



# Begrünte Fließwege AT

Identifizierung von Maßnahmenflächen für begrünte Fließwege und  
Pufferstreifen für ÖPUL

Endbericht

30.11.2022

## Impressum

Medieninhaber und Herausgeber:

**Bundesamt für Wasserwirtschaft**

Institut für Kulturtechnik und Bodenwasserhaushalt

Pollnbergstraße 1, 3252 Petzenkirchen, Österreich

[baw.at/wasser-boden-ikt.at](http://baw.at/wasser-boden-ikt.at)

Autorinnen und Autoren: **Elmar Schmaltz, Thomas Brunner, Eva Strenge, Christine Weinberger, Max Kuderna, Peter Strauss, Matthias Zessner**

Fotos: BAW-IKT

Petzenkirchen, 2022. Stand: 30. November 2022

### Copyright und Haftung:

Auszugsweiser Abdruck ist nur mit Quellenangabe gestattet, alle sonstigen Rechte sind ohne schriftliche Zustimmung des Medieninhabers unzulässig.

Es wird darauf verwiesen, dass alle Angaben in dieser Publikation trotz sorgfältiger Bearbeitung ohne Gewähr erfolgen und eine Haftung des Bundesamtes für Wasserwirtschaft und der Autorin/des Autors ausgeschlossen ist. Rechtausführungen stellen die unverbindliche Meinung der Autorin/des Autors dar und können der Rechtssprechung der unabhängigen Gerichte keinesfalls vorgreifen.

Rückmeldungen: Ihre Überlegungen zu vorliegender Publikation übermitteln Sie bitte an [ikt@baw.at](mailto:ikt@baw.at).

## Inhalt

<b>1 Einleitung .....</b>	<b>6</b>
1.1 Hintergrund und Projektziele.....	6
1.2 Eckdaten.....	7
<b>2 Material und Methoden.....</b>	<b>8</b>
2.1 AP1: Gebietskulisse und Datenvorbereitung .....	8
2.1.1 AP1-A2: Auswahl der Einzugsgebiete .....	8
2.1.2 AP1-A3: Datenmanagement .....	9
2.2 AP2: Modellerweiterung und Berechnungen mit PhosFate .....	10
2.2.1 AP2-A1: Erweiterung von PhosFate .....	10
2.2.2 AP2-A2: Kalibrierung und Validierung.....	11
2.2.3 AP2-A3: Aufbereitung der Modellergebnisse .....	11
2.2.4 AP2-A4: Regionalisierung .....	12
2.2.5 AP2-A5: Open Source und Modellhandbuch .....	14
2.3 AP3: Praktikabilität und Umsetzung.....	15
2.3.1 AP3-A1: Plausibilität der Modellergebnisse und Kommunikation mit Landwirtschaftsvertretern .....	15
2.3.2 AP3-A2: Layererstellung .....	16
2.3.3 AP3-A2: Implementierung in ÖPUL .....	17
<b>3 Ergebnisse .....</b>	<b>18</b>
3.1 Genauigkeit der ausgewiesenen Fließwege.....	18
3.2 Quantitative Auswertung der ausgewiesenen Fließwege.....	19
<b>4 Ausblick.....</b>	<b>21</b>
<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>23</b>
<b>Anhang .....</b>	<b>25</b>





# 1 Einleitung

## 1.1 Hintergrund und Projektziele

Um Sediment- und Nährstoffeinträge aus Ackerlandflächen in belastete Fließgewässer zu vermindern, können sogenannte Sedimentfallen mitunter einen erheblichen Beitrag leisten (Mekonnen et al., 2015). Zu diesen Sedimentfallen gehören zum einen begrünte Fließwege, die den Oberflächenabfluss und den Sediment-/Nährstofftransport in der Tiefenlinie eines Ackers durch zusätzliche Begrünung reduzieren (Fiener und Auerswald, 2017; Stone und McKague, 2009), und zum anderen Gewässer- bzw. Grünrandstreifen (Pufferstreifen), die im Übergangsbereich eines Ackers zu einem Vorfluter oder einer Straße angelegt werden (Bach, 2014).

Die Effektivität der begrünten Fließwege und der Pufferstreifen auf die Reduktion des Sediment- und Nährstoffaustrags aus Ackerlandflächen wurde in den letzten Jahren bereits durch mehrere internationale Studien in unterschiedlichen, land-wirtschaftlich genutzten Einzugsgebieten quantifiziert und belegt (z.B. Fiener und Auerswald, 2003; Liu et al., 2008; Vymazal und Brezinová, 2018; Streeter und Schilling, 2020).

Obwohl begrünte Fließwege und Pufferstreifen zu einem optimalen Management beitragen können, ist ihre Anwendung in Österreich (mangels entsprechender Förderung) noch äußerst wenig verbreitet. In der Novellierung des Österreichischen Programms für umweltgerechte Landwirtschaft (ÖPUL) sollen begrünte Fließwege und Pufferstreifen als zusätzliche Erosionsschutzmaßnahmen implementiert werden. Die Ergebnisse des Projekts sollen als wasserwirtschaftliche Grundlage für die Implementierung von begrünten Fließwegen und Pufferstreifen im neuen ÖPUL dienen, und darüber hinaus Hilfestellungen für Landwirte zur Umsetzung dieser Maßnahmen liefern.

Als Überblick sind im Folgenden die Ziele des Projektes aufgeführt:

1. Die Ausweisung von Schlägen und relevanten Abflusswegen, auf denen die Anlage von Pufferstreifen und begrünten Fließwegen bzw. eine effiziente Reduktion des Sediment- und Phosphoreintrages in belastete Gewässer von erosionsgefährdeten Risikogebieten verspricht.
2. Die genaue Lokalisierung der begrünten Fließwege und Pufferstreifen innerhalb dieser Schläge zur Unterstützung und Hilfestellung zur Umsetzung von Landwirten.

## 1.2 Eckdaten

Im Folgenden wird ein kurzer Überblick zu den projektrelevanten Eckdaten dargestellt.

**Projektdauer:** 01.05.2021 – 30.11.2022 (20 Monate)

**Projektkonsortium:** Das Projektkonsortium besteht aus drei Partnern (TU Wien, wpa – Beratende Ingenieure, Bundesamt für Wasserwirtschaft)

- TU Wien (einreichende Institution):  
Prof. Dr. Matthias Zessner; Eva Strenge, MSc; Gerold Hepp, MSc
- wpa – Beratende Ingenieure:  
DI Christine Weinberger; DI Dr. Max Kuderna
- Bundesamt für Wasserwirtschaft (Projektkoordination):  
DI Thomas Brunner; Dr. Elmar Schmaltz; DI Dr. Peter Strauss

**Beschlagwortung:** Begrünter Fließweg, Pufferstreifen, Erosion, Oberflächenabfluss, Einzugsgebiet

Hinweis: Während der Projektlaufzeit wurde seitens des Austraggebers die Lieferung eines vorläufigen Layers auf Mitte Februar 2022 und die des finalen Layers auf den 31.05.2022 vorverlegt. In Absprache mit dem Auftraggeber wurden aufgrund der dieser zeitlichen Vorverlegung einzelne, im ursprünglichen Projektantrag beschriebene Inhalte nicht bearbeitet, um den Zeitrahmen halten zu können (bspw. Ausweisung von Pufferstreifen oder Modellerweiterung von PhosFate durch angepassten Fließrichtungsraster oder Niederschlagsinformationen).

# 2 Material und Methoden

## 2.1 AP1: Gebietskulisse und Datenvorbereitung

### 2.1.1 AP1-A2: Auswahl der Einzugsgebiete

Als Teil des AP1 wurden zunächst eine geeignete Gebietskulisse definiert, in welcher die Modellierungen mit PhosFate durchgeführt werden sollen. Die (Teil-)Einzugsgebiete, welche die Gebietskulisse der PhosFate-Modellierungen definieren, wurden auf Basis folgender Kriterien ausgewählt:

- Der Anteil des durch Erosionsprozesse eingetragenen Phosphors in die Gewässer des jeweiligen Einzugsgebietes hat einen Anteil von mindestens 30 % am gesamten Phosphoreintrag.
- Der Richtwert des Orthophosphatsgehaltes (PO<sub>4</sub>-P) im Oberflächengewässer ist überschritten.
- Das abgeschlossene (Teil-)Einzugsgebiet eignet sich für die Modellierung mit PhosFate.

Zusätzlich kann zur Auswahl eines Einzugsgebietes eine Kombination aus den folgenden drei Kriterien bestehen:

- Die Ackerflächen mit Bodenabtragsraten  $> 11 \text{ t ha}^{-1} \text{ Jahr}^{-1}$  besitzen einen Anteil von mindestens 15 %.
- Das Gewässer ist gemäß NGP 2015 als sicheres Risiko bzgl. der stofflichen Belastung ausgewiesen.
- Die Modellierung eines geschlossenen Einzugsgebietes ist möglich.

Die Kombination dieser drei Kriterien dient der Berücksichtigung jener Einzugsgebiete, bei denen es sowohl eine hohe stoffliche Belastung des Hauptlaufs gibt, als auch einen hohen Anteil an erosionsgefährdeten Ackerflächen. Daraus kann geschlossen werden, dass Bodenerosion ein wichtiger Grund für die stoffliche Belastung des Gewässers in jenen Einzugsgebieten ist, die diese Kriterien erfüllen. Abbildung 1 stellt die Gebietskulisse für die PhosFate-Modellierung gemäß den oben beschriebenen Kriterien dar.

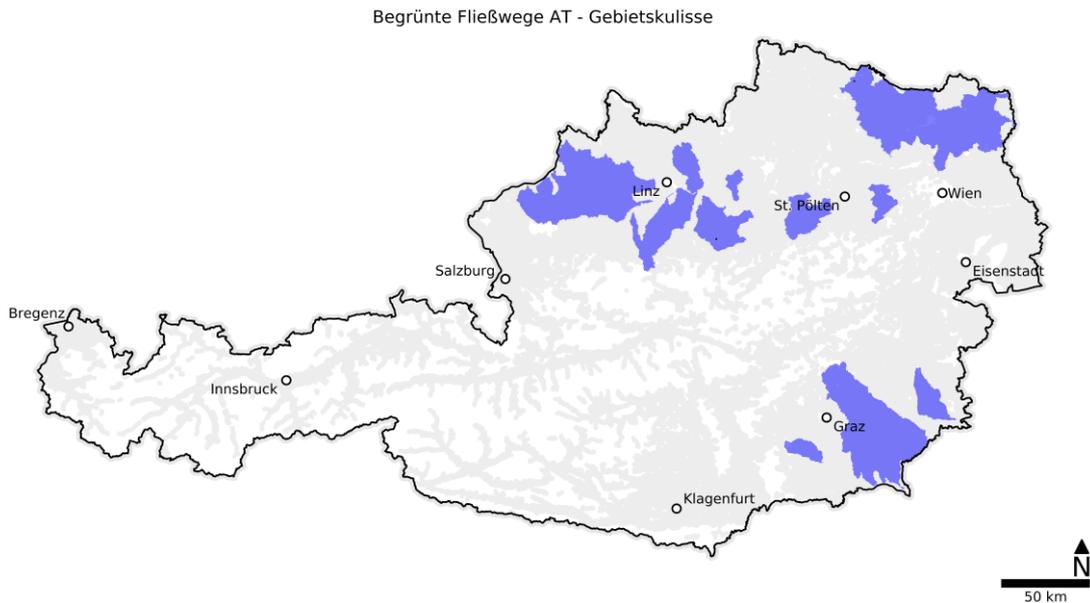


Abbildung 1 Ausgewählte Gebietskulisse (blaue Flächen) zur Modellierung mit PhosFate.

### 2.1.2 AP1-A3: Datenmanagement

Da alle Eingangsdaten für PhosFate im Rasterformat (10 x 10 m) vorliegen müssen, wurde für die ausgewählten Einzugsgebiete der gesamten Gebietskulisse (inkl. einem Puffer von 2 km) notwendige Datensätze gesammelt und entsprechend aufbereitet. Eine detaillierte Beschreibung der generellen Datenaufbereitung für PhosFate kann den Berichten von Zessner et al. (2017) und Strenge et al. (2020) entnommen werden.

Folgende Datensätze wurden gesammelt und ggf. nach dem Schema des oben erwähnten Berichtes aufbereitet:

- Digitales Geländemodell (Quelle: data.gv.at).
- Gewässernetz: Gerastert und Hochquellenwasserleitungen entfernt, da diese für die Modellierung nicht relevant sind (Quelle: data.gv.at). Zusätzlich wurden die Gewässerursprünge und der Gebietsauslass (jeweils als Vektordaten) ermittelt.
- Straßennetz: Nur asphaltierte Straßen wurden berücksichtigt, da hier eine Anbindung ans Gewässer angenommen werden kann. Auch das Straßennetz wurde gerastert.
- R-, K- und CP-Faktoren: Basierend auf den Invekosdaten der Jahre 2015-2020 wurde ein mittlerer CP-Faktor für jede Rasterzelle und die betrachteten Jahre ermittelt. Hierbei erhielten auch nicht landwirtschaftliche Flächen auf Basis der Landnutzung einen CP-Faktor. Die Werte für die CP-Faktoren, sowie jene zur Niederschlagserosivität (R-Faktor) und Bodenerodierbarkeit (K-Faktor), wurden dem Projektbericht von Strauss et al. (2020) entnommen.

- Ton-, Humus- und partikulärer Phosphorgehalt des Oberbodens: Beide Werte wurden aus der Attributtabelle der digitalen Bodenkarte Österreichs entnommen. Weiters wurden aufbauend auf den Tongehalt die langfristig akkumulierten, landwirtschaftlichen Phosphorüberschüsse angepasst bzw. korrigiert und dienen als Grundlage für die Berechnung des partikulären Phosphorgehalts des Oberbodens.
- Landnutzung: Entsprechend ihrer Bewirtschaftung bzw. Nutzung wurde jede Fläche auf Grundlage der DKM und der Invekosdaten 2020 einer Nutzungskategorie von PhosFate zugeordnet und in ein Rasterformat umgewandelt. Weiters wurde ein Rauigkeitsbeiwert (Manning-Wert) auf Basis der CP-Faktoren und der Landnutzung berechnet, sowie ein Flächengewichtungslayer für die gewichtete Abflussakkumulation erstellt, welcher den Beitrag zur Entstehung eines kumulativen, erosiven Abflusses angibt (1: maximaler Beitrag, 0: kein Beitrag).

Mit Hilfe von Geographischen Informationssystemen wurden weiters die tatsächlichen Abgrenzungen der Einzugsgebiete, sowie Hangneigungen und die Fließrichtungen ermittelt. Anhand der tatsächlich berechneten Abgrenzungen der Einzugsgebiete wurden alle aufbereiteten Rasterdaten ausgeschnitten, um sie dann für die Kalibrierung verwenden zu können.

## 2.2 AP2: Modellerweiterung und Berechnungen mit PhosFate

### 2.2.1 AP2-A1: Erweiterung von PhosFate

Zur Erweiterung von PhosFate wurden einige technischen Neuerungen getätigt und entsprechend öffentlich im GitHub-Repository dokumentiert (siehe Punkt 2.2.4):

- Professionalisierung und Vereinheitlichung der Benutzerschnittstelle (API) inkl. Sicherstellung, so dass User-Eingaben den Erwartungen entsprechen (sogenannte Assertions).
- Verwendung der weitverbreiteten, sowohl maschinen- als auch menschenlesbaren Serialisierungssprache YAML für die Speicherung der Modellparameter.
- Vollumfängliche Unterstützung der Parameter SS und PP sowie Vorbereitung für die einfache Implementierung weiterer sedimentgebundener Emissionsparameter wie beispielsweise Schwermetalle

Um die Möglichkeit genauerer Modellergebnisse durch PhosFate zu überprüfen, wurde ein angepasstes Fließrichtungsraster für alle Einzugsgebiete der Gebietskulisse berechnet, welches die landwirtschaftlichen Bearbeitungsrichtungen (und somit mögliche Änderungen

der Fließrichtung) mitberücksichtigt. Eine genaue Überprüfung, ob der angepasste Fließrichtungsraster einen positiven Einfluss auf den Model-Output von PhosFate hat und somit zu genaueren Modellergebnissen führt, konnte aufgrund des geänderten (früheren) Lieferdatums des Layers nicht durchgeführt werden und wird Bestandteil zukünftiger Modelluntersuchungen sein.

### **2.2.2 AP2-A2: Kalibrierung und Validierung**

Wie im Projektantrag beschrieben ist ein Teilziel des Projektes, das Modell PhosFate durch eine Autokalibrierung zu erweitern, um eine verbesserte Kalibrierungsroutine zu gewährleisten. Hierzu wurde in einem ersten Schritt eine Funktion implementiert, welche zur automatischen Modellkalibrierung unter Verwendung eines Optimierungsalgorithmus dient. Dieser Algorithmus besteht aus einer Kombination aus Golden-Section-Search und sukzessiver parabolischer Interpolation.

Zur Vorbereitung der Modellkalibrierung wurden beobachtete Frachten von partikulärem Phosphor (PP) und Schwebstoffen (SS) berechnet. Hierfür wurden folgende Daten beschafft: Download der verfügbaren Gütedaten (Parameter:  $P_{ges}$  filtriert,  $P_{ges}$  unfiltriert, abfiltrierbare Stoffe) über die H2O-Fachdatenbank (gemäß GZÜV) sowie der jeweiligen Abflussdaten über die eHYD-Plattform des BML. Zudem wurden zusätzliche Gütedaten im Rahmen des Amtlichen Immissionsmessnetz (AIM) über das Land OÖ sowie zusätzlicher Abfluss- und Gütedaten auf Basis von ländereigenen Messkampagnen. Zeitraum: 2005 – 2020 (soweit verfügbar) abgefragt.

### **2.2.3 AP2-A3: Aufbereitung der Modellergebnisse**

Durch die Modellroutine in PhosFate werden sowohl Erosionsbereiche identifiziert als auch relevante Transportpfade von den Erosionsbereichen ins Gewässer auf Rasterbasis berechnet und dargestellt. Weiters werden Risiko- (bzw. Hotspot-)flächen ausgewiesen werden, welche die höchsten Wahrscheinlichkeiten für einen relevanten Beitrag zum erosiven Eintrag aufweisen. Eines der Ergebnisse aus der PhosFate-Modellierung ist dabei die Identifikation von Akkumulationsrinnen, in denen sich abfließendes Wasser und Sediment sammeln und welche als begrünte Abflusswege dienen können. Diese werden auf Rasterdatenbasis dargestellt und können in einem weiteren Schritt (siehe AP3-A2: Layererstellung) in ein Polygonformat umgewandelt werden. Ein weiterer Output des Modells sind Flächen, die einen direkten Eintrag ins Gewässer (oder Infrastruktur) darstellen und ggf. als Pufferstreifen dienen könnten. Allerdings wurde aufgrund der veränderten Auftragslage, die sich während der Projektlaufzeit ergeben hat (Fokus auf Abflusswegbegrünungen, nicht auf Pufferstreifen), die Ausweisung von Pufferstreifen vernachlässigt. Auf eine detaillierte Beschreibung der Funktionsweise von

PhosFate wird hier verzichtet. Es sei hier auf das ausführliche Modellhandbuch verwiesen (siehe AP2-A5: Open Source und Modellhandbuch).

#### 2.2.4 AP2-A4: Regionalisierung

Um die Erkenntnisse, welche aus den PhosFate-Modellergebnissen gewonnen werden, auf Gebiete zu übertragen, die durch die PhosFate-Modellierung nicht erfasst werden können (z.B. da kein indirekter oder direkter Anschluss an das Gewässer besteht), kommt ein statistischer Ansatz auf Grundlage des Österreich-weit verfügbaren Digitalen Geländemodells (DGM) und daraus abgeleiteter bestimmter topographischer Eigenschaften zur Anwendung. Hierzu wurden in einem ersten Schritt innerhalb von vier Kartierbereichen innerhalb der ausgewählten Gebietskulisse, alle ersichtlichen linearen Erosionserscheinungen (die sich auch für eine Anlage eines begrünten Fließwegs lohnen würden) auf Grundlage von Satellitenbildern kartiert.



Abbildung 2: Kartierte Erosionsrinne in der Südoststeiermark auf Basis eines ©Google Earth Satellitenbildes.

In einem weiteren Schritt wurden auf Basis des 10 x 10 m DGM die folgenden topographischen Indizes abgeleitet, welche in der späteren statistischen Modellierung als Prädiktoren (Parameter, mit denen das statistische Modell trainiert werden kann) dienen:

- DInf: Deterministic Infinity Algorithmus (Tarboton, 1997) zur Berechnung der Abflussakkumulation im Wertebereich von 0-unendlich.
- CI: Der Convergency Index ist ein Geländeparameter, der die Struktur des Reliefs als eine Reihe von konvergierenden Bereichen (Rinnen) und divergierenden Bereichen (Bergrücken) zeigt (Bauer et al., 1985).
- SPI: Der Stream Power Index ist ein Maß für die erosive Kraft des fließenden Wassers. Er wird auf der Grundlage des Gefälles und des spezifischen Einzugsgebietes berechnet (Moore et al., 1988).
- MRVBF und MRRTF: Indizes zur Berechnung von flachen Bereichen wie Talböden (Galland and Dowling, 2003).

Die kartierten Erosionsrinnen wurden gemäß Ihrer jeweiligen Größe auf die doppelte Ausdehnung gepuffert und von einem Polygonformat in ein Punktformat umgewandelt, wobei jeder Punkt einer Rasterzelle des DGM entspricht und die Werte 0 (außerhalb der Erosionsrinne) und 1 (innerhalb der Erosionsrinne) annimmt.

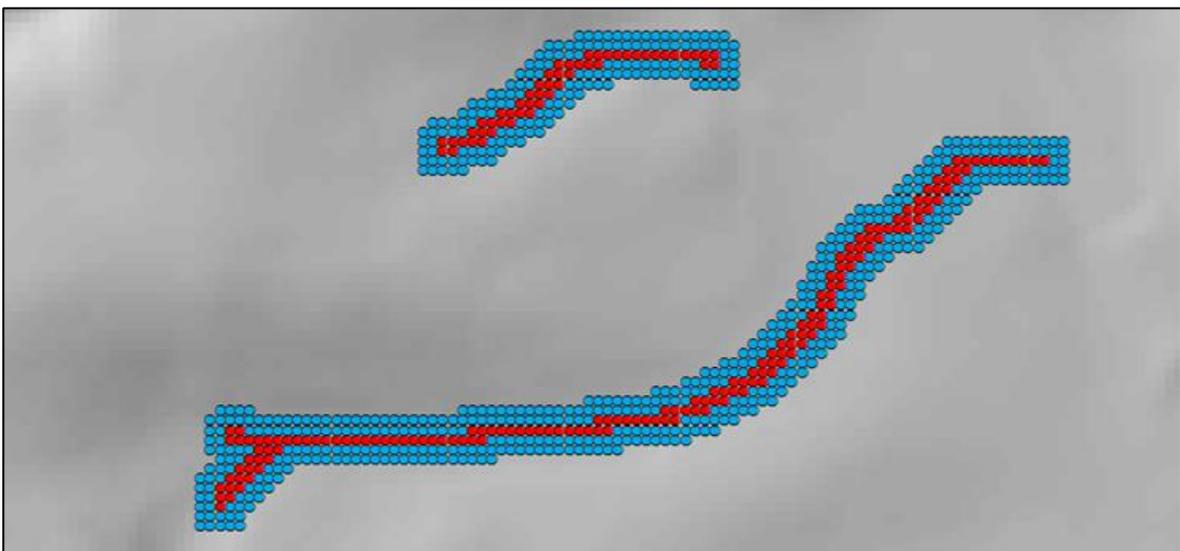


Abbildung 3: Trainingspunkte für das GAM. Rot: Punkte innerhalb einer kartierten Erosionsrinne, Blau: Punkte außerhalb der Rinne.

Den Punkten wurden sodann die einzelnen Werte der Prädiktoren angefügt (Attribuierung). Mit den attribuierten Punkten wurde ein Generalised Additive Mixed Model (GAM) gefüttert, um ein Wahrscheinlichkeitsraster zu berechnen. Der Wahrscheinlichkeitswert einer

Rasterzelle gibt hierbei an, wie hoch die Wahrscheinlichkeit ist, dass die jeweilige Zelle jenen Punkten entsprechen, die innerhalb einer Erosionsrinne liegen (Wert 1). Weiters ist das GAM in der Lage, einen optimalen Schwellenwert auszugeben, mit welchem Rasterzellen mit einer starken Ähnlichkeit zu den Punkten innerhalb der Erosionsrinne von denen getrennt werden können, die eine sehr schwache Ähnlichkeit besitzen. So entsteht ein sog. „Binary-Raster“ dessen Zellen Werte von 0 und 1 annehmen. Ein Wert von 1 entspricht einer Tiefenlinie, die ähnlich zu den kartierten Erosionsrinnen ist. Das Binary-Raster dient als Grundlage für die Layererstellung (AP3-A2).

Der Modellansatz mit GAM wird zum Zeitpunkt der Fertigstellung dieses Endberichts in einem publizierfähigen Manuskript zusammengefasst und sollte 2023 als wissenschaftliche Publikation öffentlich zugänglich zur Verfügung stehen.

### **2.2.5 AP2-A5: Open Source und Modellhandbuch**

PhosFate, das am Institut für Wassergüte und Ressourcenmanagement in Form eines R-Pakets namens RPhosFate vorliegt und im Zuge des Projekts weiterentwickelt wird, wurde in einem ersten Schritt als Open-Source-Software unter der Lizenz AGPL 3.0 veröffentlicht; der Source-Code ist in folgendem GitHub-Repository zu finden:

- <https://gisler.github.io/RPhosFate/index.html>

Es wurden rund 180 automatisierter Tests zur Qualitätssicherung und Sicherstellung implementiert, um im Zuge von Weiterentwicklungen Fehler in bestehende Funktionalitäten zu vermeiden (sogenannter Regressionstest).

Darüber hinaus wurde auf Basis von R-Markdown für die Anwendung des Modells PhosFate eine technische Referenz in englischer Sprache verfasst, die sowohl in der R-Umgebung verfügbar ist, als auch auf der oben genannten Webseite veröffentlicht wurde.

Das deutschsprachige Modellhandbuch von PhosFate (Abbildung 4) ist wurde mit dem Projektbericht gesondert abgeliefert.



Abbildung 4: Modellhandbuch PhosFate.

## 2.3 AP3: Praktikabilität und Umsetzung

### 2.3.1 AP3-A1: Plausibilität der Modellergebnisse und Kommunikation mit Landwirtschaftsvertretern

Der kombinierte Layer wurde mit Hilfe von Landwirtschaftsvertreter:innen und ortskundigen Landwirt:innen an verschiedenen Standorten überprüft und verifiziert (Abbildung 5). Hierzu wurden vorab Landwirtschaftsvertreter:innen aus Niederösterreich, Oberösterreich und Steiermark kontaktiert und die Übermittlung von besonders relevanten Flächen erbeten. Im Anschluss fanden Feldtermine in Großmugl (27. April), Südoststeiermark (03. Mai) und im Innviertel (05. Mai) statt. Der überwiegende Großteil der von den Vertreter:innen gemeldeten Fließwege konnte durch beide Modellansätze bestätigt werden. Einzelne, kleinere Ungenauigkeiten, welche besonders der Limitationen durch das 10 x 10 m Raster unterliegen, konnten im Feld abgeklärt werden.



Abbildung 5: Landwirtschaftsvertreter:innen und Projektbeteiligte während des Feldtermins am 05.05.2022 in Oberösterreich.

### 2.3.2 AP3-A2: Layererstellung

Zur Erstellung des finalen Layers werden zunächst beide resultierenden Rasterdatensätze aus den Modellierungen mit PhosFate und dem GAM in Polygondatensätze umgewandelt (Vektorisierung). Dabei werden jene linienhaften Strukturen der beiden Modelle, welche die Abflusswegbegrünungen darstellen, so vektorisiert, dass die Begrünung am Oberhang eine Mindestbreite von 18 m und am Unterhang eine Mindestbreite von 30 m hat. Diese Werte orientieren sich an einer minimalen, landwirtschaftlichen Bearbeitungsbreite von 6 m. Gleichzeitig wird mit einer breiter werdenden Abflusswegbegrünung der Tatsache Rechnung getragen, dass abfließendes Wasser am Hangfuß „auffächert“ und der Fließweg somit breiter erscheint. Beim Prozess der Vektorisierung werden nur Polygone berücksichtigt, die eine Mindestfläche von 300 m<sup>2</sup> haben. Da beide Modellrechnungen auf einem 10 x 10 m Raster basieren, entspricht das einem ausgewiesenen Fließweg von mindestens 3 Pixeln. Dies bereinigt den finalen Layer von etwaigen Artefakten oder Rauschen aus den Modellrechnungen. Beide Layer (PhosFate und GAM) werden anschließend überlagert und zusammengeführt, was den resultierenden finalen Layer liefert. Hierdurch werden die Vorteile beider Ansätze kombiniert: PhosFate ist in der Lage auch kleinste potenzielle Fließwege sehr präzise zu lokalisieren. Das GAM ergänzt den Layer mit relativ wenig Daten- und Rechenaufwand besonders großflächige Strukturen. Der kombinierte, finale Layer für die

ÖPUL-Maßnahme Begrünte Abflusswege wurde mit dem 31.05.2022 fristgerecht an die AMA bzw. an das Umweltbundesamt zur Überprüfung übermittelt.

### 2.3.3 AP3-A2: Implementierung in ÖPUL

Ein zentrales Resultat des Projektes ist die Implementierung des finalen Layers im ÖPUL. Hierbei ist es von großer Bedeutung, dass Landwirt:innen auf die Möglichkeiten der ordnungsgemäßen und zielgerichteten Anlage begrünter Fließwege informiert und über alternative Erosionsschutzmaßnahmen aufgeklärt werden. Aus diesem Grund wurde in enger Zusammenarbeit mit der Boden.Wasser.Schutz-Beratung der Landwirtschaftskammer Oberösterreich ein Handbuch erstellt (Abbildung 6), welches Landwirt:innen Hilfestellung bei der Anlage begrünter Fließwege gibt und über alternative Erosionsschutzmaßnahmen informiert. Das Handbuch wurde mit diesem Projektbericht an den Auftraggeber geliefert.

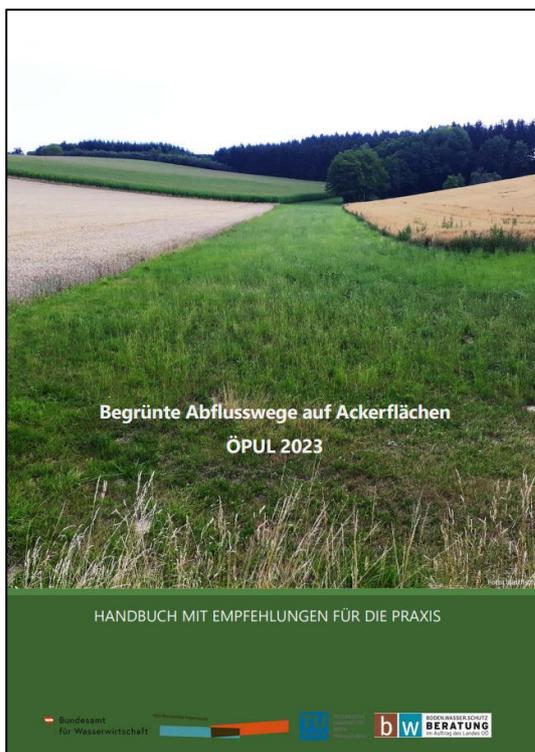


Abbildung 6: Handbuch zur Anlage Begrünter Fließwege auf Ackerflächen.

# 3 Ergebnisse

Der finale Layer ist auf dem AMA-Agrarportal öffentlich zugänglich und kann über folgende Internetseite eingesehen werden:

<https://agrarportal.inspire.gv.at/metadatensuche/agrarportal/ger/catalog.search#/map>

## 3.1 Genauigkeit der ausgewiesenen Fließwege

In jenen Gebieten, in denen in Zusammenarbeit mit den Landwirtschaftsvertreter:innen die Validierungen im Feld durchgeführt wurden, sowie in den Kartierbereichen, ergibt sich eine Wahrscheinlichkeit von etwa 85 %, dass ein ausgewiesener Fließweg bei einem erosiven Niederschlagsereignis tatsächlich Erosionsschäden aufweisen wird. Abbildung 7 verdeutlicht die Genauigkeit der Ausweisung basierend auf einem detektierten Erosionsereignis im Weinviertel.

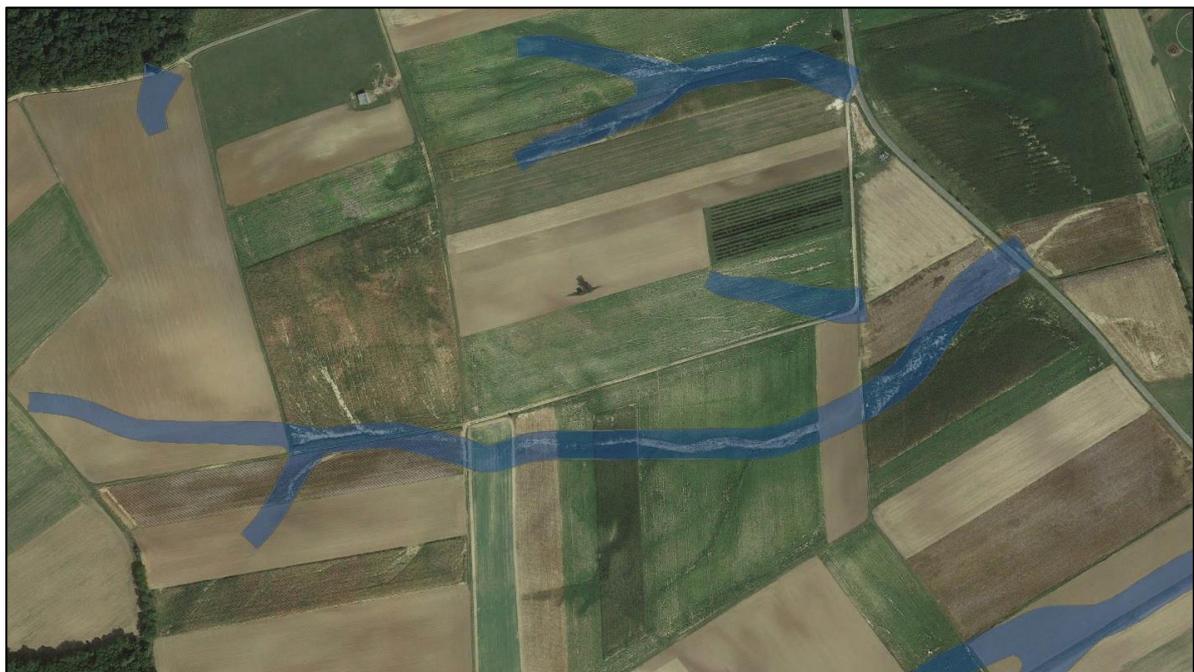


Abbildung 7: Ausgewiesene Fließwege (blau) über einem Satellitenbild (© Google Earth) von 2015 nördlich von Steinabrunn im Weinviertel, NÖ. Erosionsrillen sind deutlich erkennbar und werden von den ausgewiesenen Fließwegen überlagert.

Selbstverständlich hängt die Ermittlung des Wahrscheinlichkeitswerts von den detektierten Erosionsrinnen ab, welche wiederum auf den verfügbaren Satellitendatensätzen basieren. Das heißt, dass die ausgewiesenen Fließwege ohne Erosionserscheinungen nicht zwangsläufig unkorrekt ausgewiesen wurden, sondern dass auf den verfügbaren Satellitenbildern keine Erosionsrinne erkannt werden konnte, beispielweise weil die Rinne durch Pflanzenbewuchs oder Bodenbearbeitung zum Zeitpunkt der Aufnahme nicht mehr sichtbar war.

Generell zeigte sich, besonders bei den Feldbegehungen, dass der resultierende Layer eine recht hohe Genauigkeit hinsichtlich der ausgewiesenen Fließwege aufweist und mit den natürlichen Gegebenheiten im Gelände gut übereinstimmt.

### 3.2 Quantitative Auswertung der ausgewiesenen Fließwege

Mit Hilfe der Kombination aus PhosFate und GAM konnten insgesamt 19360 Fließwege mit einer Gesamtfläche von 12736 ha identifiziert werden, bei denen sich eine Begrünung der Tiefenlinie aus Sicht des Gewässerschutzes lohnen würde. Der Großteil der Fließwege konzentriert sich in den Bundesländern Oberösterreich (8028 Fließwege, 3749 ha) und Niederösterreich (7710 Fließwege, 6611 ha). Auf die Steiermark und das Burgenland entfallen 3311 Fließwege mit 2261 ha bzw. 311 Fließwege mit 116 ha (Tabelle 1).

Tabelle 1: Anzahl und Fläche begrünter Fließwege in den Bundesländern mit Anteil an der Gebietskulisse (NÖ: Niederösterreich, OÖ: Oberösterreich, Stmk: Steiermark, Bgl: Burgenland).

Bundesland	NÖ	OÖ	Stmk	Bgl	Gesamt
<b>Anzahl begrünter Fließwege</b>	7710	8028	3311	311	19360
<b>Fläche begrünter Fließwege (ha)</b>	6611	3749	2261	116	12736

Da viele erosionsgefährdete Flächen insbesondere in den landwirtschaftlichen Hauptproduktionsgebieten AVL, NFH und SFH liegen (vgl. Strauss et al., 2020), ist eine ähnliche Auswertung hinsichtlich der Anzahl und Fläche begrünter Fließwege in den Hauptproduktionsgebieten sinnvoll (Tabelle 2). Gerade in den besonders gefährdeten Hauptproduktionsgebieten AVL, NFH und SFH entfallen viele Fließwege (AVL: 9163 Fließwege mit 4615 ha, NFH: 5260 Fließwege mit 5131 ha, SFH: 3378 Fließwege mit 2229 ha). Da in diesen Gebieten zum einen besonders leicht erodierbare Lössböden liegen und zum anderen oftmals Fruchtfolgen mit hohem Anteil erosionsgefährdeter Feldfrüchte mit hohem Erosionsrisiko (Mais, Erdäpfel, Soja, Sorghum, Kürbis, etc.) angebaut werden, ist durch das extensive Anlegen begrünter Fließwege in diesen Gebieten mit einem starken Rückgang des Sedimenteintrags in die Gewässer zu rechnen.

Tabelle 2: Anzahl und Fläche begrünter Fließwege in den beteiligten landwirtschaftlichen Hauptproduktionsgebieten (AOR: Alpenostrand, AVL: Alpenvorland, NFH: Nordöstliches Flach- und Hügelland, SFH: Südöstliches Flach- und Hügelland, VA: Voralpen, WMV: Wald- und Mühlviertel).

Hauptproduktionsgebiet	AOR	AVL	NFH	SFH	VA	WMV
<b>Anzahl begrünter Fließwege</b>	244	9163	5260	3378	166	1149
<b>Fläche begrünter Fließwege (ha)</b>	148	4615	5131	2229	78	536

Die Tabelle A1 im Anhang zeigt eine Aufschlüsselung der Anzahl und Fläche begrünter Fließwege aufgeteilt auf die ausgewählten Einzugsgebiete der Gebietskulisse.

## 4 Ausblick

Die Maßnahme Begrünte Abflusswege wird ab Jänner 2023 in der neuen ÖPUL-Periode für Landwirt:innen als Erosionsschutzmaßnahme zur Verfügung stehen. Eine Evaluierung dieser Maßnahme muss zwei Aspekte berücksichtigen:

1. **Akzeptanz:** Die Teilnahme an der Maßnahme spiegelt deren Attraktivität und Akzeptanz bei Landwirt:innen wider. Hierbei gilt es, die Teilnahme an der Maßnahme in den Bundesländern und landwirtschaftlichen Hauptproduktionsgebieten zu analysieren.
2. **Wirksamkeit:** Es muss analysiert werden, ob die Maßnahme tatsächlich einen Beitrag zur Erosionsminderung oder zum Gewässerschutz beitragen kann. Dies kann nur durch die Analyse von Daten zum Sedimentaustrag bzw. -fracht geschehen.

Da Punkt 1 erst mit Ende der erst noch startenden ÖPUL-Periode analysiert werden kann und direkt auf den Daten zur Teilnahme an der Maßnahme Begrünte Fließwege basiert, müssen für Punkt 2 bereits Vorkehrungen getroffen werden, die eine Auswertung von Daten aus einer mehrjährigen Messreihe erlaubt.

Um diesem Punkt Rechnung zu tragen, werden im Hydrological Open Air Laboratory in Petzenkirchen, in welchem seit den 1940er Jahren hydrologische Messungen durchgeführt werden, ab dem Jahr 2023 zwei begrünte Fließwege gemäß der Ausweisung aus den Modellberechnungen angelegt und mit Direktmessungen des Abflusses und der Sedimentfracht begleitet (Abbildung 8).

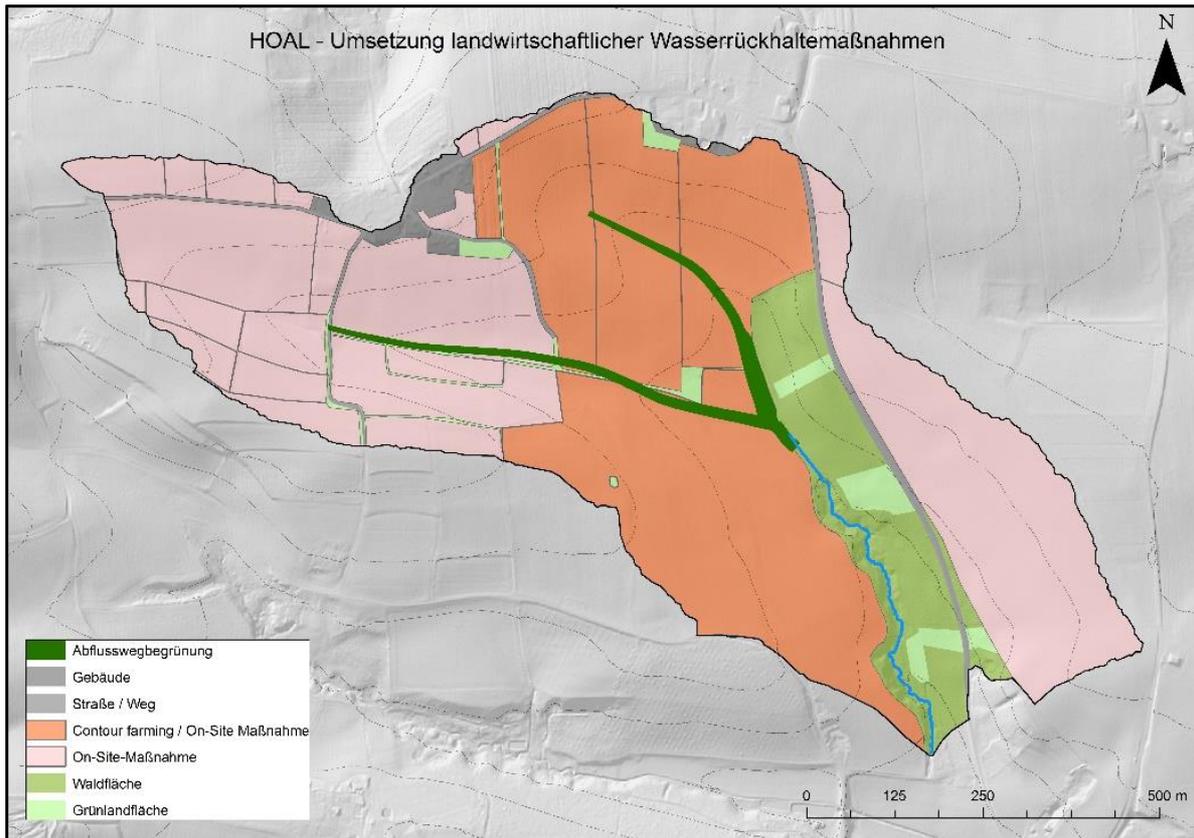


Abbildung 8: Umsetzung der begrünten Fließwege (dunkelgrün) im Einzugsgebiet des Hydrological Open Air Laboratory (HOAL) in Petzenkirchen.

## Literaturverzeichnis

Bach, M. (2014): Pufferstreifen – Aufgaben und Pflege. Handbuch Naturschutz und Landschaftspflege, 1-9.

Bauer J., Rohdenburg H., Bork H.-R. (1985): Ein Digitales Reliefmodell als Voraussetzung fuer ein deterministisches Modell der Wasser- und Stoff-Fluesse, IN: Bork, H.-R., Rohdenburg, H., Landschafts-genese und Landschaftsoekologie, Parameteraufbereitung fuer deterministische Gebiets-Wassermodelle, Grundlagenarbeiten zu Analyse von Agrar-Oekosystemen, 1-15.

Fiener, P., Auerswald, K. (2003): Effectiveness of grassed waterways in reducing runoff and sediment delivery from agricultural watersheds. *Journal of Environmental Quality*, 32(3), 927-936.

Fiener, P., Auerswald, K. (2017): Grassed waterways. *Precision Conservation: Geo-spatial Techniques for Agricultural and Natural Resources Conservation*, 59, 131-150.

Gallant, J. C., Dowling, T. I. (2003): A multiresolution index of valley bottom flatness for mapping depositional areas. *Water resources research*, 39(12).

Liu, X., Zhang, X., Zhang, M. (2008): Major factors influencing the efficacy of vegetated buffers on sediment trapping: A review and analysis. *Journal of Environmental Quality*, 37(5), 1667-1674.

Mekonnen, M., Keesstra, S. D., Stroosnijder, L., Baartman, J. E., Maroulis, J. (2015): Soil conservation through sediment trapping: a review. *Land Degradation & Development*, 26(6), 544-556.

Moore, I. D., Burch, G. J., Mackenzie, D. H. (1988): Topographic effects on the distribution of surface soil water and the location of ephemeral gullies. *Transactions of the ASAE*, 31(4), 1098-1107.

Stone, R., McKague, K. (2009): Grassed Waterways. OMAFRA Factsheet, Order No. 09-021, Queen's Printer for Ontario, pp. 8.

Strauss, P., Schmaltz, E., Krammer, C., Zeiser, A., Weinberger, C., Kuderna, M., Der-sch, D. (2020): Bodenerosion in Österreich – Eine nationale Berechnung mit regionalen Daten und lokaler Aussagekraft für ÖPUL. Endbericht, 32-434/20, Petzenkirchen.

Streeter, M. T., Schilling, K. E. (2020): Assessing and mitigating the effects of agricultural soil erosion on roadside ditches. *Journal of Soils and Sediments*, 20(1), 524-534.

Strenge, E., Weinberger, C., Hepp, G., Samhaber, M., Kuderna, M., Zessner, M. (2020): Identifikation von Hotspotflächen und relevanten Abflusswegen für erosive Feinsediment- und Phosphoreinträge als Grundlage für eine zielgerichtete land-wirtschaftliche Beratung und Maßnahmenetzung in oberösterreichischen Fließ-gewässern. TU Wien & wpa, Projektbericht im Auftrag des Amtes der Oberösterreichischen Landesregierung, S 47.

Tarboton, D. G. (1997): A new method for the determination of flow directions and upslope areas in grid digital elevation models. *Water resources research*, 33(2), 309-319.

Vymazal, J., Březinová, T. D. (2018): Removal of nutrients, organics and suspended solids in vegetated agricultural drainage ditch. *Ecological Engineering*, 118, 97-103.

Zessner, M., Hepp, G., Weinberger, C., Kuderna, M., Gabriel, O. (2017): Zustandserfassung, Nährstoffentwicklung und Quantifizierung der Maßnahmenwirksamkeiten von ÖPUL 2007 in oberösterreichischen Einzugsgebieten. Projektbericht im Auftrag des Amtes der OÖ LRG.

## Anhang

Tabelle A1: Anzahl und Fläche begrünter Fließwege nach Einzugsgebiet.

Einzugsgebiet	Anzahl begrünter Fließwege	Fläche begrünter Fließwege (ha)
Ach	292	177
Aiterbach	172	76
Antiesen	351	167
Aschach	871	405
Donau (Nebeng.) [bei Pöchlarn]	238	155
Donaugraben, Mühlbach	163	142
Drauchenbach	137	54
Erla	602	342
Fugnitz	121	122
Göllersbach	406	367
Gmoosbach, Kleiner Gmoosbach	133	155
Gnasbach	332	200
Große Gusen	581	274
Große Tulln, Laabenbach	271	147
Grünbach [Welser Mühlbach]	301	155
Gurtenbach	93	100
Hametbach, Teichwiesengraben, Herbetsbrunngraben	256	298
Ilzbach	318	203
Innbach	984	466
Ipfbach	323	148
Klambach	220	89
Kleine Gusen	223	110
Krems [Traun]	388	171
Kristeiner Bach, Penkinger Bach, Simsenberger Bach	288	123
Lendva, Lendva (Limbach)	104	58
Lochbach [Ach]	72	40
Mank	229	163
Melk	259	146
Mettmach	180	104
Moosbach [Lochbach]	58	35
Oberach	251	126
Osternach	248	107
Ottersbach	183	113
Pfudabach	180	78
Pram	970	368

Pulkau	628	661
Raab	877	663
Rabnitzbach	117	86
Rittschein	202	140
Rohrer Bach, Zickenbach GS	116	40
Rußbach	349	331
Saßbach	208	142
Schedlbergerbach (Schedlbach)	200	75
Schmida, Stockerauer Arm	721	558
Schwarzaubach [Mühlgang]	352	236
Senningbach, Stockerauer Arm	378	392
Sierning	249	166
Stainzbach	150	137
Stiefing	189	129
Strem	153	52
Sulzbach [Krems], Wiesmüllerbach	250	99
Sulzbach [March]	373	423
Sulzbach [Mur]	118	87
Taschlbach	356	282
Trattnach	532	255
Url	248	148
Weidenbach [March, bei Zwerndorf]	191	188
Weizbach [Raab]	66	35
Ybbs	373	206
Zaya	1166	1219

**Bundesamt für Wasserwirtschaft**

Institut für Kulturtechnik und Bodenwasserhaushalt

Pollnbergstraße 1, 3252 Peztenkirchen

[baw.at/wasser-boden-ikt.at](http://baw.at/wasser-boden-ikt.at)