

Die Grenzmur – aktueller Zustand und Renaturierungsversuche

Anton Drescher

Zusammenfassung

Die Muraue zwischen Graz und Bad Radkersburg wurden zwischen 1874 und 1891 durchgehend reguliert, der Lauf verkürzt und das Gefälle erhöht. Das hat zusammen mit dem als Folge der Kraftwerksbauten fehlenden Geschiebe zu einer Eintiefung der Flusssohle und einer Absenkung des Grundwasserspiegels in den begleitenden Auen geführt. Um ein Fortdauern dieser Entwicklung zu verhindern, wurden ab 2004 an der Grenzmur an mehreren Standorten Aufweitungen durchgeführt, die im Zuge von Hochwässern Sediment mobilisieren sollen. Die Exkursion führt nach Gosdorf, wo auf ca. 1 km Lauflänge ein Seitengerinne gebaggert wurde, das den Mündungslauf des Saßbaches aufnimmt. Dort und am rückgebauten Murofer wird die z. T. unterbrochene Vegetationsentwicklung von Pioniergesellschaften über Flutrasen, Weiden-Gebüsch bis zum Weiden-Buschwald besichtigt und die Wirkung der durchgeführten Maßnahmen diskutiert. Am zweiten Exkursionspunkt, der Feilbachmündung südlich Donnersdorf, kann die ungestörte Sukzession vom durch Baggerung entstandenen nackten Kies bis zum Silber-Weiden-Auwald nachvollzogen werden. In der Aue werden nicht mehr überflutete Hartholz-Auenwälder (*Fraxino-Ulmetum caricetosum albae*) besucht und die Neophyten-Problematik diskutiert.

Abstract

The In the time span between 1874 and 1891 the course of the river Mur was corrected between Graz and Bad Radkersburg. The course was shortened and the gradient increased. Together with lacking bed load as a consequence of installation of power plants this lead to an incision of the river bed and a decline of the groundwater level in the floodplain. From 2004 onward river widening was applied on different localities to cease this development and to mobilize sediment during high water events. The first stop of the field trip shows a ca 1 km long side arm near Gosdorf, that was constructed 2006 and meets the mouth of the Saßbach. We discuss the partly interrupted succession from pioneer stages to *Salix alba*-woodland and the development after removal of the artificial river bank. The stop at the confluence of the Feilbach south of Donnersdorf presents the uninterrupted succession from bare gravel to *S. alba*-wood. In the floodplain we pass hardwood floodplain forests (*Fraxino-Ulmetum caricetosum albae*), not flooded any longer and discuss the problems of neophytes.

1. Einführung in das Exkursionsgebiet

Das Exkursionsgebiet, die orografisch linksufrigen Muraue der Grenzstrecke der Mur (slowenisch Mura) zwischen Österreich und Slowenien bildet den südlichen Abschluss des sogenannten Riedellandes, eines Teils des südöstlichen Alpenvorlandes. Dieser W–E verlaufende Laufabschnitt zwischen Spielfeld (242 m Seehöhe) im Westen und dem Übertritt ins slowenische Staatsgebiet östlich der Stadt Bad Radkersburg bei 197 m Seehöhe ist 33,4 km lang und wird Grenzmur genannt (Abb. 1).

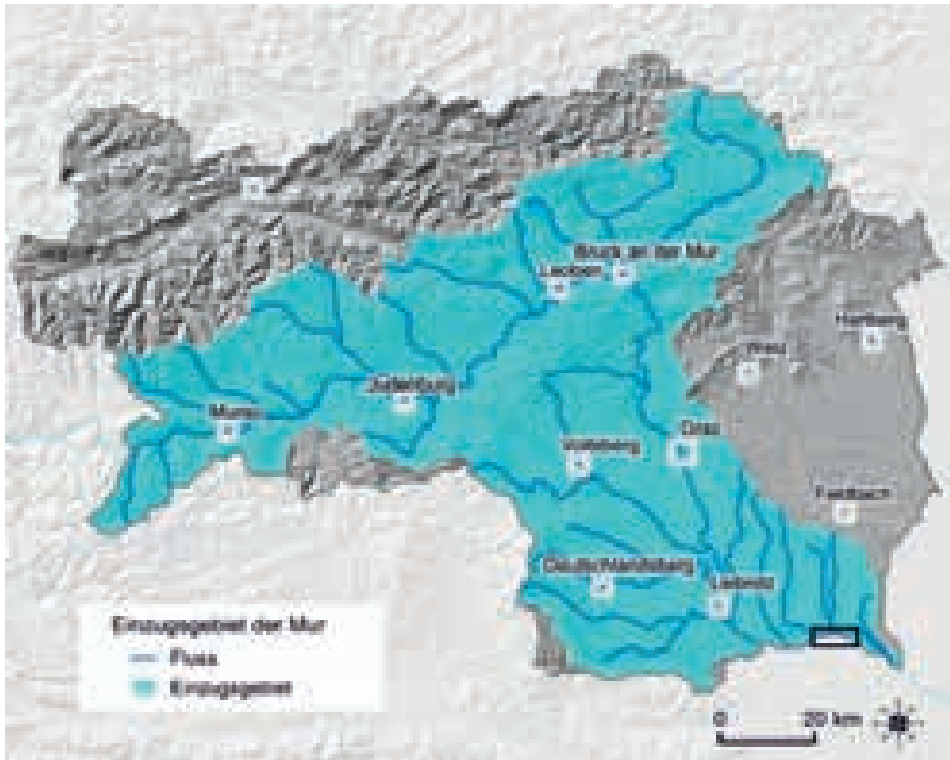


Abb. 1. Lage des Exkursionsgebietes an der Grenzmur (schwarz gerahmtes Rechteck). Blau unterlegt ist der steirische Teil des Einzugsgebiet der Mur (Entwurf: P. Schwager, CC-BY-3.0-AT: Land Steiermark – www.data.steiermark.gv.at; Schulatlas Steiermark - www.schulatlas.at).

1.1 Geografische Lage

Die Talebene der Grenzmur liegt in der kollinen Stufe und wird im Süden von den Windischen Büheln (Slovenske Gorice) begrenzt, die hier die Wasserscheide zwischen Mur und Drau bilden. Das orographisch linke (nördliche) Murofer wird von einer Terrassenlandschaft gebildet, am rechten Ufer reicht das Hügelland der Windischen Bühel an zwei Stellen bis an die Mur und bildet dort Steilufer aus. Diese begrenzen das Apaško polje (Abstaller Feld), eine bis etwa 4,5 km breite Talebene: im Westen der markante Beli vrh (Weissenberg) gegenüber der Lichendorfer Mühle, im Osten der Burghügel von Oberradkersburg (Radgonski grad). Er trennt das Apaško polje vom Radensko Polje (Radeiner Feld) im Osten.

Die Mur hat ein österreichisches Einzugsgebiet von 10.317 km², das nur westlich Murau nach Salzburg und in den Gurktaler Alpen nach Kärnten hineinreicht, Der steirische Anteil bis zum Pegel Spielfeld beträgt 9480 km² (Abb. 1). Die Grabenlandbäche Stiefing, Schwarzaubach, Saßbach und Gnasbach, entwässern das Oststeirische Hügelland von Nord nach Süd und münden östlich von Spielfeld in die Grenzmur.

1.2 Klima

Das Klima im südlichsten Teil der Steiermark ist durch kontinentale und illyrische Einflüsse geprägt. Mit Jahresmitteltemperaturen von 9 °C bis 9,8 °C ist das Gebiet thermisch begünstigt und außerhalb der Kaltluftseen für Weinbau geeignet. Die durchschnittlichen Jahresniederschlagssummen liegen zwischen 750 mm an der burgenländischen Grenze im Osten und ca. 1150 mm in Deutschlandsberg am Fuß der Koralpe (Klimadaten für Österreich, <http://www.klimadiagramme.de>).

Charakteristisch ist die Häufigkeit von Gewittern und Starkregen, was bei großräumigem Auftreten zu Hochwässern auch außerhalb des Zeitraumes der Schneeschmelze in den Alpen im Frühsommer führt. Ungemein bedeutender als das lokale Klima sind die Niederschläge im Einzugsgebiet (vgl. Abb. 1). In den Fischbacher Alpen, im obersten Mürztal und auf der Koralpe sind die durchschnittlichen Niederschläge (Periode 1961–2005) sehr viel höher (BRILLY et al. 2012).

1.3 Flusscharakteristik und hydrografische Verhältnisse

Es gibt an der österreichischen Mur keine Abschnitte mehr, die dem ursprünglichen Fluss-Typ entsprechen. 27 % des Flusslaufs sind zwar in ihrer Morphologie, Dynamik und Umlandausprägung verändert, aber nicht durch flussbauliche Maßnahmen oder energiewirtschaftliche Eingriffe (MUHAR et al. 1996). Diese Abschnitte mit weniger gravierenden Eingriffen liegen alle im Oberlauf zwischen Tamsweg und St. Michael. Zwischen Leoben und Spielfeld wurde die Mur in eine Kette von Staustufen umgewandelt. Im Abschnitt der Grenzmur mit einem Gefälle von 1,3 ‰ konnte der Bau von Stauhaltungen bislang verhindert werden.

Die Grenzmur ist auf der slowenischen Seite durch den Wechsel von Engstellen mit Steilufern und weiten Becken geprägt. Hier ist Spielraum für Verzweigungen des Hauptarmes gegeben ist (siehe die historischen Karten Abb. 7, 17). Das orographisch linke Ufer bietet ein anderes Bild. Das Flussbett ist in die Würm-eiszeitliche sogenannte Nieder-Terrasse eingeschnitten, die von den Nord-Süd verlaufenden Grabenlandbächen durchschnitten wird. Das gesamte Flusssystem mit Seitenarmen und Inseln war hier bis zu etwa 1,2 km breit (BAUMANN et al. 2001).

Die wichtigsten Kennzahlen für den Pegel Mureck zeigen die Merkmale eines gemäßigt nivalen Abflussregimes (MADER et al. 1996) mit den höchsten Abflüssen im Mai und der Schneeschmelze als wichtigstem Lieferanten im Jahresgang (Abb. 2). Die im Jahr 2016 z. T. starken Abweichungen vom langjährigen Mittel (blaue Linie) sind durch überdurchschnittliche Niederschlagssummen in den Monaten Februar, Mai und Juli verursacht. Der Mittelwasserabfluss für die Periode 1981–2010 beträgt $146 \text{ m}^3\text{sec}^{-1}$, der Niedrigwasserabfluss $38,1 \text{ m}^3\text{sec}^{-1}$ und der Hochwasserabfluss $1087 \text{ m}^3\text{sec}^{-1}$. Das Verhältnis NQ : HQ beträgt 1 : 29 (BMLFUW 2017).

1.4 Böden

Während und nach dem Ende der letzten Eiszeit wurden die Auen mit grobkörnigen Sedimenten aus den eisfrei gewordenen Gebieten und dem Periglazialraum aufgefüllt. Die anfangs offene Vegetationsdecke förderte die Erosion im Einzugsgebiet. Es wurde mehr Sediment angeliefert, als der Fluss abtransportieren konnte, was mächtige Aufschüttungen zur Folge hatte (FLÜGEL & NEUBAUER 1984). Bei Hochwasser erfolgte regelmäßig eine Umlagerung der Kiese und Sande, so dass keine Bodenentwicklung möglich war. Auf höherem

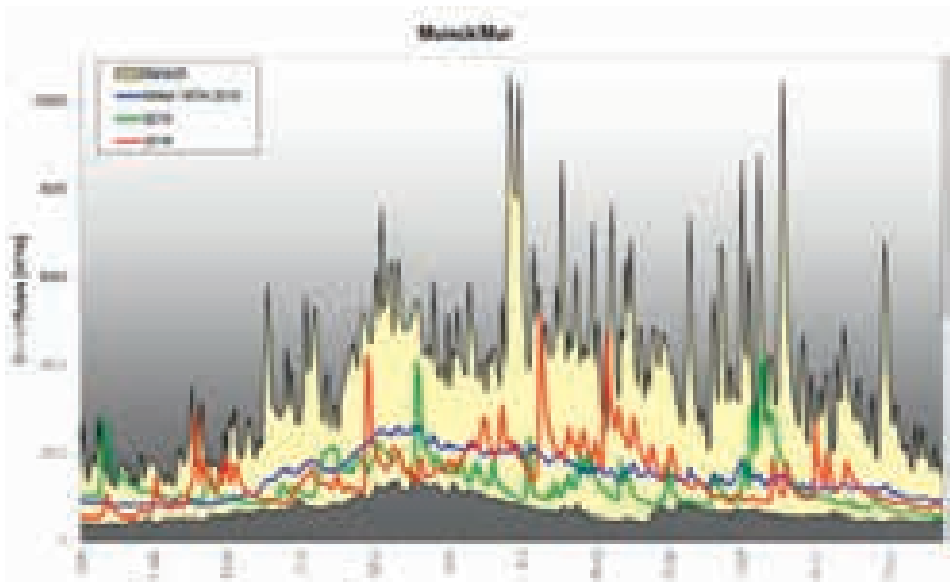


Abb. 2. Durchfluss (Tagesmittel) beim Pegel Mureck für die Jahre 2015 (grüne Linie) und 2016 (rote Linie). Die Tagesmittelwerte der Periode 1974 bis 2010 sind durch die blaue Linie markiert. Die obere und untere Begrenzung der gelben Fläche stellen die mittleren Maxima (obere Linie) und Minima für die Periode 1974–2010 dar (SCHATZL 2017).

Niveau lagerten die hier selteneren Hochwasser feineres Material (Sande und Schluff) ab, auf denen dann im Laufe der allmählichen Erwärmung, abnehmender Überflutungsereignisse und sinkender Grundwasserstände eine Entwicklung terrestrischer Bodentypen einsetzte (NESTROY et al. 2011).

1.5 Potentiell-natürliche und reale Vegetation entlang der Grenzmur

Die potentielle Auenstufe (die vor der durchgehenden Regulierung bei Hochwasser betroffene Fläche) entlang der Mur ist stellenweise bis 1,2 Kilometer breit (BAUMANN et al. 2001). Ein nicht unbeträchtlicher Teil dieser 308,3 km² Fläche war in historischer Zeit von kurzlebiger Pioniervegetation bedeckt. Diese Standorte wurden oft schon nach wenigen Jahren im Zuge von Hochwässern abgeräumt, während an anderer Stelle die Entwicklung auf frisch aufgeschüttetem Material von neuem begann. Dieses ständig wechselnde Mosaik von Initial-, Pionier- und Folgegesellschaften („habitat-shift concept“, STANFORD et al. 2005) ging nach der Flussregulierung aufgrund der fehlenden Neubildung von Inseln und Kiesbänken verloren und es breitete sich Auwald aus, dessen Bestandesstruktur allein von der Waldbewirtschaftung abhing (Nieder- oder Hochwälder).

Entlang der gesamten österreichischen Mur sind aktuell lediglich 16 % der morphologischen Aue von Wald bedeckt. Das entspricht ungefähr dem Durchschnitt der österreichischen Flüsse mit einem Einzugsgebiet > 500 km² (HAIDVOGL et al. 2009). Das außeralpine Murgebiet stellt nach den Donau-March-Auen die größte zusammenhängende Auenlandschaft Österreichs dar.

2. Geschichte der Regulierung und Nutzung

2.1 Regulierungsmaßnahmen

Vor der Mitte des 19. Jahrhunderts wurden nur lokale Maßnahmen zum Uferschutz oder zur Verbesserung der Schiffahrt und Flößerei durchgeführt (BRILLY et al. 2012).

Ausgangspunkt für die Überlegungen, die Mur in ein fixiertes Bett zu zwingen, waren die verheerenden Hochwässer im 19. Jh. (z. B. Juni 1827).

Die systematischen Regulierungsarbeiten fanden an der Grenzmur zwischen 1875 und 1891 statt (VON HOCHENBURGER 1894, s. a. DRESCHER 2016: Abb. 8). Mit der Anlage von Durchstichen wurde eine Laufverkürzung von je nach Vergleichsdatum 4,5 bis fast 6 km erreicht. Die Breite des Hauptarmes wurde an der Grenzmur von 80 bis 200 m auf ein einheitliches Profil von ca. 75 m reduziert (VON HOCHENBURGER 1894, BRILLY et al. 2012).

2.2 Nutzung

Über viele Jahrhunderte wurde die Mur vor allem für Flößerei und Schiffahrt genutzt. In Graz erinnert u. a. der Name des 2. Bezirks Lend (für Lände, wo Lastkähne anlegten) an diese Nutzung. Die vor Jahrhunderten mehrfach angelegten Mühlgänge sollten gleichmäßigen Durchfluss für die Energienutzung zur Verfügung stellen, die der unbändige Fluss so nicht bieten konnte. In Graz wird der einzige hier noch verbliebene, rechtsufrige Mühlgang noch heute zur Stromerzeugung genutzt, die Mühlen erinnern an die ehemalige Nutzung, die sich bis ins 13. Jh. zurückverfolgen lässt. An der Grenzmur wurde 1997 eine Schiffsmühle nach historischem Vorbild errichtet, eine weitere befindet sich in Ižakovci östlich von Bad Radkersburg (Abb. 3).



Abb. 3. Schiffsmühle an der Mur bei Ižakovci südöstlich Murska Sobota, Slowenien (Foto: A. Drescher, 11.8.2014).

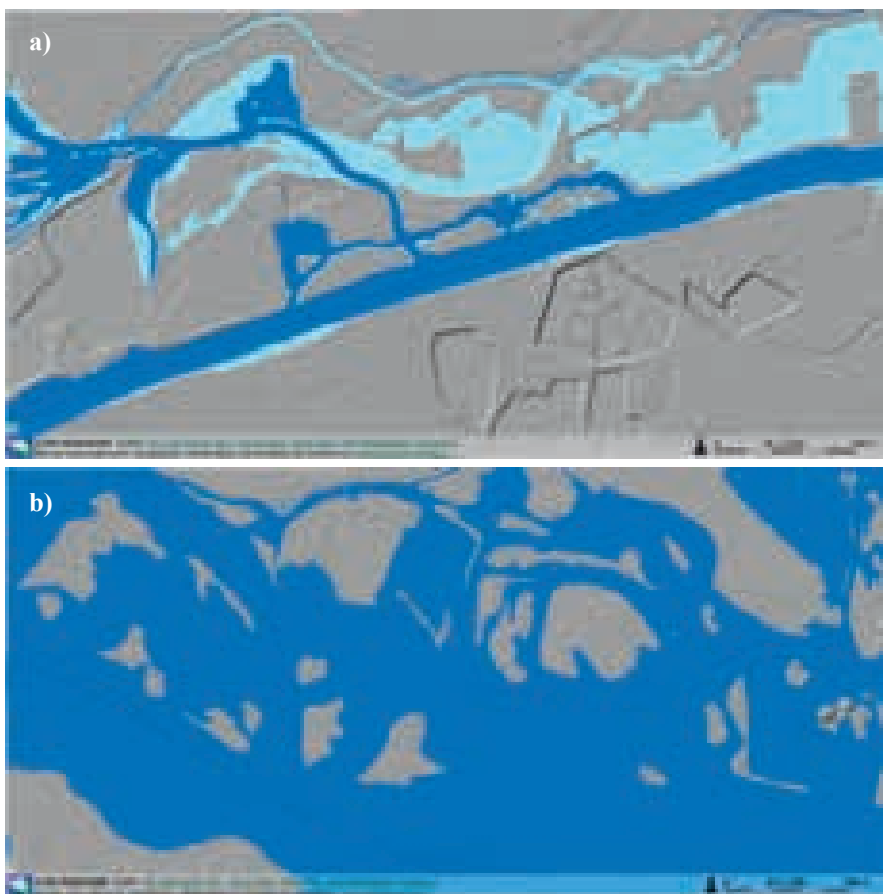


Abb. 4. Die Anschlaglinie eines 30-jährlichen (dunkelblau) und 100-jährlichen HW (hellblau) - entspricht etwa der Auenstufe - zeigt, dass die Mur in Gosdorf **a)** sehr viel stärker eingeschnitten hat als in der Umgebung von Donnersdorf/Halbenrain. **b)** Es sind die ehemaligen Flussarme und rezente Baggerungen erkennbar (Karten: © GIS Steiermark).

Eine relativ junge Nutzung sind die Laufkraftwerke zur Stromerzeugung. Ihre Errichtung ist mit schwerwiegenden Eingriffen verbunden, die irreversible Auswirkungen auf die Auenvegetation sowohl in der Stauhaltung als auch im Unterwasser haben. Zwischen Fischening und Spielfeld wird die bereits vorhandene Kette von 21 Laufkraftwerken (incl. Puntigam) immer noch weiter verdichtet.

2.3 Folgen der Regulierung und Gegenmaßnahmen

Die Wassergüte der Mur, in den 1960er Jahren besonders durch Abwässer der Papierindustrie in einem sehr schlechten Zustand, wurde stetig verbessert und wird heute in die Güteklasse II eingestuft. Die Einengung des Strombettes, die zunehmende Zahl an Stauhaltungen, die als Geschiebefallen wirken, und die Erhöhung der Fließgeschwindigkeit durch die Verkürzung des Flusses tieften die Mur immer stärker ein. Aus dem Grenzmurabschnitt werden jährlich zirka 30.000 m³ Geschiebe ausgetragen. Unterhalb Mureck betrug die Eintiefung zwischen 1970 und 2000 ca. 120 cm (BAUMANN et al. 2001, Abb. 4).

Dass die durchgehende Verbauung zusammen mit der Staukette katastrophale Überschwemmungen nicht verhindern kann zeigen die Hochwässer von 1916, 1938, und Mitte der 1960er Jahre.

Der Grundwasserspiegel im unmittelbaren Einzugsgebiet sank durch die Eintiefung des Flussbettes stark ab. Die Entkoppelung von Fluss und angrenzender Aue führt zu einer Entwicklung der Auwaldgesellschaften in Richtung Niederungswald (BAUMANN & HORNICHT 2001, vgl. Abb. 4).

Erst in den letzten Jahrzehnten des 20. Jh. wurde in Mitteleuropa begonnen, einen umfassenderen Ansatz gegen die zunehmende Eintiefung zu verwirklichen (WOOLSEY 2005). Auch an der Grenzmur wurde ab 2004 mit Arbeiten zur Aufweitung des in ein enges Bett gezwungenen Flusses begonnen. Die Entfernung der harten Uferverbauung und die folgende Mobilisierung von Sediment aus den Aufweitungsstrecken sollte zumindest für einige Jahre das bestehende Geschiebedefizit ausgleichen. Das bisher mobilisierte Material konnte dies aber nicht bewerkstelligen.

Beispiele für Revitalisierungen in Ost- und Südösterreich werden in DRESCHER (2016) vorgestellt.

3. Die Exkursionsroute

Die Exkursionsroute führt an zwei Abschnitte der Grenzmur. Das Gebiet südöstlich Gosdorf repräsentiert die höchstliegenden Niveaus (siehe Abb. 4a) mit dem bisher größten flussbaulichen Eingriff von etwa 1 km Länge (Abb. 5a, b). Ein etwa 10 km flussab gelegener Auwaldkomplex um die Geh- und Radfahrbrücke südlich Donnersdorf/Halbenrain („Stajerski Most“) zeigt die Auswirkungen kleinräumiger Eingriffe und die Sukzessionsvorgänge an Flachufern.



Abb. 5. a) Luftaufnahme der Aufweitungsstrecke nach Vollendung der Baumaßnahmen (Foto: J. Pfeiler, Mai 2008).

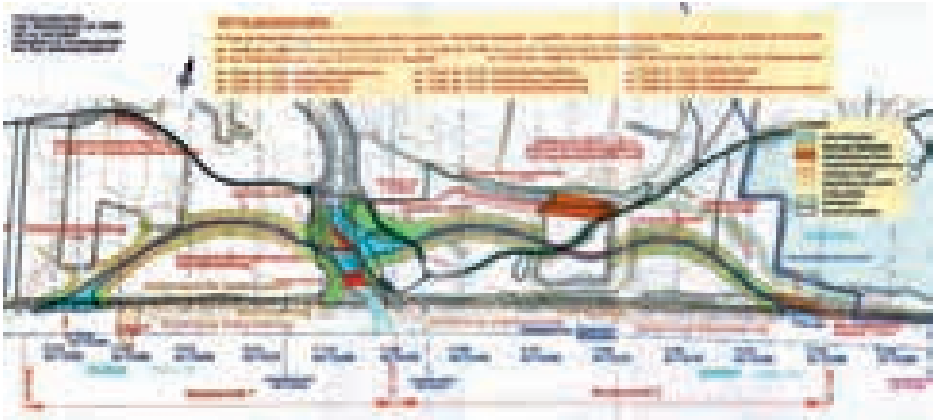


Abb. 5. b) Ingenieurplan (aus BAUMANN & HORNICH 2008).

3.1 Die Gosdorfer Muraue zwischen dem Röksee und dem Murturm (Abb. 6)

Die Reliefkarte (Abb. 4a) zeigt sehr schön die anthropogenen Eingriffe im Verlauf der vergangenen 120 Jahre (Abb. 7), beginnend mit der Regulierung des Murlaufes, den späteren Kiesbaggerungen und der Aufweitung, mit der im Spätherbst 2006 begonnen wurde. Das Gelände um die ehemalige Saßbach-Mündung war vor Beginn der Anlage des Seitengerinnes von Hartholz-Auwald-Beständen bedeckt. Weiters waren Ruderalvegetation über flachgründigen Baggerungen und sekundäres Weidengebüsch aus *Salix alba* und *S. purpurea*, aber auch kleine Flächen von intensiv genutzten Wiesen, vertreten (Abb. 8).



Abb. 6. Karte der Exkursionsroute mit Exkursionspunkten. Vervielfältigt mit Genehmigung des BEV-Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen in Wien, N40531/2018.

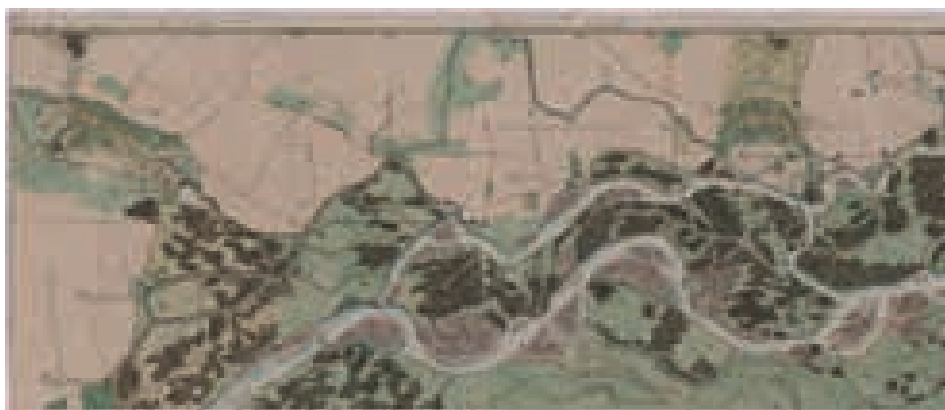


Abb. 7. Ausschnitt der Murstromkarte (ANONYMUS, ca. 1870) von Gosdorf bis Diebersdorf [Dietersdorf] (Blätter 213 und 216, © Steiermärkisches Landesarchiv, Graz R32 GZ: 20-1/2005-2138).



Abb. 8. Luftbild des Exkursionsgebietes östlich Gosdorf vor der Aufweitung (European Space Imaging: 21.9.2006, © Google earth).

Im Herbst 2006 wurden folgende Baumaßnahmen durchgeführt: i) Entfernung der Ufersicherung (Blockwurf) auf ca. 1 km Lauflänge, lediglich im Bereich der neuen Saßbach-Mündung wurde eine verstärkte Böschungs-/Ufersicherung angebracht, ii) die Saßbach-Mündung wurde verlegt, der Saßbach in das neu angelegte Nebengerinne umgeleitet und mit einer Aufschüttung verhindert, dass er in den ehemaligen Mündungsbereich zurückkehrt, iii) verdeckte Leitwerke wurden errichtet. Als örtliche Einschränkungen für die Revitalisie-

rungsmaßnahmen werden die Gefahr eines Sohldurchbruches oberhalb der Aufweitung (quartäre Sedimente < 0,5 m mächtig) sowie das direkt flussabwärts angrenzende Brunnen-schutzgebiet genannt.

Die Ziele der Maßnahme waren i) durch initiierte Seitenerosion das eingeeengte Flussbett aufzuweiten und damit ii) bei Hochwasserereignissen Grobkies zu mobilisieren, iii) die Fließgeschwindigkeit und damit die Schleppkraft zu reduzieren, iv) die Bildung von dynamischen Schotterbänken zu ermöglichen, und v) die Länge der Uferlinie zu erhöhen. Die Gewässermorphologie sollte damit den Verhältnissen vor der Regulierung angenähert werden (BAUMANN et al. 2001), die Stabilisierung der Sohle erhöht, und eine bessere Vernetzung des Flusses mit der Aue erreicht werden.

3.1.1 Exkursionspunkt 1: Neophytenreiche Auwaldränder

Der 17 ha große, im Privatbesitz befindliche Röksee ist nach Tiefbaggerungen entstanden und wird seit mehr als 50 Jahren zum Baden, Fischen und Campen genutzt. Der Besucherdruck ist auch in den angrenzenden Auen durch Wanderer und Radfahrer relativ hoch. Die Waldränder entlang des Baggerteiches sind durch eine Reihe von Neophyten gekennzeichnet (Abb. 9). Unter den Gehölzen sind dies *Robinia pseudacacia*, *Ailanthus altissima* und *Populus ×canadensis* s.l., unter den Kräutern *Erigeron annuus*, *Galinsoga parviflora*, *Solidago canadensis* und *S. gigantea*. Lianen wie *Parthenocissus inserta* und *Clematis vitalba* bilden Schleier an den Waldrändern. Wir folgen dem Weg, der Richtung Osten durch die Hartholz-Auwaldbestände der höheren Austufe führt, die hier die Mur begleiten.

3.1.2 Exkursionspunkt 2: Hartholzauen aus Eiche, Linde und Hainbuche

Die Hartholz-Auwaldbestände des *Fraxino-Ulmetum caricetosum albae* Oberdorfer 1957 (Typische Linden-Au, WENDELBERGER 1960, DRESCHER 2007) liegen als Folge des jahrzehntelangen Eintiefens der Flusssohle etwa 4 m über dem Mittelwasserspiegel. Im Gelände sind noch ehemalige Flutrinnen zu erahnen, eine auwaldcharakteristische Krautschicht ist wegen der großen Flurabstände des Grundwassers nicht mehr erkennbar. Eine Aufnahme aus dem Jahr 2010 zeigt eine durch *Quercus robur*, *Tilia cordata* und *Fraxinus excelsior* geprägte



Abb. 9. a) Abschnitt des Murturmweges entlang des Röksee-Ostufers mit neophytenreichen Waldrändern (14.10.2014). b) *Solidago gigantea* und *Erigeron annuus* (Fotos: A. Drescher).



Abb. 10. Frühljahrs-Geophyten der Hartholz-Auen östlich von Mureck: **a)** *Arum maculatum* s.str., **b)** *Crocus exiguus*, **c)** *Corydalis solida*, **d)** *Allium ursinum* (Fotos: A. Drescher).

Baumschicht, im Unterstand auch *Carpinus betulus*. *Cornus sanguinea* dominiert die artenreiche Strauchschicht, *Ligustrum vulgare*, *Tilia cordata*, *Ulmus minor*, *Crataegus monogyna*, *Viburnum opulus* und *Euonymus europaea* treten hinzu, aus den Nachbarbeständen dringen die Neophyten *Robinia pseudacacia* und *Populus × canadensis* s. l. ein. Die Krautschicht bilden neben den in der Baumschicht vertretenen Holzarten einerseits Auenarten wie *Prunus padus*, *Geum urbanum*, *Colchicum autumnale*, andererseits Arten frischer Edellaubwälder wie *Asarum europaeum*, *Pulmonaria officinalis*, *Urtica dioica*, *Aegopodium podagraria*, *Ajuga reptans*, *Salvia glutinosa*, *Knautia drymeia*, *Brachypodium sylvaticum*, und *Fragaria vesca*. Neben den Frühljahrs-Geophyten *Arum maculatum*, *Crocus exiguus*, *Corydalis solida*, *Allium ursinum* (Abb. 10), *Gagea lutea*, *Galanthus nivalis*, *Anemone ranunculoides* und

Ornithogalum umbellatum agg. sind in angrenzenden Beständen auch noch *Acer campestre*, *Symphytum tuberosum*, *Lactuca muralis*, *Galeopsis pubescens* und *Alliaria petiolata*, sowie als weiterer Neophyt *Impatiens parviflora* zu beobachten.

Vorbei an staudenreichen, z. T. ruderalisierten Schlagfluren mit *Artemisia vulgaris*, *Solidago canadensis*, *S. gigantea* und *Tanacetum vulgare*, deren Artengarnitur in rascher Veränderung begriffen ist, sehen wir frische Grünlandbrachen und sekundäre Weidengebüsche mit dominanter *Salix purpurea*, die nach flachen Baggerungen entstanden sind. Nach Überquerung des Saßbaches erreichen wir den Gosdorfer Murturm. Von dessen Plattform genießen wir den Blick über die umliegenden Auen, bei guter Sicht sogar bis ins südoststeirische Vulkanland.

3.1.3 Exkursionspunkt 3: „Insel“ zwischen neuem Seitengerinne und Mur mit unbefestigten Steilufern

Die Hochwald-Bestände zwischen neuem Seitengerinne und der Mur (*Fraxino-Ulmetum caricetosum albae*) (WENDELBERGER 1960, DRESCHER 2007) sind inzwischen weitgehend gerodet, die Reste des Baumbestandes größtenteils zopfdürr, Robinie erobert die Fläche seither.

Die vom Blockverbau befreiten Murober bieten nicht nur Bruthabitate für seltene Vogelarten wie den Eisvogel (*Alcedo atthis*), sondern auch Pionierstandorte für die Flussufervegetation. Neben den Holzarten *Populus nigra*, *P. ×canadensis* s.l., *P. ×canescens*, *P. alba*, *Salix purpurea* und *S. alba*, sind auch Arten von Trittrasen, Segetalgesellschaften und Ruderalstandorten wie beispielsweise *Digitaria sanguinalis*, *Plantago major*, *Polygonum aviculare* s.l., *Tussilago farfara*, *Medicago lupulina*, *Chenopodium album*, *C. polyspermum*, *Poa annua*, und *Setaria viridis* zu beobachten. Diese Pionierstandorte sind natürlich auch Einfallstor für Neophyten, für die Flusstäler eine der wichtigsten Wanderwegen darstellen, hier beispielsweise *Oenothera biennis* s.l., *Solidago gigantea*, *Erigeron canadensis*, *Oxalis stricta* und *Galinsoga parviflora*.

Die ursprünglich gleichförmig steil gestalteten Uferböschungen des neuen Seitengerinnes haben sich nach anfänglich dichtem Neophytenbewuchs zu einem von Weiden dominierten Gebüsch entwickelt (Abb. 11). Der inzwischen dichte Buschwald ist sehr reich an Gehölzen: die Weiden-Arten *Salix purpurea*, *S. fragilis* und *S. viminalis*, weiters *Alnus glutinosa*, *Populus ×canadensis*, *P. nigra*, *Quercus robur*, *Carpinus betulus*, *Robinia pseudacacia*,

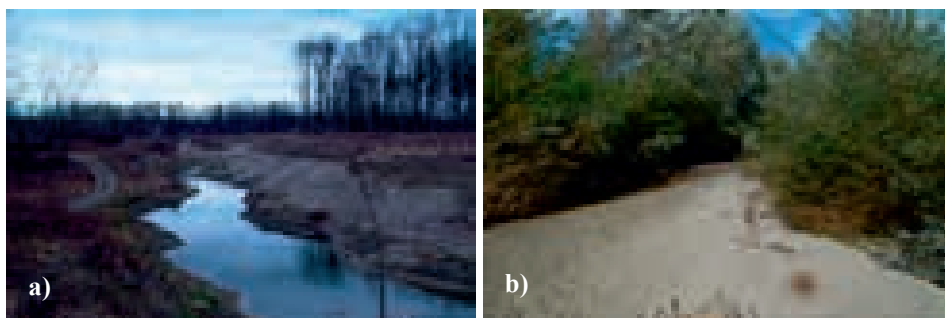


Fig. 11. Der Westteil des neuen Seitengerinnes **a)** die angeschnittenen mächtigen Kiessedimente der Mur, im Hintergrund der Restbestand der Lindenau (*Fraxino-Ulmetum caricetosum albae*) im Winter nach der Herstellung (1.3.2008); **b)** Sandablagerungen im dicht mit Weidengebüsch verwachsenen Teil (14.10.2014) (Fotos: A. Drescher).

sowie die Sträucher *Ligustrum vulgare* und *Euonymus europaea*. Die Krautschicht setzt sich aus folgenden Arten zusammen (nach fallender Deckung): *Solidago gigantea*, *Rubus caesius*, *Lysimachia nummularia*, *Urtica dioica*, *Phalaris arundinacea*, *Rudbeckia laciniata*, *Impatiens glandulifera*, *Carex spec.*, *Glechoma hederacea*, *Potentilla reptans*, *Agrostis stolonifera*, *Dactylis glomerata*, *Galeopsis speciosa*, *Dryopteris filix-mas*, *Lythrum salicaria*, *Humulus lupulus*, *Poa trivialis*, *Vicia cracca*, *Artemisia vulgaris*, *Fallopia japonica* und *Oenothera biennis*.

Die „Insel-Standorte“ zwischen neuem Seitengerinne und korrigiertem Murlauf mit ihren ursprünglichen Waldbeständen vom Typ Linden-Au (siehe Exkursionspunkt 2) wurden größtenteils gerodet oder so stark aufgelichtet, dass Ruderalarten (*Tanacetum vulgare*, *Calamagrostis epigejos*) und Neophyten (*Solidago gigantea*) eindringen konnten, die mit den Jahren stark zugenommen haben. Vor allem *Robinia pseudacacia* ist inzwischen großflächig zur Dominanz gelangt, Teilflächen sind auch von *Calamagrostis epigejos* erobert worden. An weniger dicht bewachsenen Wegrändern, im Uferbereich oder in Lücken sind Arten frischer Edellaubwälder und deren Ränder wie *Poa trivialis*, *Symphytum officinale*, *Lycopus europaeus*, *Scrophularia nodosa*, *Verbascum nigrum* anzutreffen, gegen das Murofer finden sich noch Arten der Ufersäume und Staudenfluren, beispielsweise *Calystegia sepium*, *Filipendula ulmaria*, *Saponaria officinalis* und *Melilotus albus*, an trockenen Abbruchrändern zur Mur *Ambrosia artemisiifolia*, *Centaurea jacea* und *Phytolacca americana*.

3.1.4 Exkursionspunkt 4: Pionierstadien und Folgegesellschaften auf Grob- und Feinsediment im neuen Saßbach-Mündungslauf

Die vegetationsfreien Flächen (Abb. 12a) und die Pioniervegetation auf Feinsediment mit *Cyperus fuscus*, *Bidens frondosa*, *Persicaria dubia*, *P. lapathifolia*, *Agrostis stolonifera*, *Juncus effusus*, *Impatiens glandulifera* u. a. im neuen Saßbach-Mündungslauf sind im Zuge der Sukzession Großteils verschwunden (Abb. 12b). Heute dominieren *Phalaris arundinacea*-Rasen und Gebüsche aus *Salix purpurea*, *S. alba*, *S. ×rubens*, *Populus ×canadensis*, *P. nigra* und *P. alba*.

Die Pioniervegetation auf dem mobilisierten Material des Murofers wurde im Jahr nach Beendigung der Baumaßnahmen aufgenommen (AUER 2009, Abb. 13a), aber von einem der folgenden Hochwässer erodiert (Abb. 13b).



Abb. 12. a) Neuer Mündungslauf des Saßbaches mit unbewachsenen Schotterflächen im August 2009 und b) mit lückiger Pioniervegetation im Oktober 2010 (Fotos: A. Drescher).



Fig. 13. Gosdorf: **a)** unterspültes Steilufer der Mur nach Entfernung der Ufersicherung und **b)** abgeflachtes nicht verbautes Murofer mit Pioniervegetation (Fotos: A. Drescher).



Abb. 14. Durchbruch in den alten Saßbach-Mündungslauf im Zuge des Hochwassers im September 2014 (im Hintergrund die Metallkonstruktion des Murturms) (Foto: A. Drescher).

Das ehemals unbewachsene Sediment der alten Saßbach-Mündung und des ausgebagerten Westteils des neuen Seitengerinnes (Abb. 11a) war 2012 bereits von Weidenbüschen (*S. purpurea*, *S. alba*) und einzelnen Silber-Pappeln (Abb. 11b) bewachsen. Nach dem Hochwasser vom September 2014 wurde der abgedämmte ehemalige Mündungsbereich wieder in den Initialzustand (nackte Schotterfläche) zurückgeworfen (Abb. 14). Seither hat sich wieder eine Pioniervegetation über grobem Substrat entwickelt, in die auch einzelne Neophyten (z. B. *Phytolacca americana*) eindringen konnten.

3.1.5 Evaluierung der Eingriffe

Durch das Büro OIKOS wurde im Rahmen des grenzübergreifenden Projektes DRA-MUR-CI (JECL et al. 2013) ein Monitoring mit zweimaliger Wiederholung (2010, 2012) der Erstaufnahme des Jahres 2008 durchgeführt (WILFLING et al. 2013).

Die mäßige hydrologische Dynamik führte zur Erosion des Steilufers am Hauptgerinne und stellenweise zur Abflachung der steilen Uferböschung (Abb. 13b). Seit der Beendigung der Aufweitungsmaßnahmen ist nur das Ereignis vom 14. September 2014 mit einem höchsten Pegelstand in Mureck von 605 cm bemerkenswert, was einem 10jährlichen Hochwasser (HQ_{10}) entspricht. Im Zuge dieses Ereignisses hat der Saßbach den künstlichen Damm am Knie des neuen Mündungslaufes durchbrochen, der Bewuchs wurde auf Pionierniveau zurückgesetzt (Abb. 14). Schon bei Wasserführungen $< HQ_5$ fließt das Wasser im westlichen, nur 5–7 m breiten Teil des Seitengerinnes bei genügender Wasserführung des Saßbaches gegen die Murströmung und führt zu Feinsedimenteintrag aus dem Saßbach. Bei Niedrigwasser fällt dieser Teil trocken, da hier die Versandung aufgrund der geringen Durchflussgeschwindigkeiten bereits fortgeschritten war (Abb. 11b). Dies macht noch immer regelmäßige Baggerungen erforderlich (Abb. 15).

Die vielen stark anthropogen beeinflussten Flächen in der Umgebung und der hohe Besucherdruck lassen den hohen Neophytenanteil von 25 % nicht ungewöhnlich erscheinen. Eine größere Dynamisierung hat der flussab der ehemaligen Saßbachmündung gelegene, breitere Teil des neuen Seitenarmes erfahren. Hier waren in den Jahren seit der Anlage des Seitengerinnes kleinräumige Sukzessionsvorgänge, ausgehend von vegetationslosen Schotterbänken über lückige Pioniervegetation hin zu Rohrglanzgras-Rasen und kleinen Weiden-Gebüsch zu beobachten (Abb. 12).



Abb. 15. Wiederholt notwendige Sandbaggerungen im westlichen Teil des neuen Seitengerinnes in Gosdorf (Foto: A. Drescher, 10.3.2016).

3.2 Die Auen bei Donnersdorf (Abb. 16)

Wir verlassen den Bus an der Brücke über den von *Alnus glutinosa* gesäumten Mühlkanal (Mureck-Radkersburger Mühlkanal) in Oberau und wandern quer durch die Aue zur Geh- und Radbrücke über die Mur („Stajerska Most“).

Der Kartenausschnitt aus der Murstromkarte (ANONYMUS, ca. 1870, Abb. 17) zeigt den Flussverlauf um 1825. Leicht nachzuvollziehen ist die Aufspaltung des Flusses in mehrere Arme, die teilweise bewachsene Schotterinseln umfließen. Der größte Teil der Aue wurde nicht forstwirtschaftlich, sondern als immer wieder überschwemmtes Weideland genutzt. Offene Kiesflächen und abgeschnittene Flussarme nehmen nicht unbeträchtliche Flächen ein.

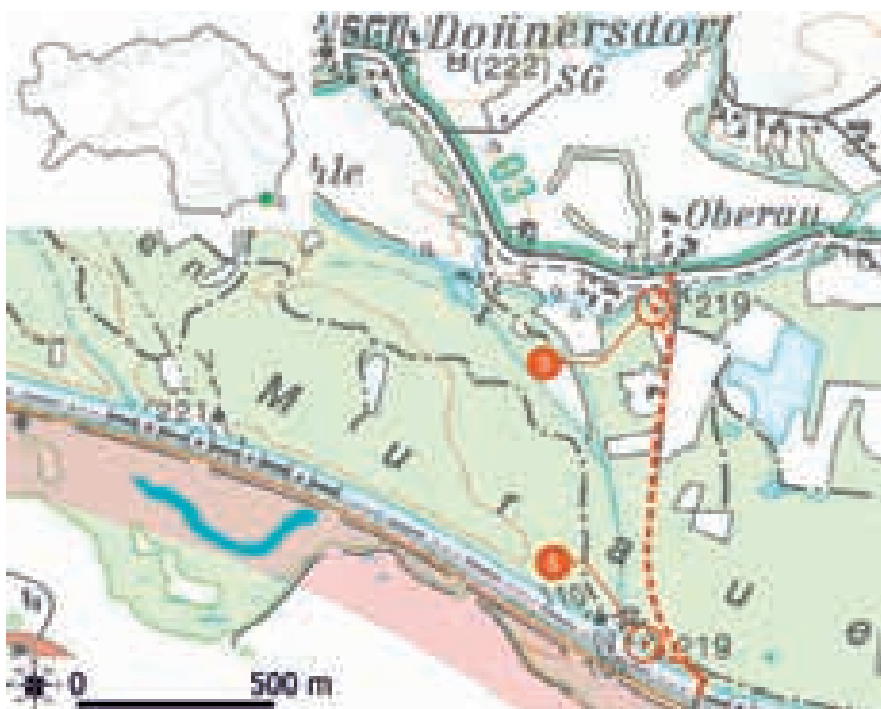


Abb. 16. Karte der Exkursionsroute Donnersdorf mit Exkursionspunkten. Vervielfältigt mit Genehmigung des BEV-Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen in Wien, N40531/2018.



Abb. 17. Murstromkarte (ANONYMUS, ca. 1870) des Abschnittes Donnersdorf-Unterau (westlich Halbenrain) (© Steiermärkisches Landesarchiv Graz, R32 GZ: 20-1/2005-2138).

3.2.1. Exkursionspunkt 5: Hartholz-Auenwald im Ortsteil Oberau

Wir überqueren die Brücke über den Mureck-Radkersburger Mühlkanal und werfen einen Blick in einen Hartholz-Auwald-Bestand (Abb. 18), in den vom Rand der Götterbaum eindringt. Die sonst naturnahe Baumschicht besteht etwa zu gleichen Teilen aus *Carpinus betulus* und *Tilia cordata*, im Unterbestand *Ailanthus altissima* und *Prunus avium*. Die Strauchschicht aus *Crataegus monogyna*, *Prunus padus*, *Cornus sanguinea*, *Fraxinus excelsior*, *Ligustrum vulgare*, *Viburnum opulus*, *Sambucus nigra*, *Acer pseudoplatanus*, *Juglans regia*, *Robinia pseudacacia* und der Verjüngung der Baumschicht ist sehr artenreich. Die Krautschicht mit Sämlingen und Jungpflanzen fast aller Arten der Baum- und Strauchschicht weist mit *Euonymus europaeus* und *Viburnum lantana* noch weitere Holzarten auf. Neben *Rubus caesius* bauen die folgenden Arten die Krautschicht auf: *Salvia glutinosa*, *Carex sylvatica*, *Geum urbanum*, *Viola riviniana*, cf. *Elymus caninus*, *Melica nutans*, *Dryopteris filix-mas* und *Solidago gigantea* die Krautschicht auf.

Der Weg führt südwärts entlang von Foliengewächshäusern, vorbei an Mähwiesen vom Typ der Talfettwiesen, die Anfang Juli schon die zweite Mahd hinter sich haben. Beim Wiedereintritt in den flussbegleitenden Auwald werfen wir einen kurzen Blick in einen Hochwasserabzugsgraben, Rest der ehemals reichen flussmorphologischen Strukturen. Neben *Ulmus glabra* in der Baumschicht sind *Viola reichenbachiana*, *Festuca gigantea*, *Aegopodium podagraria*, *Impatiens glandulifera* Weiser für etwas bessere Wasserversorgung.

Eine kurze Strecke Fußmarsch bringt uns ans Murofer, wo seit 2006 eine Geh- und Radfahrbrücke die Steiermark mit der Region Stajerska (slowenische Steiermark) verbindet. Von hier hat man einen guten Überblick über die neugestaltete Feilbachmündung.



Abb. 18. Hartholz-Auwald vom Typ Linden-Au (*Fraxino-Ulmetum caricetosum albae*) (Foto: A. Drescher, 26.10.2009).

3.2.2 Exkursionspunkt 6: Die Mündung des Feilbaches mit Weiden-Pionierwald

Vor der Umgestaltung im Jahr 2006 war die Fläche von Eschen-Ulmen-Auwald bedeckt. Im Zuge der Errichtung der Brücke wurden das Steilufer im Bereich der Feilbachmündung abgetragen, auf einer Länge von 230 Metern die alten Ufersicherungen entfernt und verdeckte Leitwerke und Ufersicherungen im Hinterland angebracht. Auf der so entstandenen dreieckigen Fläche war das Grobkies-Sediment freigelegt, die Geländeoberfläche, die von etwa 30 cm sanft auf 80 cm über dem Wasserspiegel ansteigt, erreichte landseits mit einer mäßigen Böschung das Niveau der Hartholzaue (Abb. 19a). Auf dem nur spärlich mit Gefäßpflanzen besiedelten Rohboden waren im folgenden Jahr 2007 je nach Anteil an feinkörnigem Material verschiedene Arten mit unterschiedlichen Ansprüchen und Herkunft vertreten. Im ufernahen, tiefstliegenden Streifen waren neben Sämlingen von Pioniergehölzen wie *Salix purpurea*, *S. alba*, *S. ×rubens*, *S. fragilis* und krautigen Erstbesiedlern wie *Agrostis stolonifera* und *Phalaris arundinacea* auch bereits Arten der Weichholzaunen wie *Populus nigra* und *P. alba* und aus den umgebenden Hartholz-Auwäldern wie *Rubus caesius*, *Aegopodium podagraria*, *Scrophularia nodosa*, *Mentha longifolia*, *Lycopus europaeus*, *Lythrum salicaria* und der Ufer (*Barbarea vulgaris*, *Chenopodium botrys*, *Ranunculus repens*, *Scutellaria galericulata*) zu finden. Sogar *Nanocyperetalia*-Arten, die aus Teichen über die Hügel-landbäche eingeschwemmt wurden wie *Alisma plantago-aquatica*, *Cyperus fuscus*, *Carex bohemica* (Abb. 19b), *Juncus articulatus*, *Echinochloa crus-galli*, *Rorippa amphibia*, *Veronica beccabunga*) waren am Beginn der Sukzession zu beobachten. An etwas höheren, übersandeten Stellen gab es dann auch schon Neophyten wie *Panicum dichotomiflorum*, *Ambrosia artemisiifolia* und *Rudbeckia laciniata*, in Ufernähe *Aster lanceolatus*.

Bis zum Oktober 2009 konnte sich bereits ein dichter Weiden-Pappel-Busch (*Salicetum albae* Wendelberger-Zelinka 1952) entwickeln, der bei Überschwemmungen die Fließgeschwindigkeit herabsetzte und die bei kleineren Hochwässern transportierte Sandfraktion zur Sedimentation bringt. Bis heute hat sich an der Situation wenig verändert, der ca. 10 Meter hohe Jungwald wird von *Salix alba* dominiert, beigemischt ist *Populus ×canadensis*. In der Krautschicht nehmen die Gräser *Phalaris arundinacea* und *Agrostis stolonifera* eine beherrschende Stellung ein, der Deckungsgrad von *Festuca gigantea*, *Brachypodium sylvaticum*



Abb. 19. a) Frisch abgetragenes Muroferstück an der Mündung des Feilbaches mit lückiger Pioniervegetation; **b)** *Carex bohemica*, ein Schwemmling aus abgelassenen Fischteichen (Fotos: A. Drescher).

und *Dactylis glomerata* ist weit geringer. Abgesehen von den Gräsern ist nur noch *Urtica dioica* prominent vertreten, *Rubus caesius* und *Impatiens glandulifera* treten bereits zurück. Seltener Arten der Krautschicht sind *Geum urbanum*, *Stellaria nemorum*, *Sambucus nigra*, *Solidago gigantea*, *Erigeron canadensis* und *Juncus effusus*.

Die relativ stabile tropfenförmige Insel ist nur spärlich bewachsen. Die Zwischenräume zwischen dem gerundeten Grobkies von bis zu 20 cm Durchmesser sind nur zum Teil mit Grobsand ausgefüllt. Von den Holzarten sind *Populus ×canadensis* und vereinzelt *Populus nigra* und *Salix alba* vertreten. Der sehr dürrtige Krautbewuchs setzt sich zum Teil aus als Ganzes transportierten Horsten von *Carex sylvatica* und aus Einzelindividuen von *Tussilago farfara*, *Potentilla reptans*, *Persicaria lapathifolia*, *Lythrum salicaria*, *Phalaris arundinacea* und – nur auf Feinsand – *Agrostis stolonifera* zusammen. Die Veränderungen bis zum Jahr 2014 sind in DRESCHER (2106) mit mehreren Abbildungen dokumentiert.

3.2.3 Folgen der Revitalisierungsmaßnahmen

Der im Zuge der Baumaßnahmen vom Ufer abgeschobene Murkies wurde im Flussbett deponiert. Erst das Hochwasserereignis Ende Juni 2009 mit einem maximalen Durchfluss von 979 m³/sec (HQ4-5) hat dieses Material z. T. mobilisiert. Die danach verbliebene Insel ist selbst durch das 10jährliche Hochwasser vom September 2014 mit Durchflussspitzen von 1231 m³/sec nur unwesentlich modifiziert worden. Im August 2009 wurden die von der Böschung zum Auwald eindringenden Rudbeckien (*Rudbeckia laciniata*) entfernt.

Die Entfernung der Ufersicherung an der Feilbachmündung ist – abgesehen von der Mobilisierung des abgetragenen Grobsedimentes – wirkungslos, weil viel zu klein dimensioniert. Um die flussab nicht weit entfernt gelegenen Brückenfundamente bei stärkeren Hochwässern nicht zu gefährden, konnte das Murbett unterhalb der Bachmündung nicht verbreitert werden. Diese Verengung wirkt wie die Vegetation strömungsbremsend und führte zu einer raschen Auflandung von mehreren Dezimetern Feinsediment aus Stauräumen. Das Steilufer der am Ende der Aufweitung gelegenen Bachmündung wirkt zusätzlich bremsend, der Stromstrich liegt an dieser Stelle näher am slowenischen Murofer. Für die Ausbildung eines Weidengebüsches scheint die Hydrodynamik im kaum aufgeweiteten Flussbett immer noch zu hoch zu sein.

4. Gesamtartenliste der Exkursionsroute

<i>Acer campestre</i>	<i>Artemisia vulgaris</i>	<i>Chenopodium botrys</i>
<i>Acer negundo</i>	<i>Barbarea vulgaris</i>	<i>Chenopodium polyspermum</i>
<i>Acer pseudoplatanus</i>	<i>Betula pendula</i>	<i>Cirsium arvense</i>
<i>Aegopodium podagraria</i>	<i>Bidens frondosa</i>	<i>Clematis vitalba</i>
<i>Agrostis stolonifera</i>	<i>Brachypodium sylvaticum</i>	<i>Colchicum autumnale</i>
<i>Ailanthus altissima</i>	<i>Calamagrostis epigejos</i>	<i>Cornus sanguinea</i>
<i>Ajuga reptans</i>	<i>Calystegia sepium</i>	<i>Corydalis solida</i>
<i>Alisma plantago-aquatica</i>	<i>Cardamine enneaphyllos</i>	<i>Crataegus monogyna</i>
<i>Alliaria petiolata</i>	<i>Carex acutiformis</i>	<i>Crocus exiguus</i>
<i>Alnus glutinosa</i>	<i>Carex bohemica</i>	<i>Cyperus fuscus</i>
<i>Alnus incana</i>	<i>Carex sylvatica</i>	<i>Dactylis glomerata</i>
<i>Ambrosia artemisiifolia</i>	<i>Carpinus betulus</i>	<i>Deschampsia cespitosa</i>
<i>Anemone ranunculoides</i>	<i>Centaurea jacea</i> s.l.	<i>Dryopteris filix-mas</i>
<i>Arrhenatherum elatius</i>	<i>Chenopodium album</i>	<i>Echinochloa crus-galli</i>

<i>Erigeron annuus</i>	<i>Melilotus albus</i>	<i>Salix ×rubens</i>
<i>Erigeron canadensis</i>	<i>Mentha longifolia</i>	<i>Salvia glutinosa</i>
<i>Euonymus europaea</i>	<i>Oenothera biennis</i> s.l.	<i>Sambucus nigra</i>
<i>Fallopia japonica</i>	<i>Oxalis stricta</i>	<i>Saponaria officinalis</i>
<i>Festuca gigantea</i>	<i>Panicum dichotomiflorum</i>	<i>Scrophularia nodosa</i>
<i>Ficaria verna</i> subsp. <i>verna</i>	<i>Parthenocissus inserta</i>	<i>Scutellaria galericulata</i>
<i>Filipendula ulmaria</i>	<i>Persicaria dubia</i> (= <i>P. mite</i>)	<i>Setaria pumila</i>
<i>Fragaria vesca</i>	<i>Persicaria lapathifolia</i>	<i>Setaria viridis</i>
<i>Fraxinus excelsior</i>	<i>Phalaris arundinacea</i>	<i>Silene vulgaris</i>
<i>Galanthus nivalis</i>	<i>Phytolacca americana</i>	<i>Solidago gigantea</i>
<i>Galeopsis pubescens</i>	<i>Plantago major</i>	<i>Stellaria nemorum</i>
<i>Galeopsis speciosa</i>	<i>Plantago lanceolata</i>	<i>Symphytum officinale</i>
<i>Galinsoga parviflora</i>	<i>Poa annua</i>	<i>Symphytum tuberosum</i>
<i>Galium aparine</i>	<i>Poa trivialis</i>	<i>Tanacetum vulgare</i>
<i>Galium odoratum</i>	<i>Populus alba</i>	<i>Taraxacum</i> sect. <i>Ruderales</i>
<i>Geum urbanum</i>	<i>Populus ×canadensis</i>	<i>Tilia cordata</i>
<i>Glechoma hederacea</i>	<i>Populus nigra</i>	<i>Trifolium repens</i>
<i>Hedera helix</i>	<i>Potentilla reptans</i>	<i>Tussilago farfara</i>
<i>Humulus lupulus</i>	<i>Prunus avium</i>	<i>Ulmus glabra</i>
<i>Impatiens glandulifera</i>	<i>Prunus padus</i>	<i>Ulmus laevis</i>
<i>Impatiens parviflora</i>	<i>Prunella vulgaris</i>	<i>Ulmus minor</i>
<i>Juglans regia</i>	<i>Pulmonaria officinalis</i>	<i>Urtica dioica</i>
<i>Juglans nigra</i>	<i>Quercus robur</i>	<i>Verbascum nigrum</i>
<i>Juncus articulatus</i>	<i>Ranunculus repens</i>	<i>Verbascum thapsus</i>
<i>Juncus effusus</i>	<i>Robinia pseudacacia</i>	<i>Veronica beccabunga</i>
<i>Knautia drymeia</i>	<i>Rorippa amphibia</i>	<i>Veronica hederifolia</i>
<i>Lactuca muralis</i>	<i>Rubus caesius</i>	<i>Viburnum opulus</i>
<i>Lamium maculatum</i>	<i>Rudbeckia laciniata</i>	<i>Viburnum lantana</i>
<i>Ligustrum vulgare</i>	<i>Rumex acetosa</i>	<i>Vicia cracca</i>
<i>Lycopus europaeus</i>	<i>Salix alba</i>	<i>Viola hirta</i>
<i>Lysimachia nummularia</i>	<i>Salix eleagnos</i>	<i>Viola reichenbachiana</i>
<i>Lythrum salicaria</i>	<i>Salix fragilis</i>	<i>Viola riviniana</i>
<i>Medicago lupulina</i>	<i>Salix purpurea</i>	

Literatur

- ANONYMUS (ca. 1870): Murstromkarte. – Kartensammlung des Steiermärkischen Landesarchivs, Graz.
- AUER, S. (2009): Die Aufweitungsstrecke der Grenzmur bei Gosdorf – Erstaufnahme 2007. – Bakalaureatsarbeit, Universität Graz: 47 pp.
- BAUMANN, N., FARTEK, Š., HORNICH, R., NOVAK, J. & RATHSCHÜLER, O. (2001): Wasserwirtschaftliches Grundsatzkonzept Grenzmur Phase I, Kurzfassung. – Im Auftrag der ständigen österreichisch-slowenischen Kommission für die Mur, Wien-Ljubljana: 27 pp.
- BAUMANN, N. & HORNICH, R. (2001): Wasserwirtschaftliches Grundsatzkonzept für die Grenzmur. – In: FARTEK, Š., HORNICH, R., NOVAK, J. & STANIA, K.: 10 Jahre Ständige österreichisch-slowenische Kommission für die Mur. – Ständige österreichisch-slowenische Kommission für die Mur, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft & Ministrstvo za okolje in prostor Agencija RS za okolje, Ljubljana & Wien: 43–47.
- BAUMANN, N. & HORNICH, R. (2008): Die Muraufweitung in Gosdorf. – Wasserl. Steiermark 2008 (2): 18–22.

- BRILLY, M., ŠRAJ, M., VIDMAR, A., HORVAT, A. & KOPRIVŠEK, M. (2012): Hydrologische Studie der Mur. Bericht. – Universität Ljubljana, Lehrstuhl für allgemeine Hydrotechnik: 159 pp.
- BMLFUW – Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (Hrsg.) (2017): Hydrographisches Jahrbuch von Österreich 2014. – Hydrographischer Dienst in Österreich 122: 51 pp.
- DRESCHER, A. (2007): *Ulmenion* Oberd. 1953. – In: WILLNER, W. & GRABHERR, G. (Eds.): Die Wälder und Gebüsche Österreichs, 2 Bde.: 1: 123–127; 2: 111–119. Elsevier, München.
- DRESCHER, A. (2016): Revitalisierung von Alpenflüssen – Beispiele aus Ost- und Südösterreich. – Mitt. Naturwiss. Ver. Steiermark 145: 75–110.
- FLÜGEL, H.W. & NEUBAUER, F. (1984): Steiermark. Geologie der österreichischen Bundesländer in kurzgefassten Einzeldarstellungen. – Geologische Bundesanstalt, Wien: 127 pp. (mit einer Karte im Maßstab 1 : 200.000).
- HAIDVOGL, G., PREIS, S., HOHENSINNER, S., MUHAR, S. & POPPE, M. (2009): Flusslandschaften im Wandel. Von der weitläufigen Auenlandschaft zum Fließgewässer im vielfältig genutzten Talraum. – In: EGGER, G., MICHOR, K., MUHAR, S. & BEDNAR, B. (Eds.): Flüsse in Österreich. - Studienverlag, Innsbruck: 32–43.
- JECL, R., HORNICH, R., TURK, R., STEINMAN, F., MOSER, F., BIRO, A., SUHADOLNIK, A. & COLNARIČ, N. (2013): DRA-MUR-CI: Grenzüberschreitende wasserwirtschaftliche Initiative für die Flüsse Drau und Mur. Prospektbroschüre. – Ministrstvo za kmetijstvo in okolje Republike Slovenije Direktorat za okolje / Sektor za vode. Maribor: 54 pp.
- MADER, H., STEIDL, T. & WIMMER, R. (1996): Abflussregime österreichischer Fließgewässer. – UBA Monogr. 82: 192 pp.
- MUHAR, S., KAINZ, M., KAUFMANN, M. & SCHWARZ, M. (1996): Ausweisung flußtypisch erhaltener Fließgewässerabschnitte in Österreich. Fließgewässer – Österreichische Bundesgewässer lt. § 8 WBFG. – Bundesministerium f. Land- und Forstwirtschaft – Wasserwirtschaftskataster: 167 pp.
- NESTROY, O., AUST, G., BLUM, W.E.H. et al. (2011): Systematische Gliederung der Böden Österreichs. Österreichische Bodensystematik 2000 in der revidierten Fassung von 2011. – Mitt. Österr. Bodenk. Ges. 79: 1–95.
- SCHATZL, R. (Ed) (2017): Jahresbericht des hydrographischen Dienstes Jahr 2016. – Amt der Steiermärkischen Landesregierung, Abt. 14 Wasserwirtschaft, Ressourcen und Nachhaltigkeit: 11 pp. – URL: <http://app.hydrographie.steiermark.at/berichte/dezember2017neu.pdf> [Zugriff am 24.2.2018].
- STANFORD, J.A., LORANG, M.S. & HAUER, F.R. (2005): The shifting habitat mosaic of river ecosystems. – Verhandlungen Internationalen Vereinigung Theoretische Angewandte Limnologie 29: 123–136.
- VON HOCHENBURGER, F. (1894): Darstellung der in der Periode 1874–1891 durchgeführten Arbeiten der Mur-Regulierung in Steiermark. – Wien, in Commission k.k. Hof- und Staatsdruckerei.
- WENDELBERGER, E. (1960): Die Auwaldtypen an der steirischen Mur. – Mitt. Naturwiss. Ver. Steiermark 90: 150–183.
- WILFLING, A., MÖSLINGER, M. & KOMPOSCH, H. (2013): Aufweitung der Mur bei Gosdorf – Ergebnisse des Monitorings 2008–2012. DRAMURCI – Grenzüberschreitende wasserwirtschaftliche Initiative für die Flüsse Drau und Mur. – Im Auftrag des Amtes der Steiermärkischen Landesregierung, Graz. Endbericht, Gleisdorf: 218 pp.
- WOOLSEY, S., WEBER, C., GONSER, T. et al. (2005): Handbuch für die Erfolgskontrolle bei Fließgewässerrevitalisierungen. – Publikation des Rhône-Thur Projektes. Eawag, WSL, LCH-EPFL, VAW-ETHZ: 112 pp.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Tuexenia - Mitteilungen der Floristisch-soziologischen Arbeitsgemeinschaft](#)

Jahr/Year: 2018

Band/Volume: [BH_11_2018](#)

Autor(en)/Author(s): Drescher Anton

Artikel/Article: [Die Grenzmur – aktueller Zustand und Renaturierungsversuche 69-89](#)