

Tobias Lang, Dr.-Ing.
Wasserwirtschaftsamt Deggendorf
Bernhard Schaipp, Dipl. Ing. Univ.
Landesamt für Umwelt

Rampen für Gewässer im Tertiären Hügelland

Wasser ist Leben
Wasserwirtschaft Bayern

Vilsausbau

Die Vils wurde zwischen Grafenmühle und Pöcking (Vils IV) von 1970 bis 1972 nach dem Sonderplan 'Abfluß Vils' ausgebaut [2]. Ziel war es damals, Ereignisse bis zum fünfjährigen Hochwasser aus dem Blickwinkel der landwirtschaftlichen Nutzung gefahrlos abführen zu können. Erreicht wurde dies durch Bedeichung, Durchstiche und z.T. auch neu angelegte Gewässer. Um die dadurch entstehende Gefälleerhöhung ausgleichen zu können, wurden - anders als bei vorher ausgebauten Abschnitten der Vils - Sohlrampen anstelle von Abstürzen eingebaut. Die anstehenden feinkörnigen Böden erlauben ein maximales Sohlgefälle von 0,8 ‰. Heute gibt es daher an der Vils im Bereich des bisherigen Wasserwirtschaftsamtes Passau 23 Rampen.

Die Vils entwässert Teile des tertiären niederbayerischen Hügellandes, hat eine Einzugsgebietsgröße von 1.445 km² und mündet nach ca. 100 km bei Vilshofen in die Donau. Der mittlere Niedrigwasserabfluss MNQ liegt bei 4,5 m³/s. Das größte bekannte Hochwasser trat am 9. Juli 1954 auf, mit einem maximalen Abfluss von 520 m³/s lag es deutlich über dem HQ₁₀₀ (330 m³/s).

Charakteristisches Merkmal mäandrierender Gewässer ist die Tendenz zur Laufverlagerung - dies führt bei der derzeitigen Sohlstützung durch Rampen und Querbauwerke nach größeren Hochwasserereignissen zu umfangreichen Sanierungstätigkeiten. Wie im Beitrag 'Ökologische Aufwertung der Sulzbachmündung' erläutert, wird derzeit versucht, den negativen Auswirkungen des Vilsausbaues (Sohleintiefung, hohe Unterhaltungskosten etc.) durch eine

grundlegende Änderung der Vorgehensweise entgegen zu wirken.

Schauberger Rampen

Schauberger Rampen gehen vom Naturmodell einer Stromschnelle aus und wurden ab den 50-er Jahren im alpinen Raum eingesetzt. Auch an der Vils wurde anfangs nach diesem Prinzip gebaut. Bei einer Rampe neigung von 1:10 treten permanent hohe Fließgeschwindigkeiten auf. Die hochkant gesetzten Granitblöcke wurden z.T. auf eine Filterschicht aus Kiessand und Granit-schroppen gebettet. Die Energieumwandlung wird - wie bei Abstürzen - durch einen doppelten Fließwechsel erzielt, zusätzlich wurde der Rampenkörper möglichst rau und zur Konzentration des Abflusses muldenförmig auf die Mitte hin räumlich gekrümmt ausgebildet. Der Rampenkörper ist im Oberwasser mit Spundbohlen gesichert, im Unterwasser fixieren Stahlschienen die Steinschüttung. Es wurde kein Sturzbett vorgesehen, die Ufer wurden mit schwerem Steinwurf gesichert.

Sehr schnell traten bei Hochwasserereignissen die ersten Schäden auf. Bis zu 6 m tiefe Kolke und großflächige Uferabbrüche gefährdeten den Rampenkörper und die z.T. unmittelbar angrenzenden Deiche. Die erforderlichen Sanierungsmaßnahmen gingen weit über die erwarteten Unterhaltungskosten hinaus und führten zu einer anderen Einschätzung der zunächst als sehr 'preiswert' bezeichneten Bauweise.

Bereits Ende der 70er Jahre wurden am WWA Landshut [7] mehrere im Bereich des Vils II-Ausbaues (1973-1977) entstandene Rampen nach dem Konzept von Knauss [5] sa-

niert. Insbesondere wurde die Filterschicht auf 50 cm Stärke erhöht und das Gefälle auf 1:12 reduziert. Die Unterhaltungskosten blieben dennoch unerwartet hoch. In den betroffenen Wasserwirtschaftsämtern wurden seitdem zahlreiche Versuche unternommen das Problem zu lösen. Die Böschungen und Ufer wurden mit biologischen Maßnahmen saniert. Die Errichtung der Rampenkörper auf Filtervliesen und die Auskleidung der Kolkmulde mit Geotextil haben sich nicht dauerhaft bewährt. Auch der Einbau von nachgiebigen, mit Bewehrungsstäben verklammerten Betonmatratzen brachte keinen Erfolg.

Sanierungsversuch Mattenham

Die bei Mattenham - kurz vor dem Vilsental und damit der Mündung in die Donau - gelegene Rampe (Fkm 6,2) wurde im Jahr 2000 unter Verwendung des bestehenden Rampenkörpers auf 1:15 abgeflacht. Bei einer Höhe von 1,5 m ist sie die größte und die am stärksten belastete Rampe an der Vils. Die Umgestaltung der Oberfläche in eine wellenförmige Struktur ging in Richtung einer rauen Rampe in aufgelöster Bauweise - analog zur Weiterentwicklung der Rampenbauweisen in alpinen Ämtern (WWA Rosenheim). Die Bauweise vermittelt bei niedrigen Abflüssen (vgl. Abb. 1) ein sehr lebendiges Bild. Das Ziel, die Durchgängigkeit zu verbessern, wurde damit sicher erreicht.

Die bei etwa bordvollem Gewässerquerschnitt (MHQ = 132 m³/s) aufgenommenen Photos (vgl. Abb. 2 und Abb. 3) belegen allerdings, dass es bei Hochwasser auf der Rampe zu einem mehrfachen Wechsel zwischen strömendem und schießen-



Abb. 1: Wabenstruktur etwa bei MNQ

dem Abfluss kommt. Die Wellenenergie ist vom Quadrat der Wellenhöhe abhängig! Dahinter verbergen sich enorme dynamische Belastungen auf das Gefüge des Rampenkörpers und des Untergrundes. Die unzureichende Energieumwandlung auf der Rampe spiegeln die bis ca. 250 m ins Unterwasser reichenden, z.T. stehenden Wellen wider, die dort große Kolke verursachen und eine massive Nachbettsicherung verlangen.



Abb. 2: Fließwechsel auf der Rampe



Abb. 3: Wellenbild unterhalb der Rampe

Mögliche Schadensursachen

Nach Jäggi [4] sind im Wesentlichen folgende Problembereiche zu unterscheiden:

- ◆ Direkte Erosion: Abgleiten oder Herausreißen von Blöcken und die Gefahr des Aufrollens der Rampe.
- ◆ Indirekte Erosion: Stetiges Einsinken in den Untergrund durch Austrag der Feinteile des Untergrundes.
- ◆ Kolke am Rampenende und ungenügende Gründung.

Natürlich muss eine Rampe auf alle drei Bedingungen ausgelegt werden! Insbesondere reicht die Erfüllung der Stabilitätsbedingungen ge-

gen direkte Erosion allein nicht aus!

Die Ursachenforschung für die Probleme an der Vils lieferte folgende Erkenntnisse: Bedingt durch die großen Talbreiten bzw. die relativ weite Bedeichung mit niedrigem Ausbaugrad bleibt die spezifische Rampenbelastung mit etwa $3 \text{ m}^3/\text{s} \cdot \text{m}$ weit unter den kritischen Belastung von 15 bzw. $9 \text{ m}^3/\text{s} \cdot \text{m}$ nach Knauss [5]. Die spezifische Rampenbelastung gilt für gleichmäßige Rampenüberströmung und berücksichtigt nicht Mehrbelastungen infolge mehrdimensionaler Strömungen in Kurven oder mäandrierenden Systemen. Die Ursache für das Bauwerksversagen (Einsinken der Rampensteine) ist jedoch im meist unzureichenden Aufbau (Fehlen einer Filterschicht) zu suchen. Maßgebliche Ursache der starken Kolkbildung ist die hohe Neigung der Rampen mit 1:10 bis 1:15. Die daraus entstehenden hohen Fließgeschwindigkeiten bzw. Sohlschubspannungen sind untypisch für ein mäandrierendes Gewässer.

Wegen der geringen Rampenhöhen ist vor allem bei größeren Abflüssen keine ausreichende Energieumwandlung auf den Rampen möglich, der beschleunigte Rampenabfluss wird in Form von Uferanbrüchen und großen Kolken abgebaut. Da der Abfluss bis zum Rampenfuß nur unzureichend „gebremst“ wird, entsteht ein großer Kolk am Rampenfuß (der u.U. die Stabilität der Rampe gefährdet). Der Energieabbau erstreckt sich oft weit über die Rampe hinaus und führt zu langen Erosionsstrecken und heftigem Wellenschlag. Das ungewöhnlich feine, kugelige Sohl- und Ufersubstrat ist nicht in der Lage, den für die angreifenden Schleppspannungen erforderlichen Widerstand zur Energieumwandlung im Unterwasser der Rampen aufzubringen.

Im Rahmen des EU-Projektes ILUP wurde in Zusammenarbeit des Wasserwirtschaftsamtes Passau und des Landesamtes für Umwelt zuerst eine Analyse der Untergrundverhältnisse durchgeführt. Anschließend wurde ein Konzept für den Aufbau neuer Rampen an Gewässern des tertiären Hügellandes entwickelt.

Untergrundverhältnisse

Eine Besonderheit der Gewässer des Tertiären Hügellandes stellt das

ungewöhnlich feine Geschiebe dar. Die gerundeten Quarzkiesel enthalten kaum plattige Anteile und weisen aufgrund der steilen Kornverteilung hohe Mobilität auf. Auf den ersten Blick erinnert das Geschiebe an Hydrokultursubstrat. Die Kornzusammensetzung der Vils unterscheidet sich erheblich von alpinen bzw. dealpinen Flüssen. Die Grafik (Abb. 4) zeigt die Zusammensetzung von wanderndem Vilsgeschiebe (grüne Linie). Das Geschiebe der Vils wäre vom Charakter her als Einkornmaterial anzusprechen, gäbe es nicht die größten 25 % in der Kornzusammensetzung, welche die Ungleichförmigkeit U der Sieblinie auf etwas über 10 anheben (Grenze $U = 5$ zwischen Einkornmaterial und Korngemischen). Um Rampensteine der Schüttsteinklasse III einbauen zu können, ist der Einbau eines Filters zwingend erforderlich. Der Filter sollte zwischen den Schüttsteinklassen 0 und I liegen (blau gestrichelte Linien), suffusionsicher bzw. für den Einbau unter Wasser geeignet sein ($U < 5$). Auf dem Filter können Rampensteine z.B. der Steinklasse III (hellblau gestrichelte Linie) angeordnet werden, größere Blöcke (wie z.B. bei Schaubergerrampen oder Riegelrampen üblich) sind wegen der geringen Rampenbelastung nicht erforderlich.

Zum Vergleich: das Geschiebe der Saalach (dealpiner Fluss) hat eine Ungleichförmigkeit von 22, die Berchtesgadener Ache (alpiner Fluss bzw. Wildbachunterlauf) hat eine Ungleichförmigkeit von 34. Daher können die Rampensteine i.d.R. auf das anstehende Sohlmaterial direkt aufgesetzt werden.

Neue Rampen für die Vils

Zur Vermeidung von Fließwechseln sollten die Rampen möglichst flach ausgeführt werden. Eine Neigung von 1:30 bis 1:35 erfüllt gleichzeitig die Forderungen der Fischereifachberatung der Bezirke nach uneingeschränkter, d.h. nicht selektiver Durchwanderbarkeit. Bei dieser Bauweise gibt es keine Beschleunigungsstrecken, die für einzelne Fischarten kritisch sein könnten. Da die spezifischen Rampenbelastungen gering sind, dürfte der Bauwerkstyp Schüttsteinrampe an der Vils einfacher zu realisieren sein als eine Riegelrampe. Die Rampenform sollte auch bei einer aufgelösten Rampe in jedem Fall leicht mulden-

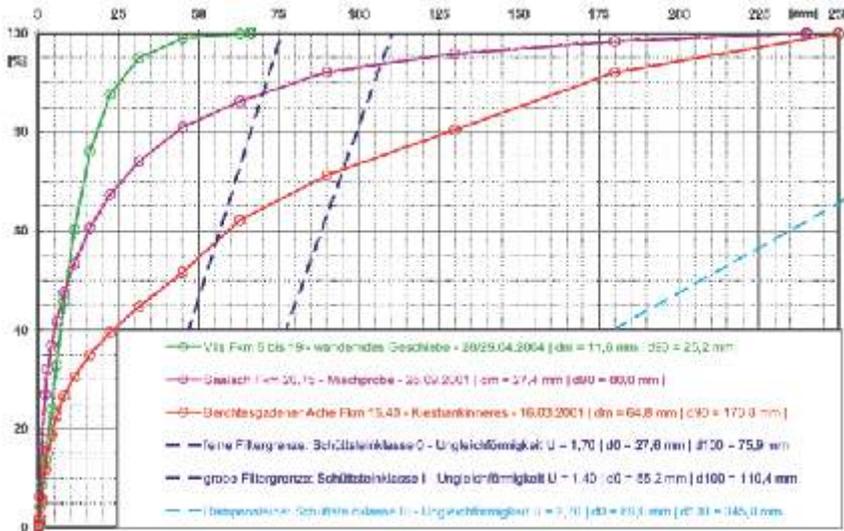


Abb. 4: Kornverteilung an Vils, Saalach und Berchtesgadener Ache

förmig sein, damit der Stromstrich gebündelt in Flussmitte gerichtet wird (Uferkolke vermeiden). Nicht nur die Rampenkronen, auch der Rampenfuß sollte mit gerammten Schienen, Spundwänden etc. gesichert werden.

Schroppen: Für einen filterstabilen Aufbau ist das feinkörnige Vilsgeschiebe mit einem d_m von rd. 11,6 mm maßgebend. Nach LfU-BW Nr. 63 [6] sollte der Materialtransport durch die Filterregel für gestreckte Kornverteilungskurven 'geometrisch blockiert' werden. Die Schroppenlage sollte etwa 10-mal so groß sein wie das Vilsgeschiebe. Da sich der d_m auf eine mittlere Steinachse bezieht, die Lieferbedingungen für Wasserbausteine dagegen auf die längste Steinachse, ist der Faktor 10 nochmals mit 1,3 (bei gedrungener Steinform die hier unterstellt wird) zu multiplizieren. D.h. die Schroppen sollten etwa 150 mm groß sein. Setzt man als Liefermaterial Granit mit einer Dichte von 2.900 kg/m^3 und einen Kugeldurchmesser von 0,116 m an, so ergibt sich ein Einzelsteingewicht von etwa 2,3 kg.

Die Schroppenlage darf nicht größer als das 15-fache Vilsgeschiebe sein, sonst besteht die Gefahr des Einsinkens der Schroppen in die Vilssohle. Das Schroppenpaket wirkt dann nicht mehr als Filter zwischen Vilsgeschiebe und Wasserbausteinen und kann das Einsinken der Wasserbausteine nicht verhindern. Wenn Schroppen als Filter zwischen Vilssohle und Wasserbausteinen eingebaut werden, so darf nach

BAW-Merkblatt MAK [3] die Schichtstärke nicht unter 0,3 m liegen.

Wasserbausteine: Der Größenunterschied Wasserbausteine zu Schroppen sollte ebenfalls ca. 10 betragen, mehr als 15 bzw. weniger als 5 sollte vermieden werden. Die Wasserbausteine sollten also 1,16 m Kugeldurchmesser haben, in jedem Fall aber in der Bandbreite von 0,58 bis 1,74 m liegen. Wasserbausteine aus Granit sollten 2,3 t wiegen und innerhalb einer Bandbreite von 0,4 bis 7,9 t liegen.

Nachbettschutz: Für flache Rampen (etwa 1:30 bis 1:35) sollte der Nachbettschutz etwa 1,5-mal so lang wie die Rampe oder so lang wie die doppelte Rampenbreite sein; es ist der größere Wert von beiden zu wählen. Etwa die Hälfte dieser Strecke wird als Kolksschutz der Kolkmulde ausgebildet, die andere Hälfte als Steinauflage. Diese Angaben wurden für hochbelastete Rampen ermittelt, da die Vils aber bald ausufernd und die spezifische Belastung eher gering ist (weit unter $10 \text{ m}^3/\text{s} \cdot \text{m}$), genügt ein Nachbettschutz so lang wie die Rampe (Kolksschutz halbe Rampenlänge, Nachbettschutz halbe Rampenlänge).

Kolkmulde: Die Kolkmulde wird mindestens zweilagig mit Schroppen belegt, damit wird sie weitgehend stabilisiert. Sollte der Kolk sich vertiefen, rollen Steine des Rampenfußes bzw. der Böschungssicherung in den Kolk hinein und stabilisieren diesen. Diese 'elasti-

sche' Kolkssicherung hat sich im Modellversuch auch bei hochbelasteten Rampen ($q > 15 \text{ m}^3/\text{s} \cdot \text{m}$) als wirtschaftlich und zuverlässig bewährt.

Steinauflage: Der Nachbettschutz wird mit einer Grobkornanreicherung aus Schroppen gesichert. Es sollten ca. 15 bis 20 Steine je Quadratmeter eingebaut werden, das entspricht einer Belegungsdichte der Sohle von 16 bis 21 % (oder einem einlagigen Aufbau mit 79 bis 84 % 'Löcher'). Eine dichtere Belegung ist möglich, aber nicht nötig.

Sicherung Rampenfuß: Wenn keine Pfahlreihe eingebaut wird, so sollte stattdessen der Rampenfuß mit einem Gefälle von 1:2 gegen den Kolk abgeböschet werden und massiv (zweilagig) mit Wasserbausteinen (so groß wie auf der Rampe verbaut) gesichert werden. Die Wasserbausteine müssen filterstabil gegründet werden. Sollte während der Sanierung festgestellt werden, dass der Rampenkolk mehr als $\frac{3}{4}$ der ursprünglichen Rampenhöhe erreicht, so sollten die Störsteine als Rampenfußsicherung mit verbaut werden. Der Rampenfuß sollte zusätzlich eine Steinreserve aufweisen, die ggf. in den Kolk rollen kann, ohne dass dadurch der Rampenfuß gefährdet wird (ca. eine Reihe Wasserbausteine zusätzlich).

Ufersicherung: Im Bereich der Kolkmulde muss der Böschungsfuß massiv mit filterstabilen Wasserbausteinen (so groß wie auf der Rampe verbaut) gesichert werden, eine Steinreserve sollte zusätzlich vorgeschüttet werden, die ggf. in den Kolk rollen und diesen stabilisieren kann (ca. eine Reihe Wasserbausteine zusätzlich). Im Bereich der Steinauflage sollte entlang von Außenkurven ähnlich massiv wie im Bereich der Kolkmulde gesichert werden, entlang der Innenkurve sind Abstriche möglich bzw. die übliche Ufersicherung reicht ggf. auch aus.

Übertragbarkeit auf andere Gewässer

Im Jahr 2005 wurden wie im Beitrag 'Ökologische Aufwertung der Sulzbachmündung' erläutert, 10 Rampen nach dem neuen Konzept an Sulzbach und Vils gebaut. Ende März des Jahres 2006 wurden die

Bauwerke über mehrere Tage einer ersten Bewährungsprobe unterzogen (vgl. Abb. 5 und Abb. 6). Das sehr ruhige, nur leicht gewellte Abflussbild bestätigt die neu entwickelten Bemessungs- und Bauvorgaben. Der nahezu bordvolle Abfluss (ca. 10 m³/s) dürfte die maximale Belastung für das Rampenbauwerk und damit etwa den Bemessungslastfall BHQ darstellen.



Abb. 5: Rampe am Sulzbach bei BHQ

Flüsse des tertiären Hügellandes weisen im Sohls substrat ähnliche Kornverteilungen wie die Vils auf. Die oft unregelmäßige Lagerung von kiesigem, sandigem bzw. schluffigem Material birgt die Gefahr plötzlicher und umfangreicher Massenmobilisierungen (z.B. bei Kolken hinter Rampen) und des Sohldurchschlages ins Tertiär. Im Bereich der niederbayerischen Wasserwirtschaftsämter wird dieses Konzept daher z.B. an Großer und Kleiner Laaber sowie der Rott umgesetzt werden können. Es ist für die breiten Auentäler des tertiären Hügellandes mit gerundetem und feinkörnigem Substrat also von der in Schwaben entspringenden Paar bis zur oberbayerischen Isen geeignet [1]. Für die „sandigen“ nord-



Abb. 6: Die Rampe von Unterwasser

bayerischen Gewässertypen ist u.U. der Einbau einer weiteren Filterschicht erforderlich, zur Filterbemessung wird auf das Merkblatt MAK der BAW [3] verwiesen. Das neue Rampen-Konzept garantiert einerseits die Gewässerdurchgängigkeit für alle Fischarten und andererseits die Stabilität von Rampen

und Ufern. Die zunächst deutlich höheren Baukosten können durch künftig wesentlich geringere Unterhaltskosten leicht gerechtfertigt werden.

Literaturangaben

[1] Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft: *Fließgewässerlandschaften in Bayern*, München, 2002.
 [2] Binder, W.: *Planung, naturnaher Ausbau und Entwicklung von Wasserläufen die niederbayerische Vils*, in: *Wege zu naturnahen Fließgewässern*, Deutscher Rat für Landespflege, Heft 58, 1989.
 [3] Bundesanstalt für Wasserbau (BAW): *Merkblatt - Anwendung von Kornfiltern an Wasserstraßen (MAK)*, Karlsruhe, 1989.
 [4] Jäggi, M.: *Grundsätze zum Bau von Blockrampen*, in: *Wasser Energie Luft* > 96. Jahrgang, Heft 5/6, Baden, 2004.
 [5] Knauss, J.: *Neue Beispiele für Blocksteinrampen in Flachlandflüssen*. Versuchsanstalt für Wasserbau der TU München, Bericht Nr. 45, 1981.
 [6] Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg: *Anlagen zur Herstellung der Durchgängigkeit von Fließgewässern*, Band 63, Karlsruhe, 2000.
 [7] Lochner, W.: *Erfahrungen bei der Bemessung und der konstruktiven Ausbildung von Sohlrampen*, Erläutert am Beispiel der Vils in Niederbayern, Infobereich des Bayer. LfW, Nr. 8/1978.

Geiger Steinkörbe werden in unterschiedlichen Größen, abhängig vom individuellen Baustellenbedarf, produziert und geliefert.

Einfacher Einbau, leichtes Versetzen sowie exzellente Schallschutzeigenschaften zeichnen die Steinkörbe aus.

Durch verschweißtes Stab- bzw. Doppelstabgitter mit Zinkauflage 500 g/m² bieten die Geiger-Steinkörbe eine hohe Stabilität und Lebensdauer.

Für weitere Informationen wenden Sie sich bitte direkt an Michael Kollenda, Telefon 08379 9201-73.

Multitalente im Einsatz!

Die Vorteile auf einen Blick:

- kostengünstig
- fix und fertig befüllt
- maschinell verdichtet
- hohe Stabilität
- langlebig
- widerstandsfähig
- leichtes Versetzen
- kurze Ausführungszeiten
- schneller Baufortschritt
- ökologisch
- flexibel
- individuell einsetzbar

Wilhelm Geiger GmbH & Co. KG
 Herzmanns 10
 87448 Waltenhofen
 Telefon: 08379 9201-73
 Telefax: 08379 9201-11
 www.w-geiger.de

Geiger