

Zeitschrift: Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria
Herausgeber: Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
Band: 83 (1991)
Heft: 9

Artikel: Pilotprojekt der Kraftwerke Brusio AG im oberen Puschlav
Autor: Kiefer, Bernd / Schälchli, Ueli
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-941028>

Nutzungsbedingungen

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

Conditions d'utilisation

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

Terms of use

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

Download PDF: 10.02.2026

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

Festlegung ökologisch angemessener Restwasserabflüsse

Pilotprojekt der Kraftwerke Brusio AG im oberen Puschlav

Bernd Kiefer und Ueli Schächl

Im oberen Puschlav, Kanton Graubünden, laufen Mitte der neunziger Jahre die Wasserrichtskonzessionen der Kraftwerke Brusio AG (KWB) aus. Im Zusammenhang mit der angestrebten Neukonzessionierung plant die Kraftwerksgesellschaft einen Ausbau der bestehenden Anlagen. Dabei sollen die heutigen Wasserfassungen, unter anderem diejenigen am Campo-Bach und am Poschiavino, ausgebaut und zusätzlich zwei Bäche, die Varunasch und der Ursé-Bach, neu gefasst werden. Für das Projekt lässt die KWB einen Umweltverträglichkeitsbericht (UVB) von einem unabhängigen Team von Naturwissenschaftern und Ingenieuren ausarbeiten. Der Umweltverträglichkeitsbericht soll auch die Frage nach den Restwasserabflüssen beantworten, die mit dem neuen Projekt der Konzessionsgemeinde eingereicht werden soll.

Als die KWB den Umweltverträglichkeitsbericht in Auftrag gab, war das revidierte Gewässerschutzgesetz von den eidgenössischen Räten noch nicht verabschiedet, war aber bereits eingereicht worden. Somit war unklar, welche Restwasserbestimmungen zum Zeitpunkt einer neuen Konzessionerteilung gelten würden.

Klare Haltung der Bündner Regierung

Die Situation wurde durch die Anweisungen der Bündner Regierung und des kantonalen Amts für Umweltschutz an das UVB-Team insofern vereinfacht, als jene eine klare Haltung einnahmen. Unabhängig vom Ausgang der Volksabstimmung steht für sie fest¹, «dass bei Wasserentnahmen aus Fließgewässern inskünftig *angemessene Restwasserabflüsse* festzulegen sind und dass das Ausmass der unterhalb einer Wasserentnahme in einem Gewässer zu belassenden Wassermenge aufgrund der Beurteilung des Einzelfalles durch eine sorgfältige Abwägung der Interessen für und gegen die vorgesehene Wasserentnahme zu bestimmen ist.

Um die *Interessenabwägung* vornehmen zu können, ist die entscheidende Behörde auf Unterlagen angewiesen, aus denen die konkreten Auswirkungen des Projektes auf die beiden Interessengruppen hervorgehen. Derjenige, der Wasser entnehmen will, hat dazu einerseits die Auswirkungen unterschiedlich grosser Wasserentnahmen auf die Produktion von elektrischer Energie und deren Kosten darzulegen sowie andererseits die voraussichtliche Beeinträchtigung der Umwelt durch die Wasserentnahme und mögliche Massnahmen zur Verhinderung bzw. Verminde rung der Umweltbelastungen aufzuzeigen. Zu den Interessen gegen die Wasserentnahme sind insbesondere der Schutz des Gewässers als Lebensraum und Landschafts element, die Erhaltung der Fischfauna, die Erhaltung einer Wasserführung, die trotz Wasserentnahmen und Abwassereinleitungen langfristig für die Einhaltung der Anforderungen an die Wasserqualität der Gewässer ausreicht, die Erhaltung eines ausgeglichenen Grundwasserhaushaltes, der u. a. auch die künftige Trinkwassernutzung gewährleistet, sowie die Sicherstellung der landwirtschaftlichen Bewässerung zu zählen.

¹ Zitat aus einem Vortrag von R. Gartmann, Chef des Amtes für Umweltschutz, Kanton Graubünden, gehalten am 5. Juli 1991 zum Thema «Umweltverträglichkeitsprüfung in der Wasserkraftwirtschaft» im Rahmen des Nachdiplomstudiums «Umweltlehre» der Universität Zürich.



Abfluss 100 l/s



Abfluss 250 l/s



Abfluss 500 l/s

Bild 1. Campo-Bach bei verschiedenen Abflüssen. Bei dem abgebildeten Gewässerabschnitt handelt es sich um den flussmorphologischen Typ 2 (vgl. Tabelle 1 und Titelblatt).

Die Bündner Regierung und mit ihr die Regierung der anderen Bergkantone sind nach wie vor nicht einverstanden mit der im revidierten Gesetz vorgesehenen indirekten Verankerung der sogenannten *Formel Matthey* zur Festlegung der Mindestrestwassermengen. Diese Formel sagt bekanntlich ja nur aus, dass die Restwassermenge Funktion einer anderen, statistischen Wassermenge, nämlich der so genannten «häufigsten Abflussmenge» ist. Sie wurde aus Beobachtungen an vorwiegend kleinen bis mittleren Mittel landgewässern hergeleitet und dürfte deshalb kaum repräsentativ für sämtliche schweizerischen Gewässer sein. Die örtlichen Verhältnisse, insbesondere die verschiedenen ökologischen, hydrologischen und hydraulischen Randbedingungen, bleiben unberücksichtigt. Auch erlaubt die Formel keine sinnvolle zeitliche Staffelung der Restwasserdotierung, z. B. nach der Jahreszeit. Die Formel hält weder wissenschaftlichen noch praktischen Kriterien stand. Sie ist

daher als generelle gesetzliche Grundlage für die Festlegung von Restwassermengen u.E. nicht geeignet. Die Regierungen der Bergkantone sind überzeugt, dass nur eine differenzierte Regelung den tatsächlichen Verhältnissen gerecht wird.»

Das Wissenschafterteam mit der Aufgabe, einen Vorschlag für die Restwasserabflüsse auszuarbeiten, stand vor der Situation sowohl *ökologisch angemessene* als auch *ökonomisch vertretbare Restwasserabflüsse* festzulegen, die all den vom Kanton formulierten Anforderungen entsprechen würden. Dies würde auch dem Verfassungsartikel 24bis entsprechen, der die Sicherung angemessener Restwassermengen aufgrund einer Gesamtgüterabwägung vor sieht.

Bisherige Forschungsarbeiten

Es gibt drei wissenschaftliche Arbeiten, die sich eingehend mit den verschiedenen Organismengruppen in den Restwasserstrecken schweizerischer Fließgewässer befassen: Büttiker (1982) untersuchte eine Restwasserstrecke des Hinterrheins. Er stellt fest, dass die fischbiologisch massgeblichen Kriterien (Wasserstand, Fließgeschwindigkeit und benetzte Fläche) erst bei Abflüssen im Bereich der natürlichen Niederwasserführung befriedigend erfüllt werden. Büttiker setzt die ökologische Mindestwasserführung für vergleichbare Fließgewässer, wie die vom ihm untersuchten, bei Q_{347}^2 bis Q_{300} an. Zu ähnlichen Mindestwasserabflüssen, nämlich Q_{300} , gelangen Bundi et al. (1989). Bundis Arbeitsgruppe konnte zeigen, dass die Bachfauna bei einer Reduktion der Wasserführung banalisiert wird. Diese Banalisierung drückt sich besonders bei den wirbellosen Tierarten des Gewässerbetts aus. Die strömungsbedürftigen Insektenlarven gehen sowohl arten- als auch zahlenmäßig zurück. An ihre Stelle tritt eine eintönige, von Zuckmückenlarven dominierte Wirbellosengesellschaft, welche sich unter natürlichen Bedingungen nur an den Stellen mit ständig schwacher Strömung halten kann.

Bei langandauernden Mindestabflüssen werden die Lebensbedingungen massiv verschlechtert, und es können Verschlammungen und Veralgungen des Gewässerbetts eintreten. In den Wintermonaten kann dadurch die Entwicklung der Eier und Brütinge der Bachforelle gefährdet werden, da diese auf ein gut durchströmtes und sauerstoffreiches Kiesbett angewiesen sind.

Hainard et al. (1987) kamen bezüglich der Lebensgemeinschaften der Ufervegetation von Gebirgsflüssen zu vergleichbaren Aussagen. Durch die Abflussreduktion und die Verhinderung von periodischen Überschwemmungen respektive Wasserstandsschwankungen verarmen die Lebensräume, und die Vielfalt der Pflanzenarten nimmt ab. Die Mindestabflüsse, die in der wissenschaftlichen Literatur angegeben werden, bewegen sich häufig um Q_{300} . Die Lebensgemeinschaften scheinen an Abflüsse dieser Größenordnung angepasst zu sein, da diese während des Jahres am häufigsten auftreten.

Eine neue Methodik zur Bestimmung ökologisch angemessener Restwasserabflüsse

«Ökologisch angemessene Restwasserabflüsse» bedeuten, dass die Eigenschaften, die einen natürlichen Bach ausmachen, auch in der Restwasserstrecke erfüllt sind. Veränderungen dürfen nur soweit gehen, dass der Bach seine natürliche Charakteristik und Funktion im Naturhaus-

halt beibehält. In einem ersten Schritt hat unser Projektteam für die betroffenen Fachgebiete Fischereibiologie, Fließgewässerökologie, Landschaftsbild, Flussmorphologie und Hydraulik nach Indikatoren gesucht. Anhand dieser Indikatoren sollen die Reaktion der Lebensgemeinschaften im Bachökosystem sowie die Änderung des visuellen Eindrucks bei verschiedenen Wasserführungen beschrieben werden. Anschliessend haben wir für die Indikatoren Kriterien festgelegt, um die Indikatoren zu bewerten.

In den biologischen Disziplinen konnte dabei unter anderem auf die oben zitierte Fachliteratur zurückgegriffen werden. Dennoch mussten ausführliche Feldaufnahmen gemacht werden, um geeignete Indikatororganismen zu finden, die hinreichend empfindlich auf verschiedene Wasserabflüsse reagieren. Bei der Auswertung zeigte sich jedoch, dass die Felddaten stark streuten; damit war eine exakte Festlegung von Mindestabflüssen anhand der biologischen Untersuchungen nicht möglich.

In der neueren Literatur zur Restwasserproblematik (Statzner, 1990) wird die Sohlenschubspannung (hydraulische Grösse) als entscheidendes Bewertungskriterium für die Anforderungen der Biozönose an die hydraulischen Eigenschaften eines Baches herangezogen. Diese Methodik lässt sich jedoch nicht befriedigend auf Gebirgsbäche mit Gefällen bis 50 % übertragen. Außerdem kann die Sohlenschubspannung allein den hydraulischen und flussmorphologischen Charakter eines Baches kaum genügend erfassen. Aus diesen Gründen hat ein Mitarbeiter des UVB-Teams, U. Schälichli von der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie der ETH Zürich, ein neues Verfahren zur Bemessung der Restwasserabflüsse entwickelt, das sich insbesondere für die Bewertung der Strömungsverhältnisse und der Flussmorphologie steiler Gebirgsbäche eignet. Die mit seiner Methode festgelegten Restwasserabflüsse erfüllen die Anforderungen der Fischereibiologie, der Fließgewässerökologie und des Landschaftsbildes weitgehend. Schälichli strebt mit der bemessenen Dotierung³ der Restwasserstrecke direkt bei der Wasserfassung, mit der Begrenzung der maximalen Fassungskapazität und damit der Grösse und Häufigkeit eines Fassungsüberlaufs, sowie mit dem Zeitpunkt von allfälligen Spülungen, eine Annäherung an die natürlichen Abflussverhältnisse an. Die Begrenzung der maximalen Fassungskapazität gewährleistet das Überlaufen der Fassung bei grösseren natürlichen Zuflüssen und damit ein Ansteigen des Abflusses auf der Restwasserstrecke während natürlicher Hochwasserperi-

³ Künstliche Abgabe von gefasstem Wasser in die Restwasserstrecke.

Tabelle 1. Flussmorphologische Typen in den Gebirgsbächen des oberen Puschlavs (Schälichli, 1991, unveröffentlicht).

- | |
|--|
| Typ 1: Gleichmässiges Längenprofil mit ausgeglichenener Sohle
(Gefälle 1,5–7 %, maximaler Blockdurchmesser 0,5–0,7 m) |
| Typ 2: Schnellen – Hinterwasser-Sequenzen
(Gefälle 1,5–14 %, maximaler Blockdurchmesser 0,7–1 m, Schnellenhöhe bis zum 0,7fachen des maximalen Blockdurchmessers) |
| Typ 3: Stufen – Hinterwasser-Sequenzen
(Gefälle 1,75–17,5 %, maximaler Blockdurchmesser 0,8–1,2 m, Stufenhöhe bis zum maximalen Blockdurchmesser) |
| Typ 4: Absturz – Becken-Sequenzen
(Gefälle 7,5–21 %, maximaler Blockdurchmesser 1–2 m, Absturzhöhe 1 bis 2,5 übereinanderliegende Blockreihen) |
| Typ 5: Natürliche Blockrampen aus abgeschliffenem, gerundeten Material
(Gefälle 15–36 %, maximaler Blockdurchmesser 1,2–2 m) |
| Typ 6: Natürliche Blockrampen aus kantigem Material
(Gefälle 35–50 %, maximaler Blockdurchmesser 2,5–5 m) |
| Typ 7: Felssohlen |

² Q_{347} ist die Abflussmenge, die an 347 Tagen im Jahr erreicht oder überschritten wird.

Tabelle 2. Hydraulische und flussmorphologische Bewertungskriterien für die in Tabelle 1 definierten flussmorphologischen Typen (Schälchli, 1991, unveröffentlicht).

Kriterium 1: Benetze Breite

Der Wasserspiegel sollte die Böschungsfusspunkte des Gerinnes erreichen. Befinden sich im Abflussquerschnitt grössere Steine, die über den Wasserspiegel ragen, so sollte der Wasserspiegel ein Niveau erreichen, bei dem diese Steine als Inseln erscheinen.

Kriterium 2: Weisses Wasser

Bei einer starken Belüftung des Abflusses erscheint das Wasser durch den Einschluss vieler Luftblasen weiss. Dieses Phänomen ist eine typische Eigenschaft von Schnellen, Stufen, Abstürzen, Wasserfällen und weiteren flussmorphologischen Formen. Die Mindestanforderungen zur Erfüllung des Kriteriums sind je nach flussmorphologischem Typ verschieden.

Kriterium 3: Spritzen des Abflusses

Das Spritzen des Abflusses ist eine typische Erscheinungsform von Gebirgsbächen. Es tritt vor allem auf bei Abstürzen, Wasserfällen oder im Bereich des im Tosbecken eintau chenden Wasserstrahls.

Kriterium 4: Sichtbarkeit des Abflusses

Bei sehr grobblockigen Sohlen kann es vorkommen, dass das Wasser in den Riten, Spalten und Zwischenräumen grösserer Blöcke abfließt. Flussaufwärts betrachtet erscheint in einem solchen Fall das Bachbett zumindest streckenweise als ausgetrocknet.

Kriterium 5: Versickern des Abflusses

In Abhängigkeit des Sohlen-, des Untergrundaufbaus und der hydrologischen Verhältnisse kann über eine gewisse Strecke der Abfluss eines Fliessgewässers teilweise oder vollständig versickern. Der Restwasserabfluss soll an keiner Stelle der Bachstrecke den Dotierabfluss unterschreiten.

Kriterium 6: Ansprungen von Seitengerinnen

In unkorrigierten Gebirgsbächen ist in vergleichsweise flacheren Abschnitten oft eine Aufteilung des Gerinnes zu beobachten. Für den Mindestabfluss muss gewährleistet sein, dass in allen Seitengerinnen ein durchgehender Abfluss anzutreffen ist.

Kriterium 7: Geräusch des Abflusses

Das Rauschen des Abflusses gehört als akustisches Kriterium zur charakteristischen Eigenheit eines Gebirgsbaches. Die Intensität des Geräusches ist abhängig vom flussmorphologischen Typ und dem Abfluss. Das Kriterium wurde durch Lärmpegelmessungen an verschiedenen Gebirgsbächen skaliert.

Kriterium 8: Aufenthaltszeit des Wassers in Becken und Hinterwassern.

Das Kriterium der Aufenthaltszeit beinhaltet einerseits hydraulische Grössen wie die Fliessgeschwindigkeit, andererseits aber auch die Gewässergüte: Je grösser die Aufenthaltszeit, desto mehr gleicht sich die Wassertemperatur derjenigen der Umgebung an. Im Sommer kann sich das Wasser deshalb in Fliessrichtung deutlich erwärmen. Sehr lange Aufenthaltszeiten können zudem zu einer Verschlammung gewisser Ruhigwasserzonen führen.

oden. Demgegenüber können Spülungen bei langandauernden konstanten Restwasserabflüssen wieder eine gewisse Dynamik in das Strömungsverhalten bringen und dadurch beispielsweise permanente Schwebstoffablagerungen weiter flussabwärts transportieren.

Das Verfahren von Schälchli beruht zuerst einmal auf der Begehung aller betroffenen Bachabschnitte und einer Gliederung der Bäche in Abschnitte aufgrund der flussmorphologischen Erscheinungsformen (Typen gemäss Tabelle 1). Anschliessend werden Bewertungskriterien (vergleiche Tabelle 2) formuliert, welche auf die strömungsmechanischen und flussmorphologischen Verhältnisse der betreffenden Gebirgsbäche ausgerichtet sind. Weil an mehreren Bächen des oberen Puschlavs bereits heute Fassungsbauwerke bestehen, ergibt sich dort die Möglichkeit, nacheinander verschiedene gewünschte Abflüsse beim Wehr zu dotieren. Anhand dieser Dotierversuche werden anschliessend die einzelnen Bachabschnitte bei verschiedenen Abflüssen aufgrund der oben genannten Kriterien bewertet. Die Auswertung der Abflussbeobachtungen ergibt für jeden Bachabschnitt und jedes angewandte Bewertungskriterium

Tabelle 3. Vergleich der Restwasserabflüsse des Konzessionsprojekts der KWB mit den Anforderungen des revidierten Gewässerschutzgesetzes für ausgewählte Bäche des oberen Puschlavs.

FK = Fassungskapazität; gefordert sind 30 Tage Überlauf im Jahr. Die Fassungskapazität ergibt sich aus Q_{30} – Restwasserabfluss.

HW = Dotierung Hochwinter (Dezember bis Februar). Restwasserabfluss nach revidiertem Gewässerschutzgesetz, basierend auf Q_{347} .

ÜZ = Dotierung Übergangszeit (November, März, April). Zusätzlich zu den angegebenen Dotierwasserabflüssen sollen wöchentliche Spülungen durchgeführt werden.

ST = Dotierung Sommer tief (Mai, August, September).

SH = Dotierung Sommer hoch (Juni, Juli).

O = Dotierung Oktober.

Name des Baches	Fassungs- kote m ü.M.	Dotierung der Wasserfassungen			Dotierung der Wasserfassungen gemäss rev. Gewässerschutzgesetz			
		FK	HW	ÜZ	ST	SH	O	I/s
Campo-Bach	1710	3100	110	110	200	240	110	105
Poschiavino	1700	1400	110	110	160	190	110	110
Ursé-Bach	1720	800	50	50	160	180	50	50

Tabelle 4. Mittlere Energieproduktion und Pumpspeicherenergiebedarf der Kraftwerke Brusio AG bei verschiedenen Restwasserauflagen. Werte in GWh.

	Winter- halbjahr	Sommer- halbjahr	Jahr
<i>1. Keine Restwasserauflagen</i>			
– Produktion von Regulier- und Starklastenenergie	188,5	80,2	268,7
– Bedarf an Sommer-Schwachlastenenergie für die saisonale Pumpspeicherung	0,0	80,4	80,4
<i>2. Dotiervariante «Mindestabfluss gemäss revidiertem Gewässerschutzgesetz»</i>			
– Produktion von Regulier- und Starklastenenergie	180,5	73,5	254,0
– Bedarf an Sommer-Schwachlastenenergie für die saisonale Pumpspeicherung	0,0	80,4	80,4
<i>3. Dotiervariante «Konzessionsprojekt 1991 der Kraftwerke Brusio AG»</i>			
– Produktion von Regulier- und Starklastenenergie	179,9	63,9	243,8
– Bedarf an Sommer-Schwachlastenenergie für die saisonale Pumpspeicherung	0,0	80,4	80,4
<i>Differenz Dotiervariante 1.–2.</i>			
– Produktion von Regulier- und Starklastenenergie	– 8,0	– 6,7	– 14,7
– Bedarf an Sommer-Schwachlastenenergie für die saisonale Pumpspeicherung	0,0	0,0	0,0
<i>Differenz Dotiervariante 1.–3.</i>			
– Produktion von Regulier- und Starklastenenergie	– 8,6	– 16,3	– 24,9
– Bedarf an Sommer-Schwachlastenenergie für die saisonale Pumpspeicherung	0,0	0,0	0,0

einen aus flussmorphologischer und hydraulischer Sicht gewünschten Mindestabfluss. Werden alle Mindestabflüsse eines Gebirgsbaches in einer Summenkurve (Bild 2) statistisch ausgewertet, so kann für jeden beliebigen Abfluss angegeben werden, wieviel Prozente der geforderten Mindestabflüsse erfüllt sind. Diese Auswertung bildet die Grundlage für die Festlegung der Dotierabflüsse.

Schälchlis Verfahren richtet sich nach den natürlichen Abflussverhältnissen während der Vegetationsperiode. Alle Bewertungskriterien werden dabei an Abflussverhältnissen gemessen, die ohne Wasserentnahme während dieser Zeitspanne auftreten. In den Wintermonaten sind die Bachläufe meist vollständig eingeschneit, eine Bewertung mit Hilfe desselben Verfahrens ist daher nicht möglich. Die Strö-

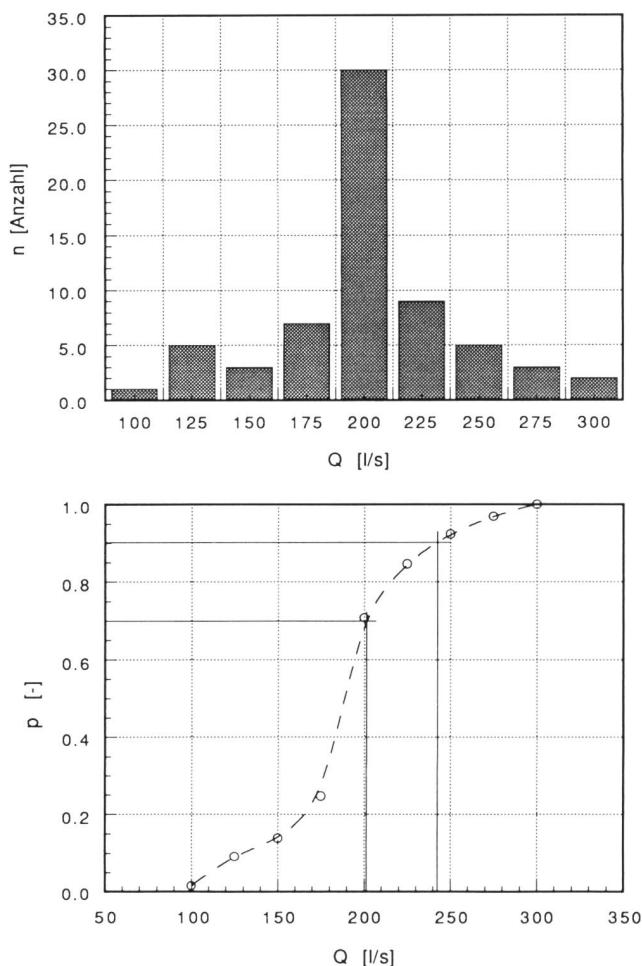


Bild 2. Häufigkeitsdiagramm für Fraktionen zu 25 l/s, oben, und unten Summenkurve der Mindestabflüsse gemäss der Methode nach Schälchli (1991, unveröffentlicht) für den Campo-Bach. p : Häufigkeit [-]; Q : Mindestabfluss [l/s]; n : Anzahl Fälle.

mungsverhältnisse und der Feststofftransport sind in dieser Periode unter natürlichen Bedingungen nahezu konstant, sie kommen fast zur Ruhe, weshalb eine Bewertung aus biologischer Sicht in den Vordergrund tritt. In der Regel werden damit die hydraulischen und flussmorphologischen Anforderungen genügend berücksichtigt.

Restwasserabflüsse und Energieproduktion

Die Restwasservorschläge des UVB-Teams wurden von der KWB prinzipiell akzeptiert und in das neue Konzessionsprojekt übernommen. Offensichtlich lassen im vorliegenden Fall ökologisch angemessene Restwasserabflüsse, die zum Teil deutlich über die Mindestanforderungen des revidierten Gewässerschutzgesetzes hinausgehen, eine energiewirtschaftlich vertretbare Stromproduktion zu. Somit erfüllen wir unseren Auftrag, wonach mit der Festlegung der Restwasserabflüsse sowohl ökologischen als auch ökonomischen Interessen Rechnung getragen werden soll.

In Tabelle 3 sind für ausgewählte Bäche des oberen Puschlavs die Restwasserabflüsse gemäss revidiertem Gewässerschutzgesetz und gemäss der von uns angewendeten Methode einander gegenübergestellt. Die Tabelle zeigt, dass die Dotierung, wie wir sie vorschlagen, eine komplizierte Steuerung der Fassung nach sich zieht, doch ist dies nach Aussagen der KWB beim heutigen Stand der Technik lösbar.

In der Diskussion um die Restwasserbemessung wird immer wieder die Frage nach den Verlusten an produzierter elek-

trischer Energie gestellt. Deshalb ist in Tabelle 4 die Energieproduktion der betroffenen Anlagen der KWB bei verschiedenen Restwasserauflagen zusammengestellt. Bei der Dotierung gemäss den minimalen Anforderungen des revidierten Gewässerschutzes könnten gegenüber einer maximalen Wasserfassung (keine Restwasserauflagen) im Winterhalbjahr 8,0 und im Sommerhalbjahr 6,7 GWh weniger Energie produziert werden. Dies entspricht im Jahr einer Minderproduktion von 5,5%. Die Dotierung der Fassungen, wie sie von der Kraftwerke Brusio AG in das neue Konzessionsprojekt aufgenommen werden, führt gegenüber der Maximalproduktion im Winterhalbjahr zu einer Reduktion der Stromproduktion um 8,6 und im Sommerhalbjahr um 16,3 GWh, was im Jahr einem Verlust von 9,3% entspricht.

Forderungen der «Volksinitiative zur Rettung unserer Gewässer»

Die KWB sind mit ihren Dotierwasserabflüssen dem Wunsch des Bündner Amts für Umweltschutz nachgekommen, für die Bäche des betroffenen Einzugsgebietes individuelle, wissenschaftlich begründete Restwasserabflüsse festzulegen. Für die Kraftwerksgesellschaft stellt sich jedoch auch die Frage, welche Konsequenzen eine Annahme der «Volksinitiative zur Rettung unserer Gewässer» durch Volk und Stände hätte. Im Initiativtext heisst es in Art. 24oc-ties Abs. 6: «Bei neuen und bestehenden Stauhaltungen und Wasserentnahmen ist dauernd und auf der ganzen Länge der Fließstrecke eine ausreichende Wasserführung zu gewährleisten. Als ausreichend gilt die Wasserführung, wenn insbesondere die standortgemässen Lebensgemeinschaften von Tieren und Pflanzen fortbestehen können, schutzwürdige Landschaften oder wertvolle Landschaftselemente sowie Grundwasservorkommen hinsichtlich Menge und Güte nicht erheblich beeinträchtigt werden, eine genügende Verdünnung der Abwässer sichergestellt ist und die Fruchtbarkeit des Bodens erhalten bleibt.» Die im heute gültigen Verfassungsartikel 24bis verlangte Interessenabwägung würde vollständig wegfallen.

Die Anforderungen des Verfassungsartikels müssten nach dessen Annahme durch Volk und Stände im Gewässerschutzgesetz konkretisiert werden. Unserer Meinung nach erfüllen die Restwasserabflüsse, die vom Wissenschaftsteam der KWB vorgeschlagen sind, die oben zitierten Anforderungen der Volksinitiative weitgehend. Die KWB müsste ihr Konzessionsprojekt auch bei einer Annahme der Volksinitiative nicht grundlegend überarbeiten.

Literatur

Büttiker, B. (1982): Anforderungen an die Restwassermenge aus Sicht der Fischerei. In: Schlussbericht der interdepartementalen Arbeitsgruppe Restwasser (Akeret-Bericht), Bern.

BUWAL (1989): Wasserentnahme aus Fließgewässern: Gewässerökologische Anforderungen an die Restwasserführung. Schriftenreihe Umweltschutz, Nr. 110, Bern.

Hainard, P.; Bressoud, B.; Giugni, G.; Moret, J.-L. (1987): Wasserentnahme aus Fließgewässern; Auswirkungen verminderter Abflussmengen auf die Pflanzenwelt. BUS-Schriftenreihe Umweltschutz, Nr. 72, Bern.

Statzner, B.; Kohmann, F.; Schmedtje, U. (1990): Eine Methode zur ökologischen Bewertung von Restabflüssen in Ausleitungsstrecken. «Wasserwirtschaft» 80 (1990) 5, S. 248–254.

Schälchli, U. (1991): Die von Schälchli erarbeitete Methode wird demnächst als VAW-Mitteilung veröffentlicht.

Adressen der Verfasser: Bernd Kiefer, Dr. phil. II, Biologe/Limnologe OeVS, Projektleiter Umweltverträglichkeitsbericht der Kraftwerke Brusio AG; Mitinhaber der Carbotech AG, Basel, Solothurn und Zürich, Schaffhauserstrasse 24, CH-8006 Zürich, und Ueli Schälchli, dipl. Ing. ETHZ, Mitarbeiter der VAW im Projektteam des Umweltverträglichkeitsberichtes der Kraftwerke Brusio AG, Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie der ETH Zürich, ETH Zentrum, CH-8092 Zürich.