

Zeitschrift: Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria
Herausgeber: Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
Band: 83 (1991)
Heft: 10

Artikel: Die Restwasserproblematik aus gewässerökologischer Sicht
Autor: Weber, Georg
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-941033>

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>

Vorwort des Auftraggebers

Die Umsetzung der verfassungsmässigen Vorgabe der «Sicherung angemessener Restwassermengen», wie sie in Artikel 24^{bis} des Jahres 1975 festgelegt ist, erwies sich als schwierig, sobald es darum ging, konkrete Restwassermengen gesetzmässig festzulegen.

Zwar können die Einbussen an Energie, die durch Restwasserauflagen bei bestehenden Wasserkraftwerken zu erwarten sind, einigermassen zuverlässig abgeschätzt werden. Der ökologische Nutzen der Restwassermengen, der in einer Gesamtgüterabwägung den genannten Einbussen gegenübergestellt werden muss, ist sehr viel schwieriger zu bestimmen.

Seit hundert Jahren wurden in der Schweiz 450 Wasserkraftanlagen gebaut, die mehr als 300 kW Leistung haben. Diese Anlagen werden zuverlässig betrieben und liefern 60% an unseren Stromverbrauch. Weder über die durch teilweise oder zeitweise ganze Trockenlegung von Gerinnen entstandenen Schäden noch über den Nutzen von Restwasserabgaben liegen aussagekräftige wissenschaftliche Arbeiten vor – Ausnahmen bestätigen die Regel. Erst in den letzten Jahren sind auch aus dem benachbarten Ausland einige Forschungsarbeiten bekannt geworden, die sich mit dieser Thematik befassen. Aber auch hier fehlen Langzeitbeobachtungen und -kontrollen. Richtigerweise

wurde versucht, mit der Untersuchung von Einzelfällen allgemein gültige Aussagen zu erzielen. Sind genügend Einzelfälle (vergleichbare Methoden vorausgesetzt!) untersucht, wird man darangehen können, die Resultate auch auf andere Bach- und Flussläufe zu übertragen und so die Grundlagen für solide Gesetzesbestimmungen zu schaffen. In der vorliegenden Studie werden die wichtigsten bekannten Arbeiten zusammengefasst und vorgestellt. Es ist zu hoffen, dass nicht nur Fachbiologen sich aufgrund dieser Studie ein Bild machen können, wie weit das Wissen heute vorhanden ist, welche Schlüsse heute schon gezogen werden dürfen und welche nicht. Auch zeigt diese Zusammenstellung auf, dass noch weitere Studien nötig sind. Das ausgewertete Material wurde von Biologen und Spezialisten erarbeitet; die jeweiligen Schlussfolgerungen wurden stets aus der Sicht der Ökologie gezogen.

Die Frage, wie weit die Nutzung der Natur durch den Menschen in die ökologischen Kreisläufe eingreifen darf, ist aber von der Gesellschaft zu beantworten. Diese Gesellschaft wird bei uns durch die gewählten Politiker und die Verwaltungen repräsentiert, wenn nicht der Stimmünger an der Urne direkt entscheidet. Jene haben die Aufgabe, den Nutzen für den Menschen gegen die Belastungen der Natur abzuwegen (oder es entscheidet jeder einzelne, wie das beim Individualverkehr oder beim Energieverbrauch zu beobachten ist).

Georg Weber

Die Restwasserproblematik aus gewässerökologischer Sicht

Vorgeschichte

Im Jahre 1975 wurde der Wasserwirtschaftsartikel 24^{bis} der Bundesverfassung angenommen. Dieser Verfassungsartikel macht in Absatz 1 die «haushälterische Nutzung» der Wasservorkommen und die «Berücksichtigung der gesamten Wasserwirtschaft» zur Pflicht und überträgt damit dem Bund in Absatz 2 die Kompetenz, auf dem Weg der Gesetzgebung Bestimmungen über «den Schutz der ober- und unterirdischen Gewässer gegen Verunreinigungen und die Sicherung angemessener Restwassermengen» zu erlassen. Damit setzte ein jahrelanges Ringen um die Konkretisierung der geforderten «angemessenen Restwassermengen», welche im Revisionsentwurf des Gewässerschutzgesetzes verankert werden sollen, ein. Im heutige vorliegenden Entwurf für ein revidiertes Gewässerschutzgesetz, welcher der Initiative «zur Rettung unserer Gewässer» vom Oktober 1984 teilweise entgegenkommt, wird die in einem Fließgewässer zu verbleibende Mindestrestwassermenge aufgrund der sogenannten Matthey-Formel¹, welche das Überleben von Fauna und Flora sichern soll, festgelegt. Die Mindestrestwassermenge kann von den Kantonen in einem zweiten Schritt erhöht werden, soweit dies aufgrund einer Interessenabwägung zwischen ökologischen und wirtschaftlichen Überlegungen möglich ist.

Diese Regelung bewog die Kleinkraftwerkbesitzer zu einem Referendum gegen den Revisionsentwurf, da sie um ihre Existenz bangen. Es besteht ein grundsätzlicher Konflikt zwischen den Kraftwerkbetreibern bzw. den Strom- oder Energieverbrauchern sowie den Konzessionären und auch der öffentlichen Hand, welche durch die formelmässige Festlegung der Restwassermenge Einbussen an Strompro-

duktion (wie auch Wasserzinsen und Steuern) in Kauf nehmen müssten, und dem Anliegen des Umweltschutzes, welcher mit einer angemessenen Restwassermenge das ökologische Wirkungsgefüge im Fließgewässer und die für den jeweiligen Gewässerabschnitt typischen Biozönosen erhalten will.

In der Folge der Diskussionen rund um die Frage der geforderten «angemessenen Restwassermenge» wurden in den letzten Jahren zahlreiche Fallstudien durchgeführt, deren Kernpunkt in der Konkretisierung gewässerökologischer Anforderungen an Restwasserstrecken liegen sollte. Diese Anforderungen (als Beitrag der Ökologen zur Entscheidungsfindung) fließen schliesslich in eine Gesamtinteressenabwägung ein, die als politischer Prozess verstanden werden muss.

Vergleich einiger Publikationen

Im folgenden wurden zu diesem Thema einige der neueren Publikationen aus der Schweiz und Österreich [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7] miteinander verglichen, um eventuelle Unterschiede und/oder Gemeinsamkeiten aufzuzeigen.

Die aus Tabelle 1 ersichtlichen übereinstimmenden Forderungen sind:

1. Die Restwassermenge soll dynamisch geregelt werden.
2. Spülungen sollen nur bei natürlichen Hochwasserereignissen durchgeführt werden.
3. Es sollen keine starren Formeln für die Bemessung der jeweiligen Restwassermenge angewandt werden.

Übertragbarkeit der Resultate

Trotz den drei übereinstimmenden Forderungen weichen die Aussagen der einzelnen Berichte teilweise stark voneinander ab.

Dies ist verständlich, da sowohl die gewählten Fließgewässer wie auch die angewandten Methoden nicht immer vergleichbar sind.

So stützt sich der Bericht (von Hainard, 1987) über die Auswirkungen verminderter Abflussmengen auf die Pflanzen-

¹ Die ursprüngliche Formel Matthey: $Q_r = Q_{300} * 15 / (\ln Q_{300})^2$ wurde im Revisionsentwurf modifiziert auf $Q_r = Q_{347} * 15 / (\ln Q_{347})^2$, wobei die Mindestrestwassermenge Q_r in einem Fließgewässer mit einem $Q_{347} = 60 \text{ l/s}$ mindestens 50 l/s betragen muss.

Tabelle 1. Überblick über die verschiedenen Berichte, besonders der untersuchten Gewässer, der Beobachtungen sowie der Aussagen der einzelnen Berichterstatter.

Verfasser [Lit.]	untersuchte Gewässer	Charakteristik	Untersuchungs-ergebnisse	Forderungen
Interdep. Arbeitsgruppe Restwasser (Fischerei) [1]	Hinterrhein (alpines Gewässer)	$Q_{300} = 3,5 \text{ m}^3/\text{s}$ $Q_r = 1,48 \text{ m}^3/\text{s}$ im Mittel	Q_r nach Matthey reicht für angestammte Fischfauna nicht	1. Q_r so bemessen, dass es im ganzen Flusslauf der Minimalmenge genügt 2. Q_r dynamisch 3. Q_r für Salmoniden-gewässer Hinterrhein im Bereich des winterlichen Nieder-wasserabflusses
Restwassergruppe der EAWAG [2]	Töss und Schächenbach (Voralpenbäche), Niemet (Gebirgswildbach)	Töss: $Q_m = 4,2 \text{ m}^3/\text{s}$, $Q_{E\max} = 4,5 \text{ m}^3/\text{s}$, $Q_r = 0$; Schächenbach: $Q_m = 3,3 \text{ m}^3/\text{s}$, $Q_{E\max} = 5,75 \text{ m}^3/\text{s}$, $Q_r = 0 +$ Zuflüsse; Niemet: $Q_m = 0,5 \text{ m}^3/\text{s}$, $Q_{E\max} = \text{alles}$	keine Veränderung der Gewässergüte, Verkleinerung und Monotonisierung des aquat. Lebensraumes, bei NW-Abfluss verstärkte Sedimentation und Veralgung	1. $Q_{min} = Q_{300}$ 2. Limitierung von Q_{grenz} auf Q_{80-100} 3. Q_r dynamisch (nach 2 Wochen NW-Abfluss höhergelegenen Zufluss für min. 1 Tag im Bachbett belassen) 4. Sicherstellung der freien Fischwanderung
Prof. Hainard (UNI Lausanne) [3]	Rhein, Hinterrhein, Rhône und Orbe (colline Stufe), Inn (montane Stufe)	beobachtete Abschnitte: Q natürlich	an all den beobachteten Gewässerabschnitten mit natürlichem Abfluss herrschen Pflanzen-gesellschaften vor, die auf periodische Über-flutungen und Grund-wasser angewiesen sind	1. Q_r dynamisch in 5 Stufen: a) Q_r nach Matthey b) $Q_r = 25\% Q_m$ c) $Q_r = 50\% Q_m$ d) $Q_r = 75\% Q_m$ e) $Q_r = 100\% Q_m$
M. Margreiter-Kownacka [4]	Pitzbach* und Taschachbach (Gletscherbäche) in Tirol *Pitzbach nur als Vergleich aus älterer Untersuchung	$Q = 0,03$ bis $7,0 \text{ m}^3/\text{s}$ $Q_r = 0$ Zuflüsse: 25 l/s	für Entwicklung der Biozönosen in Gletscherbächen NW-Periode wichtig; Wasserentnahme wirkt sich positiv aus (Licht), Benthosorganismen überleben bei Hochwasser in Sohlabpflasterung	1. Q_r durch Zuflüsse genügt 2. Spülungen sollen nur während Hochwasser stattfinden
Dr. H. Ritter und Dr. R. Saxl [5]	Krems, Oberösterreich (sommerwarmer, kalk- und nährstoffreicher Voralpenfluss)	$Q_m = 1 \text{ m}^3/\text{s}$ $Q_{E\max} = 2 \text{ m}^3/\text{s}$ $Q_r = 0$, Zuflüsse	praktisch keine Veränderungen in Gewässergüte, Algen-aufwuchs und Makrozoobenthos, lange NW-Perioden führen zu Diversitätsabnahme, wechselnde Bedingungen an Substratoberfläche günstig für Benthosfauna	1. Verzicht auf mathematische Formeln für Q_r 2. zuerst Q_r durch Erfahrung rahmen-mässig festlegen und nach 2 bis 3 Jahren Betrieb und ökologischen Unter-suchungen definitiv festlegen
Dr. H. E. Pehofer [6]	Alpbacher Ache (sommerkalter Mittelgebirgsbach) Tirol	$Q = 0,5$ bis $6 \text{ m}^3/\text{s}$ $Q_{E\max} = 1,2 \text{ m}^3/\text{s}$ $Q_r = 30 \text{ l/s}$	Reduktion der winterlichen NW-Menge beeinflusst Strömung und benetzten Querschnitt nicht stark, Gewässergüte, Algen- und Zoobenthosbestand unverändert, wechselnde Bedingungen an Substratoberfläche gut	1. heutige Restwassermenge genügt 2. Q_r dynamisch 3. gleiche Strömungs-verteilung gewährleisten 4. nur bei genügend Überwasser spülen
J.-C. Bernegger (EAWAG) [7]	Muota	$Q_m = 18,9 \text{ m}^3/\text{s}$ $Q_r = 0$, Karstquellen	bei Trockenfallen der untersuchten Restwasserstrecke keine Organismen bis in 4 m Tiefe gefunden schnelle Wieder-besiedlung bei Wieder-wasserführung, aber mit der Zeit Verarmung der Diversität	1. minimale Restwassermenge wäre für Erhaltung der Benthosfauna erforderlich

Erklärungen: Q_r = Restwasser, Q_m = mittlere Abflussmenge, $Q_{E\max}$ = max. Entnahmemenge, NW = Niederwasser

welt nur auf vorhandene Literatur und Feldbeobachtungen an Gewässerabschnitten mit unbeeinflusstem Abfluss; es werden aber Aussagen über die Auswirkungen bei vermindertem Abfluss gemacht, die sich verständlicherweise auf allgemein gehaltene Feststellungen beschränken, da Vergleiche mit Flussabschnitten, welche in Restwasserstrecken liegen, fehlen. Die Feststellung, dass Pflanzengesellschaften, welche von periodischen Überflutungen und dem Grundwasserstand abhängen, von einer Abflussreduktion betroffen wären, ist allgemein bekannt. Die Grundlagen für diese Abstufung werden nicht diskutiert, was eine Beurteilung der Arbeit verunmöglicht.

Der Diplomarbeit von *J.-C. Bernegger* (1990) war zuwenig Zeit vergönnt, um den beobachteten Effekt des Verschwindens der Benthosfauna aufgrund des eher zufälligen Trockenfallens einer Probenahmestelle durch wiederholte Probenahmen während mehrerer Jahre abzusichern, da er beispielsweise im Widerspruch zu den Ergebnissen der Untersuchungen an der Alpbacher Ache (*Pehofer*, 1989) steht. Die aus dieser einmaligen Beobachtung abgeleitete Forderung nach einer minimalen Restwassermenge wird durch keine näheren Angaben konkretisiert.

Die Untersuchungen der Restwassergruppe der EAWAG (1989) zu den gewässerökologischen Anforderungen an die Restwasserführung sind unter sich vergleichbar und aussagekräftig, doch können sie leider kaum mit den Untersuchungen an der Krems (Dr. *H. Ritter* und Dr. *R. Saxl*, 1990) und der Alpbacher Ache (Dr. *H. E. Pehofer*, 1989) verglichen werden, da die Abflussmengen stark voneinander abweichen (siehe Tabelle 1). Auch weist die Krems im Gegensatz zur Töss Zuflüsse in der Restwasserstrecke auf, was der Grund dazu sein dürfte, dass in der Krems keine wesentlichen Unterschiede in der Algen- und Makroinvertebraten-biozönose festgestellt wurden, in der Töss jedoch in fast stehenden Gewässerabschnitten eine verstärkte Algenbildung beobachtet wurde. Auch die Situation in der Alpbacher Ache ist mit derjenigen im Schächenbach, obgleich in ähnlicher Höhenlage, nicht gut vergleichbar. Der Grund, dass in der Alpbacher Ache – im Gegensatz zum Schächenbach – keine für die Fauna nachteilige Veränderung des be netzten Querschnittes und der Strömungsverteilung festgestellt wurde, scheint darin zu liegen, dass in der Alpbacher Ache ein Dotationswasser von $0,03 \text{ m}^3/\text{s}$ abgegeben wird (im Schächenbach hingegen kein Dotierwasser) und auch die Abflussverhältnisse unterschiedlich sind.

Der Teilbericht «Fischerei» im Schlussbericht der interdepartementalen Arbeitsgruppe Restwasser (1982) zeigt, obwohl auf die Problematik der Fischerei zugeschnitten, ein allgemein brauchbares Vorgehen auf: Mit Hilfe von Dotationsversuchen mit unterschiedlichem Abfluss konnte der minimal nötige Abfluss zur Erhaltung der Fischfauna eingegrenzt werden – er ist im Fall der Teststrecke im Hinterrhein höher als die Matthey-Formel angibt, was wieder die These unterstützt, dass es keine starre Formel gibt, welche in der gleichen Art und Weise für alle Gewässer anwendbar wäre. Zudem zeigt sich hierbei, dass die Matthey-Formel nur für kleine und mittlere Gewässer einen sinnvollen Anhaltspunkt liefert – sie ist ja auch an kleinen und mittleren Mittellandgewässern entwickelt worden.

Die beste Übersicht vermitteln die drei Berichte aus Österreich «Einfluss der Gletscherbachfassung auf die Biozönosen der unmittelbar anschliessenden Entnahmestrecke – Fallbeispiel Pitzbach und Taschachbach» (*M. Margreiter-Kownacka*, 1990) – und die schon erwähnten Berichte über die Untersuchungen an der Krems (*Pehofer*, 1989) und der Alpbacher Ache (*H. Ritter* und *R. Saxl*, 1990). Die angewandte Methodik und die untersuchten Parameter waren

für alle drei Gewässer dieselben, so dass die Untersuchungsergebnisse einen guten Querschnitt über die Anforderungen dreier Gewässertypen in unterschiedlichen Höhenlagen geben. Bei allen drei Gewässern wurden Restwasserstrecken mit keiner oder geringer Dotationswasserabgabe (die weit unter dem Wert gemäss Matthey-Formel liegen) untersucht, wobei in keinem der drei unterschiedlichen Gewässer so gravierende Folgen der Wasserentnahme beobachtet wurden, dass eine massive Erhöhung der Restwassermenge gefordert würde. Wiederum ein Zeichen, dass die Anwendung derselben starren Formel für alle Fließgewässer wahrscheinlich nicht sinnvoll ist. Die Berichtverfasser sehen sich aus diesem Grund auch nicht in der Lage, allgemeingültige Anwendungsvorschriften für angemessene Restwassermengen zu definieren.

Schlussfolgerung

Es ist klar erkennbar, dass bis anhin trotz intensiven Bemühungen keine einheitliche Festlegung «angemessener Restwassermengen» vorgenommen werden kann. Festgestellt werden kann jedoch, dass die Berechnung einer angemessenen Restwassermenge nach Matthey nur sehr beschränkt angewendet werden kann und besser nur als Anhaltspunkt zu verwenden ist, wenn andere Grundlagen fehlen. Die unterschiedlichen Aussagen der vorgestellten Berichte bestätigen die Erkenntnis, die im Schlussbericht der interdepartementalen Arbeitsgruppe Restwasser wie folgt formuliert wird: «Jede Landschaft und jedes Fließgewässer stellt einen Einzelfall dar, der sich in seiner Komplexität einer Wertung mit Formeln entzieht.» Es erscheint daher am sinnvollsten, dem Vorschlag von Dr. *H. Ritter* und Dr. *R. Saxl* («Restwassererfordernisse aus limnologischer Sicht, Fallstudie Voralpenfluss Krems, Oberösterreich») zu folgen: «In einer ersten Phase soll eine auf Erfahrungswerte abgestützte Restwassermenge provisorisch angewendet werden, die in einer zweiten Phase nach 2 bis 3 Jahren Kraftwerksbetrieb, während denen ergänzende ökologische Untersuchungen durchgeführt wurden, enger eingegrenzt und definitiv festgelegt wird.»²

Dabei müssen verschiedene Gesichtspunkte, wie sie in den ausgewerteten Berichten als wichtig und eventuell problematisch beschrieben sind, berücksichtigt werden:

- Die Restwassermenge muss so bemessen sein, dass der Minimalabfluss auf der ganzen Strecke gewährleistet bleibt (Achtung auf Versickerungsstellen!).
- Die Restwassermenge soll der natürlichen Abflussdynamik folgen, das heisst, im Sommer muss die Restwassermenge deutlich höher liegen als im Winter.
- Die freie Fischwanderung sowie die Erhaltung der natürlich angestammten Fischfauna muss erhalten bleiben – wichtig sind hier vor allem die Wassertiefe, die Beschaffenheit der Gewässersohle und die Strömungsverteilung.
- Spülungen sollen nur während Hochwasserereignissen stattfinden, so dass die Benthosfauna rechtzeitig im Sediment Unterschlupf suchen kann.

² Im eidgenössischen Wasserrechtsgesetz (Art. 34, Bst. b) wird als obligatorischer Inhalt aller Verleihungen vorgeschrieben: der Umfang des verliehenen Nutzungsrechtes mit Angabe der Wassermenge in Sekundenkubikmetern und die Art der Nutzung.

Diese Vorschrift wurde zum Schutz der sehr grossen Investitionen für eine Wasserkraftanlage im Gesetz aufgenommen, damit dem Geldgeber mit der Konzession die Sicherheit gegeben wird, dass seine Investitionen auch wirtschaftlich/energetisch genügend genutzt werden können.

Somit stösst eine nachträgliche Erhöhung der Restwassermenge auf Schwierigkeiten oder zieht Entschädigungsforderungen des Konzessionärs nach sich.

- Die Gewässersohle muss aus diesem Grund und für die Laichplätze der Fische möglichst natürlich erhalten oder gestaltet werden.
- Es sollten infolge Wasserentnahme keine Trockenstrecken oder Teilstrecken mit flachen und eventuell sogar stehenden Tümpeln entstehen, mit Ausnahme von gewünschten Flachuferzonen oder Altarmen.
- Auenwälder und sonstige Pflanzengesellschaften, welche auf periodische Überflutungen und einen hohen Grundwasserstand angewiesen sind, sollten nicht gefährdet werden.

Mit einer solchen, für jedes Gewässer speziell zugeschnittenen Lösung sollte es möglich sein, der Vielfalt und Komplexität der Wechselwirkungen in einem Gewässer Rechnung zu tragen und gleichzeitig die wirtschaftlichen Interessen soweit wie möglich zu berücksichtigen, da nicht für jedes Gewässer dieselbe starre Formel angewendet wird. Es besteht also nach wie vor ein Bedarf an seriösen Untersuchungen, um den Kenntnisstand zu erweitern.

Adresse der Verfasserin: Karin Seitz-Handl, Ökologin, Holinger AG, CH-5401 Baden.

Lösungsmöglichkeiten für Fugeninstandsetzungen – geklebte Elastomer-Fugenbänder

Bei der Untersuchung einer fehlerhaften Fugenabdichtung wird man das Augenmerk auf die baulichen Voraussetzungen richten [1]. Zuallererst ist die Nichteinhaltung der Vorgaben der DIN 18 540 anzuführen, durch die ein Dichtstoff bei zu klein bemessener Fuge überfordert wird. Auch eine zu grosszügig bemessene Fuge oder nicht parallele Fugenflanken können eine Schadenursache sein, oder es sind Einwirkungen von erhöhter Temperatur, starke Witterungseinflüsse, hohe UV-Belastung, Einwirkung von Wasser oder andere mechanische Beanspruchungen bei der Auswahl des Dichtstoffes nicht genügend berücksichtigt worden. Dichtstoffe müssen auch nach ihrem Aushärtungsverhalten ausgesucht sein. Fugen, in denen schon während der Aushärtungszeit eines Dichtstoffs eine hohe Dehnung oder Stauchung zu erwarten ist, sollten mit schnellvulkanisierenden Zweikomponentensystemen abgedichtet werden. Schäden an Fugenabdichtungen sind dann schon vorprogrammiert, wenn nicht systemgeprüfte

Literaturverzeichnis

- [1] «Schlussbericht der interdepartementalen Arbeitsgruppe Restwasser»; Bundesamt für Umweltschutz, Bern; August 1982.
- [2] «Wasserentnahme aus Fließgewässern: gewässerökologische Anforderungen an die Restwasserführung»; Bericht der Restwassergruppe der EAWAG; Schriftenreihe Umweltschutz Nr. 110; Februar 1989.
- [3] «Wasserentnahme aus Fließgewässern – Auswirkungen verminderter Abflussmengen auf die Pflanzenwelt»; Prof. P. Hainard et al.; Université de Lausanne; Schriftenreihe Umweltschutz Nr. 72; Oktober 1987.
- [4] «Einfluss der Gletscherbachfassung auf die Biozönosen der unmittelbar anschliessenden Entnahmestrecke (Fallbeispiel: Pitzbach und Taschachbach)»; M. Margreiter-Kownacka; österreichische Wasserrirtschaft; 1990.
- [5] «Restwassererfordernisse aus limnologischer Sicht – Fallstudie Voralpenfluss Krems, Oberösterreich»; Univ.-Prof. Dr. R. Pechlaner, Dr. H. Ritter, Dr. R. Saxl, Universität Innsbruck; Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft; Wien 1990.
- [6] «Restwassererfordernisse aus limnologischer Sicht – Fallstudie Gebirgsbach Alpbacher Ache, Tirol; Dr. H. E. Pehofer, Universität Innsbruck; Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft; Wien 1989.
- [7] «Der Einfluss trockengelegter Restwasserstrecken auf die Benthosbesiedlung am Beispiel der Muota»; Diplomarbeit J.-C. Bernegger; EAWAG 1990.

Komponenten eines Dichtstoffs verwendet werden, wobei auch auf den Voranstrich als porenschliessende Vorbehandlung der Haftflächen zu achten ist. Weiter ist zu prüfen, ob der Schaden durch Adhäsions- oder Kohäsionsverlust aufgetreten ist. Nach dem Entfernen noch anhaftender Dichtstoffreste sind seine Rohstoffbasis und die Haftfläche wegen eventueller Unverträglichkeit zu untersuchen; meist müssen die alten Dichtstoffe vollständig entfernt und die Oberfläche nochmals angeschliffen werden. Bei thermoplastischen Materialien ist eine Instandsetzung nur mit einem mit Dichtstoff aufgeklebten Elastomer-Fugenband möglich. Engere Fugen müssen aufgetrennt werden, um sie wie üblich mit einem Dichtstoff abdichten zu können (DIN 18 540). Andernfalls kann nur eine Fugeninstandsetzung mit Elastomer-Fugenbändern unter Verwendung von Klebstoffen durchgeführt werden, auf die näher eingegangen wird. Die Arbeitsweise für diese Fugenabdichtung enthält Bild 1. Die dehbare Bandbreite geht über die eigentliche Fuge hinaus und kann entsprechend der Bewegung festgelegt werden. Die Fuge wird frei überbrückt und das Fugenband an den Randzonen mit einem geeigneten Klebstoff mit dem Untergrund verklebt. Fugenband und Klebstoff sollten aus dem gleichen Polymermaterial bestehen (z.B. Polysul-

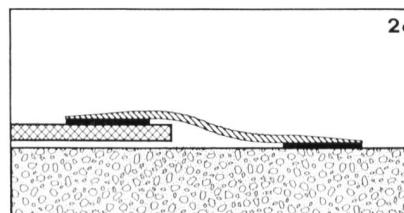
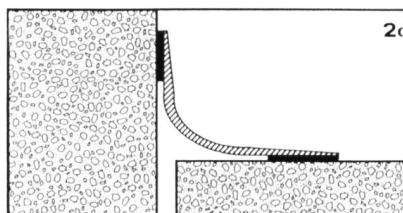
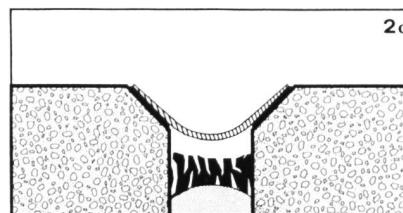
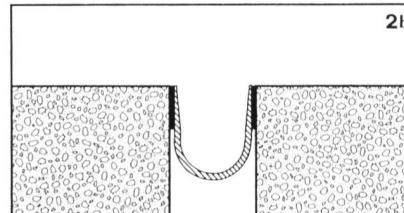
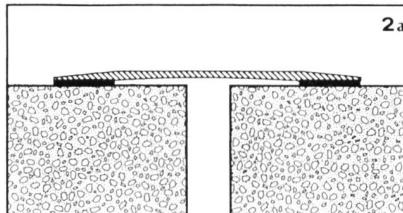
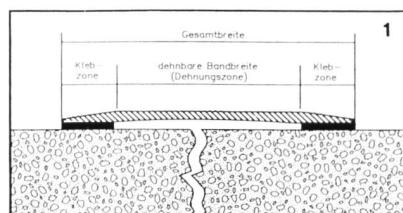


Bild 1. Aufgabe des Elastomer-Fugenbandes.

Bild 2. Bandverlegung flach auf der Betonoberfläche (a), schlafenförmig in der Fuge (b), in der Phase der Fuge (c) und im Winkel (d) sowie versetzt (e).