



Interreg 
SLOVENIJA – AVSTRIJA
SLOWENIEN – ÖSTERREICH
Evropska unija | Evropski sklad za regionalni razvoj
Europäische Union | Europäischer Fonds für regionale Entwicklung



**ČEZMEJNI NAČRT ZA INOVATIVNO TRAJNOSTNO UPRAVLJANJE
MEJNE MURE IN IZBOLJŠANJE OBVLADOVANJA
POPLAVNE OGROŽENOSTI**

**GRENZÜBERSCHREITENDER MANAGEMENTPLAN ZUR INNOVATIVEN
NACHHALTIGEN BEWIRTSCHAFTUNG DER GRENZ-MUR UND ZUR
VERBESSERUNG DES HOCHWASSERRISIKOMANAGEMENTS**

Deliverable D.T1.4.2

Analyse des Niedrigwasserstandes – Slowenien

Abstract

This report describes DRSV activities on the deliverable D.T1.4.2. It includes a systematic representation of the border Mura with all mill channels and tributaries. Calculation of ecologically acceptable flow was made according to the official Slovene methodology (according to hydrological data). Calculation was made on both Slovene and Austrian official monitoring data. Insignificant differences were observed. From the comparison of the flow duration curve, the ecologically acceptable flow, and supposed water needs (for re-establishment of the Enajstmlinski and Visiak channels) an assessment of extraction possibilities was made.

Kurzfassung

Der Bericht beschreibt die Aktivitäten der DRSV für die Leistung D.T1.4.2. Es wird ein Überblick des Systems der Grenzmur mit sämtlichen Mühlbächen und Zuflüssen gegeben. In diesem Zusammenhang wird der ökologisch akzeptable Abfluss nach der offiziellen slowenischen Methode (aufgrund hydrologischer Ausgangspunkte) bestimmt. Die Berechnung erfolgte basierend auf Daten des slowenischen wie auch des österreichischen Monitorings, wobei keine größeren Abweichungen festgestellt wurden. Auf Basis des Vergleichs der Abflussdauerlinie, des ökologisch akzeptablen Abflusses und des voraussichtlichen Wasserbedarfs für Entnahmen (zur Dotation des Elfmühlenbachs und des Vizjak-Kanals) wird eine Bewertung der Möglichkeit für eine Wasserentnahme aus der Mur gegeben.

Izveček

Poročilo predstavlja opis aktivnosti DRSV na dosežku D.T1.4.2. Podan je pregled sistema mejne Mure z vsemi mlinščicami in pritoki. Določen je bil ekološko sprejemljivi pretok po uradni slovenski metodologiji (na podlagi hidroloških izhodišč). Izračun je bil opravljen tako na podatke slovenskega kot avstrijskega monitoringa, pri čemer ni bilo zaznanih večjih odstopanj. Na podlagi primerjave krivulje trajanja, ekološko sprejemljivega pretoka in predpostavljenih potreb po dodatnih odvzemih (za napajanje Enajstmlinskega potoka in Vizjakovega kanala) je podana ocena možnosti odvzemanja vode iz reke Mure.

Dokumenteninformation

Tatsächliches Abgabedatum	05/2021
Verantwortlicher Partner für das Bericht	Wasserdirektion Republik Slowenien (DRSV) Mariborska cesta 88, 3000 Celje
 REPUBLIKA SLOVENIJA MINISTRSTVO ZA OKOLJE IN PROSTOR DIREKCIJA REPUBLIKE SLOVENIJE ZA VODE	
Andere involvierte Partner	A14, WWVR

Dissemination Ebene

Öffentlich	X
Wird auf Anfrage zur Verfügung gestellt	
Vertraulich, nur für Mitglieder des Konsortiums	

Autoren

Gašper Zupančič,	DRSV
Sabina Žaja	

Übersetzung auf Deutsch

Andrea Haberl Zemljič	Übersetzungsbüro Interlineas, Hauptplatz 2, A-8490 Bad Radkersburg
-----------------------	--

Peer reviewers

Nataša Smolar Žvanut	DRSV
Anton Kustec	DRSV

Versionierung

Version 0.1	Entwurf zur internen Abstimmung an der DRSV (Februar 2021)
Version 0.2	Entwurf zur grenzüberschreitenden Abstimmung im Juni 2021
Version 1.0	Endversion (Okt. 2021)

INHALTSVERZEICHNIS

1.	EINLEITUNG	5
2.	MÜHLBÄCHE ENTLANG DER GRENZMUR.....	6
2.1.	Übersicht des Flusssystemes der Grenzmur.....	6
2.2.	Vorgeschlagene Wiederherstellung der Mühlbäche am rechten Murofer.....	8
3.	ÖKOLOGISCH AKZEPTABLER ABFLUSS.....	11
3.1.	Berechnung des Qes für die MS Gornja Radgona I	12
3.2.	Berechnung des Qes für die MS Mureck	16
4.	ANALYSE DER MÖGLICHKEITEN EINER WASSERENTNAHME AUS DER MUR.....	18
4.1.	Möglichkeit der Wasserentnahme in Bezug auf die Abflussdauerlinie	18
4.2.	Bedarfsorientierte Entnahme von Wassermengen.....	20
5.	ZUSICHERUNG DER FUNKTIONALITÄT DER MÜHLBÄCHE IN ALLEN HYDROLOGISCHEN VERHÄLTNISSEN	21
6.	SYNTHESIS	22
7.	QUELLEN UND LITERATUR.....	23

ABBILDUNGEN

Abbildung 1: Schematische Darstellung des Systems der Grenzmur.	6
Abbildung 2: Darstellung des Verlaufs des Elfmühlenbaches und des Vizjak-Kanals im Abschnitt der Grenzmur.	8
Abbildung 3: Abflussdauerlinie für die MS Gornja Radgona I.	18
Abbildung 4: Abflussdauerlinie für die MS Gornja Radgona I (Detail).	19

TABELLEN

Tabelle 1: geschätzter Wasserbedarf mit zeitlichem Verlauf.	10
Tabelle 2: Geringste Jahreswerte der mittleren Tagesabflüsse im Zeitraum von 1989 bis 2018 für die MS Gornja Radgona I.	13
Tabelle 3: Werte des Faktors f für die Berechnung des ökologisch akzeptablen Abflusses bei einer reversiblen Wasserentnahme (Quelle: Verordnung über Qes).	14
Tabelle 4: Abflusskategorien an der MS Gornja Radgona I im Zeitraum 1981-2010 (Quelle: ARSO 2019).	15
Tabelle 5: Niedrigste Jahreswerte der mittleren Tagesabflüsse im Zeitraum von 1989 bis 2018 für die MS Mureck.	16
Tabelle 6: Zahl der Tage mit niedrigeren Tagesabflüssen als Qes (Periode mit erhöhter Wasserführung) , aufgeteilt auf die Monate des Jahres.	19
Tabelle 7: Zahl der Tage mit niedrigeren Tagesabflüssen als Qes (Periode mit erhöhter Wasserführung), aufgeteilt nach Niederwasserperiode und Periode mit erhöhter Wasserführung.	20

1. EINLEITUNG

In diesem Bericht wird über die Aktivitäten der DRSV bei der Leistung D.T1.4.2 – Analyse des Niedrigwasserstands berichtet, der einen Teil der Aktivitäten von A.T.1.4 – Managementplan für Seitenarme und Mühlbäche im Projekt goMURra bildet.

Dieser Bericht stellt die Grundlage für die Erstellung des Managementplans für die Seitenarme und Mühlbäche (D.T1.4.1) dar, der wiederum ein Bestandteil des Managementplans Grenzmur 2030 ist (O.T1.5). Darüber hinaus kann der Bericht als Unterstützung für die Entscheidungsfindung dienen, wenn es um die Wasserentnahme aus der Grenzmur in Verwaltungsverfahren bei der Wasserdirektion der Republik Slowenien (DRSV) und um die Gestaltung von bilateralen Absprachen in der Ständigen österreichisch-slowenischen Kommission für die Mur geht.

Die DRSV befasst sich in der Analyse mit der Frage der Zusicherung genügender Wassermengen für die Dotation der Mühlbäche vom Gesichtspunkt der Einflüsse auf den Hauptstrom der Mur. Dieser Bericht umfasst:

- Im zweiten Kapitel: Darstellung des Systems der Grenzmur und Vorschlag der Dotation der Mühlbäche auf der slowenischen Seite der Grenzmur.
- Im dritten Kapitel: Berechnung des ökologisch akzeptablen Abflusses der Mur nach der offiziellen slowenischen Methode (der Methode der hydrologischen Ausgangspunkte). Die Berechnung wurde aufgrund der Angaben der Messstellen in Gornja Radgona und Mureck erstellt.
- Im vierten Kapitel: Analyse der Möglichkeiten für Entnahmen und Analyse der verfügbaren Mengen in Bezug auf die Abflussdauerlinie für die Daten der Messstelle Gornja Radgona.
- Im fünften Kapitel: Möglichkeit der Zusicherung einiger Funktion der Mühlbäche unter allen hydrologischen Verhältnissen.

2. MÜHLBÄCHE ENTLANG DER GRENZMUR

Das Gebiet der Grenzmur umfasst den Murfluss von Ceršak bis Petanjci, der neben dem Hauptstrom auch aus Seitenarmen bzw. Mühlbächen und Zuflüssen in diesem Bereich besteht. Da die Seitenarme und Mühlbäche innerhalb des Systems wichtige Funktionen besitzen (sowohl vom Gesichtspunkt des Wasserverbrauchs wie auch aus anderen Gesichtspunkten: z.B. ökologische Funktionen, Speisung des Grundwassers und Qualität des Lebensraums) haben wir im Projekt goMURra die Möglichkeit der Erhaltung der Funktionalität der Mühlbäche und ihre erneute Instandsetzung analysiert.

2.1. Übersicht des Flusssystems der Grenzmur

Das System der Grenzmur ist durchaus mannigfaltig. Während sich der Hauptstrom auf das regulierte Bett der Mur konzentriert, befindet sich an der Grenzmur eine beträchtliche Anzahl kleiner Zuflüsse und Mühlbäche.

Entlang der Grenzmur (von Spielfeld bis Radenci) ergießen sich 8 kleinere Zuflüsse in die Mur, 6 linke und 2 rechte. Darüber hinaus befinden sich in diesem Abschnitt fünf Mühlbäche (vier am linken Ufer und einer am rechten), von denen einer in einen energetischen genutzten Kanal umgebaut wurde. Es besteht nun ein Interesse an einer Revitalisierung zweier einst bestehender Mühlbäche auf slowenischer Seite. Dieses System wird schematisch am untenstehenden Bild dargestellt (Abbildung 1).

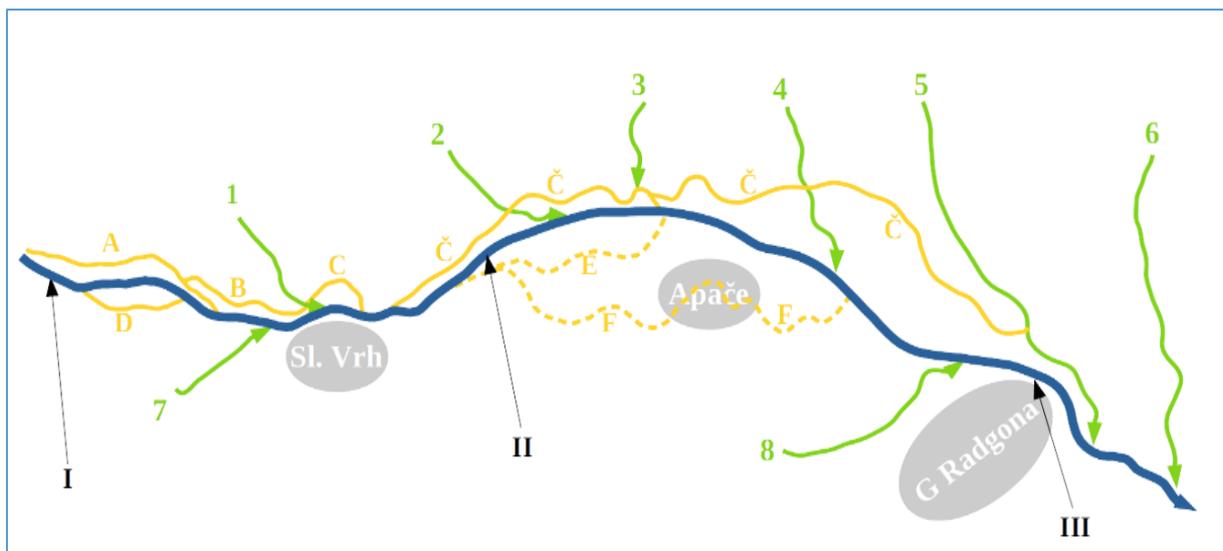


Abbildung 1: Schematische Darstellung des Systems der Grenzmur.

Legende:

	Gerinne der Mur	
	Mühlbäche	A – Strasser Mühlgang
		B – Mühlgang
		C – Mühlgang
		Č – Mureck-Radkersburg Mühlgang
		D – Kanal des Wasserkraftwerks Ceršak
	Aufgelassene Mühlbäche	E – Vizjak-Kanal
		F – Elfmühlenbach
	Zuflüsse	1 – Schwarzaubach (Črnc)
		2 – Sassbach
		3 – Gnasbach
		4 – Sulzbach
		5 – Drauchenbach
		6 – Kučnica
		7 – Selnica
		8 – Plitvica
	Standorte der Messstationen	I – v.p. Spielfeld
		II – v.p. Mureck
		III – v.p. Gornja Radgona

Kurze Beschreibung der Mühlbäche:

Linkes Ufer:

- Der Strasser Mühlgang (**A**) wird außerhalb des Abschnitts der Grenzmur gespeist (aus dem Stausee des Kraftwerks Spielfeld) und mündet zwischen Ceršak und Sladki Vrh in die Mur.
- Mühlgang (**B**) wird aus dem Strasser Mühlgang gespeist und mündet nach ca. 4,5 km in den Schwarzaubach, kurz bevor dieser in die Mur mündet;
- Mühlgang (**C**) wird aus dem Schwarzaubach gespeist, bevor dieser in die Mur mündet und mündet nach ca. 1,5 km in die Mur;
- Der Mureck-Radkersburg Mühlgang (**Č**) speist sich aus der Mur bei Mureck und fließt 25 km entlang der Grenzmur, um bei Bad Radkersburg in den Drauchenbach zu münden, bevor dieser auf der Höhe von Mele in die Mur mündet. Außer den Drauchenbach quert der Mühlbach noch drei linke Zuflüsse der Mur: den Sassbach, Gnasbach und den Sulzbach, wobei er sich mit zweien auf zwei Ebenen kreuzt (Sassbach und Sulzbach).

Rechtes Ufer:

- Der einst bestehende Mühlbach in Ceršak (Bezeichnung **D**) hat nun die Funktion eines energetisch genutzten Kanals des Wasserkraftwerks Ceršak. Darüber hinaus gab es einst noch zwei Mühlbäche (**E** und **F**), die das Potenzial für eine Revitalisierung haben.

2.2. Vorgeschlagene Wiederherstellung der Mühlbäche am rechten Murufer

In Bezug auf die durchgeführte Zustandsanalyse des Zustands der Seitenarme und Mühlbäche auf der slowenischen Seite der Grenzma (Bericht D.T1.4.4: Zupančič et al. 2021) sind auf der slowenischen Seite der Grenzma in Zukunft noch zwei mögliche Maßnahmen vorgesehen:

- Wiederherstellung des Elfmühlenbaches:
Wiederherstellung des ca. 17 km langen Mühlbaches, der einst über einen großen Teil des Abstaller Feldes verlief und seit den sechziger Jahren des vorigen Jahrhunderts trockengelegt ist. Er erfüllt nur noch die Funktion der Ableitung von Niederschlagswasser. In den letzten Jahren gab es intensive Aktivitäten zur erneuten Dotation des Baches.
- Wiederherstellung des Vizjak-Kanals:
Dabei handelt es sich um den einst bestehenden Mühlbach im Abstaller Feld auf einer Länge von 6,6 km. Der Mühlbach ist heute funktionslos. Im Gelände ist noch ein Überrest des einstigen Kanals auf einer Länge von ca. 2,5 km vorhanden, während die Überreste des einstigen Gerinnes nicht mehr zu sehen sind, da sie von landwirtschaftlichen Flächen überdeckt werden.

Abbildung 2 zeigt den Verlauf der beiden Mühlbäche.



Abbildung 2: Darstellung des Verlaufs des Elfmühlenbaches und des Vizjak-Kanals im Abschnitt der Grenzma.

Mit diesen beiden Maßnahmen wird zu zwei Kernzielen für die Grenzma beigetragen, wie sie im strategischen Teil des Managementplans Grenzma 2030 (Bericht D.T1.5.1: Unterlercher et al. 2021) definiert werden:

- Kernziel 2: Verbesserte Grundwassersituation und
- Kernziel 4: Ökologische Verbesserung von Fluss- und Aulandschaft

Beide Mühlbäche werden aus der Mur gespeist. Sie setzen also eine neue (reversible bzw. teilweise reversible) Wasserentnahme aus der Mur voraus. Beide Objekte wären multifunktional. Sie würden folgenden Funktionen entsprechen:

Elfmühlenbach:

- Verbesserung des Zustands der umgebenden Habitate innerhalb des Natura 2000 Gebiets;
- Erhöhung der Grundwassermenge im Abstaller Feld;
- Erhöhung der Wertschöpfung der Landschaft in Bezug auf Freizeit- und Tourismusaktivitäten;
- Zuleitung von Löschwasser;
- Verwendung des Wassers für die Bewässerung von landwirtschaftlichen Flächen;
- Ableitung von Niederschlagswasser und
- Antrieb von Wasserkraftanlagen.

Vizjak-Kanal:

- Verbesserung des Zustands der umgebenden Habitate innerhalb des Natura 2000 Gebiets;
- Erhöhung der Menge des Grundwassers im Abstaller Feld;
- Erhöhung der Wertschöpfung der Landschaft in Bezug auf Freizeitaktivitäten und Tourismus;
- Verbesserung des trophischen Zustands der Schotterteiche in Konjišče und
- Verwendung des Wassers für die Bewässerung von landwirtschaftlichen Flächen;

In Bezug auf die vorgesehene Mehrzwecknutzung wurde der mengenmäßige Wasserbedarf für beide Objekte grob geschätzt, also die Entnahmemenge aus der Mur bei Mureck/Trate. Es geht um eine mittelfristige Abschätzung, die die gesamte Umgestaltung der Gerinne beider Kanäle vorsieht (weder der Vizjak-Kanal noch der Elfmühlenbach ist gegenwärtig in der Lage die vorgesehenen Wassermengen zu transportieren). Für den Vizjak-Kanal ist eine Entnahmemenge im Umfang von 2 m³/s und für den Elfmühlenbach im Umfang von 3-5 m³/s vorgesehen. Die Entnahmen für den Elfmühlenbach sind in Bezug auf den Bewässerungsbedarf variabel (größere Entnahmen in der Bewässerungssaison).

Der Bedarf nach Wasserentnahmen aus der Mur zur Dotation beider Mühlbäche wurde grob geschätzt. Die Bewertung umfasst auch einen groben Zeitablauf in Bezug auf die geplante Wasserentnahme zur Bewässerung landwirtschaftlicher Flächen (nur für den Elfmühlenbach). Der geschätzte Wasserbedarf wird in untenstehender Tabelle dargestellt (Tabelle 1).

Tabelle 1: geschätzter Wasserbedarf mit zeitlichem Verlauf.

Monat	Entnahme Vizjak [m^3/s]	Entnahme Elfmühlenb. [m^3/s]			Entnahme Summe [m^3/s]
		ständig	Bewäss.	Summe	
Jan	2	3	0	3	5
Feb	2	3	0	3	5
März	2	3	0	3	5
Apr	2	3	0	3	5
Mai	2	3	0	3	5
Juni	2	3	2	5	7
Juli	2	3	2	5	7
Aug	2	3	2	5	7
Sep	2	3	2	5	7
Okt	2	3	0	3	5
Nov	2	3	0	3	5
Dez	2	3	0	3	5

3. ÖKOLOGISCH AKZEPTABLER ABFLUSS

Für die Analyse der Möglichkeit zur Wasserentnahme aus der Mur wurde der ökologisch akzeptable Abfluss (Qes) laut der Verordnung über Kriterien zur Bestimmung und Art der Beobachtung und Berichterstattung über den ökologisch akzeptablen Abfluss (Amtsblatt RS, Nr. 97/09, im Folgenden: Verordnung Qes) berechnet

Laut der Verordnung Qes müssen Objekte oder Anlagen bzw. Anlagensysteme zur Wasserentnahme für eine besondere Verwendung so gestaltet werden, dass die Wasserentnahme nicht möglich ist, wenn der Abfluss an der Entnahmestelle unter den ökologisch akzeptablen Wert sinkt.

Der ökologisch akzeptable Abfluss (Qes) wird gemäß der Verordnung auf zwei Arten bestimmt:

- auf der Grundlage hydrologischer Gesichtspunkte (Artikel 7);
- auf der Grundlage einer Studie zur Festlegung des ökologisch akzeptablen Abflusses (Artikel 8);

In unserem Fall haben wir uns zur Festlegung des Qes aufgrund von hydrologischen Gesichtspunkten entschlossen, da sich in der Nähe der Entnahme zwei Messstationen befinden, nämlich die MS Gornja Radgona I als Teil des slowenischen Netzwerks zum hydrologischen Monitoring von Oberflächengewässern und die MS Mureck als Teil des österreichischen Netzwerks:

- Die MS Gornja Radgona befindet sich ca. 12 km flussabwärts vom Abschnitt der Mur, an dem die Entnahmen geplant sind. In diesem Gebiet münden drei Zuflüsse in die Mur (die Plitvica von rechts sowie der Gnasbach und der Sulzbach von links) mit geringen Beitragsflächen, die den Abfluss der Mur nicht wesentlich beeinflussen. In Bezug darauf wird davon ausgegangen, dass die Daten der Messstation Gornja Radgona I eine entsprechende Quelle zur Festlegung des Qes an der vorgesehenen Entnahmestelle sind.
- Die MS Mureck befindet sich beinahe genau an der vorgesehenen Entnahmestelle (700 m flussabwärts).

Für die MS Gornja Radgona konnte aus dem digitalen Archiv von ARSO (Archiv hydrologischer Daten: <http://vode.arso.gov.si/hidarhiv/>) Daten für eine gesamte Messreihe eingeholt werden (1946-2018), in Übereinstimmung mit der Verordnung Qes zur Berechnung des ökologisch akzeptablen Abflusses haben wird jedoch die Daten der letzten 30 Jahre verwendet (1989-2018). Für die Messstation Mureck hat uns der Projektpartner aus Österreich (Amt der Steiermärkischen Landesregierung, Abteilung 14 – Wasserwirtschaft, Ressourcen und Nachhaltigkeit, im Folgenden: A14) Daten für den 30-jährigen Zeitraum von 1989-2018 übermittelt.

3.1. Berechnung des Qes für die MS Gornja Radgona I

Der ökologisch akzeptable Abfluss wird gemäß Artikel 7 der Verordnung Qes folgendermaßen errechnet:

$$Q_{es} = f \cdot sQ_{np}$$

wobei die Parameter folgende sind:

Q_{es} - ökologisch akzeptabler Abfluss

f - Faktor, abhängig vom ökologischen Typ des Fließgewässers und

sQ_{np} - mittlerer Niedrigwasserabfluss

Der mittlere Niedrigwasserabfluss an der Entnahmestelle ist das arithmetische Mittel der niedrigsten Jahreswerte des mittleren Tagesabflusses an dieser Stelle über einen längeren Beobachtungszeitraum. Der mittlere Niedrigwasserabfluss wird in m³/s ausgedrückt und nach folgender Gleichung berechnet:

$$sQ_{np} = \sum_{i=1}^{i=N} Q_{np,i} / N$$

wobei, $Q_{np,i}$ der kleinste mittlere Tagesabfluss im i-ten Kalenderjahr und N die Zahl der Jahre im Beobachtungszeitraum ist, in der Regel sind das die letzten 30 Jahre.

Die Werte des Faktors f werden festgelegt im Hinblick auf:

- Eine irreversible oder reversible Wasserentnahme,
- die Länge der reversiblen Wasserentnahme,
- die Entnahmemenge, im Hinblick auf den Wert des mittleren Abflusses an der Entnahmestelle,
- den ökologischen Typ des Fließgewässers und
- das Verhältnis zwischen mittlerem und geringem Niedrigwasserabfluss.

Aus den Daten der MS Gornja Radgona wurden die geringsten mittleren Tagesabflüsse pro Jahr im Zeitraum 1989-2018 festgestellt. Die Resultate werden unten dargestellt (Tabelle 2).

Tabelle 2: Geringste Jahreswerte der mittleren Tagesabflüsse im Zeitraum von 1989 bis 2018 für die MS Gornja Radgona I.

Datum	Abfluss (m ³ /s)
31.01.1989	59
13.01.1990	70,1
17.02.1991	59
30.08.1992	59,371
9.03.1993	77,384
25.12.1994	79,755
17.01.1995	65,131
11.02.1996	56,367
31.10.1997	71,122
6.02.1998	56,786
24.12.1999	61,938
27.01.2000	58,2
26.12.2001	47,472
10.01.2002	43,117
25.08.2003	46,012
25.01.2004	63,642
7.02.2005	52,71
26.01.2006	56,204
1.01.2007	62,859
18.02.2008	57,743
11.01.2009	68,129
14.02.2010	67,183
30.12.2011	57,353
7.02.2012	47,877
18.08.2013	69,918
20.07.2014	96,265
29.12.2015	62,189
24.01.2016	52,009
29.01.2017	55,69
21.10.2018	68,715
Mittlerer Niedrigwasserabfluss - sQ_{np} (m ³ /s)	61,64

Aus der Tabelle geht hervor, dass die geringsten Jahreswerte der mittleren Tagesabflüsse im Beobachtungszeitraum von dreißig Jahren zwischen 43,117 m³/s (geringster Wert des mittleren Tagesabflusses im Jahr 2002) und 96,265m³/s (geringster Wert des mittleren Tagesabflusses im Jahr 2014) schwankten. Der durchschnittliche Werte des geringsten Jahreswerts des mittleren Tagesabflüsse beträgt **61,64m³/s**.

Die Wasserentnahme für den Elfmühlenbach und den Vizjak-Kanal sollte **reversibel** sein. Das Einzugsgebiet der Mur (Gewässer I. Ordnung) in der Republik Slowenien beträgt 1.243 km² (Quelle: NUV II). Für diese Entnahme wird der Faktor f folgendermaßen festgelegt:

Tabelle 3: Werte des Faktors f für die Berechnung des ökologisch akzeptablen Abflusses bei einer reversiblen Wasserentnahme (Quelle: Verordnung über Qes)

Gruppe der ökologischen Typen	Größe des Einzugsgebiets				
	< 10 km ²	10-100 km ²	100-1.000 km ²	1.000-2.500 km ² und $sQs < 50$ m ³ /s	>2.500 km ² oder $sQs > 50$ m ³ /s
Punktförmige Entnahme					
1 ⁽²⁾	0,7	0,7	0,5	0,4	
2 ⁽²⁾	0,7	0,5	0,4	0,4	
3	0,5	0,4	0,3		
4					0,3
Kurzfristige Entnahme unterjährig oder langfristige Entnahme bei Niedrigwasserstand					
1 ⁽²⁾	1,2	1,2	1,0	0,8	
2 ⁽²⁾	1,2	1,0	0,8	0,8	
3	1,0	0,8	0,7		
4					0,7
Lange Entnahme bei erhöhter Wasserführung					
1 ⁽²⁾	1,9	1,9	1,6	1,3	
2 ⁽²⁾	1,9	1,6	1,3	1,3	
3	1,6	1,3	1,1		
4					1,1

(Der Faktor f wird mit 1,6 multipliziert, wenn das Verhältnis zwischen dem mittleren und Niedrigwasserabfluss an der Entnahmestelle größere als 20 ist). Für die MS Gornja Radgona I beträgt dieses Verhältnis 2,3.

Eine kurzzeitige Wasserentnahme ist eine reversible Entnahme, bei der das entnommene Wasser in das Fließgewässer auf einer Entfernung zurückfließt,

- die geringer oder gleich 100 m ist, wenn es um eine Wasserentnahme aus einem Fließgewässer geht, das zum ökologischen Typ mit einem Einzugsgebiet von kleiner gleich 100 km² gehört oder
- die geringer oder gleich 500 m ist, wenn es um eine Wasserentnahme aus einem Fließgewässer geht, das zum ökologischen Typ mit einem Einzugsgebiet größer als 100 km² gehört;

Eine lange Wasserentnahme ist eine reversible Entnahme, bei der das entnommene Wasser in das Fließgewässer auf einer Entfernung zurückfließt, die länger ist als bei einer kurzen Wasserentnahme;

Ein Beispiel für die Wasserentnahme für den Vizjak-Kanal und den Elfmühlenbach: **lange Entnahme** (die Rückgabeentfernung ist in beiden Fällen länger als 500m). Der Faktor f wird nicht mit 1,6 multipliziert. (Mittlerer Abfluss/mittlerer Niedrigwasserabfluss ist kleiner als 3).

Qes - Der ökologisch akzeptable Abfluss, berechnet gemäß Artikel 7. der Verordnung über Qes beträgt:

$$Qes_{GorRad,sušni} = f \cdot sQnp = 0,7 \cdot 61,46 \text{ m}^3/\text{s} = 43,15 \text{ m}^3/\text{s}$$

(im Fall einer langen Entnahme in einer Niedrigwasserperiode)

bzw.

$$Qes_{GorRad,vodnati} = f \cdot sQnp = 1,1 \cdot 61,46 \text{ m}^3/\text{s} = 67,81 \text{ m}^3/\text{s}$$

(im Fall einer langen Entnahme in einer Periode mit erhöhter Wasserführung)

Daraus folgt, dass in einer Niederwasserperiode eine Wasserentnahme für die Mühlbäche möglich ist, wenn der Abfluss höher ist als der ökologisch akzeptable Abfluss; **d.h. höher als $43,15\text{m}^3/\text{s}$** , in einer Periode mit erhöhter Wasserführung ist eine Entnahme dann möglich, wenn der Abfluss **höher ist als $67,81\text{m}^3/\text{s}$** .

Die Verordnung über Qes legt die Niederwasserperiode und die Periode mit erhöhter Wasserführung folgendermaßen fest:

Die Niederwasserperiode umfasst folgende Kalendermonate:

- Dezember, Jänner, Juni, Juli, August und September für die ökologischen Typen 2, 3 und 4 der Tabelle aus Beilage 2, die ein Bestandteil dieser Verordnung ist und
- Juni, Juli, August und September für die ökologischen Typen 1 der Tabelle aus Beilage 2 dieser Verordnung.

Die Periode mit erhöhter Wasserführung ist jene Periode des Kalenderjahres, die nicht als Niederwasserperiode definiert ist. Das Fließgewässer der Mur wird dem ökologischen Typ 4 (großer Fluss) zugerechnet.

Zum Vergleich werden in der untenstehenden Tabelle die typischen Abflüsse der Mur für die Messstation Gornja Radgona I angegeben:

Tabelle 4: Abflusskategorien an der MS Gornja Radgona I im Zeitraum 1981-2010 (Quelle: ARSO 2019)

MS Gornja Radgona I		
Abflusskategorie	Beschreibung	Wert (m^3/s)
nQvk	Geringster Hochwasserabfluss im Zeitraum	287
sQvk	Mittlerer Hochwasserabfluss im Zeitraum	718
vQvk	Maximaler Hochwasserabfluss im Zeitraum	1350
nQs	geringster Mittelwasserabfluss im Zeitraum	95,4
sQs	Mittelwasserabfluss im Zeitraum	152
vQs	maximaler Mittelwasserabfluss im Zeitraum	219
nQnp	geringster Niedrigwasserabfluss im Zeitraum	43,1
sQnp	mittlerer Niedrigwasserabfluss im Zeitraum	60,1
vQnp	maximaler Niedrigwasserabfluss im Zeitraum	79,7

3.2. Berechnung des Qes für die MS Mureck

Analog zum Verfahren der Festlegung von Qes aufgrund der Daten der MS Gornja Radgona wurden auch die Daten der MS Mureck festgelegt. Die Analyseergebnisse und den errechneten Wert des Qes für das Niederwasser und die erhöhte Wasserführung zeigt untenstehende Tabelle.

Tabelle 5: Niedrigste Jahreswerte der mittleren Tagesabflüsse im Zeitraum von 1989 bis 2018 für die MS Mureck.

Datum	Abfluss (m ³ /s)
30.12.1989	56,45
14.01.1990	60,23
02.02.1991	53,53
30.08.1992	61,27
09.03.1993	70,07
03.12.1994	77,47
15.01.1995	70,1
11.02.1996	57,19
03.02.1997	73,28
06.02.1998	57,3
31.01.1999	58,02
27.01.2000	55,93
25.12.2001	44,62
20.01.2002	39,21
26.08.2003	41,83
25.01.2004	50,94
07.02.2005	50,72
25.01.2006	50,05
18.01.2007	64,18
18.02.2008	62,42
11.01.2009	70,54
14.02.2010	68,72
27.12.2011	60,12
05.02.2012	49,93
23.08.2013	67,68
20.08.2001	96,07
31.12.2015	57,56
23.01.2016	55,84
29.01.2017	54,86
21.10.2018	67,16
Mittlerer Niedrigwasserabfluss - sQ_{np} (m³/s)	60,11

Qes - Der ökologisch akzeptable Abfluss, berechnet gemäß Artikel 7 der Verordnung über Qes beträgt:

$$Qes_{Mureck,sušni} = f \cdot sQnp = 0,7 \cdot 60,11 \text{ m}^3/\text{s} = 42,01 \text{ m}^3/\text{s}$$

(im Fall einer langen Entnahme bei Niederwasser)

bzw.

$$Qes_{Mureck,vodnati} = f \cdot sQnp = 1,1 \cdot 60,11 \text{ m}^3/\text{s} = 66,12 \text{ m}^3/\text{s}$$

(im Fall einer langen Entnahme der erhöhten Wasserführung)

Ein Vergleich des errechneten Qes in Bezug auf die Daten der MS Gornja Radgona und Mureck zeigt geringe Abweichungen (sie betragen 3 %). Die Daten der MS Mureck zeigen einen etwas geringeren Qes. In den im Folgenden beschriebenen Analysen wurde der engere Wert des Qes berücksichtigt, das ist jener unter Berücksichtigung der Daten der MS Gornja Radgona I.

4. ANALYSE DER MÖGLICHKEITEN EINER WASSERENTNAHME AUS DER MUR

In diesem Kapitel wird das Ergebnis des Vergleichs des ökologisch akzeptablen Abflusses (als einschränkendem Faktor in Bezug auf eventuelle zukünftige Entnahmen) mit der Zugangsmöglichkeit zu Wasser in der Mur dargestellt. Zu diesem Zweck wurde die Abflussdauerlinie mit den Daten der MS Gornja Radgona I erstellt.

4.1. Möglichkeit der Wasserentnahme in Bezug auf die Abflussdauerlinie

Zur Bewertung der Möglichkeit der Wasserentnahme in Bezug auf den errechneten Qes wurde ein Vergleich mit der Abflussdauerlinie der Abflüsse bei der MS Gornja Radgona I vorgenommen.

Die Abflussdauerlinie wurde aus den Daten des durchschnittlichen Tagesabflusses bei der MS Gornja Radgona I für den Zeitraum 1946-2018 erstellt (Daten aus dem Online-Archiv der hydrologischen Daten der Oberflächengewässer von ARSO vom 9.9.2020: <http://vode.arso.gov.si/hidarhiv/>). Abbildung 3 zeigt die Abflussdauerlinie mit dem Qes für die Periode mit erhöhter Wasserführung und die Niederwasserperiode. Abbildung 4 zeigt die gleichen Daten für Niedrigwasserabflüsse.

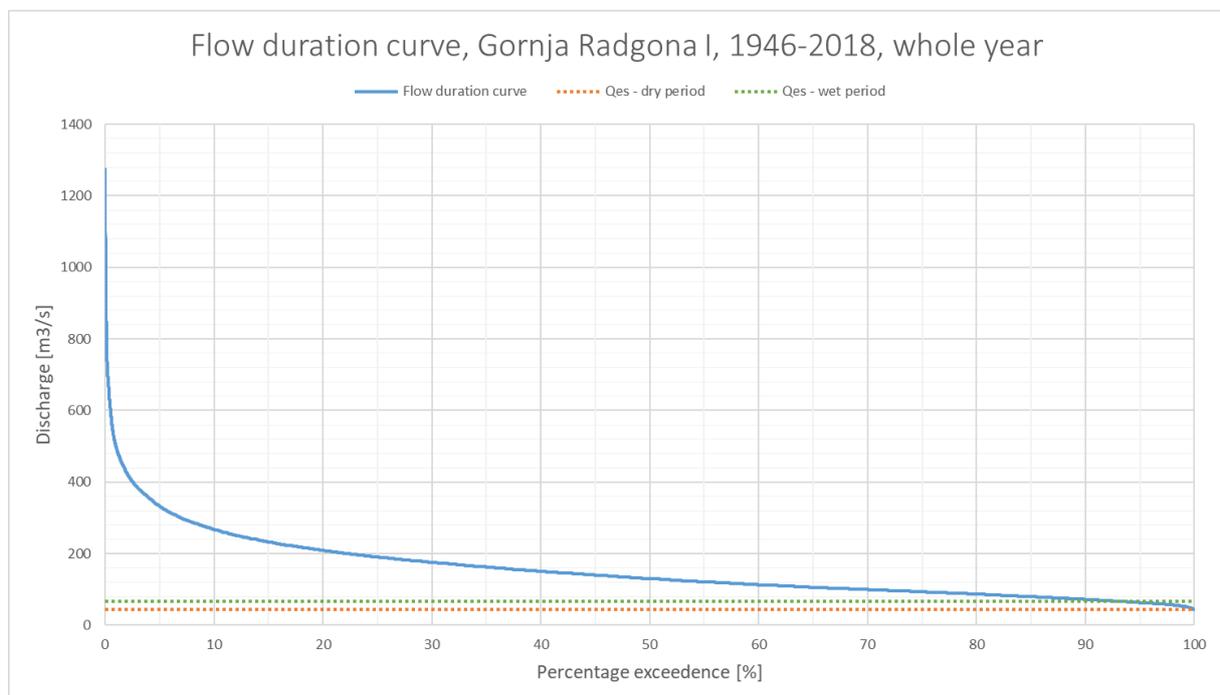


Abbildung 3: Abflussdauerlinie für die MS Gornja Radgona I.

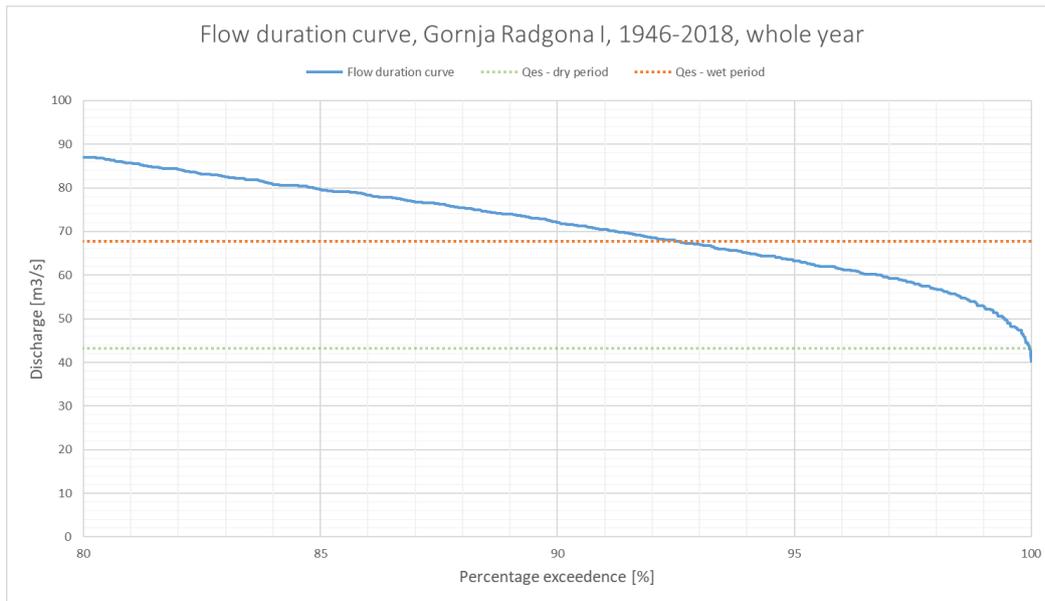


Abbildung 4: Abflussdauerlinie für die MS Gornja Radgona I (Detail).

Aufgrund der Abflussdauerlinie können wir feststellen, dass es im Zeitraum 1946-2018 (insgesamt 26.663 Tage) nur 8 Tage gab (das ist ein dreitausendstel dieses Zeitraums), an denen der Tagesabfluss niedriger als $43,15\text{m}^3/\text{s}$ war (das ist der Qes in der Niederwasserperiode). Alle 8 Tage fallen in die Niederwasserperiode des Jahres.

Andererseits gab es 1999 Tage (das sind 7,5 % des Zeitraums), an denen der Tagesabfluss niedriger war als $67,81\text{m}^3/\text{s}$ (das ist der Qes für die Periode mit erhöhter Wasserführung). Die Aufteilung dieser 1999 Tage nach Monaten zeigt folgendes Bild:

Tabelle 6: Zahl der Tage mit niedrigeren Tagesabflüssen als Qes (Periode mit erhöhter Wasserführung) , aufgeteilt auf die Monate des Jahres.

<i>Monat</i>	<i>Zahl der Tage</i>
Jan	545
Feb	504
März	139
Apr	0
Mai	0
Juni	0
Juli	14
Aug	56
Sep	92
Okt	142
Nov	167
Dez	340
<i>Summe</i>	<i>1999</i>

Unter Berücksichtigung der Aufteilung des Jahres in eine Periode mit erhöhter Wasserführung und eine Niederwasserperiode nach den Kriterien aus der Verordnung über den Qes teilen sich diese 1999 Tage folgendermaßen auf:

Tabelle 7: Zahl der Tage mit niedrigeren Tagesabflüssen als Qes (Periode mit erhöhter Wasserführung), aufgeteilt nach Niederwasserperiode und Periode mit erhöhter Wasserführung

<i>Periode</i>	<i>Zahl der Tage</i>	<i>Anteil</i>
Niederwasser	1551	5,8%
Erhöhte Wasserführung	448	1,7%
<i>Summe</i>	<i>1999</i>	<i>7,5%</i>

Das heißt, dass 1551 von den 1991 Tagen, an denen der Abfluss geringer ist als $67,81\text{m}^3/\text{s}$, auf die Niederwasserperiode des Jahres entfallen (wo der Wert von Qes = $43,15\text{m}^3/\text{s}$ gilt), wo die Entnahme möglich ist (mit Ausnahme der oben erwähnten 8 Tage). Die übrigen 448 Tage entfallen auf die Periode mit erhöhter Wasserführung innerhalb eines Jahres, innerhalb der eine Wasserentnahme bei einem Murabfluss von weniger als $67,81\text{m}^3/\text{s}$ nicht möglich ist.

Daraus kann geschlossen werden, dass eine Wasserentnahme im Profil der MS Gornja Radgona I im Zeitraum von 1946-2018 während 98,3% des Zeitraums möglich gewesen wäre. In der Periode mit erhöhter Wasserführung ist eine Wasserentnahme während 1,7% der Zeit nicht möglich (448 Tage), während der Niederwasserperiode ist jedoch eine Wasserentnahme praktisch immer möglich (mit Ausnahme von 8 Tagen, was 3 Zehntausendstel des Zeitraums ausmacht).

4.2. Bedarfsorientierte Entnahme von Wassermengen

Zur Überprüfung der Möglichkeit zur ständigen Dotation beider Mühlbäche wurde ein Vergleich des geschätzten Wasserbedarfs mit den verfügbaren Wassermengen in der Mur in Bezug auf die Daten der MS Gornja Radgona I durchgeführt (wie in Tabelle 1). Die verfügbaren Wassermengen wurden folgendermaßen errechnet: Vom mittleren Tagesabfluss an der MS Gornja Radgona I (im Zeitraum 1946-2018) wurde der Qes abgezogen (entsprechender Wert für die Niederwasserperiode bzw. die Periode mit erhöhter Wasserführung). Der Vergleich der verfügbaren Wassermengen und des geschätzten Entnahmebedarfs zeigt Folgendes:

- in 97,3% des Zeitraums (25.931 Tage) war die Entnahme der geschätzten Mengen möglich;
- in 2,7% des Zeitraums (732 Tage) war die Entnahme der geschätzten Mengen nicht möglich. Von diesen 732 Tagen gab es nur 6 Tage, die die auf den Zeitraum fielen, der für die Bewässerung vorgesehen war (von Juni bis September).

5. ZUSICHERUNG DER FUNKTIONALITÄT DER MÜHLBÄCHE IN ALLEN HYDROLOGISCHEN VERHÄLTNISSEN

In Bezug auf die vorgesehene Maßnahme der erneuten Dotation des Elfmühlenbachs und des Vizjak-Kanals muss betont werden, dass es nicht um Objekte für eine spezielle Wassernutzung gehen würde. Beide Mühlbäche würden neben einer eventuellen besonderen Wassernutzung (Bewässerung von landwirtschaftlichen Flächen, Antrieb von Wasserkraftanlagen usw.) auch eine allgemeine Wassernutzung ermöglichen und hätten zusätzliche Funktionen wie die Verbesserung der Grundwassersituation und die Verbesserung der Lebensräume für die Tier- und Pflanzenwelt und der Artenvielfalt.

Da es im Fall einer Instandsetzung des Elfmühlenbachs und des Vizjak-Kanals nicht ausschließlich um eine spezielle Wassernutzung geht, ist auch die Einhaltung der Verordnung über Qes nicht verpflichtend. Zur Erreichung bestimmter Funktionen beider Mühlbäche (Speisung des Grundwassers, Schaffung von Habitaten und Ermöglichung einer allgemeinen Nutzung in Bezug auf die neu geschaffenen Wasserflächen) ist eine ständige Benetzung von ausschlaggebender Bedeutung.

Die durchgeführten Analysen zeigen, dass eine Wasserentnahme aus der Mur in 2,7 % der Zeit nicht möglich wäre, wenn die Vorgaben des Qes berücksichtigt werden. Zur Erreichung der erwähnten Funktionen ist jedoch eine ständige Benetzung beider Mühlbäche erforderlich. Deshalb wird für die Zusicherung der vollen Funktionalität beider Mühlbäche (in Verbindung mit den Zielen Verbesserung der Grundwassersituation, Naturschutzziele usw.) Folgendes vorgeschlagen:

- Die Wasserentnahme zur Dotation beider Mühlbäche wird so durchgeführt, dass ein Qes der Mur gemäß der Verordnung zum Qes zugesichert wird.
- Wenn das nicht möglich sein sollte (während 2,7 % der Zeit, wenn die Murabflüsse niedriger sind als Qes) wird ein entsprechendes Teilungsverhältnis zwischen dem Murabfluss und der Entnahme für den Elfmühlenbach und den Vizjak-Kanal festgelegt. Dieses Teilungsverhältnis wird in Bezug auf den minimalen Wasserbedarf zur Zusicherung folgender Funktionen beider Mühlbäche bestimmt:
 - Quantitative Verbesserung der Grundwassersituation
 - Erhaltung der Habitate in beiden Mühlbächen
 - Zusicherung der allgemeinen Nutzung des öffentlichen Wassergutes.
- Als Ausgangsvorschlag kann folgendes Teilungsverhältnis gelten:
 - Elfmühlenkanal: 1,5 % des Murabflusses
 - Vizjak-Kanal: 1 % des Murabflusses

6. SYNTHESIS

Im Bericht wird ein kurzer Überblick über das Mühlbachsystem und die Zuflüsse der Grenzmur gegeben und ein Vorschlag zur Wiederherstellung des Elfmühlenbachs und des Vizjak-Kanals als Maßnahme zur Erreichung der Kernziele im Managementplan Grenzmur 2030 unterbreitet.

Es erfolgt die Berechnung des Qes nach der geltenden Methode in der Republik Slowenien unter Verwendung der Daten zweier Messstationen im betreffenden Gebiet, nämlich Gornja Radgona und Mureck. Die Berechnungen zeigen, dass die Berücksichtigung der Daten aus Gornja Radgona eine engere Bedingung in Bezug auf die Zusicherung entsprechender Wassermengen im Hauptgerinne der Mur ergibt. Aufgrund des errechneten Qes (43,15 bzw. 67,81 m³/s) wurde eine Analyse der Zugänglichkeit der Wassermengen mit einem Vergleich der Abflussdauerlinie aufgrund der Daten der MS Gornja Radgona I erstellt. Die Analyse zeigt, dass die geplanten Wasserentnahmen in 2,7 % der Zeit nicht möglich sind.

Da die vorgeschlagenen Mühlbäche keine Objekte für eine ausschließliche Sondernutzung sind und eine ständige Benetzung zur Zusicherung bestimmter Funktionen bei ihrer Wiederherstellung von ausschlaggebender Bedeutung ist, wird auch ein Vorschlag für ein Teilungsverhältnis für den Fall vorgelegt, dass die Murabflüsse unter den Wert des ökologisch akzeptablen Abflusses fallen.

7. QUELLEN UND LITERATUR

Unterlercher, M., Senfter S., Hornich, R., Zupančič, G., Zaja, S., Repnik, P. 2021. Strategie: Kernziele und Leitlinien, Projekt goMURra, Deliverable D.T1.5.1, Revital Integrative Naturraumplanung GmbH, Amt der Steiermärkischen Landesregierung Abteilung 14 Wasserwirtschaft, Ressourcen und Nachhaltigkeit, Wasserdirektion Republik Slowenien.

Zupančič, G. 2021. Studie zu Mühlbächen und Seitenarmen - Slowenien. Projekt goMURra, Deliverable D.T1.4.4, Wasserdirektion Republik Slowenien.

Uredba o kriterijih za določitev ter načinu spremljanja in poročanja ekološko sprejemljivega pretoka (Ur. l. RS, št. 97/09)

<http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=URED5122>

ARSO 2019. Pregled hidroloških razmer površinskih voda v Sloveniji. Poročilo o monitoringu za leto 2018. Republik Slowenien Umweltagentur, Ljubljana, Dezember 2019, 54 S.

<https://www.arso.gov.si/vode/publikacije%20in%20poro%c4%8dila/Poro%c4%8dilo%20o%20hidrolo%c5%a1kem%20monitoringu%20povr%c5%a1inskih%20voda%20za%20leto%202018.pdf>

NUV II. Načrt upravljanja voda na vodnem območju Donave za obdobje 2016-2021. Vlada Republike Slovenije, Oktober 2016, 295 S.

https://www.gov.si/assets/ministrstva/MOP/Dokumenti/Voda/NUV/63dbe4066b/NUV_VOD.pdf

ARSO – online Archiv hydrologischer Daten

<http://vode.arso.gov.si/hidarhiv/>

www.gomurra.eu



Interreg 
SLOVENIJA – AVSTRIJA
SLOWENIEN – ÖSTERREICH
Evropska unija | Evropski sklad za regionalni razvoj
Europäische Union | Europäischer Fonds für regionale Entwicklung

Projektpartner



REPUBLIKA SLOVENIJA
MINISTRSTVO ZA OKOLJE IN PROSTOR
DIREKCIJA REPUBLIKE SLOVENIJE ZA VODE



 **Bundesministerium**
Landwirtschaft, Regionen
und Tourismus



REPUBLIKA SLOVENIJA
MINISTRSTVO ZA OKOLJE IN PROSTOR
AGENCIJA REPUBLIKE SLOVENIJE ZA OKOLJE



Das Projekt goMURra (SIAT250) wird im Rahmen des Kooperationsprogramms Interreg V-A Slowenien-Österreich vom Europäischen Fonds für regionale Entwicklung gefördert