleerung Ausgleichsbecken Ova Spin 1995. Begleitende Untersuchungen (Übersicht)

Untersuchungen und Ausführende (in Klammer)	vor der Spülung (1994/1995)	während der Spülung 29.6.-3.7.1995	nach der Spülung 1995
Fische	X	Nachkontrolle	X
Gewässerbiologie: Substrat, Fauna (Büro Hydra/P. Pitsch)	X		X
Flussgeologie/Substrat: Kartierung, Querschnitte (Geolog. Inst. Univ. Bern, Amt f. Flussbau GR)	X		X
Fluss- und Seesedimente (Geolog. Inst. Univ. Bern)	X		
Ufervegetation: Kartierung (G. Ackermann)	X		X
Flussbett-Vegetation (K. Kusstatscher)	X		X
Luftbilder (K. Robin)	X (1994)		X
Abfluss Daten: Messstellen Landeshydrologie und Kanton Graubünden; Spülwassermengen: EKW	X	X	X
Schwebstoffe (Büro Hydra, Geolog. Inst. Univ. Bern, EKW)		X	
Physik. und chemische Wasserbeschaffenheit (Büro Hydra)		X	

Livigno, durch Ausleiten des Innwassers in der Fassung S-chanf und durch langsames, graduelles Erhöhen des Vorspülwassers vorgenommen.

Das Ausleiten des Innwassers wurde genutzt, um im gleichen

Zuge die jährliche Spülung des Stauraumes der Fassung S-chanf durchzuführen.

Durch das graduell ansteigende Vorspülwasser ab Ova Spin wurde das Spölbett kontinuierlich immer stärker mit noch sauberem

Seewasser beaufschlagt. Sedimente, Kiesfächer und Sohlenablagerungen im oberen Flusslauf des Spöl wurden vor der Hauptspülung mobilisiert und ausgetragen. Eine Überlagerung zum Feststoffaustrag aus dem See wurde damit vermieden.

Gegen Ende der Vorspülphase wurde die Wassermenge auf den Maximalwert von 70 m³/s erhöht, um die Schluckreserven des verlandeten Flussbettes im Bereich Zernez abzutasten.

Die kritische Phase des freien Durchlaufes

Mit Sicherheit war auf den Zeitpunkt des Erreichens des freien Durchlasses ein starker Anstieg des Sedimentaustrages zu erwarten: Mit sinkendem Seeniveau werden immer mehr Sedimentbänke freigelegt und vom zufließenden Restwasser in Bewegung gesetzt. Das immer kleiner werdende Seevolumen vermag keine Abscheidung mehr sicherzustellen und wird zu klein, um ein effizientes Mittel zur Konzentrationsregulierung zu sein. Um diesen erwarteten Anstieg der Sedimentkonzentration im Spülwasser zumindest zu dämpfen, wurde dem Zeitpunkt des freien Durchlasses voreilend, das Wasser von S-chanf über den Freispiegelstollen wieder Ova Spin zugeleitet. Zusätzlich wurde Wasser der Seitenfassungen Clemgia und Sampuoir über den stillstehenden Druckstollen Ova Spin – Pradella

rückwärts nach Ova Spin geleitet. Die günstige Konstellation der maximal verfügbaren Verdünnungswassermenge, zusammen mit der Geometrie der unmittelbar vor der Staumauer mündenden Stollen hatte einen optimalen Effekt.

Das aus der Seewurzel zufließende Wasser von total ca. 6 m³ pro Sekunde von Spöl, Ova dal Fuorn und Ova Spin, das über die freigelegten Sedimentbänke floss und das feinkörnige Material mobilisierte, wurde mit dem aus dem Stollen zufließenden Wasser von ca. 50 m³/s effizient.

Die Praxis zeigte denn auch zu diesem Zeitpunkt einen rasanten, kräftigen Konzentrationsanstieg. Entsprechend vorgängig festgelegten Entscheidungsszenarien wurde, um einen weiteren, unerwünschten Konzentrationsanstieg zu verhindern, die Abflussmenge unverzüglich gedrosselt, um einen Wiedereinstau zu erwirken. Das System reagierte den Erwartungen entsprechend, der Rückstau wirkte als Abscheider, die Konzentrationen fielen ebensoschnell wie sie angestiegen waren (vgl. Abb. 3).

Nach einem zweiten Anlauf und dem erfolgtem Ausstoss des Schlammsees, der sich vor der Mauer gebildet hatte, fielen die Konzentrationen absetzbarer Stoffe kontinuierlich und unterschritten nach ungefähr drei Stunden wieder den Grenzwert von 20 ml/l.

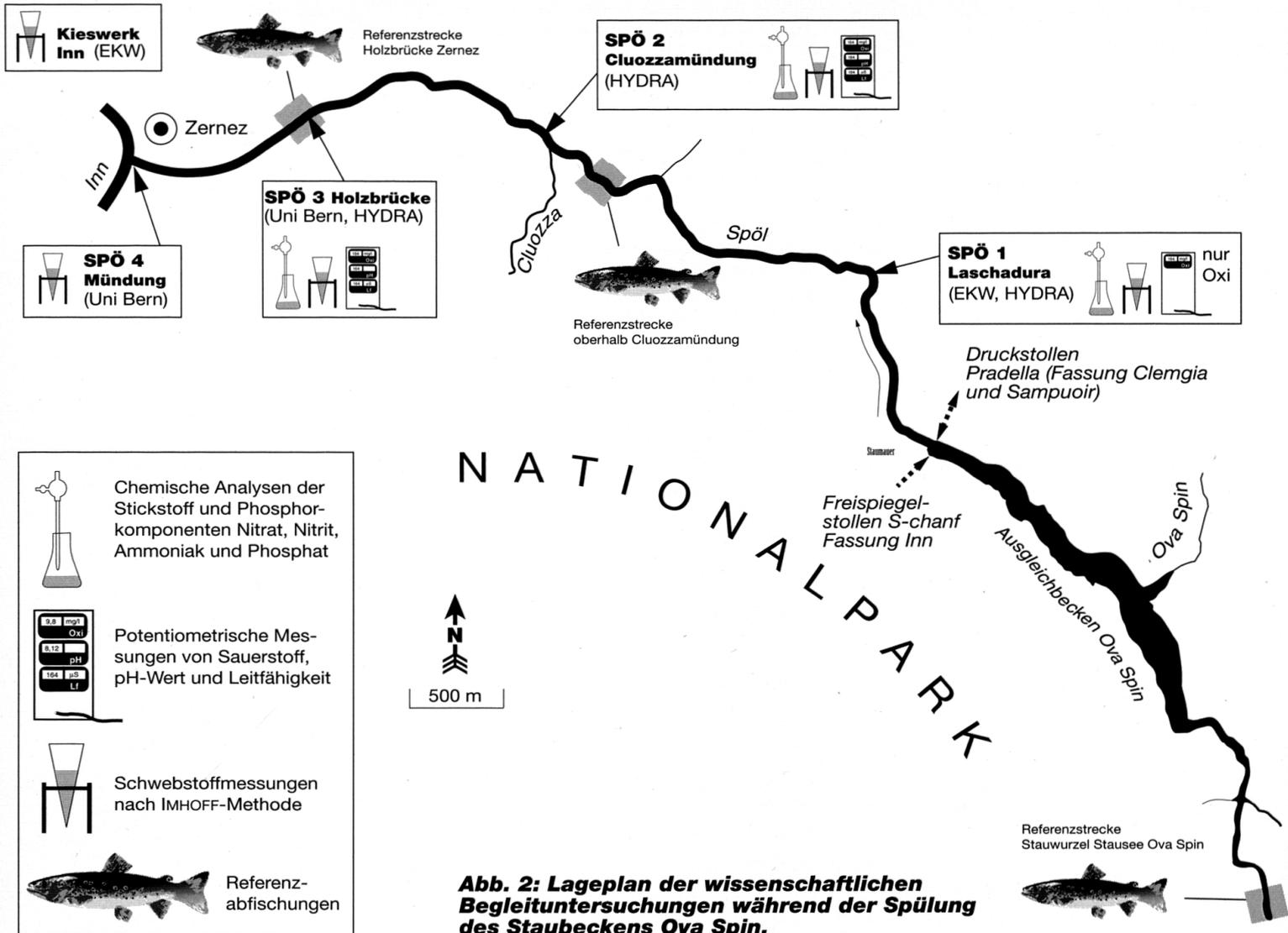
Die Seespülung

Nachdem die kritische Phase durchschritten war, sanken die Konzentrationen der absetzbaren Stoffe kontinuierlich. Um den Austrag aus dem See zu verbessern, wurde aus dem überliegenden Stausee Livigno zusätzliches Spülwasser freigegeben, so dass gesamthaft 12 m³/s aus der Seewurzel zufließen. Die angestrebte Wirkung widerspiegelte sich gleich auch im erhöhten Austrag. Unverändert wurde die Situation sich überlassen, die Absetzkonzentrationen pendelten sich vorerst bei 10 ml/l ein und sanken dann langsam auf tiefere Werte.

Abbruch der Spülung und Nachspülung

Die stetig abnehmenden Konzentrationen absetzbarer Stoffe, die visuelle Bewertung des Materialaustrags aus dem Nahbereich der Mauer sowie der trotz konstanter Abflussmenge erheblich gesunkene Flusspegel des Spöl im Bereich Zernez, der auf einen erfolgreichen Abtrag der Sedimente aus der Flusssohle hindeutete, waren Anlass, um die Spülung abzubrechen und den Wiedereinstau durch langsames Schliessen der Ablassorgane einzuleiten. Das Spülwasser wurde in Absprache mit der Fischereiaufsicht langsam reduziert, um Fischen, die sich in ruhigere Wasserzonen zurückgezogen hatten, die rechtzeitige Rückkehr ins strömende Wasser zu ermöglichen.

ENTLEERUNG DES AUSGLEICHBECKENS OVA SPIN 1995

**Erreichte Spülungsziele**

Alle Wasserproben wurden aus dem Oberflächenwasser entnommen, unbekannt bleibt damit die räumliche Verteilung der absetzbaren Stoffe über dem Abflussquerschnitt. Mit Sicherheit darf angenommen werden, dass grobkörnige Fraktionen aufgrund ihrer Schwere und Dichte in Bodennähe drifteten und durch die Wasserproben nicht erfasst wurden.

Der effektive Materialaustrag liegt somit sicher über dem Zeitintegral des Produktes von gemessener Konzentration und Abfluss. Aufgrund der angestellten Überschlagsrechnungen und der durchgeführten Echolotmessungen

genach der Spülung ist von einem Materialaustrag zwischen 100 00 und 200 000 m³ auszugehen. Dies entspricht ca. 25 000 bis 50 000 Zehntöner-Lastwagen!

Der Absturz des über die Stollen zugeführten Verdünnungswassers (siehe Foto1), riss ausreichend Luft mit, so dass für einen allfälligen Oxidationsprozess der organischen Stoffe ausreichend Sauerstoff zur Verfügung stand. Die durch Personal des Institutes Hydra (Konstanz) gemessenen Sauerstoffwerte lagen, mit sehr geringen Abweichungen, durchwegs im Bereich der Sättigung. In bezug auf das Verhalten des Spölbettes im Raum Zernez be-

stand die Befürchtung, das vom ausgedehnten Kiesfächer bei der Cluozza-Mündung mobilisierte Material könne sich im Flussbett in der Flachstrecke wieder ablagern und somit eine „Briger-Situation“ mit Gefährdung der alten Holzbrücke am Anfang der Flachstrecke verursachen. Die Praxis zeigte einen günstigeren Verlauf: das bereits während der Vorspülphase mobilisierte Material aus dem Oberlauf wurde über die kompakte Flussole in der Flachstrecke weggetragen. Erst in der Spätphase der Spülung begann die Sohle vorerst langsam, dann immer schneller zu erodieren. Der Pegelstand des Spöl wurde

laufend überwacht, um bei sich anbahnendem Pegelanstieg infolge zusätzlicher Ablagerungen, die Abflussmenge rechtzeitig reduzieren zu können.

Die sehr günstigen Bedingungen für die Spülung, gegeben durch den erhöhten Schmelzwasseranfall über die ganze Dauer der Spülung und die Möglichkeit, Verdünnungswasser in grosser Menge direkt vor die Staumauer einzuleiten, führten dazu, dass die gesetzten Ziele des Materialaustrages aus dem Nahbereich der Staumauer sowie aus dem stellenweise stark verlandeten Spölbett erfolgreich, unter weitgehender Einhaltung der gesetzten Grenzen für Schwebstoffe und Sauerstoff erreicht wurden.

Fazit

Durch eine beispielhafte Zusammenarbeit von betroffenen Unternehmen, Ämtern, Wissenschaftlern und Gruppen, die in den ihnen von der Gesellschaft zugeordneten Rollen sonst eher selten dieselben Ziele vertreten, war es möglich, sozusagen „ideologieübergreifend“ eine gestellte Aufgabe sachlich optimal zu lösen. Rückblickend ist für die Schreiber dieses Resultat eines fruchtbaren, auf gegenseitigem Verständnis aufbauenden Dialoges fast wichtiger, als der erfolgreiche Austrag der Sedimente aus dem Stauraum von Ova Spin.

Adresse der Autoren

Peter Molinari, Direktor Engadiner Kraftwerke AG, 7530 Zernez; Robert Hälg, Leiter Bereich Projektierung und Instandhaltung EKW, 7530 Zernez

R **Ilis motivs tecnics da la derschentada dal lai da serra Ova Spin**

La grondas massas da sediments en vischinanza dal mir da serra Ova Spina na pudevan pli garantir a lung termin in funziunament dals organs sa segirezza existenzials en in cas da catastrofa. Ina reducziun maschinala dals sediments da ca. 300 000 fin 400 000 m³ ha stuvì vegnir refusada per motivs tecnics, ecologic ed economic. Ina derschentada era perquai inevitabla ed è vegnida preparada minuizusamain en stretga collavuraziun cun l'Uffizi chantunal per la protecziun da l'ambient, cun il Parc naziunal, cun la cumissiun per la perscrutaziun scientifica dal Parc naziunal, cun il guardiapestga e cun ulteriurs circuls interessads. Grazia a las grondas quantitads d'aua da naiv ed a la pussibilitad d'aggiuntar au a rarificaziun en grondas quantitads sur las galarias existentas al pe dal mir da serra han ins pudì observar per gronda part durant la derschentada ils limits rigurus da la quantitad da substanzas insolublas. Ils effects ecologic da la derschentada pon vegnir cumparegliads cun quels d'auaziuns natiralas.

I **Gli aspetti tecnici dello svuotamento del bacino di compensazione di Ova Spin**

A causa della portata crescente della massa di depositi nelle immediate vicinanze della diga di sbarramento Ova Spin non si è potuta più garantire, a lungo termine, l'efficienza di un tale organo di sicurezza, di importanza vitale in caso di catastrofe. Per cause tecniche, ecologiche ed economiche, era da escludere lo scarico meccanico di una massa di depositi valutata fra i 300 000 ed i 400 000 m³.

Si è pertanto ritenuta inevitabile una manovra di svuotamento, pianificata in ogni suo aspetto in stretta collaborazione con l'Ufficio per la protezione dell'ambiente del Canton Grigioni, il Parco Nazionale, la Commissione per la Ricerca scientifica del Parco Nazionale (WNPK), il guardiapesca ed altre istituzioni interessate. Grazie alle condizioni favorevoli dell'acqua di fusione, con alto afflusso d'acqua, ed alla possibilità di immettere acqua, in quantità considerevole, al di sopra delle condotte poste immediatamente prima della diga di sbarramento, si sono potuti rispettare, durante la fase di svuotamento, i ristretti limiti prescritti per le sostanze solide. Le conseguenze ecologiche dello svuotamento sono paragonabili a quelle degli effetti di una piena naturale.

F **Les raisons techniques de la vidange du bassin de compensation d'Ova Spin.**

Vu l'important dépôt de matériaux près du mur du barrage d'Ova Spin, le fonctionnement des organes de sécurité en cas de catastrophe n'était plus assuré à long terme. Un éloignement mécanique des dépôts estimés à env. 300 000 jusqu'à 400 000 m³ n'entraînait pas en ligne de

compte pour des raisons techniques, écologiques ainsi qu'économiques. Une vidange était donc inévitable et a été préparée minutieusement en collaboration étroite avec l'Office pour la protection de la nature du canton des Grisons, le Parc national, la Commission pour la recherche scientifique du PNS, le garde-pêche et les autres cercles intéressés. Grâce à des conditions favorables dues à un apport important d'eau à la fonte des neiges et la possibilité d'introduire de l'eau pour la dilution au moyen de galeries se trouvant juste devant le mur du barrage, on a pu respecter en grande partie les strictes limites prescrites concernant la teneur en matériaux solides durant l'évacuation du barrage. Les effets écologiques de la vidange peuvent être comparés à ceux de fortes crues naturelles.

E **The technical reasons for evacuating silt accumulated in the Ova Spin compensation basin.**

Due to the increasing volume of sediment in the area of the Ova Spin dam, the efficient functioning of safety installations in the event of a catastrophe could no longer be guaranteed in the long-term. The mechanical removal of an estimated 300 000 to 400 000 m³ of silt was out of the question, for technical, ecological and economical reasons. The evacuation by draining was therefore unavoidable and its procedure was meticulously prepared in close collaboration with the Environmental Department Graubunden, the National Park, the National Park's Commission for Scientific Research (WNPK), the fishing inspector and other interested parties. Thanks to the favourable melt-water conditions and the ensuing increase in inflowing water, as well as the availability of large quantities of water for dilution supplied from the tunnels in the immediate vicinity of the dam, it was possible to maintain the volume of solid material within the strict limits laid down beforehand. The ecological effects resulting from the drainage of the basin are comparable to those of natural flooding.

Peter Baumgartner, Marco Lanfranchi

Spülung aus Sicht der Kantonalen Spülkommission

Die kantonale Arbeitsgruppe „Entleerung von Staubecken“ (Spülkommission) mit Federführung beim Amt für Umweltschutz Graubünden bearbeitet zu Handen der Regierung die Bewilligungsgesuche betreffend Entleerungen und Spülungen von Staubecken. Sie stellt Antrag mit Auflagen und Bedingungen für die Bewilligung, funktioniert als Melde- und Koordinationsstelle und begleitet und beaufsichtigt die Durchführung im Feld.

Die Spülung des Staubeckens Ova Spin konnte aus Sicht der kantonalen Spülkommission dank der guten Bedingungen für die Spülung und durch die gezielte Planungsarbeit und Zusammenarbeit der beteiligten Stellen unter weitgehender Einhaltung der aus gewässerschutzlicher Sicht gesetzten Rahmenbedingungen durchgeführt werden. Die frühzeitige Beschäftigung mit dem Problem ermöglichte einerseits, die Planung weiterzuentwickeln und in wichtigen Punkten anzupassen und andererseits Vorbereitungen und Bestandesaufnahmen im Feld zu treffen. Die ökologischen Folgen der Spülung lassen sich mit denjenigen natürlicher Hochwasser mit ähnlichen Abflussmengen vergleichen.

Allgemeine Regelungen und Bewilligungspflicht

Im Zusammenhang mit den betriebstechnisch und sicherheitstechnisch notwendigen Entleerungen, Spülungen oder Kontrollen von Staubecken besteht die Möglichkeit und Gefahr einer schweren Schädigung des Gewässers, und es können bei unsachgemäßem Vorgehen Sicherheitsprobleme auftreten. Durch das künstlich erzeugte Hochwasser können Erosionen oder Auflandungen ausgelöst werden. Die weggespülten Ablagerungen aus den Staubecken oder dem betroffenen Gewässer können durch Verschlammung des Bach- oder Flussbettes zu einer Zerstörung von Lebensraum führen. Es ist auch schon zu Fischsterben, zu Zerstörungen von Laichgebieten und zu ande-

ren Schäden gekommen. Es werden also nicht nur Gewässerschutzbelange betroffen, sondern auch die Fischerei, die Wasserbaupolizei und der Natur- und Landschaftsschutz.

In der Folge einer Entleerung eines grossen Stausees, welche beträchtliche Schäden nach sich zog, setzte die Bündner Regierung im Hinblick auf die Vermeidung oder Milderung solcher Schäden eine kantonale Arbeitsgruppe ein mit dem Auftrag, die sich durch die Entleerungen und Spülungen von Stauhaltungen ergebenden Fragen zu prüfen und entsprechende Schutzmassnahmen zu erarbeiten. Neben Vertretern der zuständigen kantonalen Fachstellen wurden auch Vertreter von Kraftwerksgesellschaften und des Bündner Fischereiver eins als Mitglieder bezeichnet.

Gestützt auf den Bericht der Arbeitsgruppe (später Spülkommission) „Entleerung von Staubecken“ erliess die Bündner Regierung mit Beschluss vom 19. März 1984 Regelungen für Spülungen und Entleerungen von Stauseen und Ausgleichsbecken. Somit bestanden im Kanton Graubünden bereits 1984 Bestimmungen, welche dem neuen Gewässerschutzgesetz vom 24. Januar 1991 entsprechen. Die Regelungen beinhalten im wesentlichen folgende Punkte:

- Bewilligungspflicht: mit dem Gesuch ist ein detailliertes Programm einzureichen, das den Schutzanforderungen Rechnung trägt; die Bewilligung kann mit spezifischen Auflagen versehen werden.
- Die Meldung hat mit vorgegebenen Fristen frühzeitig zu erfolgen, damit ausreichend Zeit bleibt, um Vorsorgemassnahmen zu treffen und das Gesuch durch die Kommission für die Entleerung von Staubecken zu beurteilen.
- Generelle jahreszeitliche Vorgaben zur Schonung der Lebewesen und des Gewässers.
- Verpflichtung vor, während und nach der Spülung/Entleerung die erforderlichen Massnahmen zu treffen, die aus flussbaupolizeilichen Gründen und zur Schonung des Gewässers sowie der fischereilichen Bedürfnisse erforderlich sind.

Tab. 2: Sedimentproben Staubecken Ova Spin

Stoff	Gehalt (oberste cm)	Richtwerte	Lago di Poschiavo (Hochwasser- Sedimente)	St. Moritzersee (Züllig, 1982)
Blei	9 - 30	50	46	50 - 180
Kupfer	6 - 27	50	51	150 - 210
Cadmium	<0,5	0,8	<1	---
Zink	<0,5 - 111	200	150	240 - 410
Kohlenwasser- stoffe (ausgewählte Probe)	71	50	40 - 120	---

(Angaben in mg/kg Trockensubstanz)

Bewilligung zur Entleerung und Spülung des Ausgleichsbeckens Ova Spin

Nach erfolgter Vernehmlassung bei den Kommissionsmitgliedern stimmte die Regierung am 23. März 1993 dem Gesuch der Engadiner Kraftwerke AG zu. Neben der Auflage, die Entleerung so schonend wie möglich durchzuführen, beinhaltete die Bewilligung noch weitere spezifische Auflagen zum Spülprogramm, zur Überwachung und zur Begleitung durch die zuständigen Stellen. Als Besonderheit ist zu erwähnen, dass neben der Spülung einer verhältnismässig grossen Menge Seeablagerungen durch ein sensibles Gebiet auch beabsichtigt wurde, die Ablagerungen im Spölbett im Raume Zernez wegzuspülen und damit die Hochwassersicherheit zu verbessern.

Ergebnisse aus Sicht der Spülkommission

Vorabklärungen

Neben technischen Abklärungen zur Optimierung des Spülprogrammes wurden auch naturkundlich und gewässerschützerisch relevante Vorabklärungen durchgeführt, wie z.B. Aufnahmen zur Pflanzen- und Tierwelt der betroffenen Gewässer, flussbaupolizeiliche und geologische Abklärungen oder geochemische Untersuchungen der Staubeckenablagerungen.

Als Beispiel für ein gewässerschützerisch relevantes Ergebnis sollen die folgenden Analysendaten von Sedimentproben dienen, welche im Rahmen von ersten Voruntersuchungen durch das Geologische Institut der Universität Bern am 16. Mai 1994 mit einem Kastengreifer (erfasste nur die obersten cm) an verschiedenen Stellen entnommen und im Auftrag des Amtes für Umweltschutz vom Kantonalen Laboratorium untersucht wurden.

Bereits bei der Probenahme fiel bei den Sedimentproben im Einflussbereich der Zuleitungen von S-chanf (Inn) und vom Stausee Livigno ein faulschlammähnlicher Charakter auf (vgl. Abb. 5 und 6). Die Analyse ergab denn auch im Vergleich zu den anderen Proben höhere Gehalte bezüglich organischer Substanz, Nährstoffe, Schwermetalle und in der Wasserphase Ammonium, als Sauerstoffmangel anzeigende Stickstoffverbindung (vgl. Tab. 2).

Die absoluten Schwermetallgehalte erreichten zwar im Vergleich zu den Richtwerten der Verordnung über Schadstoffe im Boden vom 9. Juni 1986 keine problematischen Werte; es ist aber zu beachten, dass diese Richtwerte strenggenommen nicht für Sedimente, sondern, mit entsprechender Analysenvorschrift, für den mineralischen Oberboden gelten. Als weiterer Vergleich sollen die Analysendaten der Hoch-

wasser-Sedimente vom Unwetter 1987 (0 - 3,5 cm Schicht) im Lago di Poschiavo und die von H. Züllig 1981 untersuchten Sedimente (0 - 61 cm Schicht) des St. Moritzersees dienen (Die Entwicklung von St. Moritz zum Kurort im Spiegel der Sedimente des St. Moritzersees von Hans Züllig in „wasser, energie, luft“, 1982). Als Besonderheit wurde bei einer Probe mit Faulschlammcharakter auch Kohlenwasserstoffe („Ölbestandteile“) untersucht und, nicht mehr ganz so überraschend, ein erhöhter Gehalt gefunden. Der Gehalt von 23 ppm in der Nasssubstanz bzw. 71 ppm bezogen auf die Trockensubstanz liegt sogar etwas über dem Richtwert für „unverschmutzten Aushub“ gemäss Wegleitung des Amtes für Gewässerschutz und Wasserbau des Kantons Zürich, 1994, wenn auch der erhöhte Gehalt an organischer Substanz das Ergebnis relativiert. Interessant ist hier der Vergleich zum Gehalt (analysiert als Heizöl) im Sediment des Lago di Poschiavo nach dem Unwetter 1987, bei dem durch viele Beschädigungen an Tankanlagen Öl ausgeflossen ist, welches vom Hochwasser mitgerissen und zu einem kleinen Teil in den Sedimenten abgelagert wurde. Die Eidg. Anstalt für Wasserversorgung, Abwasserreinigung und Gewässerschutz (EAWAG), welche die Untersuchungen im Auftrage des Amtes für Umweltschutz durchführte, beurteilte die

SCHWERPUNKT
ENTLEERUNG DES AUSGLEICHSBECKENS OVA SPIN 1995

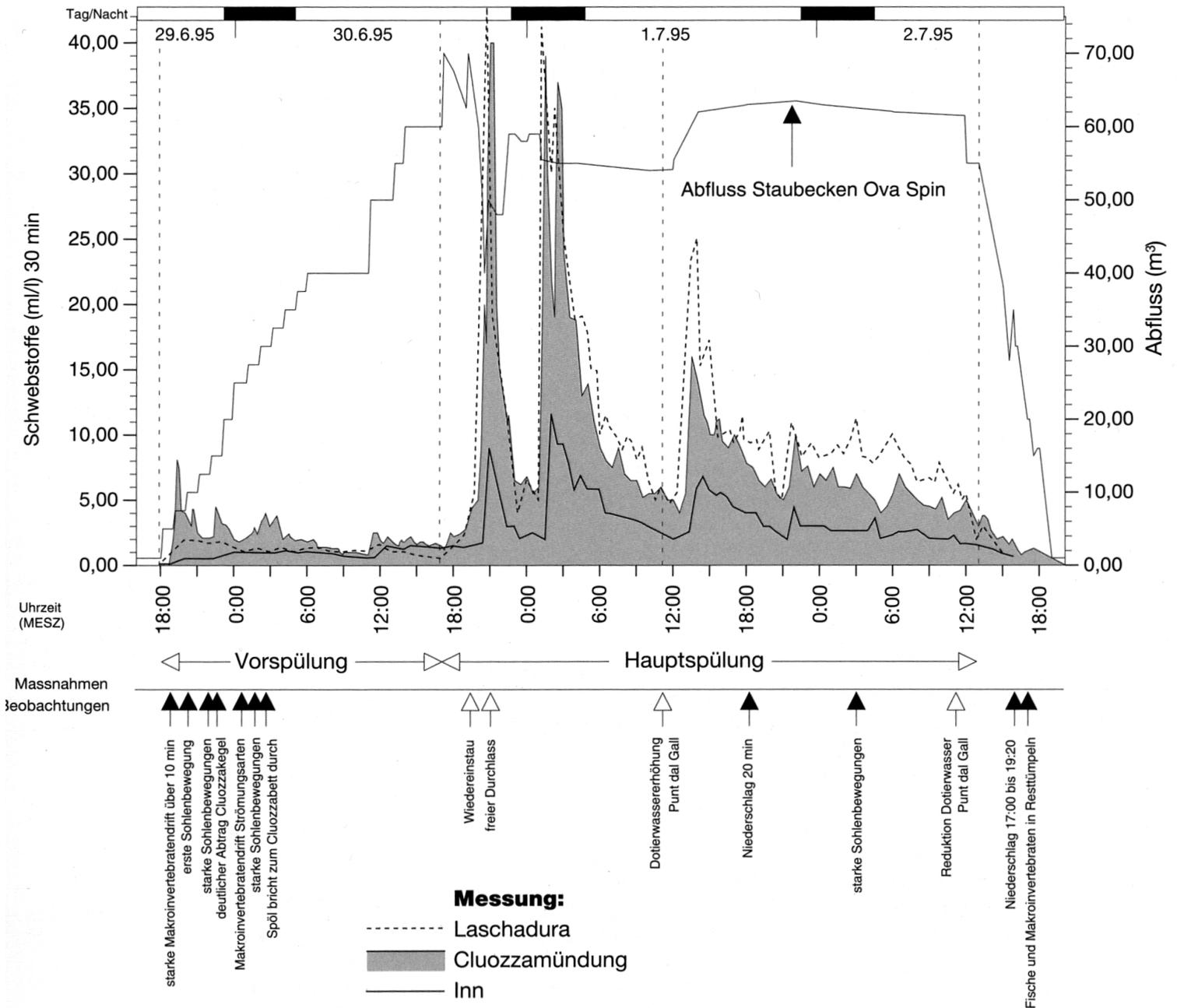


Abb. 3: Die Suspensionsfracht der ersten 1400 Minuten der Spülung dürfte zum grössten Teil aus dem Spölbett stammen. Die später auftretenden Frachtspitzen sind jeweils auf kurzzeitig freien Durchfluss im leeren Staubecken zurückzuführen.

Kontamination nicht als ein Risiko für den See.

Diese ersten Resultate, wenn auch aus technischen Gründen nur beschränkt repräsentativ, wiesen bei bestimmten Proben auf einen spürbaren anthropogenen Einfluss hin. Sie veranlassten einerseits das geologische Institut zur vertieften wissenschaftlichen Abklärung und Überprüfung des Sachverhaltes, welche zu einer interessanten und differenzierteren Interpretation des anthropogenen und natürlichen Einflusses anhand der Staubeckenablagerungen führten. Im Beitrag in dieser Zeitschrift „Geologische Befunde als Spiegel der Umwelt“ von B. U. Müller et al. wird darüber berichtet. Andererseits führten die Resultate zur besonderen Beachtung der Umweltauswirkungen und zur umsichtigen Planung und Vorsicht bei der Entleerung und Spülung, da es galt, Sauerstoffmangelsituationen oder das Auftreten hoher, schädlich wirkender Konzentrationen von Stoffen, insbesondere von Fäulnisstoffen zu vermeiden. Zudem wurden wichtige Fragen der Ursachenabklärung der Belastungsquellen und Umweltschutzmassnahmen aufgeworfen.

Im Zusammenhang mit den Vorbereitungen ist wichtig zu erwähnen, dass neben den entsprechenden Vorabklärungen in den verschiedenen Fachgebieten auch die praktischen Erfahrungen und Empfehlungen von den Fach-

stellen, wie zum Beispiel der örtlichen Fischereiaufsicht, in die Weiterentwicklung der Planung eingeflossen sind, welche dann in wichtigen Punkten, wie der Vorspülung oder der Verdünnung der Schwebstoffkonzentrationen zu Anpassungen führten.

Beurteilung der Spülung

Die Entleerung und Spülung wurde in enger Zusammenarbeit der beteiligten Stellen im Hinblick auf die sicherheitstechnischen, umwelt- und gewässerschützerischen Ziele überwacht. Aus Sicht der Spülkommission darf generell festgestellt werden, dass nicht nur gute Spülbedingungen vorhanden waren, sondern auch gewählt wurden und die technische Zielsetzung der Ausräumung von Ablagerungen im Staubecken als auch im Spölbett unter weitgehender Einhaltung der aus gewässer- und umweltschützerischer Sicht gesetzten Rahmenbedingungen erfüllt wurden.

Im Detail konnte festgestellt werden, dass die flussbaupolizeilichen Anforderungen, abgesehen von kleinen unproblematischen Ufererosionen, eingehalten wurden.

Die gesetzten gewässerschützerischen Zielwerte bezüglich der Schwebstoffführung (20 ml/l Absatzvolumen nach 30 Min.; Methode nach Imhoff) konnten grösstenteils eingehalten werden. Die vereinzelt und kurzfristig aufgetretenen, im wesentlichen tech-

nisch bedingten, Überschreitungen bewegten sich im tragbaren Rahmen (vgl. Abb. 3: Schwebstoffführung während der Spülung an den Messstationen „Laschadura“ unterhalb der Seilbahnstation der EKW, „Cluozzamündung“ und Kieswerk Zernez). An dieser Stelle ist anzufügen, dass die Entscheidungen über die technische Durchführung, besonders auch in den kritischen Spülphasen von den Betriebsverantwortlichen im Einvernehmen mit den Vertretern der Spülkommission und gestützt auf die Überwachungsergebnisse vorgenommen wurden.

Aus gewässerchemischer Sicht wurde der pH-Wert, Sauerstoff, Temperatur, Leitfähigkeit, Nitrat, Phosphat, Ammonium/Ammoniak, Nitrit und Schwefelwasserstoff überwacht (vgl. Bericht Hydra 1995). Es traten diesbezüglich, zumindest an den Messorten, keine Probleme auf. An der ersten Messstelle (Laschadura) wurde z.B. der tiefste Sauerstoffgehalt (O_2) zum Zeitpunkt des erfolgten Wiedereinstaus mit 8,4 mg/l bestimmt (A). Das Qualitätsziel für Fliessgewässer gemäss Verordnung über Abwassereinleitungen vom 8. 12. 1975 liegt bei 6 mg O_2 /l. Ansonsten blieben die Werte von Sauerstoff, pH und Leitfähigkeit vor, während und nach der Spülung bei der umfassendsten Messstelle an der Cluozzamündung weitgehend unverändert.

Die Nitratbelastung folgte etwa den Schwankungen der Schwebstoffführung. Sie erreichte an keiner der Messstellen für Wasserorganismen kritische Werte. Die Phosphatwerte zeigten nur wenige Spitzen ohne erkennbaren Zusammenhang zur Wasserführung oder Schwebstoffkonzentration. Für die Wasserorganismen bedeutend sind vor allem die Stickstoffkomponenten Ammoniak und Nitrit. Während sich die Nitritkonzentrationen an der Nachweisgrenze bewegten und damit ungefährlich blieben, wurden einzig beim Ammoniak während der Spülung Werte erreicht, die bei Dauerbelastung Schädigungen bei jüngeren Forellen hervorrufen können. Als äusserst günstig erwies sich in diesem Zusammenhang, dass die Wassertemperatur nie über 11,2° C stieg, dass der Hauptanteil der Schwebstofffracht bei abnehmender Wassertemperatur in den Spöl gelangte und der pH-Wert um 8,1 pendelte. Da nur bei höheren Temperaturen, erhöhter Ammoniakkonzentration und hohem pH-Wert irreversible Schädigungen zu erwarten sind, ist auch Ammoniak als Ursache für allfällige Fischschäden auszuschliessen. Schwefelwasserstoff fiel zwar stossweise geruchlich etwas auf, lag aber bei unkritischen Werten. Für die Einschätzung der Belastungen muss berücksichtigt werden, dass wegen der schlechten Zugänglichkeit selbst die er-

ste Messstelle Laschadura (vgl. Abb.1) beinahe ein Fließkilometer unterhalb des Grundablasses lag. Dies wirkt sich vor allem auf die Einschätzung des Anteils reduzierter Verbindungen aus, die direkt unterhalb des Stausees wahrscheinlich in etwas höheren Konzentrationen vorlagen. Über die Auswirkungen auf die Tier- und Pflanzenwelt gibt der nachfolgende Beitrag von G. Ackermann et al. im Detail Auskunft. Es wurden zwar Verluste bzw. Veränderungen verzeichnet; es ist jedoch nicht mit nachhaltigen Schädigungen zu rechnen.

Gesamtbeurteilung

Dank der guten Bedingungen für die Spülung und durch die gezielte Planungsarbeit und Zusammenarbeit der beteiligten Stellen konnte die technische Zielsetzung der Ausräumung von Ablagerungen im Staubecken als auch im Spölbett unter weitgehender Einhaltung der aus gewässerschützerischer Sicht gesetzten Rahmenbedingungen erfüllt werden. Dazu ist zu bemerken, dass solche Massnahmen ja nicht nur betriebswirtschaftliche Gründe haben, sondern auch aus Sicherheitsgründen notwendig und z.T. vorgeschrieben sind.

Die frühzeitige Beschäftigung mit dem Problem ermöglichte einerseits die Planung weiterzuentwickeln und in wichtigen Punkten anzupassen (Vorspülung, Verdünnung der Schwebstoffkon-

zentrationen) und andererseits Vorbereitungen und Bestandaufnahmen im Feld zu treffen.

Die flussbaupolizeilichen Anforderungen wurden, abgesehen von kleinen, unproblematischen Ufererosionen eingehalten. Die gesetzten gewässerschützerischen Zielwerte bezüglich der Schwebstoffführung konnten grösstenteils eingehalten werden, die vereinzelt und kurzfristig auftretenden Überschreitungen bewegten sich im tragbaren Rahmen. Aus gewässerchemischer Sicht traten, zumindest bei den Messstellen, keine Probleme auf. Bei der Tier- und Pflanzenwelt wurden zwar Verluste bzw. Veränderungen verzeichnet; es ist jedoch nicht mit nachhaltigen Schädigungen zu rechnen. Die ökologischen Folgen lassen sich mit denjenigen natürlicher Hochwasser mit ähnlichen Abflussmengen vergleichen.

Quellen

Für weiterführende Informationen stehen beim Amt für Umweltschutz folgende Berichte zur Verfügung:
ACKERMANN, G., ROBIN K. 1995: Spülung des Staubeckens Ova Spin: Fotodokumentation des Spöls vor der Spülung (Juni 1994). Zwischenbericht Februar 1995 (unveröff.)
ENGADINER KRAFTWERKE, 1995: Bericht über die Spülung des Staubeckens Ova Spin vom 29. Juli bis 2. Juli 1995. Zernez, Oktober 1995 (unveröff.)
HYDRA, 1995: Spülung des Staubeckens Ova Spin (Unterengadin, CH). Begleitende Untersuchungen und Abschätzung ökologischer Folgen. Bericht zuhanden des Amtes für Umweltschutz, Kanton Graubünden. Konstanz und Bern, November 1995 (unveröff.)

MÜLLER, B.U., ROLLI M., SCHLÜCHTER CHR. 1996: Die Entleerung des Staubeckens Ova Spin: Geologischer Massenumsatz im Flussbett und Geochemie der Ablagerungen im Staubecken Ova Spin. Bern, 31.3.1996 (unveröff.)

Adresse der Autoren

Dr. Peter Baumgartner, Vorsteher, Marco Lanfranchi, wissenschaftlicher Mitarbeiter, Amt für Umweltschutz Graubünden, Gürtelstr. 89, 7000 Chur

Le osservazioni della Commissione cantonale sullo svuotamento in merito alle operazioni nel bacino d'invaso Ova Spin

Il gruppo cantonale di lavoro "Svuotamento di un bacino d'invaso" (Commissione per lo svuotamento), in forza presso il Dipartimento per la Protezione dell'ambiente del Canton Grigioni, elabora per conto del Governo le richieste di autorizzazione in merito allo svuotamento dei bacini d'invaso. Esso inoltra le domande di autorizzazione, con incarichi e condizioni; funziona da ufficio anagrafico e di coordinamento, ed accompagna lo svolgimento del progetto, con osservazioni sul campo.

Lo svuotamento del bacino d'invaso Ova Spin è stato possibile, secondo la Commissione cantonale per lo svuotamento, grazie alle condizioni favorevoli ad uno svuotamento, ad un lavoro mirato di pianificazione ed alla collaborazione degli uffici interessati, in ampio rispetto delle norme di base, stabilite per la protezione delle acque. Il tempestivo interessamento al problema ha reso possibile da una parte un ulteriore sviluppo della pianificazione ed un suo adattamento alle esigenze contingenti più importanti, dall'altra una decisione sul campo in merito ai preparativi necessari ed ai lavori d'inventario. le conseguenze ecologiche dello svuotamento sono, con quantità di scarico simili, paragonabili a quelle di un fenomeno di piena naturale.

R Derschentada dal lai da serra Ova Spin

La grupp da lavur chantunala per „svidadas da lais artificials“ (cumissiu da derschentada), che stat sut la direziun da l'Uffizi per la protecziun da l'ambient dal chantun Grischun, elavurescha per mauns da la Regenza las dumondas da permissiu concernent svidadas e derschentadas da lais artificials. Ella fa propostas per ina permissiu, circumscriba obligaziuns e cundiziuns, funcziunescha sco post d'annunzia e coordinaziun ed accompogna e surveglia l'execuziun al lieu.

Tenor la cumissiu chantunala ha la derschentada dal lai da serra Ova Spin pudì succeder cun resguardar per gronda part las cundiziuns generalas prescrites en la lescha davart la protecziun da las auas, e quai grazia a las bunas cundiziuns da derschentar e grazia a la lavur da planisaziun precisa ed a la buna collavuraziun tranter las instanzas pertutgadas. Il fatg ch'ins è s'occupà a temp dal problem ha pussibilità d'ina vart da sviluppar ulteriuramain la planisaziun e da l'adattar en divers puncts impurtants e da l'autra vart da far preparaziuns ed inventarisaziuns al lieu. Las consequenzas ecologicas da la derschentada pon vegnir cumparegliadas cun quellas d'auaziuns natiralas da dimensiuns sumegliantas.

F L'évacuation du barrage d'ova Spin vue par la Commission cantonale des vidanges

L'Office de la protection de la nature du canton des Grisons, responsable du groupe de travail „évacuation de barrage“ (Commission des vidanges), étudie au nom du gouvernement les demandes concernant les évacuations et les vidanges de barrage. Il présente une motion avec les obligations et les conditions pour l'octroi d'un permis, fonctionne comme organe de coordination et de rapport, assiste et surveille l'exécution sur place. Du point de vue de la Commission cantonale pour les vidanges, l'évacuation du bassin de compensation d'Ova Spin a pu, grâce aux bonnes conditions, au plan de travail établi et à la bonne collaboration des différents orga-

nes, être exécutée en majeure partie dans le cadre des conditions prescrites assurant la protection des eaux. L'étude précoce du problème a permis de développer la planification et de perfectionner certains points importants ainsi que de faire des préparatifs et d'établir un inventaire sur place. Les effets écologiques de la vidange peuvent être comparés à ceux d'une crue naturelle transportant des quantités d'eaux semblables.

E Drainage of the Ova Spin compensation basin as seen by the cantonal evacuation commission

The cantonal „reservoir evacuation“ team, under the control of the Environmental Department Graubünden, on behalf of the government, handles permit requests for the draining and evacuation of silt from reservoirs. Applications and recommendations for permission, accompanied by certain stipulations, are prepared and dealt with by the team which is also responsible for the coordination and realisation of operations in the field.

Thanks to the excellent conditions prevailing at the time of the evacuation operation and to the careful preparatory work and collaboration of all concerned, from the point of view of the cantonal evacuation commission the drainage of the Ova Spin compensation basin was carried out successfully and to a large extent in accordance with the precautionary measures laid down for the protection of streams. Advance consideration of the problem greatly assisted the planning and development phases of the operation as well as preparation on site and field surveys. Ecological consequences resulting from the drainage operation can be compared to those arising from natural flooding where similar quantities of water volume occur.

Guido Ackermann, Johannes Ortlepp, Pio Pitsch, Peter Rey, Klaus Robin

Wie geht es der Pflanzen- und Tierwelt nach der Spülung?

Die Auswirkungen der Spülung des Ausgleichbeckens Ova Spin auf die Gewässermorphologie und die Pflanzen- und Tierwelt des unteren Spöl wurden durch Kartierungen, Aufsammlungen und Luftbilddaufnahmen umfassend dokumentiert.

Der betroffene Spölabschnitt besitzt nur im Bereich unterhalb der Cluozzamündung noch eine gewisse hochwasserbedingte Dynamik. Typisch für den Zustand vor der Spülung waren Auflandungen mit straussgrasreichen Beständen und Weiderasen und – im unteren Abschnitt – zahlreiche Kiesbänke mit stabilen Grauerlen- und Weidenbeständen oder mit Pioniervesellschaften. Der Spöl war besonders an den strukturreichen Uferpartien und an ruhigen, stabilen Stellen von einer ausserordentlich reichen Fauna von Kleinlebewesen (Makrobenthos) und den sich von diesen ernährenden Bachforellen besiedelt.

Während der Spülung waren die durch die Wasserführung erhöhte Schleppkraft und die Ablagerung von Feinmaterial zu Ende der Spülung die für die Pflanzen und Tiere bedeutsamen Faktoren. Bedenkliche Konzentrationen an Trübstoffen oder ein Mangel an Sauerstoff konnten nicht festgestellt werden.

Durch die Spülung wurden viele Auflandungen samt Vegetation abgetragen und das Bachbett wurde deutlich vertieft. Am Gewässerrand wurden Pflanzenbestände mit Feinmaterial überdeckt. So entstanden zahlreiche neue Flächen, die durch Pioniervegetation besiedelt werden können. Die Fischfauna erlitt eine Dezimierung um etwa 40%, die Wirbellosen um ca. 90%, vorwiegend durch die Verfrachtung der Organismen flussabwärts. Infolge der Vertiefung und stärkeren Strukturierung des Gewässerbettes wurde nach der Spülung eine gleichförmige Verteilung der Organismen beobachtet, wobei die Bedeutung der Sohlstrukturen gegenüber den Uferstrukturen vorläufig zunahm.

Die Spülung kann einem starken Hochwasserereignis gleichgesetzt werden, das der natürlichen Dynamik eines Gebirgsbaches entspricht und in Bächen wie dem Spöl als durchaus wünschenswert anzusehen ist und Fauna und Flora modifiziert aber nicht nachhaltig schädigt.

Einleitung

Die Lebewelt des Spöl konnte sich in den letzten drei Jahrzehnten nahezu ungestört von Hochwasserereignissen entwickeln und zeigte einen für ein Gewässer dieser Höhenlage ungewöhnlichen, aber gegenüber Störungen empfindlichen Arten- und Indivi-

duenreichtum. Die Struktur des Spöl hat sich durch die Spülmassnahme deutlich gewandelt - von einem staugeregelten Restwassergerinne mit umfangreichen Auflandungen zu einem eher typischen Gebirgsbach (Foto 2). Eine solche Veränderung war als Ergebnis der Spülung durchaus

erwünscht, sie hatte jedoch deutliche Auswirkungen auf die Flora und Fauna des Spöl. Die Abschätzung dieser Folgen war ein wichtiger Teil der wissenschaftlichen Begleituntersuchungen, zumal Naturschutzbelange (Arten- und Biotopschutz) betroffen und auch wirtschaftliche Interessen (Fischbesatz und Sportfischerei) berührt waren.

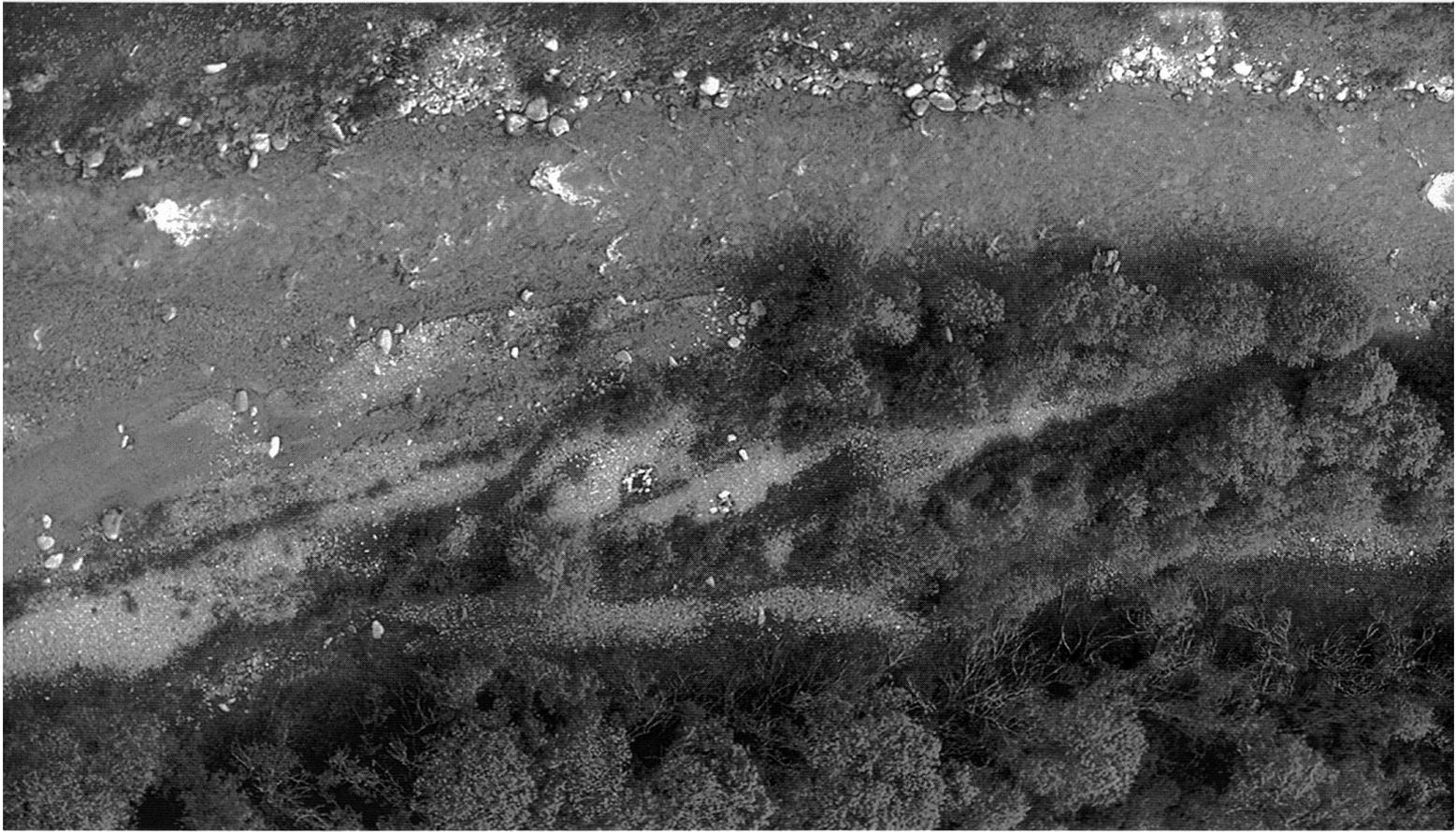
Auswirkung auf die Auenvegetation

Mit einer Vegetationskartierung wurden die Flächenanteile der verschiedenen Vegetationstypen und deren Veränderungen erfasst und bilanziert (G. Ackermann, K. Kusstatscher). Eine wichtige Grundlage für die Abgrenzung und Lokalisierung der Pflanzenbestände bildete eine umfassende Fotodokumentation (K. Robin).

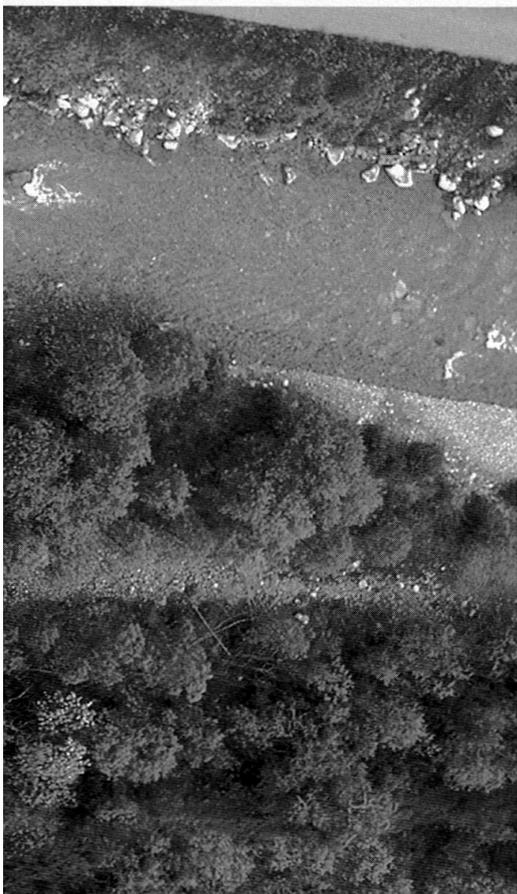
Vegetation vor der Spülung

Der Spöl zwischen dem Staubekken Ova Spin und der Einmündung in den Inn gliederte sich in Bezug auf die Zusammensetzung und Struktur der Auen- und Ufervegetation in zwei deutlich unterschiedliche Abschnitte:

Der Oberlauf bis zur Einmündung in die Cluozza ist schluchtartig ausgebildet. Auenartige Vegetation im Flussbett und am Ufer beschränkte sich daher auf meist kleinflächige Standorte. Das Restwasseregime und die fehlende Hochwasserdynamik hatten starke Änderungen der ursprüng-



**Foto 2: Spöl bei Zernez:
Veränderung der Vegetation
auf Kiesinsel (Juni 1994 oben,
August 1995 unten).**



FOTOS 2-3: K. ROBIN/MONTAGE: HYDRA

lichen Auenvegetation zur Folge. Kiesbänke, die bei einem natürlichen Abflussregime eine typische Pioniervegetation (Kiesbett- oder Schwemmlingsfluren) aufweisen würden, wurden vermehrt von Vegetationstypen besiedelt, die relativ stabile Entwicklungsstadien anzeigen. Dazu gehörten die häufigen strausgrasreichen Bestände, die sich aus den für dynamische Gebirgsbäche typischen Kiesbettfluren entwickelt hatten, und die sich stellenweise infolge starker Beweidung durch Wild zu Weiderasen weiterentwickelt hatten. Auf einigen Auenstandorten hatten sich Gehölzpflanzen wie Lärche und Fichte ausgebreitet. Sie bildeten Initialstadien einer beginnenden Waldentwicklung. Auf einigen wenigen Spezialstandorten (z.B. Hinterwasser, tümpelähnliche Biotope, Feinmaterialanlagerungen) hatten sich Flachmoorgesellschaften wie Grossegggenbestände, kräuterreiche Kleinseggenrieder oder die seltene nordische Reliktgesellschaft *Caricetum juncifoliae* (Flusswandergesellschaft) angesiedelt. Diese Bestände konzentrierten sich im wesentlichen auf die markante Flussbiegung unterhalb Vallaina da Planta sowie das rechte Ufer im flachen und stark erweiteren Flussabschnitt unmittelbar oberhalb der Cluozzamündung. Mit Weiden- und Grauerlengehölzen bestockte Kiesinseln waren im oberen Spölabschnitt selten.

Der Unterlauf des Spöl weist - mit Ausnahme des kanalisiertem Abschnittes im Bereich des Zernez Beckens - weitgehend naturnahe Verhältnisse auf, da dieses System von der Hochwasserdynamik der Cluozza beeinflusst wird. Grössere und relativ stabile Kiesbänke werden von Grauerlen- und Weidenauen, kleinere, einer stärkeren Dynamik unterworfenen Standorte von Kiesbettfluren (Pioniervegetation) besiedelt. In den Gehölzauen konnten sich nur vereinzelt Nadelbäume wie Lärche oder Fichte ansiedeln. Der kanalisierte unterste Spölabschnitt war durch eine Vielzahl alternierender Kiesbänke, die keine oder nur sehr spärliche Pioniervegetation aufwiesen, gekennzeichnet. Die schmalen Grauerlenstreifen, die dem Ufer vorgelagert sind, wurden an vielen Stellen durch den schlängelnden Wasserlauf überspült. Die Ufergehölze mit Erlen und Weiden und einige Straucharten waren zwar standorttypisch ausgebildet, wurden aber durch die Eindämmung und angrenzende landwirtschaftliche Nutzung auf einen schmalen Streifen zurückgedrängt.

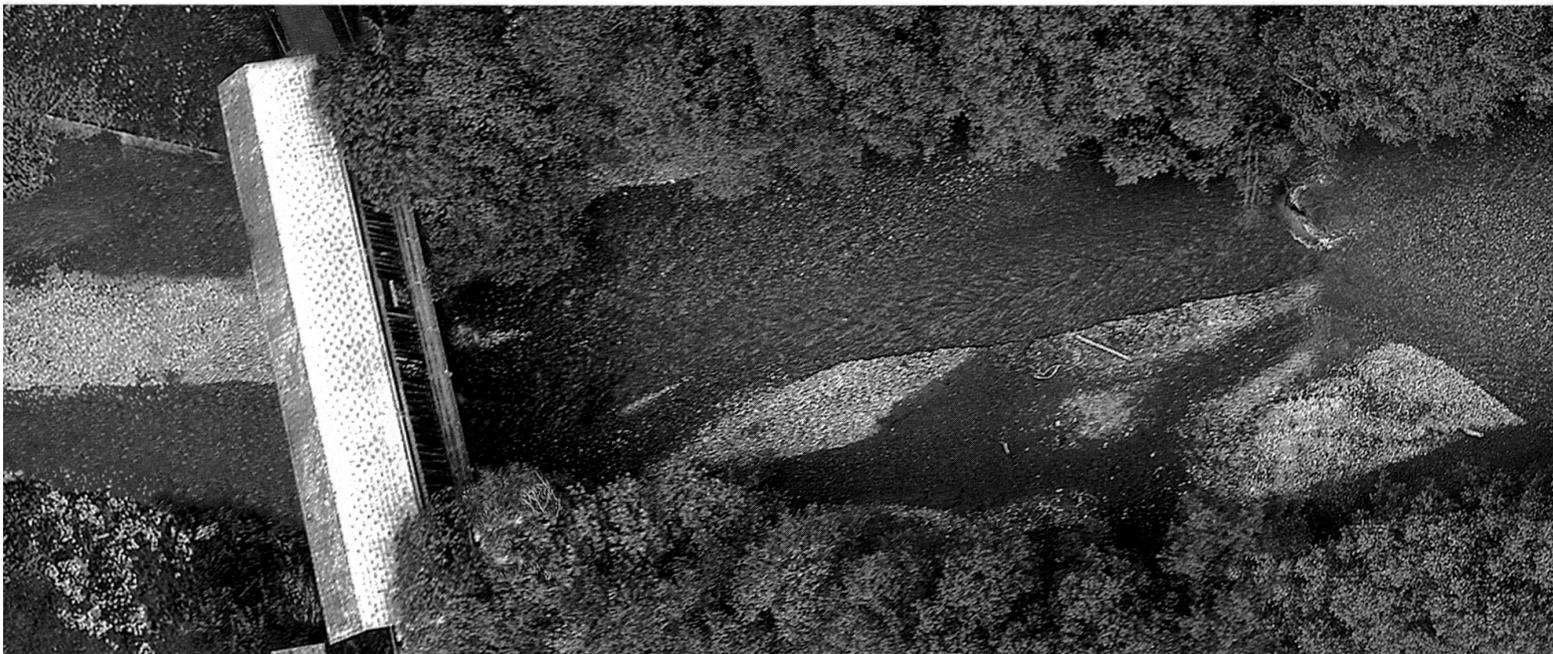
Auswirkung der Spülung

Im gesamten oberen Teil des Spöllaufes bis zur Eisenbahnbrücke wurde das Bachbett ausgewaschen, so dass die Kiesinseln und Auflandungen in der Mitte des Bachlaufes verschwunden sind (vgl. Foto 3). Auf den verbliebenen

Foto 3: Strukturelle Veränderungen des Spöl unterhalb der Holzbrücke Zernez (Juni 1994 oben, August 1995 unten).

benen randlichen Kiesbänken wurde die Krautschicht grösstenteils zerstört oder überdeckt. Auch gehölbewachsene Auenstandorte wurden teilweise von der Vegetation befreit (z.B. oberer Abschnitt des Auenstandortes unterhalb Vallaina da Planta). Auf einigen Kiesbänken konnten die für die Auen untypischen Gehölzarten (z.B. Fichte) dem künstlichen Hochwasser widerstehen. An Gleithängen und im Bereich

von Flussaufweitungen haben sich vereinzelt sandige Hochflutablagerungen gebildet, so dass wiederum potentielle Standorte für spezielle Flachmoorvegetationen geschaffen wurden (vgl. Foto 4). Die bestehenden Flachmoorgesellschaften wurden meist zerstört oder stark in Mitleidenschaft gezogen. Völlig verschont blieb aber der einzige Standort der seltenen Flusswanderingesellschaft oberhalb der Cluozzamündung.



SCHWERPUNKT
ENTLEERUNG DES AUSGLEICHBECKENS OVA SPIN 1995

Die grösseren Grauerlenauen im Unterlauf sind mehr oder weniger stabil geblieben. Die Bodenvegetation wurde zwar meistens überdeckt oder ganz weggeschwemmt. Vor allem im Randbereich der Auen sind dadurch wieder neue Pionierstandorte entstanden. Die Grauerle ist an Feinsedimentanlagerungen hervorragend angepasst und wird dadurch kaum beeinträchtigt (Foto 4). Foto 2 zeigt die Vegetations-

veränderungen, die auf einer grösseren Kiesbank unterhalb der Holzbrücke eingetreten sind. Im oberen Abschnitt wurde die Kiesbank mit kiesigem Material überschüttet und die ursprüngliche Kraut- und Strauchvegetation zerstört. Der Grauerlenbestand im mittleren Abschnitt wurde stark ausgelichtet. Die tümpelähnlichen Biotope sind verschwunden und durch einen permanenten Bachlauf ersetzt.

Die durch die Spülung ausgelösten Veränderungen in der Auenv egetation sind durchaus mit einer natürlichen, hochwasserbedingten Auendynamik vergleichbar, so dass sich nach der Spülung wiederum naturnahe Verhältnisse eingestellt haben. Ein beträchtlicher Teil der Kiesinseln ist zwar verschwunden, und auf vielen Standorten wurde die Vegetation zerstört, abgetragen oder überdeckt. Im Gegenzug sind



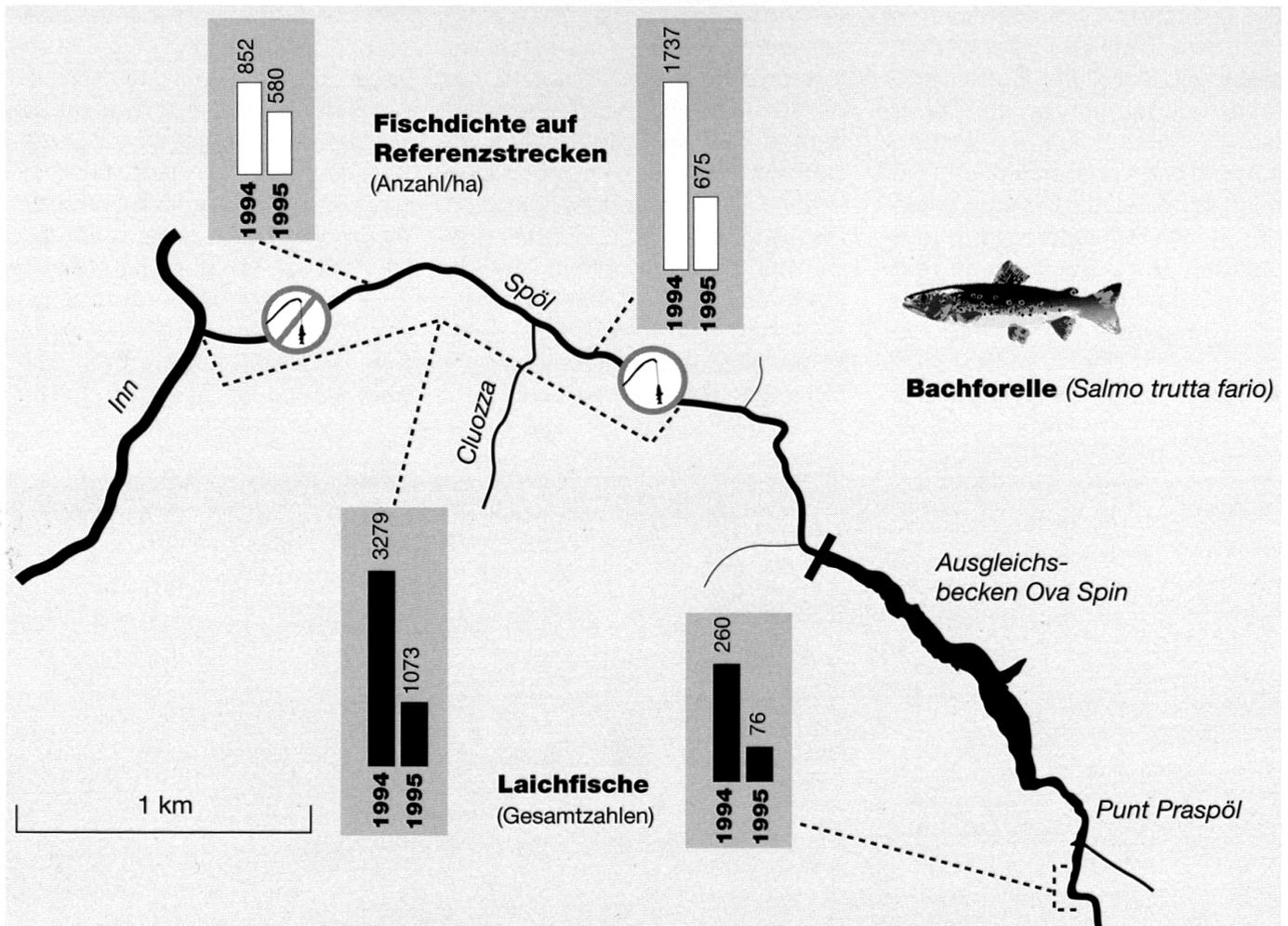


Abb. 4: Veränderung des Fischbestandes im Spöl und oberhalb des Ausgleichsbeckens Ova Spin; Ergebnisse der Abfischungen vor (1994) und nach (1995) der Spülung.

aber auch wieder neue Pionierstandorte entstanden, die für die ersten Sukzessionsstadien der Auenvvegetation (Kiesbettfluren) und die speziellen Flachmoorgesellschaften von existentieller Bedeutung sind. Es ist auf jeden Fall sinnvoll, die Vegetationsentwicklung unter diesen veränderten Bedingungen weiter zu verfolgen und die vegetationskundlichen Untersuchungen in regelmässigen Abständen zu wiederholen.

Auswirkungen auf das Zoobenthos

Auswirkung der Spülung auf die Fauna des unteren Spöllaufs

Im Hinblick auf die geplante Spülung wurde der Zustand der Fischfauna des unteren Spöl seit 1993 regelmässig mit Hilfe von Elektroabfischungen kontrolliert,

und die Wirbellosenfauna wurde untersucht (P. Pitsch, B. Dimmeler, J. Ortlepp, P. Rey).

Zustand der Fauna vor der Spülung

Das Makrozoobenthos, die Gesamtheit der wirbellosen Kleinlebewesen der Bachsohle (Insektenlarven, Bachflohkrebse und Würmer) war mit stellenweise mehr als 10 000 Tieren/m² ungewöhnlich individuen- und artenreich. Besonders dicht waren pflanzenreiche, ruhigere Flussstrecken besiedelt. Als Fischnahrung waren die Wirbellosen die optimale Lebensgrundlage für einen aussergewöhnlich starken Bachforellenbestand (*Salmo trutta fario*), der sich entwickeln konnte, obwohl kein Besatz mehr stattfand. Die über 9000 seit 1993 un-

tersuchten Fische waren fast alle in einem guten Gesundheits- und Ernährungszustand. Besonders dicht waren im unteren Spöl unterspülte, baumbewachsene Ufer und im Bereich der Cluozzamündung tiefe, ruhige Kolke besiedelt. Auf allen Spölabschnitten war die Wasseramsel (*Cinclus cinclus*) häufig. In den Tümpeln im Uferbereich und auf Kiesbänken waren Grasfrösche (*Rana temporaria*) anzutreffen und die vielfältig strukturierte und gut durchflossene Weichholzaue war der Lebensraum von Wasserspitzmäusen (*Neomys fodiens*).

Auswirkungen der Spülung auf die Fischfauna

Bei der Spülung wurde dieses lange Zeit ungestörte Gefüge einem künstlichen Hochwasser ausge-

Foto 4: Zesedimentierte Weichholzaue (2. Juli 1995)



setzt. Die dabei auftretende Belastung durch Trüb- und Schadstoffe bewegte sich, wie wir oben gesehen haben, in ökologisch tolerierbaren Grenzen (vgl. Abb. 3), und auch die für die wasserlebenden Tiere wichtige Sauerstoffsättigung lag stets um 100%.

Die meisten der tot aufgefundenen Fische fielen dem Zurückweichen des Wassers am Ende der Spülung zum Opfer. Diese Tiere konnten das Hauptgerinne nicht mehr erreichen und erstickten auf dem Uferstreifen oder in Restwassertümpeln. Ihre Zahl machte jedoch weniger als 1% des geschätzten Gesamtbestandes aus, ebensoviele Forellen konnten lebend und unverletzt aus Restwassertümpeln geborgen und ins Hauptgerinne zurückgesetzt werden. Mit Sicherheit konnten nicht alle verendeten Tiere gefunden werden. Ein Teil der mechanisch geschädigten aber auch unverletzte Forellen wurde wohl in den Inn verdriftet, ist dort verendet oder hat sich neue Standorte gesucht. Die Verdriftung von Fischen innerhalb des Spöl und in den Inn erklärt zumindest teilweise die Bestandsveränderungen, die bei den Kontrollabfischungen an ausgewählten Referenzstrecken festgestellt wurden. Hier waren je nach Strecke ein Bestandsrückgang (Anzahl/ha) von 25,8 % bis 61,1% und ein Rückgang der Fischbiomasse (kg/ha) von ungefähr 40% zu verzeichnen (Abb. 4). Trotz all dieser Schädigungen war

die Forellenpopulation des Spöl durch die Spülung nicht gefährdet. Die Auswaschung des Spölgerinnes hatte eine Zunahme der für Forellen nutzbaren Standorte in Bachmitte zur Folge (Foto 3), aber durch die Ablagerung von Feinmaterial im Auengürtel auch den Verlust der beschatteten Uferstandorte (Foto 4), in denen sich die Forellen vor der Spülung in ungewöhnlich hohen Individuendichten konzentrieren konnten. Nach der Spülung haben sich die Forellen daher gleichmässiger, aber in geringerer Dichte über den gesamten unteren Spöl verteilt. Auch im Stauwurzelbereich des Ausgleichsbeckens Ova Spin wurde der Fischbestand dezimiert. Der Bestand an Laichfischen liegt derzeit ca. 60% unter demjenigen der Jahre vor der Spülung, ist aber ebenfalls nicht gefährdet. Über Verluste der Fische im Staubecken selbst konnten keine Berechnungen vorgenommen werden.

Auswirkung der Spülung auf das Makrozoobenthos und die Begleitfauna

Erwartungsgemäss wurden durch die Spülung Lebensräume von Stillwasserarten zerstört und die-

jenigen hochwassertoleranter Arten nahmen zu. Wie bei den Fischen, so traten auch bei den Wirbellosen sichtbare Verluste dadurch auf, dass bei zurückweichendem Wasser viele Tiere in Restwassertümpeln vertrockneten. Hinzu kamen mechanische Schädigungen und Abdrift. Schätzungsweise mehr als 90% der ursprünglichen Biomasse des Makrozoobenthos wurden während der Spülung vernichtet oder dem System Spöl via Inn entzogen. Bereits nach einem halben Jahr hatten sich die Bestände der meisten Kleinlebewesen wieder erholt, wobei vorerst noch hochwassertolerante Arten dominieren.

Grasfrösche wie auch Wasserspitzmäuse konnten sich in der Regel rechtzeitig vor dem Spülungshochwasser in Sicherheit bringen, Verluste dürfte es bei den Kaulquappen gegeben haben. Im Frühjahr nach der Spülung waren jedoch geeignete Biotope schon wieder voller Grasfroschlaich. Auf den Bestand der Wasserspitzmäuse wird sich möglicherweise das grossräumige Verschwinden der uferseitigen, wurzeldurchzogenen und vielfältig strukturierten Gerinnearme negativ auswirken.

Die Wasseramseln sind allenfalls durch ein spülungsbedingt verringertes Nahrungsangebot betroffen.

Beurteilung

Durch die Spülung wurden sensible Lebensgemeinschaften zerstört, die sich in zwei Jahrzehnten unter Restwasserbedingungen eingestellt hatten. Sowohl bei der Flora als auch bei der Fauna des unteren Spöltals gab es deutliche Verluste bezüglich der Individuen- (Bewuchs-) dichte, eine Verringerung der Artenvielfalt fand dagegen so gut wie nicht statt. Der ökologische Schaden ist daher für eine Spülung diesen Ausmasses als vergleichsweise gering anzusehen und liegt in der bei einem natürlichen Hochwasser auftretenden Grössenordnung. Die strukturellen Veränderungen nehmen vorläufig einigen der zuvor häufigen Tier- und Pflanzenarten die Möglichkeit, sich massenhaft zu vermehren. Andere, vor allem sogenannte Pionierarten, rückten in den Vordergrund. Alle bergbachtypischen Tier- und Pflanzenpopulationen konnten sich erhalten.

Der Spöl ähnelt nach der Spülung in Struktur und Ökologie wieder vermehrt dem ursprünglichen Bergbach, der er früher war. Diese Veränderungen können sich bei unveränderter Restwasserdotierung jedoch nicht längerfristig erhalten, da Auflandungsprozesse gegenüber Erosionsprozessen

wieder überwiegen. Es wird derzeit diskutiert, ob nicht eine zeitlich engere Abfolge von Spülungen mit geringerem Massenumsatz sinnvoll wäre, um den neuerlich geschaffenen Gebirgsbachcharakter des Spöl weitgehend zu erhalten. Zumindest aus vegetationskundlicher Sicht wären sie wünschenswert.

Adresse der Autoren

G. Ackermann, Jagd- und Fischereiinspektorat Graubünden, 7000 Chur.
P. Pitsch, Haupt-Fischereiaufseher, Plaz Grond 7537 Müstair.
J. Ortlepp, P. Rey, Hydra, Fürstenbergstr. 25, D-78467 Konstanz.
K. Robin, habitat, im Freudmoos 7, 8730 Uznach.

R Co statti cun la fauna e flora suenter la derschentada?

Ilis effects da la derschentada dal lai da serra Ova Spin sin la morfologia da l'aua e sin la fauna e flora en la part inferiura dal Spöl èn vegnids documentads detagliadamain cun cartaziuns, rimnadas e fotografias a vista d'utschè. Be la part dal Spöl da la sbuccada da la Cluoza engiu dispona anc d'ina tscherta dinamica en temps d'aua gronda. Avant la derschentada dal lai artificial existevan gronds effectivs d'agrostin capillar e da pastgets. En la part inferiura avevi numerus bancs da glera cun ogns, saleschs e plantas pionieras. A las rivas fermamain structuradas ed en las parts calmas e stabilas dal Spöl existeva ina fauna extremamain ritga da microorganissem (macrobentos) e da litgivas d'ual che sa nutrivan da quests organissem.

La forza da l'aua gronda durant ed il deposit da material fin a la fin da la derschentada han influenzà il pli ferm la fauna e flora. Concentraziuns problematicas da substanzas turschas u ina mancanza d'oxigen n'han dentant betg pudì vegnir constatadas.

Tras la derschentada dal lai da serra èn vegnids purtads davent blers bancs da glera ensem cun la vegetaziun, ed il letg da l'aua è sa sbassà fermamain. La flora a la riva dal Spöl èn vegnida cuverta cun material fin. Uschia èn sa furmadas novas surfatschas che pon vegnir occupadas da plantas pionieras. Ilis peschs èn vegnids decimads per ca. 40%, ilis invertebrads per ca. 90%, essend ch'ils organissem èn vegnids transportads da l'aua aval. L'approfondaziun e la structuraziun pli gronda dal letg da l'aua suenter la derschentada han gi per consequenza ch'ils organissem han pudì sa reparer pli regularmain, er sche las estructuras dal fund èn daventadas pli impurtantas en confrunt cun las estructuras da la riva. La derschentada po vegnir cumparegliada cun ina grond'auaziun che correspunda a la dinamica natirala d'in ual da muntogna, ina dinamica ch'ins po tuttavia giavischar en uals sco il Spöl, essend ch'ella modifitgescha la fauna e flora senza donnegiar ella a lunga durada.

I Che cosa succede alle piante e agli animali dopo lo svuotamento?

Gli effetti dello svuotamento del bacino di compensazione di Ova Spin sulla morfologia del sistema di acque, sulle piante e sugli animali, sono stati documentati da rappresentazioni cartografiche, raccolte e riprese aeree.

Il tratto dello Spoel interessato da questo fenomeno mantiene una dinamica influenzata dalla piena solamente al di sotto della foce del Cluoza. Prima dello svuotamento, erano tipiche le presenze di zone di interramenti, con foreste ricche di prati con erbe a ciuffo e a tappeto. Inoltre, nella parte più bassa, erano presenti numerosi banchi di ghiaia con boschi di ontani e salici, oppure con comunità pioniere. Lo Spoel, specialmente nella fascia adiacente alle sue sponde, particolarmente strutturata, e nelle zone più tranquille e stabili, era abitato da una fauna straordinariamente ricca, composta da microrganismi (macrobentos), e da trote fario, che si cibano di essi.

Durante lo svuotamento, i fattori di maggiore influenza sulle piante e sugli animali

sono stati la forza di trascinamento, superiore alla norma, ed il deposito di materiale fine, conseguente alla fase dello svuotamento. Non si sono rilevate concentrazioni preoccupanti di sostanze torbide, né una carenza di ossigeno.

A causa dello svuotamento sono scomparsi diversi interramenti, unitamente alla vegetazione, ed il letto del torrente si è notevolmente abbassato. Al margine del limite delle acque, le piante sono state ricoperte da materiale fine. In questo modo si sono create numerose aree, che hanno potuto ospitare comunità pioniera. La fauna ittica ha subito una decimazione di circa il 40%, gli invertebrati di circa il 90%, in prevalenza a causa del trascinamento degli organismi verso valle. Come conseguenza dell'abbassamento dell'alveo del fiume, e di una sua più robusta struttura, dopo lo svuotamento è stata osservata una distribuzione più uniforme degli organismi, per cui l'importanza delle strutture del suolo è attualmente aumentata rispetto alle strutture della riva.

L'effetto dello svuotamento può essere paragonato a quello di una forte piena, che ben rispetta la dinamica naturale di un torrente di montagna. Nello Spoel esso è da considerarsi un fenomeno assolutamente auspicabile, modificando sì la fauna e la flora, ma non provocando alcun danno durevole.

F Comment se portent la flore et la faune après l'évacuation de l'eau du barrage?

Les conséquences de la vidange du bassin de compensation d'Ova Spin sur la morphologie des eaux et sur la flore et la faune de la partie inférieure du Spöl ont été documentées à l'aide d'une carte topographique, de collections et de prises de vue aériennes.

Le secteur concerné du Spöl ne possède plus qu'en dessous de l'embouchure de la Cluozza une certaine dynamique due à des crues. L'état typique avant la vidange se composait de langues de terre riches en agrostides ainsi que de pâturages et - à l'étage inférieur - de nombreux bancs de gravier avec un peuplement d'aunes stable ainsi que de pâturages recouverts

de plantes pionnières. Surtout sur les rives richement structurées du Spöl on trouvait dans des endroits tranquilles et stables une faune extrêmement riche en petits organismes (macrobenthos) et en truites des rivières se nourrissant de ceux-ci. Durant la vidange, les facteurs les plus importants pour la flore et la faune furent l'augmentation du courant et de la sédimentation. Des concentrations inquiétantes d'eau trouble ou un manque d'oxygène ne furent pas constatés.

La vidange a emporté de nombreuses langues de terre avec leur végétation et le lit de la rivière s'est nettement approfondi.

Sur les bords, les plantes ont été recouvertes de matériaux très fins. Ainsi se sont formées de nouvelles surfaces pouvant être colonisées par des plantes pionnières. Un déplacement des organismes en aval a provoqué une décimation de la population des poissons d'environ 40 % et de celle des invertébrés d'environ 90 %. Suite à l'approfondissement et à une structure plus accentuée du lit de la rivière on a remarqué après la vidange une répartition plus uniforme des organismes, où toutefois l'importance des structures du fond comparément aux structures des rives a temporairement augmenté.

Les effets de l'évacuation de l'eau du barrage peuvent être comparés aux effets de fortes crues, qui correspondent à la dynamique naturelle d'une rivière de montagne et qui, dans le cas du Spöl, sont tout à fait désirables et qui modifient la flore et la faune sans être nuisibles à long terme.

E Spöl stream flora and fauna following the evacuation of silt

The effects of the evacuation of silt from the Ova Spin compensation basin on the morphology of the lower Spöl and its flora and fauna were thoroughly documented by means of maps, samples and aerial photographs.

The affected section of the Spöl is normally only subject to flooding below the Cluozza stream inlet. Prior to the evacuation operation bent-grass and meadow

grass stands were to be found growing on bars of fluvial deposits and, in the lower reaches, numerous gravel bars were present, with well-established stands of grey alder and willows, or pioneer species. The stream's varied structure and its calm, stable environment was populated by a rich variety of small organisms (Macrobenthos) and river trout for whom they provided a source of nourishment. The most significant factors affecting the fauna and flora were the increased current during the operation and the deposit of fine sediments on termination. Worrying levels of clouding material or lack of oxygen were not observed.

A large number of bars in the stream and their vegetation were swept away during the evacuation and the depth of the streambed was greatly increased. Plant stands on the edge of the stream were covered by sediments. New sites were thus created where pioneer vegetation will be able to establish itself. The fish population was reduced by approximately 40%, whilst the invertebrates were reduced by nearly 90%, mainly due to being swept downstream. As a result of the increase in depth of the streambed and its increased variation in structure a more even distribution of organisms was observed following drainage, and for the time being the structure of the streambed is of greater significance than that of its banks.

The evacuation can be compared to natural flooding typically found in mountain streams and is indeed a desirable factor in such streams as the Spöl. Though the flora and fauna are altered no lasting damage is caused.

Geologische Befunde als Spiegel der Umwelt

Mit dem künstlichen Hochwasser konnten in rund drei Tagen ca. 200 000 m³ Ablagerungen, welche sich hier seit Beginn der Stauhaltung (1970) im Ausgleichsbecken und im Spöl angesammelt haben, erfolgreich in den Inn verfrachtet werden. Als einzige Überraschung während den Untersuchungen wurden im vorderen Teil des Ausgleichsbeckens Ova Spin mit Schwermetallen und Spurenelementen angereicherte Faulschlämme festgestellt. Aufgrund der mineralogischen Zusammensetzung der Ablagerungen stammen diese Faulschlämme aus dem Oberengadin.

Einleitung

Die Entleerung bzw. Spülung des Staubeckens Ova Spin ist von den Engadiner Kraftwerken geplant worden, um eine grössere Menge der im Stauraum abgelagerten Sedimente durch den Spöl in den Inn zu spülen. Als Zeitpunkt für dieses flussgeologische Ereignis sollte ein natürliches Hochwasser im Einzugsgebiet Inn/Spöl gewählt werden, das dann mit dem vorhandenen Wasser im Becken Ova Spin und eventuell unter Zuleitung von Wasser aus dem Livignosee in seiner Wirkung verstärkt werden könnte. Es ging also um die Lösung eines einfachen geologischen Problems: zurückgestaute Sedimente sollten mit einem Hochenergie-Ereignis dem natürlicheren Kreislauf geologischer Massenumsätze im Engadin wieder zugeführt werden. Zwei Fragen standen dabei ursprünglich im Vordergrund, welche den geologischen Teil eines solchen Ereignisses betreffen:

1. Sind die im Ova Spin zurückgehaltenen Sedimente überhaupt remobilisierbar? 2. Wird es möglich sein, mit dem geplanten

Hochwasser diese Sedimente ohne Auflandungen im Becken von Zernez tatsächlich bis in den Inn zu spülen?

Um diese Fragen zumindest annähernd beantworten zu können, waren entsprechende Voruntersuchungen notwendig. Darüber hinaus bestand auch das Bedürfnis, während und vor allem aber nach der Spülung eine Erfolgskontrolle über dieses geologische Experiment im Hinblick auf die weitere Stauraum-Bewirtschaftung durchzuführen und dies wiederum bedingte gewisse Aufnahmen sowohl vor als auch nach dem Hochwasser.

Durchgeführte Arbeiten

Nach der Absprache möglicher Untersuchungsprogramme mit den Engadiner Kraftwerken, dem Kantonalen Amt für Flussbau, bzw. Umweltschutz und den betroffenen Fachbereichen in der Wissenschaftlichen Nationalparkkommission sind folgende Arbeiten durchgeführt worden:

■ Entnahme von Sedimentproben im Staubecken; je eine Pro-

benserie 1994 (mit Kastengreifer) und 1995 (mit Kolbenlot).

■ Geologische Kartierung des Spölbettes zwischen dem Becken Ova Spin und der Spölmündung in den Inn. Dabei sind auch die bestehenden Querprofile des Spöls nach den Unterlagen des Amtes für Flussbau nachgemessen und im unteren Teil der Spölschlucht fünf neue eingemessen worden.

■ Analysen der entnommenen Sedimentproben aus dem Becken Ova Spin und dem Spöl (Zusammensetzung der Korngrößen, Gehalt an organischen Komponenten, lithologische Zusammensetzung, Geochemie).

Während des Hochwassers konnte bereits eine visuelle Erfolgskontrolle über die weggespülten Sedimente im Staubecken erfolgen. Hauptsächlich aber wurden unsererseits bei den Messpunkten „Holzbrücke“ und „Spölmündung“ Proben zur Bestimmung von Suspensionsfracht und Wasserchemie entnommen, sowie der Wasserstand gemessen. Besondere Aufmerksamkeit galt auch der Überwachung der Uferstabilität und der Probenentnahme aus dem leeren Becken. Nach dem Hochwasser sind folgende Abschlussarbeiten durchgeführt worden:

■ Nachkontrolle der geologischen Kartierung und der Uferstabilitäten, sowie Abschätzen

SCHWERPUNKT
ENTLEERUNG DES AUSGLEICHSBECKENS OVA SPIN 1995

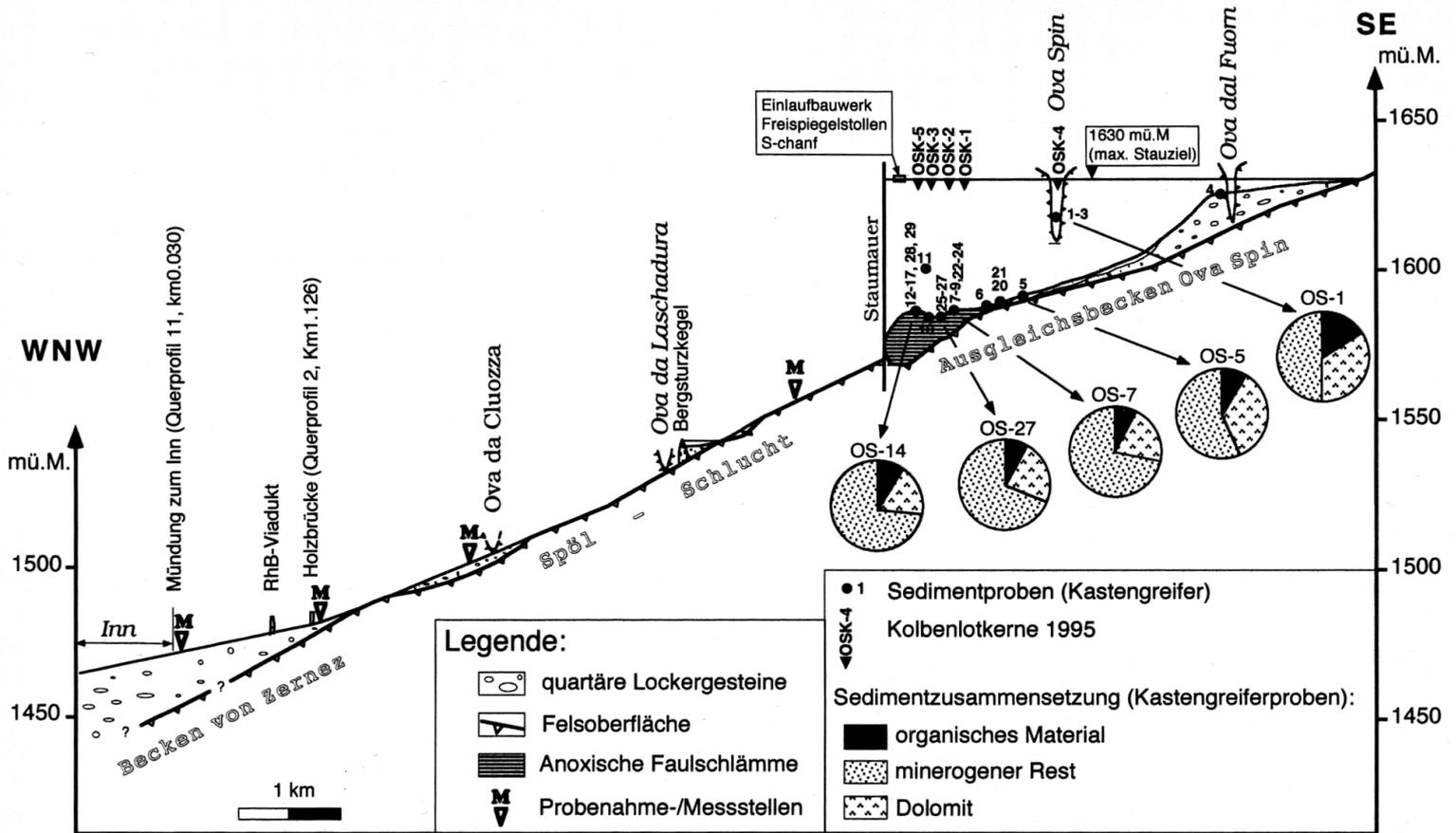


Abb. 5: Schematisches Längsprofil vom Staubecken Ova Spin bis zum Inn. Eingetragen sind Probenahmeplätze und Messstellen am Spöl während der Spülung. Die Signaturen für die Kolbenlotproben sind an der Wasseroberfläche eingetragen. Die entsprechenden Proben wurden aber immer am tiefsten Punkt im entsprechenden Seequerprofil gezogen. Der minerogene Rest der Proben besteht aus Calcit, Quarz, Glimmer, Feldspat und wenig Hornblende.

der aus dem Staubecken entfernten Sedimentmengen.

- Entnahme von ausgewählten Sedimentproben aus dem Spöl.
- Nachmessen der Flussquerprofile zwischen dem Zusammenfluss von Cluozzabach und Spöl und der Spölmündung in den Inn.

Im folgenden sind einige ausgewählte Resultate kurz zusammengestellt und deren Bedeutung für die Spülung Ova Spin aber auch allgemein für Stauwasserhaltungen im Alpenraum diskutiert.

Die Sedimente im Ova Spin

Die untersuchten Proben lassen das Sedimentbecken Ova Spin in zwei geologische Bereiche teilen: in den „vorderen Bereich“ zwischen der Staumauer und der Einmündung der Ova Spin und in den „hinteren Bereich“, zwischen der Einmündung der Ova Spin und

der Seewurzel mit der maximalen Stauhöhe von 1630 m und mit dem Schuttfächer des Ofenbaches. Soweit wir mit unseren Probenahmegeräten feststellen konnten, sind im vorderen Bereich des Staubeckens vorwiegend feinkörnige, geschichtete bis laminierte Ablagerungen (mit Ausnahme des Schuttfächers der Ova Spin), im hinteren Teil dagegen vorwiegend sandig-kiesige Auflandungen vorhanden. Interessant ist nicht nur der Korngrößenmäßige Unterschied, sondern in erster Linie deren lithologische Zusammensetzung. Die feinkörnigen Sedimente, es handelt sich vorwiegend um sandige Silte mit wenig Ton, enthalten bis 10% organischen Feinschlamm, der des Geruches wegen auch als Faulschlamm bezeichnet werden kann (Abb. 5 und 6). Im Delta der Ova Spin kann der organische

Anteil sogar über 20% betragen, ist dort aber nicht als Faulschlamm, sondern als von der Ova Spin eingespülter organischer Feindetritus vorhanden. Aus den Sedimentkernen geht hervor, dass die schwarzen Faulschlamm-lagen offenbar definieren, zum Teil auch nur kurzfristigen Sedimentereignissen zuzuordnen sind und von minerogenen Sedimenten abgelöst werden. Dies führt zu einer unregelmässigen hell/dunkel Schichtung (Abb. 6). Von Bedeutung könnte sein, dass die im Frühsommer 1994 entnommenen Proben den Faulschlamm als Deckschicht aufgewiesen haben. Die quantitativen mineralogischen Analysen des Gesamtsediments zeigen, dass die Faulschlämme auch im nichtorganischen Teil ein interessantes Signal aufweisen: der sonst in den

Feinfraktionen im Staubecken dominierende Dolomitgehalt lokalen Ursprungs tritt zugunsten von Plagioklas und Phyllosilikaten (Glimmer) aus kristallinen Einzugsgebieten zurück. Diese Komponenten aus der Verwitterung kristalliner Gesteine sind nur als Eintrag über den Freispiegelstollen von Schanf, als Zufuhr aus den Oberengadiner Kristallingebieten, zu erklären.

Unklar bleibt vorläufig noch die zeitliche Zuordnung der schwarzen Sedimente, denn mit den beträchtlichen errechneten jährlichen Sedimentationsraten für die feinkörnigen Sedimente von 30 bis 60 cm pro Jahr haben wir mit unseren maximal 31 cm langen Kolbenlotkernen kaum einen ganzen Jahreszyklus beproben können. Aus den unterschiedlichen Decksedimenten der Probenkampagne 1994 (dunkle Lage zuoberst) und der Probenkampagne 1995 (helle Lage zuoberst) ist die Faulschlamm-Sedimentation im Winter wahrscheinlicher. Zudem dominiert im Winterregime geologisch der Inn (über den Zulaufstollen von Schanf) über die ohnehin reduzierte lokale Wasserzufuhr mit ihrem dolomitischen Detritus. Die Analysen der Sedimente aus dem Staubecken haben gezeigt, dass die vorhandenen Korngrößen leicht remobilisierbaren, also erodierbaren Sedimenten entsprechen. Im staumauernahen Staubereich sollte also die Sedimentfüllung ausgespült werden

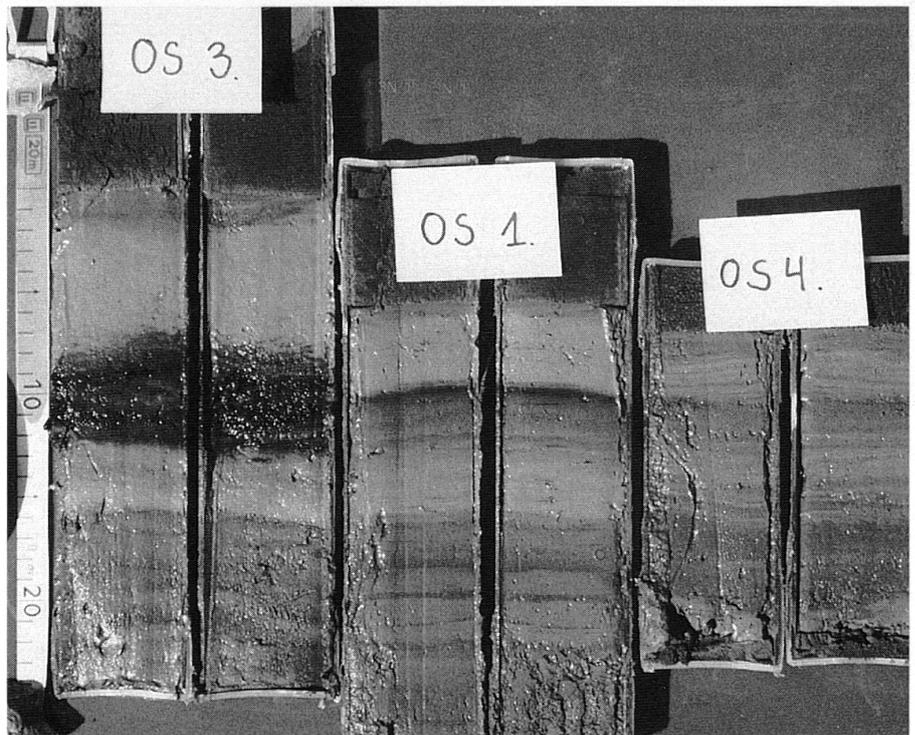


Abb. 6: Aufnahme der aufgeschnittenen Kolbenlotkerne OSK -1, 3 und 4. Die schwarzen Lagen fallen in den feingeschichteten Sedimenten auf. Entnahme der Proben: Frühsommer 1995.

können. Die Entfernung der grobkörnigen Akkumulationen ist auch nur eine Frage der zur Verfügung stehenden Wassermenge, und wie diese die Sedimente in Suspension bringen würde, um den Grundablass passieren zu können (Abb. 7).

Unbeantwortet bleiben musste die Frage nach der „Umweltverträglichkeit“ der suspendierten Faulschlämme. Über eine „grosszügige Verdünnung“ mit Spülwasser müsste die eventuelle Geruchsbelästigung im Raume von Zernez unbedenklich sein. Eine weitere Frage ist die chemische Zusammensetzung der auszuspülenden Sedimente und die eventuelle Freisetzung von unbekanntem Stoffen.

Spurenelemente und Schwermetalle

Die Konzentrationen von Titan, Nickel, Kupfer, Zink, Arsen, Brom und Blei sind in den Sedimenten aus dem Ova Spin als charakteristische Elemente der menschl-

chen Industriekreisläufe gemessen worden. Man betrachtet über diese Analytik einmal die vorhandenen absoluten Werte und berechnet dann gegenüber den durchschnittlichen Werten in der Erdkruste einen sog. Anreicherungsfaktor.

Für unsere Sedimente ist von Interesse, dass z.B. Zink, Kupfer und Blei stark und Brom mässig erhöhte Konzentrationen mit zunehmendem organischem Gehalt zeigen. Diese Elemente sind an die organische Substanz gebunden; dies wahrscheinlich schon während der Sedimentation, da die Zeiten für diagenetische Vorgänge im Sediment viel zu kurz sind.

Seit dem 1. Oktober 1970, dem Beginn der Stauhaltung im Becken Ova Spin, sind in den feinkörnigen Sedimenten durchschnittlich pro Jahr 54 kg Kupfer, 56 kg Nickel, 140 kg Blei und 558 kg Zink abgelagert worden. Mit dem Hochwasser vom Sommer 1995 sind diese Stoffe in den Feinsedi-

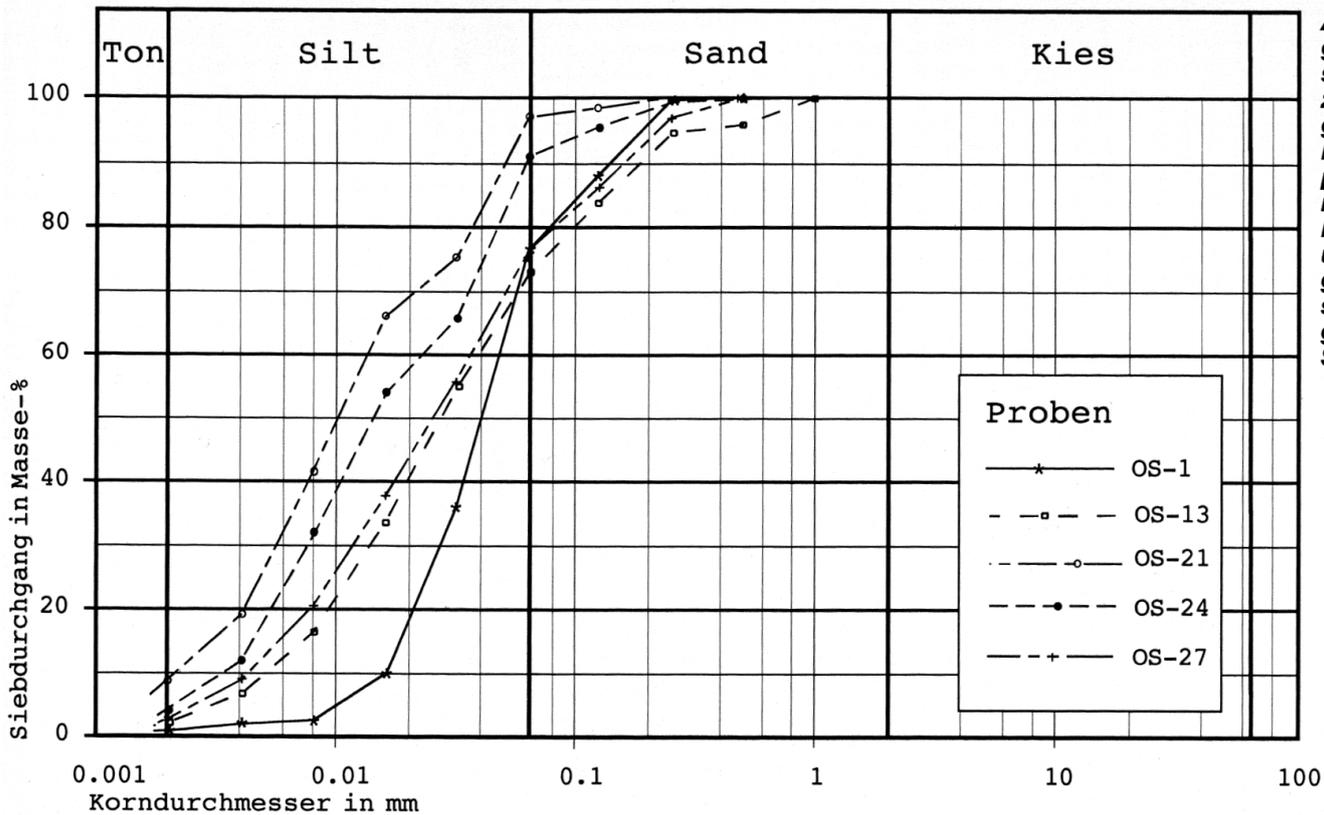


Abb. 7: Korngrössenzusammensetzung von ausgewählten Kastengreiferproben (Probenahme 1994). Es handelt sich um durchwegs gut remobilisierbare sandige, bzw. tonige Silte.

menten mit denselben mehrheitlich erodiert und somit aus dem Staubecken entfernt worden.

Geologische Massenbilanz

Der Massenumsatz während des künstlichen Hochwassers konnte über die Abschätzung der erodierten Sedimentvolumen im Staubecken und im Bett des Spöls zwischen Staumauer und Inn eingermassen beziffert werden.

Aus dem Becken Ova Spin sind ca. 150 000 m³ und aus dem Spölbett ca. 50 000 m³ Lockergestein erodiert worden. Demgegenüber blieben etwa 3 000 m³ remobilisierten Materials im Spölbett zurück. Grundlage für diese Bilanzierung sind die eingemessenen Querprofile im Spöl und die Ausscheidung von Erosions-, bzw. Akkumulationszonen (Abb. 8). Dieser Massenumsatz erfolgte mit 10 368 000 m³ Spülwasser, was einer hydraulischen Verdünnung der Sedimente von 1 : 52 entspricht.

Beobachtungen während der Spülung

Unsere Beobachtungen stützen sich in erster Linie auf die Erhebungen bei der Messstelle Holzbrücke. Wir haben dort eine von vier Messstellen betrieben, über welche der geologische Massenumsatz erfasst werden sollte. Es war klar, dass dies nur grössenordnungsmässig möglich sein konnte, da der Geschiebetrieb nicht direkt gemessen werden konnte, sondern nur über die auf das Flusslängsprofil umgerechneten Sedimentbilanzen bei den Querprofilen abgeschätzt werden kann (Abb. 8).

Direkte Messungen von Anteilen des geologischen Massenhaushaltes blieben somit auf die Suspensionsfracht beschränkt. Solche Messungen müssten aber über den eigentlichen Massentransport hinaus auch die Remobilisation von Feinsedimenten im Staubecken und im Spölmengenmässig und zeitlich erfassen lassen.

In Abb. 3 sind die im Spöl und Inn gemessenen Suspensionsfrachten eingetragen. Aus den bei der Cluozzämündung gemessenen Werten wird deutlich, dass die Suspensionsfracht aus dem See erst nach der Aufarbeitung von Sedimenten im Spölbett (nach der Vorspülung während den ersten 24 Stunden) verfrachtet worden ist und dass jede Hochwasserwelle einen erneuten Frachtschub ausgelöst hat, der dann - auch bei gleichbleibend grosser Wassermenge - innerhalb von 1-2 Stunden abklingt. Damit kann gezeigt werden, wie sich der geologische Massenumsatz in einem Flussgerinne in Einzelereignisse auflösen lässt. Für die geplante Ausräumung der Sedimente aus dem Staubecken heisst das, dass ein Hochwasser „herbeigeführt“ werden muss, das die vorhandenen Ablagerungen mobilisieren und dann bis in den Inn führen kann. Die nur punktuellen Messungen der Suspensionsfracht im Spöl (Abb. 3) lassen zumindest die Ver-

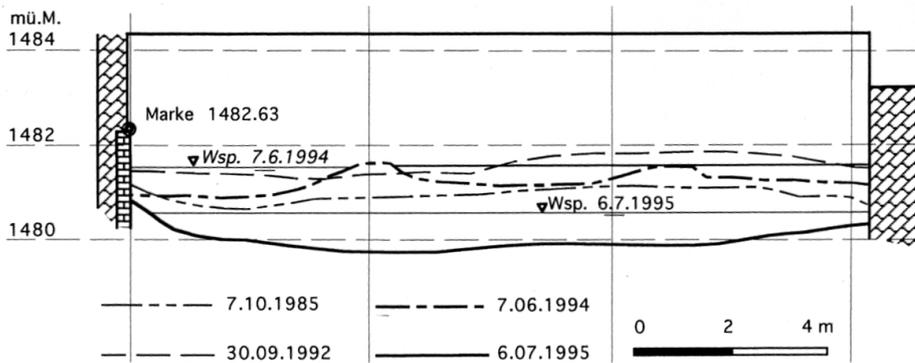


Abb. 8: Spöl - Querprofil bei der Holzbrücke, Flusskilometer 1.126 (Fig.1). Profile 1985/92 nach Kant. Amt für Flussbau, Profile 1994/95 nach eigenen Aufnahmen.

mutung zu, dass sich die Frachtwellen durch den ganzen Spöl ausbreiten konnten und sich die Einzelereignisse nicht überlagerten.

Folgerungen

Die Resultate aus den Voruntersuchungen, den begleitenden Arbeiten und den Nach-Ereignis-Aufnahmen ergeben einige Folgerungen und Anregungen:

1. Die Entleerung des Staubeckens Ova Spin hat ungefähr 200 000 m³ Sediment umgelagert. Der relativ geringe Anteil an grobkörnigen Ablagerungen am umgesetzten Sediment und die gute Remobilisierbarkeit der feinkörnigen Sedimente waren für die problemlose Verfrachtung im Spölbett gut geeignet. Zudem hat die Vorspülung das Spölbett in idealer Weise von den in den letzten 25 Jahren wegen reduzierter Wasserführung angelagerten Sedimenten gereinigt.

2. Erosion und Umlagerung waren vor allem im Schluchtteil so wirksam, dass teilweise die alte, blokige Flussole wieder erreicht wurde. Das heisst, dass für die vorgesehene Sedimentumlagerung die eingesetzte Wassermenge optimal gewesen ist.

3. Die einzige Überraschung in den ganzen Untersuchungen war der Nachweis der Faulschlämme im Staubecken. Ihr Vorhandensein und ihre Belastung mit Schwermetallen und Spurenelementen muss im Hinblick auf eine

umweltgerechte Wasser- und Abwasserwirtschaft im Oberengadin - im Interesse des Kantonalen Amtes für Umweltschutz und der betroffenen Gemeinden - weiter untersucht werden. Ein Staubecken wie Ova Spin ist der ideale Ort für ein „beschleunigtes geologisches Experiment“, wo wegen der kurzen Verweilzeit des Wassers (durchschnittlich 2 Tage) und der 170 bis 175-maligen Umsetzung des Staubecken-Nutzhaltens pro Jahr bedeutende Mengen an Feststoffen eingebracht und abgelagert werden. Diese können aufgrund ihrer Zusammensetzung nach den Einzugsgebieten Spöltal/Ofenbach einerseits und Oberengadin andererseits getrennt werden. Die Ausgangsprodukte für die gefundenen Faulschlämme stammen aufgrund der sie begleitenden minerogenen Sedimentanteile aus dem Oberengadin.

Adresse der Autoren

Prof. Dr. Christian Schlüchter und Dr. Benjamin U. Müller-Dick, Geologisches Institut der Universität, Baltzerstrasse 1, 3012 Bern; Dr. Marc Rolli, Geologisches Institut der Universität, Rue Emile Argand, 2000 Neuenburg

R La svidada dal lai da serra Ova Spin la stad 1995: Observaziuns geologicas sco pievel da l'ambient

Cun agid da l'auaziun artificiala han ins pudì manar en l'En en radund 3 dis ina sedimentaziun da ca. 200'000 m³ che s'era accumulada dapi la stagnaziun da l'aua en il lai da serra Ova Spin (1970) ed en l'aua dal Spöl. L'unica surpraisa durant las retschertgas è stada quella che la belma al pe dal lai da serra Ova Spin cunteneva metals grevs ed microelements. Tenor la cumposiziun mineralogica dals sediments deriva questa belma da l'Engiadina'ota.

I Lo svuotamento del bacino di compensazione Ova Spin nell'estate 1995: osservazioni geologiche come specchio dell'ambiente

Grazie alla piena artificiale, nell'arco di tre giorni si sono potuti scaricare con successo nell'Inn circa 200 000 m³ di depositi, accumulatisi nel bacino di compensazione e nello Spoel dall'inizio del mantenimento dell'invaso (1970).

L'unico fatto sorprendente rilevato durante le osservazioni è stata la presenza, nel tratto iniziale del bacino di compensazione Ova Spin, di sapropeliti arricchiti di materiali pesanti e microelementi. A causa della composizione minerale dei depositi, questi sapropeliti provengono dall'Engadina alta.

F La vidange du bassin de compensation d'Ova Spin en été 1995: constatations géologiques comme reflet de l'environnement

Au moyen d'une crue artificielle, il a été possible en 3 jours de déverser env. 200 000 m³ de matériaux, qui s'étaient déposés depuis la mise en place du barrage (1970) dans le bassin de compensation et le Spöl, dans l'Inn. La constatation de sapropels enrichis de métaux lourds et d'éléments de trace dans la partie avant du bassin de compensation a été la seule découverte surprenante faite durant les examens. Selon la composition minéralogique des ces vases, ces dépôts proviennent de la Haute-Engadine.

E Drainage of the Ova Spin compensation basin, summer 1995: geological observations in relation to the environment.

By means of artificial flooding, approx. 200 000 m³ of silt that had accumulated in the compensation basin and in the Spöl stream since the building of the dam in 1970 were successfully washed away within 3 days and carried into the river Inn. The only surprising observation made during this operation was the presence of heavy metals and trace elements in the sludge at the lower end of the Ova Spin compensation basin. Analysis of the mineralogical composition shows that the sludge derived from the Upper Engadine.