

Ökologie von Wildflusslandschaften - am Beispiel des Forschungsprojektes „Fiume Tagliamento“ (Friaul, Italien)

Klement Tockner¹ & Nicoletta Toniutti²

¹Abteilung für Aquatische Ökologie an der EAWAG und Institut für Integrative Biologie an der ETH, Dübendorf, Switzerland: E-mail: tockner@eawag.ch

²WWF Italien, c/o WWF Friuli Venezia Giulia, Udine: E-mail: n.toniutti@wwf.it

What delivers biodiversity in riverine landscapes? Lessons from the Tagliamento Project

Riverine landscapes are particularly distinct systems because of their open link to adjacent ecosystems, their interface position between land and water, and the constraints that hydrological and morphologic dynamics place on their flora and fauna. Most riparian ecosystems are also topographically unique systems occupying the lowest position in the landscape, thereby integrating upstream catchment-scale processes.

Braided rivers, once keystone ecosystems in the Alps, are among the most endangered systems world wide. The Fiume Tagliamento in NE Italy, with its 60 km long braided corridor, is a unique system remaining in the Alps. It offers the rare opportunity to investigate natural processes at a scale that can be studied almost nowhere else in Europe. Along the Tagliamento, we can witness in situ dynamic processes such as the formation of islands and the avulsion of channels.

Six years ago, EAWAG/ETH started an interdisciplinary research project along the Tagliamento. The main goal was to tackle a challenging topic in ecology: the development of principles for guiding the sustainable management of riparian ecosystems. The key question was: What delivers biodiversity and biocomplexity along dynamic river corridors? In my presentation, I will discuss lessons that we can draw from our observations along the Tagliamento. Specific emphasises will be (i) on the role of large wood in delivering biocomplexity, (ii) on the relative contribution of individual habitat types to corridor biodiversity, and (iii) on the complex linkages between aquatic and terrestrial communities.

Finally, I will underpin the importance of the Tagliamento as a model and reference ecosystem for the Alps. Today, the Tagliamento is a highly threatened landscape. Its future conservation and sustainable management will therefore be a benchmark for the European Water Framework Directive (WFD) and for the Commission for the Protection of the Alps (CIPRA). It is clear that if we are not able to protect our last semi-natural rivers, the discussions on restoration projects remain relatively useless.

Der Tagliamento: Ein Freiluftforschungslabor im Alpenraum

Der Tagliamento bildet das kulturelle und landschaftliche Rückgrat der Region Friaul-Julisch Venetien. Er verbindet über seine Länge von 170 km den Alpen mit dem Mittelmeerraum, und sein Korridor bildet eine wesentliche Migrationsachse für Flora und Fauna. Der 150 km² grosse Korridor, morphologisch noch über weite Abschnitte intakt, macht den Tagliamento zu einer europaweit einzigartigen und eindrucksvollen Flusslandschaft. Zum Vergleich: der Nationalpark Donauauen in Österreich misst 93 km², alle Auen von nationaler Bedeutung in der Schweiz knapp über 200 km²

Durch seine ausgeprägten Abflussschwankungen und Sedimentumlagerungen schafft der Tagliamento kontinuierlich neuen Lebensraum für artenreiche, aber auch bedrohte Pionierlebensgemeinschaften. Inseln und freie Schotterflächen zählen heutzutage zu den am meisten gefährdeten Habitattypen in ganz Europa. Am Tagliamento kann man buchstäblich zum Zeugen einer dynamischen Landschaftsentwicklung werden. Die abrupten Verlagerungen der Gerinne, die Bildung und das Wiederverschwinden von Inseln und Tümpeln und die Rolle des Totholzes als Nukleus für die Habitatvielfalt lassen sich hier unmittelbar vor Ort beobachten – und zwar grossräumig. Am Tagliamento kann man die ökologischen Zusammenhänge einer Flusslandschaft unter weitgehend natürlichen Bedingungen untersuchen. Es steht daher ausser Frage, dass der Tagliamento ein Referenz- und Modellökosystem für den gesamten Alpenraum und daher auch für Europa darstellt (Müller 1995, Ward et al., 1999, Tockner et al., 2003).

Das Forschungsprogramm am Tagliamento

Seit 1999 werden am Tagliamento, unter Federführung der Eawag (Das Wasser-Institut des ETH Bereichs in der Schweiz), und in Zusammenarbeit mit Wissenschaftlern der ETH Zürich, der Universität Birmingham (UK), der Flathead Biological Station (Montana, USA), der Universität Trento (IT) und dem King's College (UK), interdisziplinäre Forschungen durchgeführt (www.eawag.ch/~tagliamento). Generelles Ziel der Forschungen ist es, die grundlegenden Mechanismen der komplexen Wechselwirkungen zwischen Hydrologie, Morphologie und Ökologie zu verstehen. Die Feldforschungsstation der Eawag am Mittellauf bei Pinzano erleichtert die teils widrigen Arbeiten vor Ort und bietet Unterkunft für etwa 12 Personen. Bislang wurden am Tagliamento neun Doktorarbeiten und mehr als 20 Diplomarbeiten fertig gestellt. Die Ergebnisse wurden in mehr als 50 internationalen Publikationen veröffentlicht, und das Forschungsprogramm am Tagliamento gilt international als Beispiel eines erfolgreichen Ökosystemforschungsprojektes. Nachstehend werden ausgewählte Ergebnisse aus diesem Forschungsprojekt kurz vorgestellt.



Abb. 1: Der verzweigte Mittellauf des Tagliamento flussab der Engstelle von Pinzano, aufgenommen bei erhöhtem Mittelwasserstand. Der aktive Korridor ist hier etwa 1 km breit (Foto: K. Tockner).

Leben in einer dynamischen Flusslandschaft

Bäche und Flüsse sind störungsgeprägte, ja störungsabhängige Ökosysteme, deren Lebensgemeinschaften sich im Zustand einer steten Erholung vom letzten Hochwasser, von der letzten Trockenheit oder vom letzten Murengang befinden (Plachter, 1998; Tockner et al., 2006a). Durch diese Störereignisse entsteht ein komplexes Mosaik an Lebensräumen, welches die grosse Vielfalt aquatischer, amphibischer und terrestrischer Organismen erst ermöglicht. Jedes Teileinzugsgebiet, jeder Gewässerabschnitt, und jeder Kleinlebensraum besitzt eine individuelle Störungsgeschichte und folglich eine charakteristische Lebensgemeinschaft. Fehlen die natürlichen Störereignisse, führt eine gerichtete Sukzession zur Vereinheitlichung des Lebensraums. Am Tagliamento ist dieses Sukzessionsmosaik, man spricht von einem „shifting habitat mosaic“, noch grossräumig ausgeprägt. Hochwässer prägen die Auenlandschaft. Bis zu 60 % aller aquatischen Lebensräume werden durch Hochwasser neu geschaffen, die relative Zusammensetzung der einzelnen Lebensräume bleibt jedoch unverändert (Arcott et al., 2002; Van der Nat et al., 2003).

Die nötige Fläche, die das langfristige Überleben sichert, wird als „minimales dynamisches Areal“ bezeichnet (Poiani et al., 2000). Als Daumenregel wird die 50-fache Ausdehnung der ersten Sukzessionsstadien (unter natürlichen Bedingungen) als Mindestgrösse gefordert. Damit wird gewährleistet, dass einerseits die gesamte Bandbreite an Lebensraum vorhanden, und dass andererseits auch bei massiven Störungen (z.B. ein Jahrhunderthochwasser) genügend Raum für eine Rekolonisation verfügbar ist. Das Konzept des „minimalen dynamischen Areals“ besagt auch, dass im Naturschutz die Sicherung und Wiederherstellung von natürlichen Störungsregimen von zentraler Bedeutung sind. Anhand der Totholzdynamik, der Bedeutung der Auengewässer für die Gesamtvielfalt aquatischer Evertebraten und anhand der Uferfauna lassen sich diese dynamischen Prozesse am Tagliamento dokumentieren.

Die Rolle von Totholz in einer dynamischen Flusslandschaft

Die meisten naturnahen Fliessgewässer werden von einem Auenwald gesäumt. Durch Ufererosion, Verlagerung der Gerinne oder durch Windeinwirkung werden Auengehölzer häufig in den aktiven Korridor eingetragen. Im Rahmen der ordnungsgemässen Gewässerunterhaltung wird dieses Totholz aber praktisch vollständig und zum frühestmöglichen Zeitpunkt wieder aus den Flüssen entfernt. Damit wird ihnen ein zentrales Gestaltungselement genommen. Ergebnisse entlang des Tagliamento zeigen, dass Totholz Voraussetzung für die Bildung vieler aquatischer und terrestrischer Lebensräume ist und somit den Artenreichtum wesentlich beeinflusst, und zwar vom Einzelhabitat bis hin zum gesamten Flussabschnitt (Abb. 2). Gerade für die Bildung von Inseln, das sind

gehölztragende Landschaftselemente im aktiven Flusskorridor, ist das Vorhandensein von genügend Totholz Grundvoraussetzung. Ein Vergleich zweier benachbarter verzweigter Flussabschnitte, mit und ohne Inselbildungen, zeigt, dass Inseln den Habitatreichtum und die Biodiversität positiv beeinflussen. Neben Totholz ist auch Schwemmgut ein vernachlässigtes Element im ökologischen Haushalt der Fliessgewässer. Mit dem Schwemmgut findet nämlich ein in Menge und Qualität spektakulärer Massentransport statt. Samen und Pflanzenteile, aber auch Heuschrecken, Spinnen, Schnecken und Kleinsäuger werden in grosser Zahl und teils über lange Distanzen mit dem Schwemmgut flussabwärts getragen. Totholz und Schwemmgut im Gewässer sind somit kostengünstige und effiziente „ökologische Ingenieure“, die die biologische Vielfalt, die ökologische Vernetzung und den Austausch mit dem Grundwasser massgeblich fördern. Es ist an der Zeit diese Leistungen in Anspruch zu nehmen. Eine Änderung der Totholz- und Schwemmgutbewirtschaftung, unter Berücksichtigung von notwendigen Sicherungsmassnahmen für Siedlungen und Infrastruktur, würde die ökologische Integrität vieler Gewässer wesentlich erhöhen.

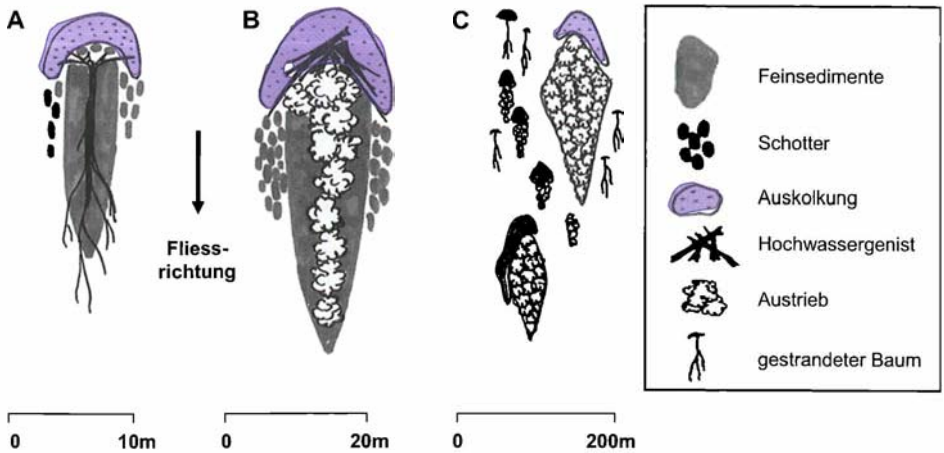


Abb. 2: Die Bedeutung des Totholzes für die Erhaltung einer hohen Habitatvielfalt auf unterschiedlichen räumlichen Skalen (nach Gurnell et al. 2005)

Die Bedeutung von Kleingewässern für die biologische Vielfalt

Tümpel, Hinterwasser und Inseln zählen zu jenen Landschaftselementen, die als Erstes im Rahmen von Regulierungsmassnahmen verschwinden. Das ist mit ein Grund, warum sie in ökologischen Untersuchungen entlang von Fliessgewässern weitgehend fehlen. Eine systematische Untersuchung unterschiedlicher aquatischer Lebensräume entlang von drei Flusskorridoren im Alpenraum Rhône und Thur in der Schweiz, Tagliamento in Italien – zeigt deren Bedeutung für die Biodiversität auf (Karaus, 2005). Stillwasserhabitate im aktiven Flusskorridor und Zuflüsse tragen überproportional zur Artenvielfalt bei, und das, obwohl sie nur einen geringen Anteil an der Gesamtgewässerfläche einnehmen. (Abb.3) Auch für Amphibien sind Tümpel ein wichtiger Lebensraum. Am Tagliamento nutzen fast alle Arten die Gewässer im aktiven Flusslauf zum Laichen, wobei das Vorhandensein von Totholz und die Nähe zu Inseln die jeweilige Diversität und Populationsgrösse positiv beeinflussen (Tockner et al., 2006b). Rezente Untersuchungen am Tagliamento zeigen sogar, dass die Überlebensrate der Kaulquappen von Erd- und Wechselkröte im dynamischen Auenbereich (aktive Aue) um ein Vielfaches höher als im angrenzenden Auenwald ist. Für die erfolgreiche Entwicklung sind diese jungen, und daher räuberfreien, Kleinstgewässer von herausragender Bedeutung.

Kleinstgewässer und intakte Zuflüsse spielen auch bei der Wiederbesiedelung nach Störereignissen eine wichtige Rolle (als Refugiallebensräume). Für die Neubildung von Tümpeln und Hinterwassern, aber auch von Inseln, sind ein intaktes Hochwasser- und Sedimentregime, eine natürliche Morphologie und genügend Totholz Voraussetzung. Die Revitalisierung von Fliessgewässern kann daher durch die aktive Förderung der Totholzdynamik massgeblich unterstützt werden.

Uferbiozöosen in einer dynamischen Flusslandschaft

Fliessgewässer sind Grenzlebensräume. Die Vernetzung zwischen Land und Wasser und zwischen Grund- und Oberflächenwasser schafft eine Vielfalt an Ökotonen (Übergangszonen). Gerade die Ausdehnung und Gestalt des Uferökotons (Wasseranschlagslinie) kann als Indikator für die Integrität von Flüssen verwendet werden. In natürlich verzweigten Flüssen, wie dem Tagliamento, beträgt die Uferlänge je Fluss-km bis zu 25 km, und die Verfügbarkeit der ufernahen Lebensräume bleibt trotz stark wechselndem Wasserstand hoch (Tockner et al., 2003; Tockner & Stanford, 2002; Abb. 4). In kanalisierten Abschnitten sinkt die Uferlänge auf 2 km je Fluss-km. Es gibt einen signifikant positiven Zusammenhang zwischen Uferlänge und Artenvielfalt von Jungfischen, Anzahl der Brutpaare von Limnikolen oder dem Retentionsvermögen an organischem Material. Beispielsweise werden im Tagliamento bis zu 22 Brutpaare des Flussregenpfeifers je Flusskilometer

beobachtet (Reich, 1994). Die Uferbereiche können daher als integrative Indikatoren für Flusslandschaften verwendet werden. Sie spiegeln sowohl die Ökologie des terrestrischen und des aquatischen Lebensraumes als auch die vielfältigen Interaktionen zwischen diesen beiden Bereichen wider.

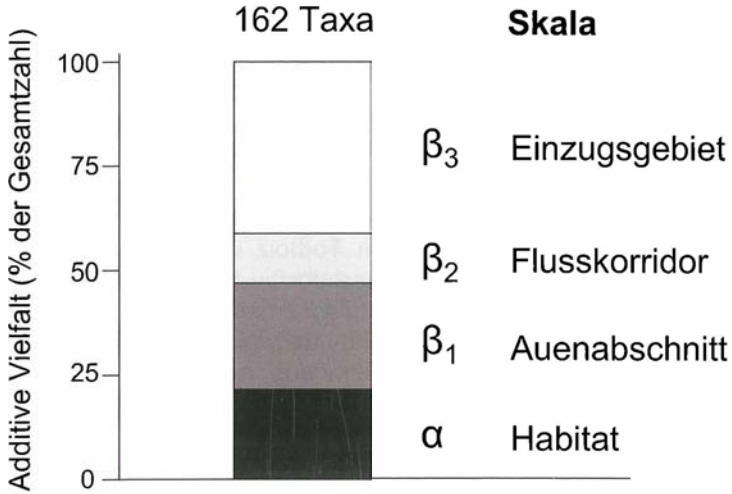


Abb. 3: Additive Artenvielfalt der EPT Taxa (Ephemeropteren, Plecopteren und Trichopteren). Relative Anteile des Habitates, der lateralen Kleingewässer, der Abschnitte entlang eines Flusslaufes und der jeweiligen Einzugsgebiete an der Gesamtvielfalt der EPT Taxa (insgesamt 159 Taxa). Es wurden 119 Habitats in 46 Abschnitten entlang der Rhone, der Thur und des Tagliamento beprobt (Karaus 2005).

Die unmittelbaren Gewässerufer beherbergen eine typische Fauna, die an die wechselnden Wasserstände angepasst sind. Am Tagliamento sind etwa ein Drittel der knapp 100 Laufkäferarten, die im Uferbereich vorkommen, als gefährdet eingestuft (Tockner et al., 2003). Diese Uferfauna kann daher als sensibler Indikator der ökologischen Integrität von Flusslandschaften verwendet werden (Sadler et al., 2004; Schatz et al., 2003; Paetzold & Tockner, 2005; Tockner et al., 2006). Ihre Zusammensetzung erlaubt nicht nur einen Hinweis auf die Lebensraumqualität der unmittelbaren Uferhabitats, sie spiegelt auch die trophische Vernetzung zwischen aquatischen und terrestrischen Ökosystemen wider. Die terrestrischen Uferarthropoden ernähren sich, wie die Arbeiten am Tagliamento zeigen, fast ausschliesslich von emergierenden aquatischen Organismen (Abb. 5).

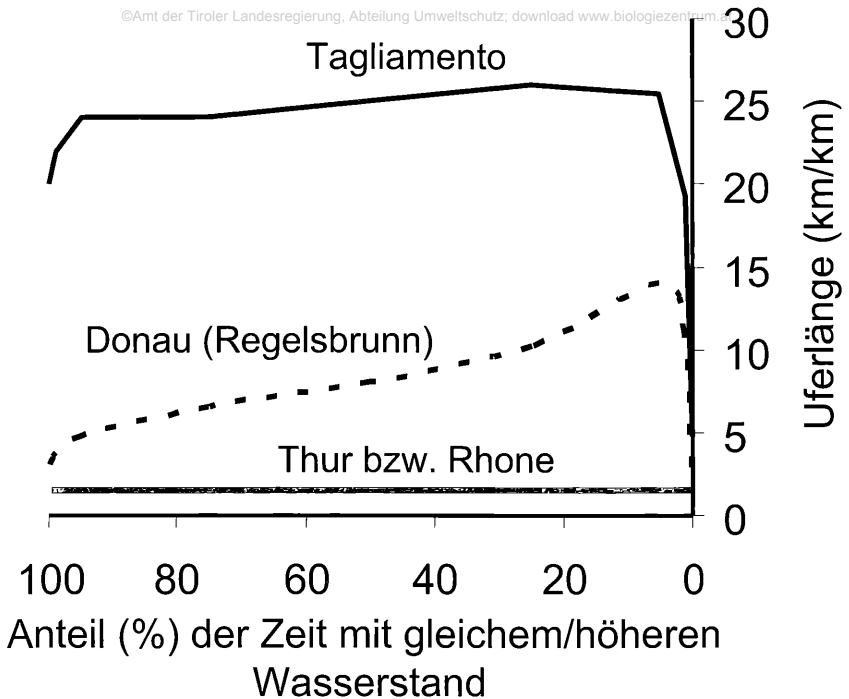


Abb. 4: Die Verfügbarkeit von Uferhabitaten, dargestellt als Uferlänge (in km pro Flusskilometer), in einem natürlichen (Tagliamento), einem regulierten (Donau bei Regelsbrunn) und einem kanalsierten (Rhone im Wallis) Flussabschnitt in Abhängigkeit vom Wasserstand (Tockner und Stanford 2002).

Paetzold (2005) hat zwölf Flussabschnitte, die morphologisch (kanalisiert) und hydrologisch (Schwallbetrieb) unterschiedlich beeinträchtigt sind, quantitativ auf ihre terrestrische Uferfauna untersucht. Neben Probestellen entlang des Tagliamento wurde eine Reihe weiterer Flusssysteme angeordnet entlang eines anthropogenen Einflussgradienten (kanalisiert und Schwall beeinflusst) - untersucht. Die Ergebnisse zeigen, dass morphologische und hydrologische Veränderungen zu einer signifikanten Abnahme der Uferfauna führen, übrig bleiben nur jene Arten, die eine breite ökologische Valenz aufweisen (z.B. Laufkäfer *Nebria picicornis* und die Spinne *Pardosa wagleri*).

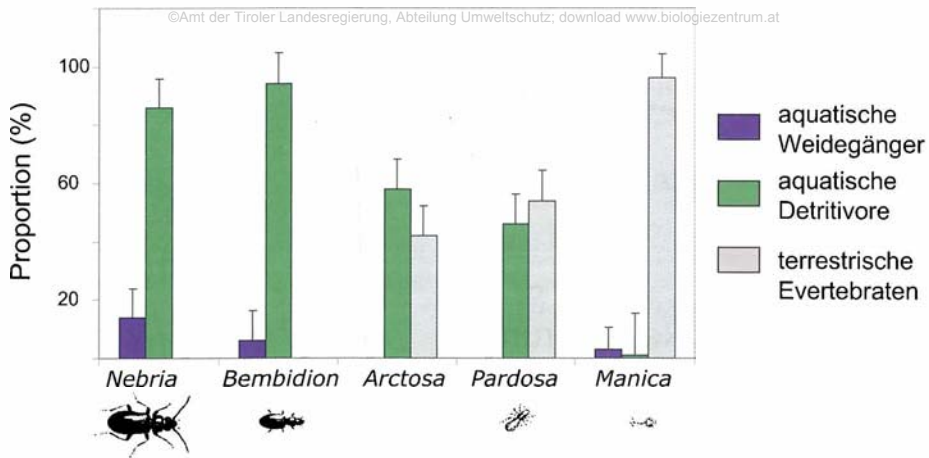


Abb. 5: Die Nahrungszusammensetzung charakteristischer terrestrischer Uferarthropoden entlang des Tagliamento (gemittelte stabile Isotopenwerte über drei Saisonen; aus Paetzold 2005).

Der Tagliamento: Ein Referenzökosystem von europäischer Bedeutung

Der Tagliamento stellt aufgrund seiner Ausdehnung und seiner Funktion als Vernetzungskorridor ein Schlüsselökosystem im gesamten Alpenraum dar. An ihm lassen sich noch die Funktionsweisen eines dynamischen Lebensraumes unter naturnahen Bedingungen untersuchen, eine Voraussetzung für ein erfolgreiches nachhaltiges Management unserer Fließgewässer. Für die Umsetzung der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie ist die Definition des Referenzzustandes von grundsätzlicher Bedeutung. Nur so lässt sich der Zustand der Fließgewässer bewerten und die Erreichung eines guten ökologischen Zustandes dokumentieren. Der Tagliamento stellt ein solches Referenzökosystem von europäischer Bedeutung dar. Am Tagliamento wird sich auch weisen, wie ernst es um unseren Alpenschutz, um die Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie sowie um die weitere Umsetzung von NATURA 2000 steht (der für jedes gemeldete FFH-Gebiet erforderliche Managementplan (gemäß Art. 6 (1) der FFH-Richtlinie) fehlt bisher für den Tagliamentobereich).

- Arcsott, D.B., Tockner, K. and Ward, J.V. (2002): Geomorphic dynamics along a braided-river corridor in the Alps (Fiume Tagliamento, NE Italy). *Ecosystems* 5: 802-814.
- Gurnell A.M., Petts G.E., Hannah D.M., Smith B.P.G., Edwards P.J., Kollmann J., Ward J.V. and Tockner K. (2001): Riparian vegetation and island formation along the gravel-bed Fiume Tagliamento, Italy. *Earth Surface Processes and Landforms*, 26, 31-62.
- Gurnell, A.M., Tockner, K., Edwards, P.J. and G. Petts (2005): Effects of deposited wood on biocomplexity of river corridors. *Frontiers in Ecology and Environment*. 3: 377-382.
- Karaus U. (2005): The contribution of lateral habitats to river corridor biodiversity. Dissertation. ETH Zürich.
- Müller, N. (1995): River dynamics and floodplain vegetation and their alterations due to human impact. *Arch. Hydrobiol. Suppl.* 101: 477-512.
- Paetzold, A. (2005) Life at the edge: Aquatic-terrestrial interactions along river corridors. Dissertation der ETH Zürich.
- Paetzold, A. and Tockner, K. (2005): Effects of riparian arthropod predation on the biomass and abundance of aquatic insect emergence. *Journal North American Benthological Society* 24: 395-402
- Plachter, H. (1998): Die Auen alpiner Wildflüsse als Modelle störungsgeprägter ökologischer Systeme. *Schr.-R. f. Landschaftspf. U. Natursch.* 56: 21-66.
- Poiani, K.A., Richter, B.D., Anderson, M.G. & Richter, H.E. (2000): Biodiversity conservation at multiple scales: functional sites, landscapes, and networks. *BioScience* 50: 133-146.
- Reich, M. (1994): Kies- und schotterreiche Wildflusslandschaften – primäre Lebensräume des Flussregenpfeifers (*Charadrius dubius*). *Vogel u. Umwelt* 8: 43-52.
- Sadler J.P., Bell D. & Fowles A. (2004): The hydroecological controls and conservation value of beetles on exposed riverine sediments in England and Wales. *Biological Conservation* 118: 41-56.
- Schatz I., Steinberger K.-H. & Kopf T (2003): Auswirkungen des Schwellbetriebes auf uferbewohnende Arthropoden (Aranei; Insecta: Coleoptera: Carabidae, Staphylinidae) am Inn im Vergleich zum Lech (Tirol, Österreich). Pages 344. In Füreder L. editor. *Ökologie und Wasserkraftnutzung*. Amt der Tiroler Landesregierung, Innsbruck.
- Tockner, K. and J.A. Stanford (2002): Riverine flood plains: present state and future trends. *Envir. Conserv.* 29: 308-330.
- Tockner K., Paetzold A., Karaus U., Claret C., & Zettel J. (2006a): Ecology of braided rivers. In Sambrook Smith G.H., Best J.L., Bristow C.S. & Petts G.E. editors. *Braided Rivers - IAS Special Publication*. Blackwell, Oxford.
- Tockner K., Ward J.V., Arcsott D.B., Edwards P.J., Kollmann J., Gurnell A.M., Petts G.E., & Maiolini B. (2003): The Tagliamento River: A model ecosystem of European importance. *Aquatic Sciences* 65: 239-253.
- Tockner, K., Klaus, I., Baumgartner, C. and Ward, J.V. (2006b): Amphibian diversity and nestedness in a dynamic floodplain ecosystem (Tagliamento, NE Italy). *Hydrobiologia*. 565: 121-133.
- Van Der Nat, D., Tockner, K., Edwards, P.J., Ward, J.V. and Gurnell, A.M. (2003): Habitat change in braided rivers (Tagliamento, NE-Italy). *Freshwater Biology* 48: 1799-1812.
- Ward, J. V., K. Tockner, P. J. Edwards, J. Kollmann, G. Bretschko, A. M. Gurnell, G. E. Petts and B. Rossaro. (1999): A reference river in the Alps: The Fiume Tagliamento. *Regulated Rivers* 15: 63-75.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Natur in Tirol - Naturkundliche Beiträge der Abteilung Umweltschutz](#)

Jahr/Year: 2006

Band/Volume: [13](#)

Autor(en)/Author(s): Tockner Klement, Toniutti Nicoletta

Artikel/Article: [Ökologie von Wildflusslandschaften - am Beispiel des Forschungsprojektes "Fiume Tagliamento" \(Friaul, Italien\) 74-83](#)