Ökologische Bewertung von Flussbaumaßnahmen an der Raab

Diplomarbeit am

Institut für Wasserwirtschaft, Hydrologie und konstruktiven Wasserbau

Department Wasser – Atmosphäre – Umwelt

an der

Universität für Bodenkultur Wien Vorstand: O. Univ. Prof. DI Dr. H. P. Nachtnebel

Betreuer:

O. Univ. Prof. DI Dr. H. P. Nachtnebel

Franz Greimel

Wien, 2009







Gewidmet meinen Eltern:

Franz und Maria Greimel

Danksagung

Diese Arbeit wurde von der Abteilung 19 – Wasserwirtschaft und Abfallwirtschaft Amt der steirischen Landesregierung sowohl finanziell als auch durch Bereitstellung von Daten unterstützt. Ich möchte mich bei folgenden Kollegen für die Unterstützung während der Diplomarbeit bedanken. Dafür, dass ich die Chance bekam mich mit so einem praxisnahen und interessanten Thema auseinanderzusetzen und vor allem für die fachlichen Ratschläge:

O. Univ. Prof. DI Dr. H. P. Nachtnebel

DI Clemens Neuhold

DI Dr. Christoph Hauer

DI Johann Wiedner

DI Dr. Peter Fink

Mag. Alfred Ellinger

Christoph Schlacher

Mag. Volker Strasser

DI Dr. Andreas Zitek

DI Andreas Melcher

BEd Carina Greimel

Mag. Peter Labitsch

DI Dr. Karoline Angermann

Zusammenfassung

Die EU Wasserrahmenrichtlinie verlangt die Erreichung des guten ökologischen Zustandes bzw. des guten ökologischen Potentials von Fließgewässern grundsätzlich bis zum Jahr 2015. Dazu wurden flussgebietsbezogene Maßnahmenprogramme erstellt, um den Zielzustand zu erreichen.

Um die Auswirkungen von Maßnahmen auf den Gewässerzustand abschätzen zu können, wurde von der Abteilung 19 Wasserwirtschaft und Abfallwirtschaft, Amt der steirischen Landesregierung, das Programm "RiverSmart", entwickelt vom Umweltbüro Klagenfurt, angeschafft. RiverSmart sollte an der Raab zwischen Gleisdorf und Feldbach angewandt, und die Maßnahmen des "Gesamtplan Raab" nach den ökologischen Auswirkungen bewertet werden. Ein weiteres Ziel war, einen Weg zu finden, RiverSmart vor allem in Bezug auf vorhandene Geodatensätze anzuwenden.

RiverSmart erfordert die Beschreibung des natürlichen Referenzzustandes im untersuchten Flussabschnitt. Dieser Leitbildzustand wird durch 28 Leitbildparameter erfasst, um anschließend durch Eingriffe (20 Parameter) verursachte Abweichungen vom Leitbild zu bewerten. Es wurde für jeden Parameter ein Weg aufgezeigt, die Einstufung, wenn möglich, auf Geodaten beruhen zu lassen und somit die Klassifizierungen nachvollziehbar durchzuführen. Dabei wurden u. a. zwei eindimensionale Abflussmodelle der unregulierten Raab erstellt. Nach Einstufung aller RiverSmart-Inputparameter wurde erst der aktuelle Gewässersystemzustand nach RiverSmart ermittelt. Anschließend wurden flussbauliche Szenarien entwickelt und deren Auswirkungen auf das Ökosystem bewertet.

Es stellte sich heraus, dass die Staubelastung im Untersuchungsgebiet den Eingriff mit den stärksten Auswirkungen auf das Ökosystem darstellt. Weiters hat sich gezeigt, dass ohne Herstellung des Fließgewässerkontinuums alle anderen Maßnahmen zu keiner maßgeblichen Verbesserung des Gewässersystemzustandes führen und dass zwischen einzelnen Maßnahmenkombinationen durchaus Synergieeffekte bestehen.

Abstract

The Water Framework Directive sets the goal in order to achieve "good status" for all European surface water bodies by 2015. The member States are currently preparing management plans for each major river basin. These plans will specify the measures that are required to achieve the "good status" for all water bodies by 2015.

To evaluate the effects of measures, the bureau for water management and waste management of the Styrian government uses the software package "RiverSmart", developed by the Umweltbüro Klagenfurt to assess the environmental state of water bodies. RiverSmart is supposed to be apllied at the river Raab between Gleisdorf and Feldbach, with the purpose of evaluating the success of measures which were implemented according to the Master plan for the river Raab ("Gesamtplan Raab"). Furthermore existing geodata should be used.

RiverSmart requires the input of natural morphologic conditions ("Leitbild") for the investigated stretch. This was done by 28 classified parameters. The aim of RiverSmart is to estimate the difference between the Leitbild status and the actual status caused by anthropogenic interventions (20 parameters). In order to classify those input parameters two one dimensional runoff-models under natural morphologic conditions for the river Raab were build. In the first step the actual status of the stretch was assessed by applying RiverSmart. Following the ecologic and morphologic impact of several measures was modeled using this software.

The ecologic impact caused by backwater from weirs was identified as most relevant for the ecosystem in the investigation area. Further results showed that scenarios of measures are not effective without reestablishing the river-continuum and that there are some synergetic effects between different scenarios of measures can be expected.

Inhaltsverzeichnis

1.	Eir	nleitung, Fragestellung und Zielsetzung	1
2.	EU	-Wasserrahmenrichtlinie, Bestimmungen für Fließgewässer	3
	2.1.	Fließgewässertypisierung	3
	2.2.	Belastungen der Oberflächengewässer und Risikoanalyse	6
		2.2.1. Belastungen	6
		2.2.2. Risikoanalyse	8
	2.3.	Umweltziele	10
	2.4.	Überwachungsnetze und Monitoringprogramme	11
		2.4.1. Überblicksweise Überwachung	11
		2.4.2. Operative Überwachung	12
		2.4.3. Investigative Überwachung	13
	2.5.	Ergebnisse der Überwachung, Zustandserhebung	13
	2.6.	Maßnahmenprogramme	14
		2.6.1. Erhaltung und Entwicklung der Gewässerstrukturen an Fließgewässern	14
		2.6.2. Schutz der Oberflächengewässer vor Eutrophierung, organischer Belastun	g und
		chemischen Schadstoffen	15
	2.7.	Ausblick	16
3.	Me	ethodik zur Bewertung von Fließgewässersystemen	17
	3.1.	RiverSmart	17
		3.1.1. Charakteristik	18
		3.1.2. Anwendung/Dateninput	19
		3.1.3. Ökosystemmodell/Bewertungsvorgang/Ergebnisdarstellung	19
	3.2.	Eindimensionale Abflussmodellierung mittels HEC-RAS	31
		3.2.1. Hydraulische Grundlage der Software HEC-RAS	31
4.	Bes	schreibung Einzugsgebiet/Untersuchungsgebiet	39
	4.1.	Einzugsgebiet der oberen Raab - Geologie	39
	4.2.	Einzugsgebiet der oberen Raab - Hydrologie	43
	4.3.	Untersuchungsgebiet - Geschichte	45
	4.4.	Untersuchungsgebiet - Modellierung/Flussbeschreibung	48
		4.4.1. Anwendung HEC-RAS	49
		4.4.2. Abschätzen des bordvollen Abflusses (Q _{bv})	55
		4.4.3. Habitatkartierung - Screeningmethode	57

		4.4.4. Gesamtplan Raab	58
5.	An	wendung RiverSmart	60
4	5.1.	Einteilung der Bewertungsabschnitte/Referenzstecken	60
4	5.2.	Einstufung der RiverSmart-Inputparameter	67
		5.2.1. Parameterzusammenstellung/Querverweise	68
		5.2.2. Einstufung der Leitbildparameter (Bewertungskriterien)	70
		5.2.3. Einstufung der Eingriffsparameter (Eingriffstyp und Eingriffsstärke)	105
4	5.3.	Maßnahmenbewertung	132
		5.3.1. Ermitteln des aktuellen Gewässersystemzustandes	132
		5.3.2. Eingriffsparameterreihung	135
		5.3.3. Bewertung von Maßnahmenkombinationen	140
4	5.4.	Kostenschätzung	152
6.	Dis	skussion/Schlussfolgerungen	156
6	5.1.	Einstufung der RiverSmart Inputparameter	156
6	5.2.	Scale RiverSmart	158
6	5.3.	Gewässersystemzustände	159
7.	Lit	eraturverzeichnis	162
8.	Ab	bildungsverzeichnis	167
9.	Ta	bellenverzeichnis	169
10.	An	hang	171

1. Einleitung, Fragestellung und Zielsetzung

Die EU-Wasserrahmenrichtlinie (EU-WRRL) verpflichtet alle Staaten der europäischen Union die Fließgewässer bis 2015 in einen guten ökologischen Zustand zu versetzen bzw. auf ein gutes ökologisches Potential zu bringen. Zur Erreichung dieses Zieles schreibt die EU-WRRL einen detaillierten Zeit- und Maßnahmenplan vor. So war zuerst eine Istbestandsaufnahme durchzuführen. Im Rahmen dieser Bestandsaufnahme wurde eine Risikoabschätzung durchgeführt. Fließgewässerstrecken wurden morphologisch und chemisch/physikalisch durch Experten bewertet und Strecken ausgewiesen, in welchen ein Risiko besteht den Zielzustand des ökologisch guten Zustandes zu verfehlen. Anschließend wurden Monitoringpläne entwickelt und mit der Ausarbeitung des nationalen Gewässerbewirtschaftungsplans begonnen. Es wurden Maßnahmenkataloge erstellt, in denen Flussbaumaßnahmen angedacht werden, um den Zielzustand zu erreichen. Diese Maßnahmen sollen bis 2015 (Ausnahmen bis 2027) umgesetzt und die Erreichung der Zielzustandes durch die Monitoringprogramme dokumentiert werden.

Um nun die Maßnahmen an den Flüssen mit unterschiedlichen anthropogen verursachten Degradationen effektiv und ökonomisch sinnvoll umzusetzen, ist eine Beurteilung und Reihung der Eingriffe bezüglich der Wirkungen auf das Fließgewässerökosystem nötig. Sodann sind Maßnahmenkombinationen zur Erreichung des Zielzustandes zu entwickeln.

Um Maßnahmenbewertungen an steirischen Flüssen durchzuführen, wurde von der Abteilung 19 Wasserwirtschaft und Abfallwirtschaft, Amt der steirischen Landesregierung das Programm "RiverSmart", entwickelt vom Umweltbüro Klagenfurt, angeschafft.

Im Rahmen der Diplomarbeit soll RiverSmart an der Raab im Gewässerabschnitt Gleisdorf-Feldbach angewandt und folgende Fragestellungen beantwortet werden:

- Wie stark wurde die Raab durch anthropogene Eingriffe degradiert?
- Welche Eingriffe wirken sich an der Raab am stärksten auf das Fließgewässerökosystem aus?
- Welche Maßnahmenkombinationen führen zu einer Verbesserung des Gewässersystemzustandes und in welchem Ausmaß?
- Ist es möglich, im Untersuchungsgebiet einen guten Gewässersystemzustand laut RiverSmart zu erreichen?

Weiters soll versucht werden, die Input-Parameter von RiverSmart, wenn möglich, quantitativ aus Datenanalysen herzuleiten und nicht rein qualitativ durch Expertenwissen einzustufen. Aus diesem Grund wird der Parametereinstufung im Rahmen der Diplomarbeit großes Augenmerk geschenkt, um anschließend möglichst zeitsparende und dennoch ausreichend genaue Lösungswege zu diskutieren.

2. EU-Wasserrahmenrichtlinie, Bestimmungen für Fließgewässer

Die EU-WRRL wurde durch die Wasserrechtsgesetznovelle 2003 in österreichisches Recht übernommen. Dadurch verpflichtete sich Österreich die Bestimmungen der EU-WRRL umzusetzen. In diesem Kapitel wird der "Fahrplan" zum Erreichen der Zielzustände unserer Fließgewässer erläutert.

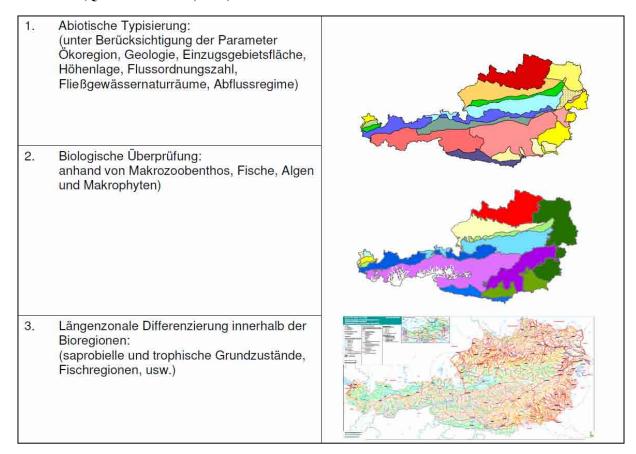
Betrachtet man die Geographie und Geologie Europas, ist schnell festzustellen, dass die EU-WRRL in sehr unterschiedlichen Einzugsgebieten umzusetzen ist. Von den durch Eiszeiten konsolidierten skandinavischen Gebieten, über die kristallinen Gebirgszüge und Kalkstöcke der Alpen, über Tiefebenen, bis zu mediterranen Landschaften rund um das Mittelmeer, reicht die Bandbreite der Landschaftsformen in Europa, um nur einige zu nennen. Ebenso vielseitig zeigen sich unsere Fließgewässer. Trotzdem gelten in allen Mitgliedsstaaten der EU dieselben Bestimmungen der EU-Wasserrahmenrichtlinie. Es musste ein System gefunden werden, um den verschiedenen Flüssen und landschaftlichen Gegebenheiten gerecht zu werden. So wurden die Flüsse in Flusstypen eingeteilt und für jeden Flusstyp die natürlichen Referenzbedingungen erhoben. Durch den Vergleich der Referenzbedingungen mit dem aktuellen Gewässerzustand wird die anthropogen bedingte Abweichung ermittelt und durch eine fünfstufige Skala bewertet. Ziel ist es (mit Ausnahmen), unsere Flüsse, in einen guten Zustand (vgl. 2.3 Umweltziele) zu bringen.

2.1. Fließgewässertypisierung

Der Gewässertyp stellt die Basis für die Bewertung des ökologischen Gewässerzustandes dar. Die Fließgewässertypisierung erfolgte in mehreren Schritten. Im ersten Schritt wurde eine abiotische Typisierung vorgenommen. Es ergaben sich 17 Typregionen und 9 Sondertypen (große Flüsse). Diese insgesamt 26 Einheiten werden als "abiotische Fließgewässer-Grundtypen" bezeichnet. Im zweiten Schritt wurden die Fließgewässer-Grundtypen aus biologischer Sicht überprüft. Dies führte zur Einteilung in 15 Fließgewässerbioregionen, welche sich eindeutig durch ihre aquatische Biozönosen unterscheiden lassen. Zusätzlich wurden einige Sondertypen ausgewiesen (zB große Flüsse, Seeausrinne). Im letzten Schritt wurde eine längenzonale Differenzierung nach Subtypen innerhalb der Bioregionen

vorgenommen. Für jeden dieser Subtypen innerhalb der Bioregionen sind Referenzbedingungen anhand der Qualitätselemente Makrozoobenthos, Fische, Phytobenthos und Makrophyten festgesetzt.

Abbildung 1: Übersicht über die schrittweise Vorgangsweise bei der Typisierung der Fließgewässer in Österreich (Quelle: BMLFUW, 2008)



Entsprechend der EU-WRRL ist die Überprüfung der Umweltqualitätsziele an Hand von definierten Gewässerabschnitten, den so genannten Oberflächenwasserkörpern, durchzuführen. Ein Oberflächenwasserkörper wird gemäß Art. 2 EU-WRRL als einheitlicher und bedeutender Abschnitt eines Oberflächengewässers wie etwa die Raab im Untersuchungsgebiet definiert.

Nach § 30b WRG 1959 ist es möglich, Wasserkörper der Kategorie "künstlich oder erheblich verändert" zuzuordnen. Voraussetzungen für die Ausweisung als "künstlich oder erheblich verändert" sind, dass die Wasserkörper:

- durch physik. Veränderung in ihrem Wesen erheblich verändert wurden, sodass die Einhaltung des Gütezieles "guter ökologischer Zustand" nicht gegeben ist,
- die Sanierungsmaßnahmen zur Herstellung des guten ökologischen Zustandes die weitere Umwelt oder bestehenden Nutzungen maßgeblich beeinträchtigt würden, und
- die nutzbringenden Ziele, denen die veränderten Merkmale des Wasserkörpers dienen, nicht auch durch andere Möglichkeiten erreicht werden, die eine bedeutend bessere Umweltoption darstellen, die auch technisch machbar sind und/oder keine unverhältnismäßig hohe Kosten verursachen würden (BMLFUW, 2008).

Die Ausweisung als erheblich veränderten Wasserkörper (Heavily Modified Water Body – HMWB) hat zur Folge, dass anstelle des guten ökologischen Zustandes bei diesem Wasserkörper ein abweichendes Güteziel, nämlich das "gute ökologische Potential" als Zielzustand zu schützen, zu erhalten bzw. zu erreichen ist. Die Ausweisung von Oberflächenwasserkörpern als "erheblich verändert" ist in Österreich noch nicht abgeschlossen. Im Rahmen der Diplomarbeit wird der Wasserkörper im Untersuchungsgebiet als nicht erheblich verändert betrachtet, da auch im Falle einer späteren Einstufung als HMWB die bewerteten Maßnahmenkombinationen eine Hilfestellung im weiteren Planungsvorgang darstellen.

2.2. Belastungen der Oberflächengewässer und Risikoanalyse

Die EU WRRL forderte die Ausweisung von Oberflächenwasserkörpern mit dem Risiko den guten ökologischen und chem./physik. Zustand zu verfehlen bis 2004. Die Risikobewertung erfolgte als zweistufiges Verfahren. Zuerst wurden Gewässer mit Einzugsgebieten (EZG) > 100 km² untersucht, anschließend die Gewässer mit EZG von 10–100 km². Die Bewertungsmethode der großen und kleinen Gewässer ist im Wesentlichen gleich. Die Bewertung der stofflichen Belastungen erfolgte aufgrund der Datenlage vor allem an den großen Flüssen durch die Analyse bereits langjährig erhobener Daten. Die morphologischen Belastungen wurden weitgehend durch Expertenwissen im Rahmen von Habitatkartierungen bewertet.

2.2.1. Belastungen

Die Definition der Belastungstypen und die nachfolgende Identifizierung der Signifikanz einzelner Belastungen stellten einen wesentlichen Teil der Ist-Bestandsanalyse dar, welche 2005 in Österreich durchgeführt wurde. Ist eine Belastung signifikant, kann sie sich negativ auf den Zustand eines Gewässers auswirken und die Einhaltung der Qualitätsziele gefährden. Die Signifikanz einer Belastung wird durch Festlegen von Überschreitungskriterien bestimmt. Für Österreich konnten folgende relevante Belastungen identifiziert werden.

Stoffliche und physikalische Belastungen (BMLFUW, 2008)

- Punktquellen (zB Stoffeinträge aus Abwasserreinigungsanlagen); Punktquellen können den Zustand von Oberflächengewässern durch Eintrag chemischer Schadstoffe, organischer Substanzen oder Nährstoffen sowie Eintrag von Wärme belasten.
- Diffuse Quellen (zB Stoffeinträge aus der Landwirtschaft); diffuse Quellen können den Zustand von Oberflächengewässern durch den Eintrag chem. Schadstoffe, org. Substanzen oder von Nährstoffen belasten.

Hydromorphologische Belastungen (BMLFUW, 2008)

- Signifikante hydrologische Belastungen (Fließgewässer und stehende Gewässer);
 Belastungen hydrologischer Natur gründen auf der anthropogenen Veränderung des Abflussregimes bzw. der Abflussmenge von Oberflächengewässer und beinhalten
 - o Belastungen durch signifikante Wasserentnahmen wie zB mangelhafte Restwasserdotation,
 - o Belastungen durch signifikante Schwallereignisse,
 - o Belastungen durch Stauhaltungen und
 - o Belastungen durch Wasserspiegelschwankungen in stehenden Gewässern.
- Signifikante morphologische Belastungen (Fließgewässer und stehende Gewässer);
 Belastungen morphologischer Natur entstehen durch anthropogene Eingriffe in die natürliche Struktur von Gewässern (zB Stauhaltungen, Uferverbauungen Begradigungen etc.).
- Belastungen durch Querbauwerke (Fließgewässer); Belastungen von Gewässern durch die Unterbrechung der natürlichen Durchgängigkeit. Aquatische Organismen werden in ihrem Wanderverhalten gestört, Habitate und Lebensräume isoliert und der natürliche Sedimenttransport unterbrochen.

2.2.2. Risikoanalyse

Zur Bewertung des Risikos der Oberflächenwasserkörper (OFWK) den Zielzustand zu verfehlen, diente, wie bereits erwähnt, die Basiseinteilung von OFWK und die Beschreibung der natürlichen Referenzbedingungen. Die ausgewiesenen Wasserkörper wurden in Bezug auf die vorhandenen Belastungen analysiert und das Risiko den guten Zustand zu verfehlen, wie in Abbildung 2 dargestellt, abgeschätzt.

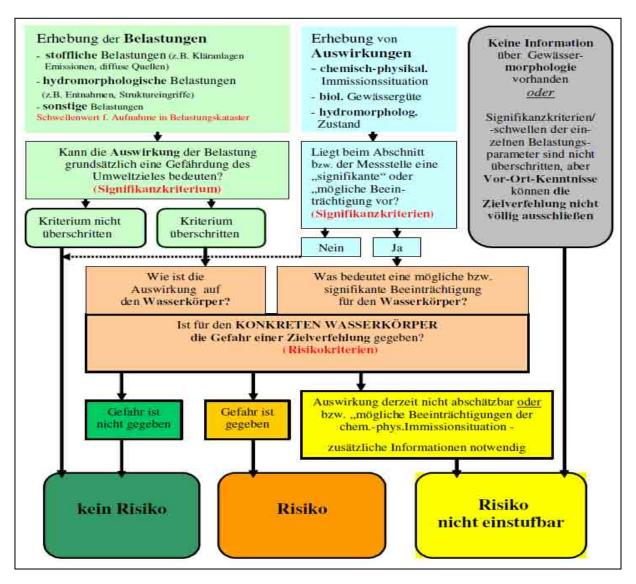


Abbildung 2: Risikoabschätzung für Oberflächenwasserkörper (Quelle: BMLUFW, 2008)

Die Ergebnisse der Risikoabschätzung bezüglich verschiedener Eingriffstypen sind in Abbildung 3 dargestellt.

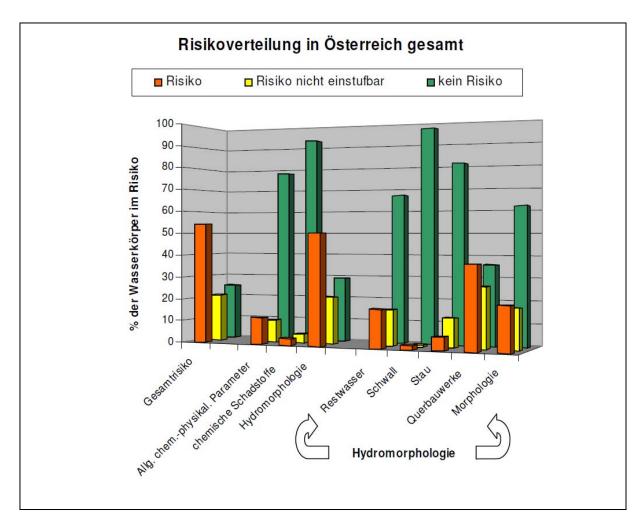


Abbildung 3: Risikoverteilung der Oberflächenwasserkörper in Österreich (Quelle: BMLUFW, 2008)

2.3. Umweltziele

Gemäß Artikel 4 der EU-WRRL sind als Ziele für Oberflächengewässer der "gute ökologische Zustand" und der "gute chemische Zustand" festgelegt. Der Zielzustand in einem erheblich veränderten Wasserkörper oder künstlichen Gewässer ist dann erreicht, wenn sich der Oberflächenwasserkörper zumindest in einem "guten ökologischen Potential" und einem "guten chemischen Zustand" befindet. Diese Ziele sollen grundsätzlich bis 2015 erreicht werden.

Der Bundesminister für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft hat mit Verordnung die zu erreichenden Zielzustände, sowie die im Hinblick auf das Verschlechterungsverbot maßgeblichen Zustände für Oberflächengewässer mittels charakteristischen Eigenschaften sowie Grenz- oder Richtwerten näher zu bezeichnen (BMLUFW, 2008).

Für jeden Oberflächenwasserkörper sind Referenzbedingungen durch die Qualitätselemente Fische, Makrozoobenthos, Makrophyten und Algen beschrieben. Abweichungen vom Referenzzustand (sehr guter ökologischer Zustand) werden in ein fünfstufiges Bewertungsschema unterteilt und die Klassengrenzen durch oben erwähnte Verordnung festgesetzt, wonach die Abweichung vom Referenzzustand im Falle eines nicht "erheblich veränderten Wasserkörpers" bis 2015 nicht mehr als eine Klasse betragen darf (guter ökologischer Zustand).

2.4. Überwachungsnetze und Monitoringprogramme

Artikel 8 der EU-WRRL verpflichtet die Mitgliedsstaaten, Programme zur Überwachung des Gewässerzustandes bis Ende 2006 zu starten. In Österreich gab es schon vor Inkrafttreten der EU-WRRL ein umfassendes Überwachungsprogramm, welches an die neuen Vorgaben angepasst wird. Die Anforderungen der EU-WRRL an die Gewässerüberwachung bedingen eine Differenzierung in "Überblicksweise Überwachung", "Operative Überwachung" und "Investigative Überwachung". Die ersten beiden Überwachungsprogramme werden vom Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (BMLFUW) durchgeführt, die "Investigative Überwachung" liegt in der Kompetenz der Bundesländer (BMLFUW, 2008).

2.4.1. Überblicksweise Überwachung

Das permanente Netzwerk umfasst 78 Messstellen, an denen alle von der EU-WRRL geforderten Parameter gemessen werden. Es dient der frühzeitigen Erkennung von auftretenden Problemen und der flächendeckenden Bewertung. Die gesetzliche Basis bildet § 59e WRG 1959. Darin wurden die Ziele und die Kriterien für das Design des Messnetzes und des Parameterumfanges festgelegt:

- Ergänzung und Validierung der Analyse der Auswirkungen von Belastungen (vgl. Belastungen)
- Effiziente Gestaltung künftiger Überwachungsprogramme
- Bewertung langfristiger Veränderungen der natürlichen Gegebenheiten
- Bewertung langfristiger Veränderungen aufgrund menschlicher Tätigkeiten

2.4.2. Operative Überwachung

Die kurzfristig (für den Zeitraum weniger Jahre) eingesetzte operative Überwachung wird an Gewässern durchgeführt, an denen aus der Beurteilung durch Experten aus Bund und Ländern bereits Probleme bekannt sind, welche den guten ökologischen Zustand gefährden könnten. Hier muss daher nicht das gesamte Parameterprogramm untersucht werden, sondern nur jene Parameter, welche für die Gefährdung am indikativsten sind. Gemäß § 59 WRG 1959 sind die Ziele der operativen Überwachung:

- die Zustandsfeststellung jener Wasserkörper, die basierend auf Ergebnissen der Risikoanalyse die geltenden Umweltziele möglicherweise nicht erreichen, sowie
- die Bewertung aller auf Maßnahmenprogramme zurückgehenden Veränderungen.
- Zusätzlich ist die Bestimmung des Gewässerzustandes im Hinblick auf bilaterale Verpflichtungen eine weitere zentrale Aufgabe.

Im Überwachungszeitraum 2007–2009 erfolgt die operative Überwachung der Gewässer mit einem EZG > 100 km², im Überwachungszeitraum 2010–1012 werden die Gewässer mit einem EZG < 100 km² operativ überwacht.

Bei der operativen Überwachung wird zur Bewertung auch die Gruppierung verwendet. Aus einer Gruppe ähnlicher Wasserkörper (hinsichtlich Typologie und Belastung) wird eine Auswahl repräsentativer Wasserkörper untersucht und das Ergebnis auf die anderen Wasserkörper der Gruppe übertragen. Die Gruppierung wird eingesetzt, um mit den zur Verfügung stehenden Mitteln alle Wasserkörper mit einer ausreichenden Sicherheit bewerten zu können (BMLUFW, 2008).

2.4.3. Investigative Überwachung

Die investigative Überwachung, also die Überwachung zu Ermittlungszwecken, wird nicht an einem feststehenden Netz von Messstellen mit einem fixen Parametersatz durchgeführt, sondern maßgeschneidert je nach Anlassfall. In Österreich ist die Gewässeraufsicht der einzelnen Bundesländer für diese Überwachung zuständig (BMLUFW, 2008).

An der Raab wurde ein umfassendes der EU-WRRL entsprechendes Monitoringprogramm ausgearbeitet. Auch werden bereits Daten zur Einstufung des ökologischen Gewässerzustandes erhoben.

2.5. Ergebnisse der Überwachung, Zustandserhebung

Das Bewertungsergebnis eines Wasserkörpers ergibt sich aus der Anwendung der Qualitätszielverordnung auf die Messergebnisse der im Wasserkörper gelegenen Messstellen. Der ökologische Gesamtzustand ergibt sich durch die Verschneidung der Werte für die biologischen Qualitätskomponenten und denen der "ökologischen Chemie". Bei sehr gutem ökologischen Zustand müssen auch sehr gute hydromorphologische Bedingungen gegeben sein (BMLUFW, 2008).

Die erhobenen Daten des Monitoringprogrammes an der Raab werden gerade ausgearbeitet. Die Ausweisung eines Gewässerzustandes anhand der von der EU-WRRL geforderten Qualitätskriterien wird in den nächsten Monaten erwartet. Ausweisungen von Gewässerzuständen aufgrund von der EU-WRRL abweichender Qualitätskriterien sind nicht erlaubt. Die im Zuge der Diplomarbeit mit RiverSmart ermittelten Gewässersystemzustände basieren auf abiotischen Qualitätselementen (vgl. Kap.: RiverSmart) und stellen Abschätzungen des ökologischen Gewässerzustandes dar. Deshalb werden alle mit Hilfe von RiverSmart ermittelten Zustände als "Gewässersystemzustände" bezeichnet.

2.6. Maßnahmenprogramme

Im Rahmen des nationalen Gewässerbewirtschaftungsplans sind Maßnahmenkataloge zu erstellen, um die Qualitätsziele der EU-WRRL zu erreichen. Die Risikoabschätzung 2005 hat aufgezeigt, dass nur eine geringe Anzahl der Gewässer ein Risiko der Zielverfehlungen aufgrund stofflicher Einträge aufweist (vgl. Abbildung 3). Der überwiegende Teil der Fließgewässer ist allerdings durch deutliche Defizite im Bereich Hydromorphologie gekennzeichnet. In Österreich wird daher in Zukunft der Schwerpunkt der wasserwirtschaftlichen Aktivitäten auf die "Erhaltung und Entwicklung der Gewässer als Lebensräume" zu legen sein (BMLUFW, 2008).

2.6.1. Erhaltung und Entwicklung der Gewässerstrukturen an Fließgewässern

Ursache für Eingriffe in die Gewässerstruktur bzw. die Abflussverhältnisse sind in erster Linie die Wasserkraftnutzung und Maßnahmen des Hochwasserschutzes. Im Gegensatz zu anderen europäischen Ländern spielt die Schifffahrt nur eine untergeordnete Rolle und betrifft im Wesentlichen nur die Donau.

Die wichtigsten Bewirtschaftungsfragen zur Verbesserung der hydromorphologischen Verhältnisse an Fließgewässern werden folgende Aufgaben betreffen (BMLUFW, 2008):

- Wiederherstellung der Durchgängigkeit durch Bau von Fischwanderhilfen bei Wasserkraftanlagen, Umgehungsgerinne bzw. Umbau von Absturzbauwerken zu Rampenlösungen bei Hochwasserschutzanlagen (inkl. Prioritätensetzung für besonders sensible und bedrohte Fischarten, zeitliche Staffelung unter Berücksichtigung der Aufwärtswanderung der Fische).
- Schrittweise Restrukturierung von Gewässerabschnitten zur Steigerung der Lebensraumvielfalt (Schaffung von Laichplätzen, Jungfischhabitaten).
- Sicherstellung eines ökologischen Mindestwasserabflusses bei Wasserentnahmen zur Wasserkraftnutzung.

Minderung der Auswirkungen extremer Abflussschwankungen bei Speicher- bzw.
 Schwallkraftwerken (zB durch den Bau von Ausgleichsbecken, wasserbauliche Maßnahmen zur Erhöhung der Strukturvielfalt und Lebensraumqualität, Betriebsanpassungen usw.).

2.6.2. Schutz der Oberflächengewässer vor Eutrophierung, organischer Belastung und chemischen Schadstoffen

Bedingt durch die Anstrengungen der letzten Jahrzehnte und der dadurch erzielten Erfolge liegen in diesem Bereich nur noch wenige Probleme vor (Anm.: u. a. an der Raab). Die Belastung durch chemische Mikroschadstoffe aber auch durch Nährstoffe und organische Verschmutzungen liegt schwerpunktmäßig im Osten und Nordosten Österreichs. Dort ist der Belastungsdruck durch Siedlungen, Landwirtschaft und Industrie relativ groß, der natürliche Abfluss aus klimatischen Gründen aber relativ gering. Folgende Lösungsansätze werden in Betracht gezogen (BMLUFW, 2008):

Sollten die Emissionen vorwiegend aus Punktquellen stammen, was für die meisten Schadstoffe zutrifft, so sind neben chemikalienrechtlichen Beschränkungen auch innerbetriebliche Maßnahmen der Emissionsvermeidung bzw. –verringerung und "End of pipe"–Maßnahmen vorwiegend Kläranlagen in Betracht zu ziehen.

• Stehen Belastungen aus Flächenquellen im Vordergrund, wie zB bei Pflanzenschutzmitteln, werden flächenbezogene Maßnahmen (gute Umweltpraxis) oder chemikalienrechtliche Beschränkungen der Verwendung dieser Stoffe zum Ziel führen. Die Reduzierung der Restbelastungen in Bezug auf Nährstoffe (Eutrophierung) und organische Verschmutzung ist durch eine Kombination aus Maßnahmen an Punktquellen (Kläranlagen) und diffusen Quellen (vorwiegend Landwirtschaft) erreichbar.

2.7. Ausblick

Maßnahmen aus den Maßnahmenprogrammen sollen laut EU-WRRL grundsätzlich bis 2015 umgesetzt werden und die Erreichung der Qualitätsziele durch die Monitoringprogramme dokumentiert werden.

Gemäß § 30a WRG 1959 sind Oberflächengewässer so zu schützen, zu verbessern und zu sanieren, dass eine Verschlechterung des Zustandes verhindert und spätestens am 22.12.2015 der Zielzustand erreicht wird. Ausnahmen von der Zielerreichung mit Ende 2015 sind möglich, wenn bestimmte Vorgaben eingehalten werden, welche im § 30e WRG 1959 festgelegt sind. In Ausnahmefällen kann die Frist bis zur Zielerreichung bis zum 22.12.2021 bzw. bis zum 22.12.2027 verlängert werden. Die Festlegung für welche Wasserkörper eine Zielerreichung bis 2015 angestrebt wird und für welche eine Fristerstreckung bis 2021 oder 2027 gewährt wird, ist im Rahmen des nationalen Gewässerbewirtschaftungsplans noch vorzunehmen.

3. Methodik zur Bewertung von Fließgewässersystemen

Das Bewertungsprogramm RiverSmart dient zur Abschätzung der Auswirkungen von Flussbaumaßnahmen und der aktuellen Degradationen der Fließgewässerökosysteme. In diesem Kapitel sollen das Programm RiverSmart und die hydraulischen Grundlagen der 1 D Abflussuntersuchung mittels HEC-RAS erläutert werden.

3.1. RiverSmart

RiverSmart wurde am Umweltbüro Klagenfurt entwickelt. Es handelt sich um ein Prognosemodell, welches die Wirkung von anthropogenen Eingriffen an Fließgewässern auf die Fließgewässerökologie modelliert. Im Rahmen einer Dissertation (ANGERMANN, 2007) wurde RiverSmart verfeinert und weiterentwickelt. Dieser Arbeit entstammen Teile der folgenden Methodikbeschreibung.

Mit Hilfe von RiverSmart soll anhand von Eingriffen in die Gewässermorphologie Gewässersystemzustände ermittelt werden. So kann einerseits der Ist-Systemzustand modelliert werden, andererseits können durch Maßnahmenszenarien die Eingriffe verändert und somit die Auswirkung von Flussbaumaßnahmen abgeschätzt werden. Das fünfstufige Bewertungsschema von RiverSmart orientiert sich an der Einstufung des ökologischen Gewässerzustandes laut EU-WRRL. Die Ergebnisse von RiverSmart sind jedoch als Planungshilfe zu interpretieren und können die Ermittlung des Gewässerzustandes durch die biologischen Kriterien laut **EU-WRRL** (vgl. Ergebnisse der Überwachung, Zustandserhebung) keinesfalls ersetzen.

3.1.1. Charakteristik

Wie eingangs erwähnt, ist RiverSmart ein Prognosemodell. Das Modell ist für die Makrohabitatebene konzipiert. Das heißt, es sollen Gewässerabschnitte über mehrere Kilometer (zB ausgewiesene Oberflächenwasserkörper) bis zu ganzen Einzugsgebieten modelliert werden (vgl. Scale RiverSmart). Das Grundgerüst von RiverSmart ist ein Ökosystemmodell, in dem räumliche (Struktur/Vernetzung), zeitliche und chem./physik. Komponenten berücksichtigt werden und über ein fixes Parameterset beschrieben werden.

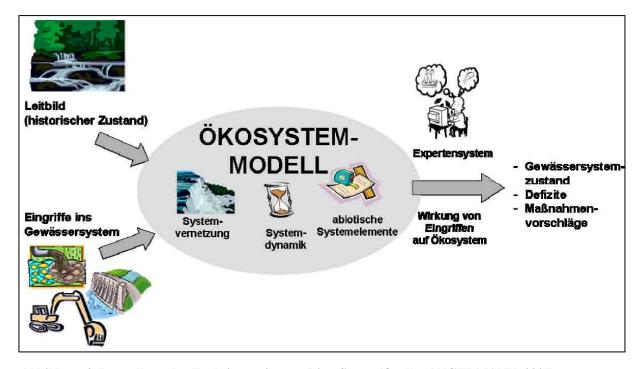


Abbildung 4: Darstellung der Funktionsweise von RiverSmart (Quelle: ANGERMANN, 2007)

3.1.2. Anwendung/Dateninput

Der Anwender gibt Informationen zum Leitbild (visionärer Zielzustand/historischer Zustand) und zu anthropogenen Eingriffen in das Fließgewässersystem ein. Das Leitbild wird über ein Parameterset (vgl. Leitbildparametereinstufung) beschrieben. Die Ausprägung der Parameter wird über eine von fünf Klassen festgelegt. Zur Erhebung der Eingriffe, welche im Bewertungsszenario gegeben sind, steht ein Eingriffstypenkatalog zur Verfügung. Aus diesem wählt der Anwender die relevanten Eingriffe und deren Intensität (vgl. Eingriffsparametereinstufung).

3.1.3. Ökosystemmodell/Bewertungsvorgang/Ergebnisdarstellung

Aus der Leitbildbeschreibung wird ein visionäres Ökosystem erstellt. Das Ökosystemmodell deckt folgende Bereiche ab: Den aquatischen Bereich mit der Wasserzone, den amphibischen Bereich mit der Uferzone und den semiterrestrischen bis terrestrischen Bereich mit der Auenzone (Systemelemente). Eine umfassende Systembetrachtung erfolgt durch die Einbeziehung der Systemdynamik (zeitliche Variabilität) und der Systemvernetzung (räumlich und funktionale Zusammenhänge). Damit soll dem hohen Stellenwert gewässerdynamischer Prozesse sowie der Vernetzung innerhalb des Wasserkörpers und mit dem Umland Rechnung getragen werden. In Anlehnung an die Vorgaben der EU WRRL erfolgt eine Unterteilung in hydromorphologische Bewertung und eine chem./physik. Bewertung wie in folgenden Tabellen dargestellt wird.

Tabelle 1: Hierarchischer Aufbau des Ökosystemmodells – hydromorphologische Beschreibung (Quelle: ANGERMANN, 2007)

Systembetrachtungsebenen	Systemkomponenten	Bewertungskriterien						
		Überflutungsdauer						
		Grundwasserflurabstand						
	Hydrologie	Gewässerausdehnung						
		Wassertiefe						
		Strömung						
Systemelemente	Laufentwicklung	Laufentwicklung						
systemeremente	Coviacerhettmerphologie	Sohlstruktur/Rauhigkeit						
	Gewässerbettmorphologie	Gewässerbettausformung						
	I farmarahalagia	Uferausdehnung						
	Ufermorphologie	Uferstruktur						
	Auemorphologie	Aueausdehnung						
	Ademorphologie	Auestruktur						
		Morphodynamik Sohle						
	Morphodynamik	Morphodynamik Ufer						
		Morphodynamik Aue						
Systemdynamik		Abflussdynamik-kurzfristig						
bysteriuyrianiik		Abflussdynamik-mittelfristig						
	Hydrodynamik	Abflussdynamik-langfristig						
		Überflutungsdynamik						
		Grundwasserdynamik						
	Laterale Vernetzung	Vernetzung Gewässer-Nebengewässer						
Cuatamyarnatarina	Vertikale Vernetzung	Vernetzung Gewässer-Grundwasser						
Systemvernetzung	Längskontinuum	Lokales Längskontinuum						
	Langskontinuum	Regionales Längskontinuum						

Tabelle 2: Hierarchischer Aufbau des Ökosystemmodells –chemisch/physikalische Beschreibung (Quelle: ANGERMANN, 2007)

Systembetrachtungsebenen	Systemkomponenten	Bewertungskriterien
		Wassertemperatur
Systemelemente	Chemisch-physikalischer	Gewässertrübe
	Stoffhaushalt	Chemisch-physikalische Belastung
		Biologische Gewässergüte

Wie bereits erwähnt, stellt die Erfassung von Eingriffen neben der Leitbilddefinition den zweiten Programminput dar. Eingriffe an Fließgewässern sind in der Regel gut dokumentiert und daher meist einfach zu erfassen. In RiverSmart sind derzeit hydromorphologische Veränderungen, Veränderungen des Feststoffhaushaltes und des Umlandes implementiert. Diese Eingriffe sind laut Bestandsaufnahmen für den ökologischen Zustand der Gewässer in Österreich maßgeblich (BMLFUW, 2005a). Ein wesentliches Merkmal von RiverSmart besteht in der Trennung von Eingriffen und deren Wirkung auf das Gewässersystem. Eingriffe werden im Sinne von "Was wurde gemacht?" definiert und nicht im Sinne von "Wie sieht das Gewässer und dessen Umland nach dem Eingriff aus?" Ob und wie stark Eingriffe das visionäre Ökosystem verändern, ist im Modell durch so genannte Transformationskurven festgelegt. Diese sind generell gültig und speziell für jede Leidbildparameter-Eingriffs-Kombination erstellt worden. Dem Verlauf der Transformationskurven liegen Expertenwissen und abiotische Modellierungen zu Grunde.

Nachdem das Ökosystemmodell durch die Leitbildbeschreibung erstellt wurde und alle relevanten Eingriffe erfasst wurden, beginnt der Bewertungsvorgang. Es wird eine Wirkungsanalyse in zwei Schritten gestartet:

- Wirkungsanalyse auf Ebene der Leitbildparameter (Bewertungskriterien)
- Wirkungsanalyse auf Systemebene
- a) Wirkungsanalyse auf Ebene der Leitbildparameter (Bewertungskriterien)

Für jeden der 28 Leitbildparameter wird die Wirkung eines bestimmten Eingriffs aus den Transformationskurven ausgelesen und als Zielerfüllungsgrad (ZEG) angegeben. Dabei wird die Ausprägung im Leitbild berücksichtigt. 100 % ZEG bedeutet, dass der Eingriff nicht auf den Leitbildparameter wirkt und daher der Leitbildzustand erhalten bleibt. Bei 0 % ZEG wird die Ausprägung des Leitbildparameters erheblich verändert. In der Wirkungsanalyse auf Ebene der Leitbildparameter wird der ZEG für jede Leitbildparameter-Eingriffs-Kombination ermittelt, wie in Abbildung 5 beispielhaft dargestellt ist.

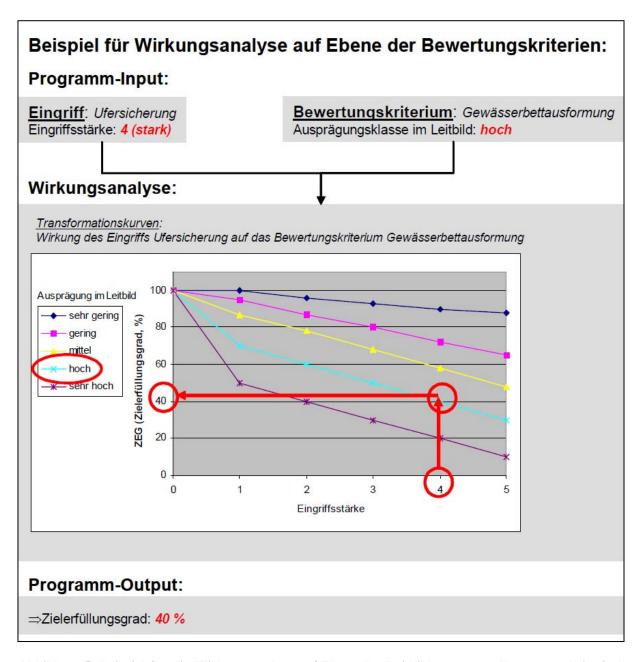


Abbildung 5: Beispiel für die Wirkungsanalyse auf Ebene der Leitbildparameter (Bewertungskriterien) (Quelle: ANGERMANN, 2007)

In Abbildung 5 ist ein Beispiel zur Ermittlung des ZEG dargestellt. Vom Programmanwender wird der Eingriff "Ufersicherung" mit einer Wirkungsintensität von 4 (stark) eingestuft. Bei der Einstufung des Leitbildes wird vom Anwender der Leitbildparameter "Gewässerbettausformung" die Ausprägungsklasse "hoch" zugewiesen. der Wirkungsanalyse auf Ebene der Leitbildparameter wird nun der den Angaben entsprechende ZEG aus der Transformationskurve ausgelesen. Im angegebenen Beispiel wäre der ZEG 40 Prozent.

In Tabelle 4 ist beispielhaft eine Ergebnistabelle für die Hydromorphologie auf Ebene der Leitbildparameter dargestellt. In der linken Spalte befinden sich die Einstufungen des Leitbildes, die der Anwender zuvor eingegeben hat. In der 2. Spalte von links sind die hydromorphologischen Leitbildparameter (Bewertungskriterien) angeführt. Die folgenden Spalten stellen jeweils die ZEG dar, wenn der jeweilige Eingriff (1. Zeile grau hinterlegt) auf das Bewertungskriterium wirkt. Die ZEG wurden wie oben beschrieben aus den Transformationskurven ausgelesen.

Zur besseren Lesbarkeit sind die ZEG in Tabelle 4 je nach Wert mit unterschiedlichen Farben hinterlegt. Die Klassenbreiten für rot und blau sind mit 12,5 % festgelegt, für die Farben orange, gelb und grün beträgt die Klassenbreite jeweils 25 %, wie in Tabelle 3 dargestellt wird.

Tabelle 3: Farbhinterlegung und Klassenbreiten der ZEG (Quelle: ANGERMANN, 2007)

ZEG von - bis	Farbe
0-12,5	rot
>12,5-37,5-	orange
>37,5-62,5	gelb
>62,5-87,5,0	grün
>87,5-100	blau

Tabelle 4: Ergebnistabelle Hydromorphologie (Beispiel): Wirkungsanalyse auf Ebene der Leitbildparameter (Bewertungskriterien) (Quelle: ANGERMANN, 2007)

Ausprägung im Leitbild	Bewertungskriterien Eingriffsstärke	Stau (im Abschnitt)	۵ Abtrennung von Nebenarmen	۵ Ufersicherung	• Wehr	Hochwassermanagement in Stauräumen	Sedimentmanagement – Baggerungen	Sedimentmanagement - Stauraumspülung	N Schwellbetrieb	ഗ Uferdämme	Minimalwert ET
		42	70		- 17	58	100		100	48	42
mittel mittel	Überflutungsdauer Grundwasserflurabstand	42	72	100	100	100	100	100	100	100	42
mittel	Gewässerausdehnung	58	72	100	100	100	100	100	100	72	58
hoch	Wassertiefe	70	88	100	100	100	98	100	100	81	70
mittel	Strömung	50	68	100	100	100	100	100	100	75	50
gering	Laufentwicklung	70	80	80	100	78	100	100	100	65	65
mittel	Sohlstruktur/Rauigkeit	68	80	100	80	66	96	68	80	100	66
mittel	Gewässerbettausformung	50	70	68	76	62	96	100	100	100	50
mittel	Uferausdehnung	58	70	68	100	100	95	100	100	72	58
mittel	Uferstruktur	62	80	68	76	62	95	66	78	72	62
mittel	Aueausdehnung	68	100	100	100	100	100	100	100	48	48
hoch	Auestruktur	48	50	100	100	70	100	100	100	30	30
mittel	Morphodynamik Sohle	58	70	80	66	62	80	78	100	72	58
mittel	Morphodynamik Ufer	58	70	68	76	62	80	78	100	72	58
mittel	Morphodynamik Aue	42	68	100	100	62	100	100	100	48	42
sehr gering	Abflussdynamik-kurzfristig	100	100	100	100	100	100	100	60	100	60
mittel	Abflussdynamik-mittelfristig	100	80	100	100	58	100	78	100	100	58
mittel	Abflussdynamik-langfristig	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
hoch	Überflutungsdynamik	17	50	100	100	40	100	100	100	30	17
hoch	Grundwasserdynamik	40	100	100	100	100	100	100	100	30	30
sehr hoch	Vernetzung Gewässer-Nebengewässer	90	30	72	38	70	100	100	100	25	25
sehr hoch	Vernetzung Gewässer-Grundwasser	100	100	100	100	100	100	60	100	10	10
sehr hoch	Lokales Längskontinuum	100	100	100	20	100	90	100	100	100	20
sehr hoch	Regionales Längskontiuum	100	100	100	20	100	100	100	100	100	20

In der letzten Spalte der Ergebnistabelle (vgl. Tabelle 4) werden die ZEG der Eingriffe für jeden Leitbildparameter zusammengeführt. Im Programm wird für den so genannten "Minimalwert ET" jeweils das Minimum in der Zeile gebildet. Dieser Rechenvorgang beruht auf der Annahme, dass sich in der Realität der am stärksten wirksame Eingriff "durchschlägt". Wechselwirkungen zwischen Eingriffen (Verstärkung/Abschwächung der Auswirkung) sind im Programm derzeit noch nicht berücksichtigt.

Je geringer der ZEG, desto stärker verändert der Eingriff die Ausprägung des Leitbildparameters. Die ZEG können demnach "Abweichungen in Klassen" gleichgesetzt werden, wie in Tabelle 5 dargestellt wird.

Tabelle 5: Umwandlung der Zielerfüllungsgrande (ZEG) in "Abweichung in Klassen" (Quelle: OLINOWETZ, 2006)

von ZEG	bis ZEG	Abweichung in Klassen
100	88	0
87	63	1
62	38	2
37	13	3
12	0	4

Im Programm erfolgt eine Umrechnung in absolute Ausprägungsklassen jeweils für den Gesamtwert je Leitbildparameter (Minimalwert ET). Dafür bedarf es noch weiterer Informationen, die im Programm zu berücksichtigen sind, und zwar die Richtung in welcher der Eingriff den Leitbildparameter verändert (von "sehr hoch" zu "sehr gering" oder umgekehrt). Die Ausprägungsklassen der Leitbildparameter kennzeichnen die Ausprägung bestimmter Indikatoren und sind nicht bewertend. Das heißt, dass die Einstufung eines Leitbildparameters als "sehr hoch", nicht mit einem sehr guten Gewässersystemzustand gleichzusetzen ist. Eingriffe können die Leitbildausprägungen in unterschiedliche Richtungen verändern. Zur Erfassung dieser "Wirkungsrichtung" wurden alle Leitbildparameter den Eingriffen in einer Matrix gegenübergestellt und die generelle Wirkung des Eingriffs festgelegt.

Tabelle 6: Generelle Wirkungsmatrix der Eingriffe (Spalten) auf die Leitbildparameter (Zeilen): 0... keine Wirkung, +... Änderung von "sehr gering" zu "sehr hoch", -... Änderung von "sehr hoch" zu "sehr gering" (Quelle: OLINOWETZ, 2006)

	Absturzbauwerke	Ausleitung	Reduktion der Gewässerbreite	Uferdämme	Austiefung der Gewässersohle	Hochwassermanagement in Stauräumen	Bewuchsmanagement und Gewässerpflege	Sohlsicherung	Sedimentmanagement - Baggerungen	Sedimentmanagement - Stauraumspülung	Schwellbetrieb	Stau (im Abschnitt)	Wehr	Ufersicherung	Grundwasserentnahme	Abtrennung von Nebenarmen	Rodung Auwald	Hochwasserdämme im Hinterland	Jahresspeicher (im Oberlauf)
Überflutungsdauer	0	-	>÷		-	(*)	0	0	0	0	0	*	0	0	0	-	0	3-1	:=
Grundwasserflurabstand	0	ŧ	+	0	+	0	0	0	0	0	0	2	0	0	+	+	0	0	+
Gewässerausdehnung	0	14	æ		0	0	0	0	0	0	a:	£	0	0	=	-	0	0	12
Wassertiefe	+	·=	+	Ť	0	0	0	0	+	0	=1	+	0	0	-	+	0	0	141
Strömung	31	×	Ŧ	$\dot{\boldsymbol{\tau}}$	(0)	0	+	0	0	0	0	700	0	0	8	+	0	0	Œ.
Laufentwicklung	0	0	:=	=	-	:=0	-	0	0	0	0	-	0	эв	0	-	0	-	:=
Sohlstruktur/Rauhigkeit	428	824	+	0	=	120	#	:2:	12	42	+	420	726	0	0	+	0	0	121
Gewässerbettausformung	=	-	9	0	а	-	-	12	II.	0	0	£	æ	Ve.	0	-	0	0	15
Uferausdehnung	(140)	+	3=	-	-	0	0	0	TE	0	0	36	0	5=	0	-	0	0	4
Uferstruktur	174	-	475	5.7	5	(2)	=	0	10	=	.₹A	·File	57	475	0	=	0	0	151
Aueausdehnung	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	Œ	0	0	0	0	-	-	0
Auestruktur	0	24	42	2	2	120	0	0	0	0	0	2	0	0	2	=	121	=	:2:
Morphodynamik Sohle	=	=	10	•	0	190	-	12	-	5	+	£	-	ve.	0	-	0	0	:=
Morphodynamik Ufer	÷	~	¥	÷	u I	127	~	0	T-	÷	#	=	æ	No.	0	=	0	0	12
Morphodynamik Aue	0	0	420	5.	=	(2)	0	0	0	0	0	es.	0	0	0	=	0	=	151
Abflussdynamik-kurzfristig	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+	0	0	0	0	0	0	0	0
Abflussdynamik-mittelfristig	0	124	+	0	0	120	+	0	0	+:	0	0	0	0	0	+	0	0	:2:
Abflussdynamik-langfristig	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	45
Überflutungsdynamik	0	æ	N	â	u I	127	~	0	0	0	0	÷	0	0	0	9	0	0	12
Grundwasserdynamik	0	129	0	Œ.	0	0	0	0	0	0	0	v#s	0	0	(2)	0	0	<u></u>	: =:
Vernetzung Gewässer-Nebengewässer	0	-	38	-	-	: = 3	0	0	0	0	0	+	••	:=	-	-	:=::	=	0
Vernetzung Gewässer-Grundwasser	0	752A	0	<u>=</u>	0	0	0	0	0	<u>=</u>	0	0	0	0	0	0	0	=	0
Lokales Längskontinuum	:=:	·*	0	0	0	0	0	177	-	0	0	0	i = :	0	0	0	0	0	0
Regionales Längskontinuum	==	~	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0		0	0	0	0	0	12
Wassertemperatur	Æ	*	+	0	0	0	*	0	0	0	0	Æ	0	0	+	=	0	0	::5:
Gewässertrübe	0	0	0	0	0	0	0	0	÷	r ii z	0		0	0	0	0	0	0	0
Chemisch-physikalische Belastung	0	#	0	0	0	0	0	0	0	+	0	+	0	0	+	0	0	0	+
Biologische Gewässergüte	0	:=:	0	0	0	0	0	0	74.	-	0	-	0	0	-	0	0	0	181

Je nachdem wie der Leitbildparameter eingestuft wird und in welche Richtung der Eingriff die Ausprägung verändert, ergibt sich eine maximal mögliche Abweichung, wie in Tabelle 7 dargestellt wird.

Tabelle 7: Maximal mögliche Abweichung in Klassen (Quelle: OLINOWETZ, 2006)

Augustum actions in Lathild	Maximal mögliche Klassenabweicht								
Ausprägungsklasse im Leitbild	in Richtung +	in Richtung -							
sehr hoch	0	4							
hoch	1	3							
mittel	2	2							
gering	3	1							
sehr gering	4	0							

Nachdem Richtung und die Anzahl der Klassenabweichung ermittelt wurden, wird in einem letzten Schritt die prognostizierte Ausprägungsklasse für den Leitbildparameter abgeleitet. Wenn wie im Beispiel 1 der Tabelle 8 der Leitbildparameter als "hoch" eingestuft wurde, der am stärksten wirkende Eingriff (Minimalwert ET) einen ZEG von 60 % ergibt (also zwei Klassen Abweichung vom Leitbild), dieser Eingriff auf den Leitbildparameter in Richtung "sehr gering" wirkt, dann wird die Ausprägungsklasse "gering" prognostiziert.

Tabelle 8: Drei Beispiele der Ableitung einer Ausprägungsklasse durch ZEG (Quelle: OLINOWETZ, 2006)

	Beispiel 1	Beispiel 2	Beispiel 3
Leitbild-Ausprägung (Input)	Hoch	Hoch	Mittel
Minimalwert ET: ZEG ≥Tabelle 17)	60 %	60 %	10 %
Entspricht Klassenabweichung	2	2	4
Richtung der Klassenabweichung ≥Tabelle 20)	Richtung sehr gering (-)	Richtung sehr hoch	Richtung sehr hoch (+)
Maximal mögliche Abweichung (≥Tabelle 19)	3	1	2
Prognostizierte Ausprägungsklasse	Gering	Sehr hoch	Sehr hoch

In Tabelle 9 ist beispielhaft eine Ergebnistabelle (Hydromorphologie) mit ZEG und Ausprägungsklassen dargestellt.

Tabelle 9: Ergebnistabelle mit Ausprägungsklassen für jeden Leitbildparameter (Bewertungskriterium), Wirkungsanalyse auf Ebene der Leitbildparameter (Beispiel) (Quelle: : OLINOWETZ, 2006)

Ausprägung im Leitbild	Bewertungskriterien Wirkungsintensität	A Stau (im Abschnitt)	က Abtrennung von Nebenarmen	က Ufersicherung	Wehr	A Hochwassermanagement in Stauräumen	Sedimentmanagement – Baggerungen	A Sedimentmanagement - Stauraumspülung	N Schwellbetrieb	الله Uferdämme	Minimalwert ET (ZEG)	Abweichung in Klassen	Ausprägung Bewertungszustand
mittel	Überflutungsdauer	42	70	100	100	58	100	100	100	48	42	2	sehr gering
mittel	Grundwasserflurabstand	42	72	100	100	100	100	100	100	100	42	2	sehr gering
mittel	Gewässerausdehnung	58	72	100	100	100	100	100	100	72	58	2	sehr hoch
hoch	Wassertiefe	70	88	100	100	100	98	100	100	81	70	1	sehr hoch
mittel	Strömung	50	68	100	100	100	100	100	100	75	50	2	sehr gering
gering	Laufentwicklung	70	80	80	100	78	100	100	100	65	65	1	sehr gering
mittel	Sohlstruktur/Rauigkeit	68	80	100	80	66	96	68	80	100	66	1	gering
mittel	Gewässerbettausformung	50	70	68	76	62	96	100	100	100	50	2	sehr gering
mittel	Uferausdehnung	58	70	68	100	100	95	100	100	72	58	2	sehr gering
mittel	Uferstruktur	62	80	68	76	62	95	66	78	72	62	2	sehr gering
mittel	Aueausdehnung	68	100	100	100	100	100	100	100	48	48	2	sehr gering
hoch	Auestruktur	48	50	100	100	70	100	100	100	30	30	3	sehr gering
mittel	Morphodynamik Sohle	58	70	80	66	62	80	78	100	72	58	2	sehr gering
mittel	Morphodynamik Ufer	58	70	68	76	62	80	78	100	72	58	2	sehr gering
mittel	Morphodynamik Aue	42	68	100	100	62	100	100	100	48	2000	2	sehr gering
sehr gering	Abflussdynamik-kurzfristig	100	100	100	100	100	100	100	60	100		2	mittel
mittel	Abflussdynamik-mittelfristig	100	80	100	100	58	100	78	100	100		2	sehr gering
mittel	Abflussdynamik-langfristig	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0	mittel
hoch	Überflutungsdynamik	17	50	100	100	40	100	100	100	30	17	3	sehr gering
hoch	Grundwasserdynamik	40	100	100	100	100	100	100	100	30	30	3	sehr gering
sehr hoch	Vernetzung Gewässer-Nebengewässer	90	30	72	38	70	100	100	100	25	25	3	gering
sehr hoch	Vernetzung Gewässer-Grundwasser	100	100	100	100	100	100	60	100	10	10	4	sehr gering
sehr hoch	Lokales Längskontinuum	100	100	100	20	100	90	100	100	100	20	3	gering
sehr hoch	Regionales Längskontiuum	100	100	100	20	100	100	100	100	100	20	3	gering

b) Wirkungsanalyse auf Systemebene

Für die Wirkungsanalyse auf Systemebene werden die ZEG der einzelnen Leitbildparameter erst auf Ebene der Systemkomponenten, anschließend auf Systembetrachtungsebene aggregiert und schließlich ein Gesamtwert gebildet (vgl. Tabelle 11).

Bei der Wirkungsanalyse auf Ebene der Systemkomponente werden die ZEG der Leitbildparameter (vgl. Tabelle 9, Minimalwert ET) auf Ebene der hierarchisch angeordneten Systemkomponente gemittelt (arithmetisches Mittel) (vgl. Tabelle 11, Spalte "MW Teilkomponenten"). Dabei erfolgt automatisch eine Gewichtung aufgrund des Ökosystemaufbaus, der die einzelnen Systemkomponenten mit unterschiedlicher Anzahl an Leitbildparametern beschreibt (zB Hydrologie: 5 Leitbildparameter, Morphodynamik: 3 Leitbildparameter)

In gleicher Weise werden die Ergebnisse der Wirkungsanalyse auf Ebene der Systemkomponente in der Wirkungsanalyse auf Systembetrachtungsebene aggregiert. Auch hier erfolgt eine Gewichtung aufgrund des hierarchischen Modellaufbaus (vgl. Tabelle 11, Spalte "MW Hauptkomponenten").

Die ZEG der Systembetrachtungsebenen werden abermals über Mittelwertbildung zu einem Gesamt-ZEG zusammengeführt. Von diesem wird der so genannte "prognostizierte Gewässersystemzustand" abgeleitet. Dieser besteht analog zu den Gewässerzustandsklassen laut EU-WRRL aus fünf Klassen (1: sehr guter, 5 schlechter Gewässersystemzustand), wobei auch Halbstufen unterschieden werden. Die Zuordnung der ZEG zu den Gewässersystemzustandsklassen ist in Tabelle 10 dargestellt.

Tabelle 10: Zuordnungstabelle: Zielerfüllungsgrade (ZEG) und Gewässersystemzustand (Quelle: OLINOWETZ, 2006)

ZEG von	ZEG bis	Prognostizierter Gewässersytemzustand
>93,75	100	1,0
>87,5	93,75	1,5
>75	87,5	2,0
>62,5	75	2,5
>50	62,5	3,0
>37,5	50	3,5
>25	37,5	4,0
>12,5	25	4,5
0	12,5	5,0

Tabelle 11: Wirkungsanalyse auf Systemebene (Beispiel) (Quelle: OLINOWETZ, 2006)

Systembetrachtungsebenen	Systemkomponenten	Bewertungskriterien	Minimalwert ET	MW Teilkomponenten	MW Hauptkomponenten			
		Überflutungsdauer	42	52 65 58 60 39 53 25 10 20				
		Grundwasserflurabstand	42					
	Hydrologie	Gewässerausdehnung	58	52				
te		Wassertiefe						
nen		Strömung	50					
e	Laufentwicklung	Laufentwicklung	65	65	55			
a g	Gewässerhettmorphologie	Sohlstruktur/Rauigkeit	66	58	33			
ste	Gewasserbettinorphologie	Gewässerbettausformung	42 42 58 50 65 66 58 50 68 50 68 58 60 48 30 58 58 58 58 58 58 58 58 58 58					
S	Ufermorphologie	Ufermorphologie						
	Olermorphologie	Uterstruktur						
	Augmarphalagia	Auemorphologie						
	Ademorphologie	Auestruktur	30	3				
;		Morphodynamik Sohle	58					
¥	Morphodynamik	Morphodynamik Ufer	58	53				
Systemver Systemsdynamik Systemelemente netzung Systemsdynamik Systemelemente		Morphodynamik Aue	42					
dy.		Abflussdynamik-kurzfristig	60		52			
Ж		Abflussdynamik-mittelfristig	58		33			
ste	Hydrodynamik	drodynamik Abflussdynamik-langfristig						
Ś	Strömung Laufentwicklung Gewässerbettmorphologie Ufermorphologie Ufermorphologie Auemorphologie Morphodynamik Morphodynamik Ufer Morphodynamik Aue Abflussdynamik-kurzfristig Abflussdynamik-langfristig Überflutungsdynamik Grundwasserdynamik Vernetzung Vernetzung	17						
		Grundwasserdynamik	30	52 65 58 60 39 53 53				
e c	Laterale Vernetzung	Vernetzung Gewässer-Nebengewässer	25	25				
m Sun	Vertikale Vernetzung	Vernetzung Gewässer-Grundwasser	10	10	10			
ste	Längskontinuum	Lokales Längskontinuum	20	20	10			
S) L	Langskontinuum	Regionales Längskontiuum	20	20				
	ngsgrad - gesamt (in %)				42,0			
rognostiz	ierter Gewässersystemzusta	nd			3,5			

3.2. Eindimensionale Abflussmodellierung mittels HEC-RAS

Zur Bereitstellung der von RiverSmart geforderten Informationen Fließgewässertypisierung und Eingriffsquantifizierung wurde ein eindimensionales Abflussmodell erstellt. Durch die Ergebnisse einer Abflussmodellierung des natürlichen Referenzzustandes mittels HEC-RAS sind bereits etwa die Hälfte der RiverSmart-Leitbildparameter quantifizierbar. Ein weiterer Grund für die Verwendung von HEC-RAS ist die Verfügbarkeit **Programms** im des Internet (http://www.hec.usace.army.mil/software/hec-ras/).

3.2.1. Hydraulische Grundlage der Software HEC-RAS

Dieses Kapitel beschreibt die Methodik der Software HEC-RAS 4.0, die bei der Berechnung des stationären eindimensionalen Abflusses zur Anwendung gelangte. Es werden die wichtigsten Formelansätze und deren Bestandteile präsentiert und Lösungsansätze beschrieben (NACHTNEBEL; NEUHOLD, 2008).

Mit Hilfe der Software ist es möglich, Wasserspiegellagen für sich allmählich ändernden Abfluss eindimensional zu berechnen. Dabei können strömende, schießende oder gemischte Abflüsse berücksichtigt werden. Die Energiegleichung (vgl. Abbildung 6) wird mit dem Standard-Step-Verfahren iterativ gelöst und Wasserspiegel werden von einem Querprofil zum nächsten berechnet:

$$Y_2 + Z_2 + \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} = Y_1 + Z_1 + \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} + h_e$$
 Formel 1

Y₁, Y₂ Wassertiefe im Querprofil

 Z_1, Z_2 Höhe der Sohle

V₁, V₂ Durchschnittliche Fließgeschwindigkeit

 α_1, α_2 Gewichtungsfaktor der Fließgeschwindigkeit

g Gravitation

h_e Verlusthöhe

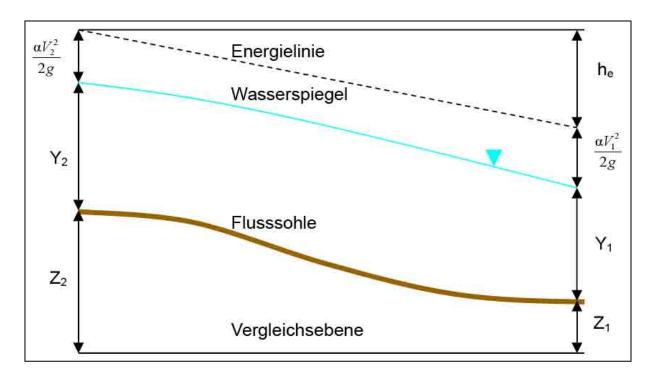


Abbildung 6: Komponenten der Energiegleichung (Quelle: NACHTNEBEL; NEUHOLD, 2008)

Die Verlusthöhe h_e setzt sich aus den Verlusten durch Reibung und jenen bei Einschnürung und Aufweitung zusammen und kann folgendermaßen berechnet werden:

$$h_e = L\overline{S}_f + C \left| \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} - \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} \right|$$
 Formel 2

- L Abflussgewichtete Abschnittslänge
- \overline{S}_f Repräsentatives Reibungsgefälle zwischen zwei Querprofilen
- C Koeffizient für Einschnürung oder Aufweitung

Die abflussgewichtete Abschnittslänge L erhält man aus:

$$L = \frac{L_{lob}\overline{Q}_{lob} + L_{ch}\overline{Q}_{ch} + L_{rob}\overline{Q}_{rob}}{\overline{Q}_{lob} + \overline{Q}_{ch} + \overline{Q}_{rob}}$$
 Formel 3

 L_{lob}, L_{ch}, L_{rob} Abstände der Querprofile für das linke Vorland (lob), den Flussschlauch (ch) und das rechte Vorland (rob) $\overline{Q}_{lob}, \overline{Q}_{ch}, \overline{Q}_{rob}$ Arithmetisches Mittel der Abflüsse der linken Vorländer (lob), des Flussschlauches (ch) und der rechten Vorländer (rob) zweier

Querprofile

Die Berechnung des Abflusses und der Fließgeschwindigkeit für ein Querprofil verlangt, dass das betrachtete Profil in Abschnitte mit einheitlichen Fließgeschwindigkeitsverteilungen gegliedert wird. Dies passiert an jenen Stellen, wo ein Wechsel des Rauigkeitsbeiwertes angesetzt ist. Der Abfluss wird im Anschluss für jeden Teilabschnitt berechnet und danach aufsummiert.

$$Q = KS_f^{1/2}$$
 Formel 4

$$K = \frac{1.0}{n} A R^{2/3}$$
 Formel 5

K Abfluss der Untereinheit

n Mannigwert (1/k_{st}) der Untereinheit

A Abflussbereich der Untereinheit

R Hydraulischer Radius

$$\alpha = \frac{A_t^2 \left(\frac{K_{lob}^3}{A_{lob}^3} + \frac{K_{ch}^3}{A_{ch}^2} + \frac{K_{rob}^3}{A_{rob}^2}\right)}{K_t^3}$$
 Formel 6

A_t Gesamter Abflussbereich

K_t Gesamtabfluss des Querprofils

Die Reibungsverluste werden als Produkt aus \overline{S}_f und L ermittelt. Die dafür notwendige Bestimmung des Reibungsgefälles (Gefälle der Energielinie) für jedes Querprofil wird mit Hilfe der Manning-Gleichung wie folgt durchgeführt:

$$S_f = \left(\frac{Q}{K}\right)^2$$
 Formel 7

$$\overline{S}_f = \left(\frac{Q_1 + Q_2}{K_1 + K_2}\right)^2$$
 Formel 8

Die Verluste durch Einschnürung und Aufweitung erhält man mit:

$$h_{ce} = C \left| \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} - \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} \right|$$
 Formel 9

C Beiwert für Einschnürung oder Aufweitung

Das Programm nimmt an, dass eine Einschnürung auftritt, wenn die kinetische Energiehöhe (Geschwindigkeitshöhe $\alpha \overline{V}^2/2g$) flussab höher ist als jene flussauf.

Die unbekannte Wasserspiegelhöhe in einem Querprofil wird iterativ aus Formel 1 und Formel 2 bestimmt. Zur Lösung wird folgender Algorithmus angewendet:

- 1. Annahme einer Wasserspiegelhöhe im Oberlieger- oder Unterliegerquerprofil (je nach Abflussverhalten strömen oder schießen)
- 2. Ermittlung des korrespondierenden Abflusses und der Geschwindigkeitshöhe
- 3. Mit den Werten aus Formel 2 Berechnung von \overline{S}_f und Lösung der Formel 2 für h_e
- 4. Mit den Werten aus Punkt 2 und 3 Lösung der Formel 1 für Wasserspiegel₂
- 5. Vergleich der Werte für Wasserspiegel₂ mit dem angenommenen Wert in Schritt 1;

Wiederholung der Schritte 1-5, bis der Wert in einem angegebenen Toleranzbereich liegt.

Immer wenn der Wasserspiegel die kritische Abflusstiefe durchläuft, wird die Energiegleichung als nicht mehr gültig betrachtet. Fließwechsel werden durch Änderungen im Gefälle, Brücken, Wehre, Verzweigungen u. ä. hervorgerufen. Für manche der Fälle, z.B. Wehre, können empirische Formeln angesetzt werden, für Wechselsprünge und Abflüsse im Bereich von Brücken ist es notwendig den Impulssatz zur Lösung anzuwenden.

Der Impulssatz wird vom zweiten Newton'schen Bewegungsgesetz abgeleitet:

$$\sum F_x = ma$$
 Formel 10

Die Umlegung des Bewegungsgesetzes auf einen Wasserkörper, der durch zwei Querprofile abgegrenzt wird, ergibt den Impulswechsel pro Zeiteinheit (vgl. Abbildung 7):

$$P_2 - P_1 + W_x - F_f = Q \rho \Delta V_x$$

Formel 11

P Hydrostatische Druckkraft

W_x Gewichtskraft des Wassers in x-Richtung

F_f Reibungskraftverlust

Q Abfluss

ρ Dichte des Wassers

 ΔV_x Änderung der Fließgeschwindigkeit in x-Richtung

$$P = \gamma A \overline{Y} \cos \theta$$

Formel 12

γ Einheitsgewicht des Wassers

A Benetzte Fläche

 \overline{Y} Tiefe von der Wasseroberfläche zum Profilschwerpunkt

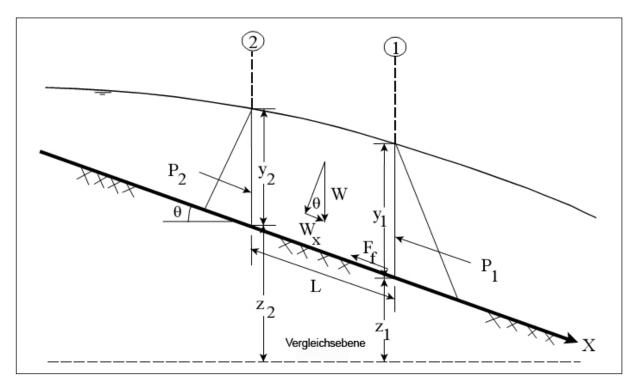


Abbildung 7: Parameter der Impulsgleichung (Quelle: NACHTNEBEL; NEUHOLD, 2008)

$$W_x = \gamma \left(\frac{A_1 + A_2}{2}\right) LS_0$$
 Formel 13

- L Profilabstand entlang der x-Achse
- S₀ Gefälle, basierend auf der durchschnittlichen Sohllage

$$F_f = \gamma \left(\frac{A_1 + A_2}{2}\right) \overline{S}_f L$$
 Formel 14

$$ma = \frac{Q\gamma}{g} (\beta_1 V_1 - \beta_2 V_2)$$
 Formel 15

 β Impulsbeiwert für wechselnde Fließgeschwindigkeitsverteilungen in unregelmäßigen Flussbetten

Aus diesen Ansätzen ergibt sich die funktionelle Form der Impulsgleichung, die von HEC-RAS 3.1.3 angewendet wird:

$$\frac{Q_2\beta_2}{gA_2} + A_2\overline{Y}_2 + \left(\frac{A_1 + A_2}{2}\right)LS_0 - \left(\frac{A_1 + A_2}{2}\right)L\overline{S}_f = \frac{Q_1\beta_1}{gA_1} + A_1\overline{Y}_1$$
 Formel 16

Die angeführte Methodik lässt sich von einer 1D Betrachtung auf eine quasi-2D-Betrachtung erweitern, indem man dem Programm vorgibt, jedes Profil in eine definierte Anzahl von Abschnitten zu gliedern. Dadurch wird erreicht, dass jeder Abschnitt separat berechnet wird und für jeden Abschnitt eine gemittelte Fließgeschwindigkeit berechnet werden kann, woraus man eine Verteilung über das Profil erhält.

4. Beschreibung Einzugsgebiet/Untersuchungsgebiet

Die Raab entspringt in den Passailer Alpen am Fuße des Ossers, durchfließt die österreichischen Bundesländer Steiermark und Burgenland und mündet bei Györ in Ungarn in die Donau. Das österreichische Einzugsgebiet umfasst 1078 km², davon liegen 890 km² in der Steiermark.

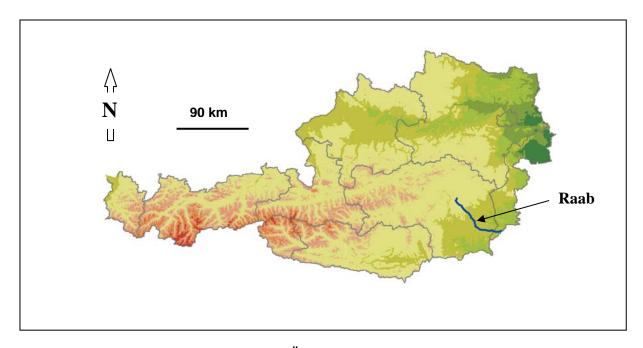


Abbildung 8: Geographische Lage der Raab in Österreich

4.1. Einzugsgebiet der oberen Raab - Geologie

Das Einzugsgebiet der Raab liegt in der Oststeiermark im südöstlichen Teil des österreichischen Bundesgebietes. Das Kristallin der Zentralalpen, in welchem die Raab ihren Ursprung hat, taucht nördlich der Linie Anger–Weiz–Graz unter das tertiäre oststeirische Hügelland. Hier bilden Alluvionen aus Feinmaterial die Ufer, diese sind Ursache für die hier anzutreffende Mäanderbildung und für ständige Flussumlagerungen. Der tertiäre Talboden besteht vorwiegend aus dicht- und festgelagerten feinklastischen Sedimenten. Im Bereich des Untersuchungsgebietes weist der Talboden Breiten von 800 m bis 1400 m auf, bestehend aus einer über einem Kiesaquifer liegenden hangenden Lehmbedeckung (Nachtnebel et al, 2005).

Die folgenden Abbildungen zeigen die Landbedeckung, die Geologie, die Hydrogeologie, und eine Bodenkarte des Raab-Einzugsgebietes auf österreichischem Bundesgebiet.

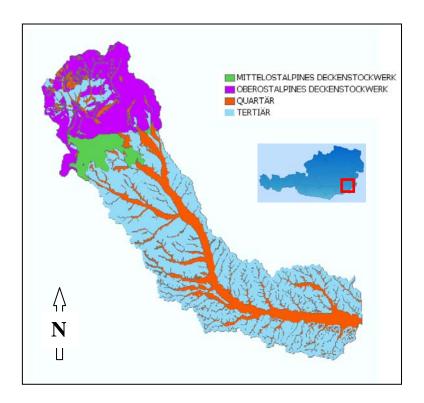
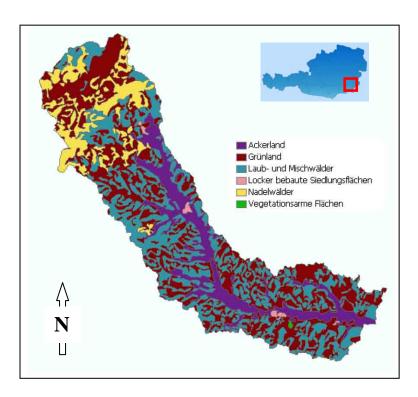


Abbildung 9: grobe geologische Beschreibung des Raab-Einzugsgebietes (Quelle: BMLFUW, 2005c)



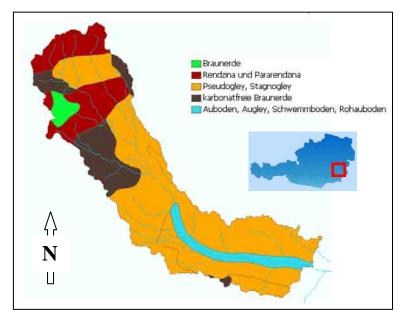


Abbildung 11: Bodenkarte für das Raab-Einzugsgebiet (Quelle: BMLFUW, 2005c)

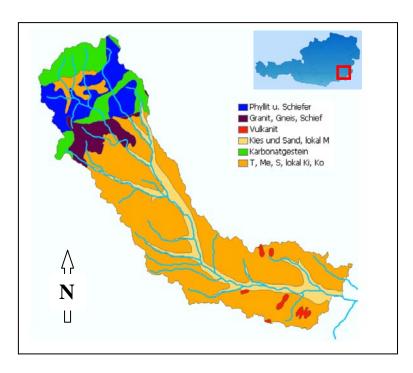


Abbildung 12: Geohydrologie des Raab-Einzugsgebiets (Quelle: BMLFUW, 2005c)

4.2. Einzugsgebiet der oberen Raab – Hydrologie

Im Untersuchungsgebiet befinden sich zwei Pegelstationen an der Raab. In Feldbach wird der Wasserstand seit 1920, der Durchfluss seit 1951 und zusätzlich die Wassertemperatur seit 1962 beobachtet. Der Pegel Takern II dokumentiert den Wasserstand seit 1976. In den nachstehenden Tabellen sind die charakteristischen Durchflusswerte der beiden Pegelstationen zusammengestellt.

Tabelle 12: Charakteristische Durchflüsse am Pegel Takern II (Quelle: HZB, 2005)

	Charakteristische Durchflusswerte des Pegels Takern II														
		Jan. Feb. März April Mai Juni Juli Aug. Sep. Okt. Nov. Dez. Jahr													
		Jan.	reb.	Warz	Aprii	wai	Juni	Juli	Aug.	Sep.	OKt.	NOV.	Dez.	Janr	
NQ	m³/s	0.36	0.49	0.26	0.32	0.21	0.26	0.17	0.045	0.08	0.6	0.42	0.07	0.026	27.06.2002
NQt	m³/s	0.53	1.09	0.63	0.74	0.74	0.76	0.54	0.45	0.77	0.85	0.96	0.61	0.45	25.08.2003
MNQt	m³/s	1.99	2.05	2.33	2.77	2.29	2.27	2.1	2.08	2.07	2.31	2.51	2.38	1.28	
NMQ	m³/s	1.12	1.45	1.17	1.29	1.32	1.53	1.05	0.9	1.42	1.26	1.19	1.12	1.87	2003
MQ	m³/s	2.83	3.21	4.27	4.47	3.95	4.21	4.21	4.51	3.83	4.35	3.9	3.65	3.95	
HMQ	m³/s	5.33	8.26	10	14.5	10.8	10.9	10	17.2	10.9	13.9	12.4	7.78	6.12	1996
MHQ	m³/s	7.63	12	18.3	14.9	21.9	29.5	36.5	42.8	28	27.1	16.3	15.7	79	
HQ	m³/s	30.1	80.4	62.6	75.3	90.7	72.4	117	148	128	147	72	86.1	148	22.08.2005

Tabelle 13: Charakteristische Durchflüsse am Pegel Takern II (Quelle: HZB, 2005)

Charakteristische Durchflusswerte des Pegels Feldbach Reihe 1951 - 2005														
	Jan.	Feb.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sep.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr	
m³/s	0.35	0.11	0.59	0.22	0.002	0.25	0.06	0.06	0.05	0.3	0.34	0.54	0.002	18.05.2002
m³/s	0.73	1.07	0.87	0.76	0.31	0.6	0.24	0.42	0.25	0.49	1.15	0.58	0.24	21.07.2002
m³/s	2.61	2.79	3.36	3.77	2.98	3.03	2.85	2.66	2.59	2.83	3.26	3.14	1.6	
m³/s	1.29	1.6	1.23	1.69	1.55	1.81	1.05	0.9	1.43	1.8	1.45	1.16	2.24	2003
m³/s	3.95	4.77	7.33	6.58	5.52	6.76	6.73	6.17	4.93	5.26	5.71	5.28	5.76	
m³/s	7.47	12.4	21.8	21.7	23.7	26.7	35.3	26.3	12.8	19.4	14.7	11.2	13.1	1965
m³/s	11.1	17.1	33.9	27.2	34.8	51.1	51.5	48.6	33.2	31.3	28.9	22.8	99.1	
m³/s	39.3	109	127	151	200	177	196	185	127	136	150	103	200	28.05.1972
	m ³ /s m ³ /s m ³ /s m ³ /s m ³ /s m ³ /s	Jan. m³/s 0.35 m³/s 0.73 m³/s 2.61 m³/s 1.29 m³/s 3.95 m³/s 7.47	Jan. Feb. m³/s 0.35 0.11 m³/s 0.73 1.07 m³/s 2.61 2.79 m³/s 1.29 1.6 m³/s 3.95 4.77 m³/s 7.47 12.4 m³/s 11.1 17.1	Jan. Feb. März m³/s 0.35 0.11 0.59 m³/s 0.73 1.07 0.87 m³/s 2.61 2.79 3.36 m³/s 1.29 1.6 1.23 m³/s 3.95 4.77 7.33 m³/s 7.47 12.4 21.8 m³/s 11.1 17.1 33.9	Jan. Feb. März April m³/s 0.35 0.11 0.59 0.22 m³/s 0.73 1.07 0.87 0.76 m³/s 2.61 2.79 3.36 3.77 m³/s 1.29 1.6 1.23 1.69 m³/s 3.95 4.77 7.33 6.58 m³/s 7.47 12.4 21.8 21.7 m³/s 11.1 17.1 33.9 27.2	Jan. Feb. März April Mai m³/s 0.35 0.11 0.59 0.22 0.002 m³/s 0.73 1.07 0.87 0.76 0.31 m³/s 2.61 2.79 3.36 3.77 2.98 m³/s 1.29 1.6 1.23 1.69 1.55 m³/s 3.95 4.77 7.33 6.58 5.52 m³/s 7.47 12.4 21.8 21.7 23.7 m³/s 11.1 17.1 33.9 27.2 34.8	Jan. Feb. März April Mai Juni m³/s 0.35 0.11 0.59 0.22 0.002 0.25 m³/s 0.73 1.07 0.87 0.76 0.31 0.6 m³/s 2.61 2.79 3.36 3.77 2.98 3.03 m³/s 1.29 1.6 1.23 1.69 1.55 1.81 m³/s 3.95 4.77 7.33 6.58 5.52 6.76 m³/s 7.47 12.4 21.8 21.7 23.7 26.7 m³/s 11.1 17.1 33.9 27.2 34.8 51.1	Jan. Feb. März April Mai Juni Juli m³/s 0.35 0.11 0.59 0.22 0.002 0.25 0.06 m³/s 0.73 1.07 0.87 0.76 0.31 0.6 0.24 m³/s 2.61 2.79 3.36 3.77 2.98 3.03 2.85 m³/s 1.29 1.6 1.23 1.69 1.55 1.81 1.05 m³/s 3.95 4.77 7.33 6.58 5.52 6.76 6.73 m³/s 7.47 12.4 21.8 21.7 23.7 26.7 35.3 m³/s 11.1 17.1 33.9 27.2 34.8 51.1 51.5	Jan. Feb. März April Mai Juni Juli Aug. m³/s 0.35 0.11 0.59 0.22 0.002 0.25 0.06 0.06 m³/s 0.73 1.07 0.87 0.76 0.31 0.6 0.24 0.42 m³/s 2.61 2.79 3.36 3.77 2.98 3.03 2.85 2.66 m³/s 1.29 1.6 1.23 1.69 1.55 1.81 1.05 0.9 m³/s 3.95 4.77 7.33 6.58 5.52 6.76 6.73 6.17 m³/s 7.47 12.4 21.8 21.7 23.7 26.7 35.3 26.3 m³/s 11.1 17.1 33.9 27.2 34.8 51.1 51.5 48.6	Jan. Feb. März April Mai Juni Juli Aug. Sep. m³/s 0.35 0.11 0.59 0.22 0.002 0.25 0.06 0.06 0.05 m³/s 0.73 1.07 0.87 0.76 0.31 0.6 0.24 0.42 0.25 m³/s 2.61 2.79 3.36 3.77 2.98 3.03 2.85 2.66 2.59 m³/s 1.29 1.6 1.23 1.69 1.55 1.81 1.05 0.9 1.43 m³/s 3.95 4.77 7.33 6.58 5.52 6.76 6.73 6.17 4.93 m³/s 7.47 12.4 21.8 21.7 23.7 26.7 35.3 26.3 12.8 m³/s 11.1 17.1 33.9 27.2 34.8 51.1 51.5 48.6 33.2	Jan. Feb. März April April Mai Mai Juni Juli Aug. Aug. Sep. Okt. Okt. m³/s 0.35 0.11 0.59 0.22 0.002 0.25 0.06 0.06 0.05 0.3 m³/s 0.73 1.07 0.87 0.76 0.31 0.6 0.24 0.42 0.25 0.49 m³/s 2.61 2.79 3.36 3.77 2.98 3.03 2.85 2.66 2.59 2.83 m³/s 1.29 1.6 1.23 1.69 1.55 1.81 1.05 0.9 1.43 1.8 m³/s 3.95 4.77 7.33 6.58 5.52 6.76 6.73 6.17 4.93 5.26 m³/s 7.47 12.4 21.8 21.7 23.7 26.7 35.3 26.3 12.8 19.4 m³/s 11.1 17.1 33.9 27.2 34.8 51.1 51.5 48.6 33.2 31.3	Jan. Feb. März April April Mai Mai Juni Juli Aug. Aug. Sep. Okt. Okt. Nov. m³/s 0.35 0.11 0.59 0.22 0.002 0.25 0.06 0.06 0.06 0.05 0.3 0.34 m³/s 0.73 1.07 0.87 0.76 0.31 0.6 0.24 0.42 0.25 0.49 1.15 m³/s 2.61 2.79 3.36 3.77 2.98 3.03 2.85 2.66 2.59 2.83 3.26 0.24 0.42 0.25 0.49 1.15 0.49 1.15 0.9 0.9 1.43 1.8 1.45 0.93 0.93 0.93 0.93 0.93 0.93 0.93 0.93	Jan. Feb. März April Mai Juni Juli Aug. Sep. Okt. Nov. Dez.	Jan. Feb. März April Mai Juni Juli Aug. Sep. Okt. Nov. Dez. Jahr

Die Lufttemperatur im Untersuchungsgebiet schwankt im Monatsmittel zwischen -3,0 °C im Jänner und 18,3 °C im Juli und beträgt im Jahresmittel etwa 8,5 °C. Die Jahresschwankung der Temperatur ist in diesem Teil des österreichischen Raab-Einzugsgebietes am größten, sodass von einem mild kontinentalen Klimatyp gesprochen werden kann (BERGMANN et al, 1996). Die Wassertemperaturenschwankungen im Jahresverlauf weisen die gleiche Größenordnung auf. So können die Temperaturen im Sommer bis zu 25 °C erreichen und im Winter bis knapp über 0 °C fallen (vgl. Parameter "Wassertemperatur").

Der Jahresniederschlag liegt bei etwa 830 mm, dabei fallen durchschnittlich 22 % im Frühjahr, 42 % im Sommer, 23 % im Herbst und 13 % im Winter. Das größte beobachtete Starkregenereignis erreichte einen Tagesniederschlag von 96 mm, wobei im gesamten Raab–Einzugsgebiet die jahreszeitliche Verteilung der Starkregen eine markante Häufung in den Monaten Juni, Juli und August zeigt. Hochwasserereignisse werden hingegen mit Ausnahme der Monate Jänner und Februar zu allen Jahreszeiten beobachtet. An durchschnittlich 30 Tagen im Jahr fällt im Untersuchungsgebiet Niederschlag in Form von Schnee, wobei eine Schneedecke etwa 60 Tage im Jahr vorzufinden ist (BERGMANN et al, 1996).

Der Raab kann an der Pegelstelle Takern II und Feldbach ein ausgeglichenes pluvio-nivales Abflussregime (vgl. Parameter "Abflussdynamik langfristig") unterstellt werden (MADER et al, 1996).

4.3. Untersuchungsgebiet - Geschichte

Das Untersuchungsgebiet ist etwa 25 km lang und im nördlichen Bereich etwa 900 m, im Feldbach bis zu 1400 m breit. Dabei handelt es sich um die gesamte Talsohle des Raabtales zwischen Gleisdorf und Feldbach. Die heutige regulierte Gewässerstrecke im Untersuchungsgebiet ist rund 33 km lang.

Die untersuchte Gewässerstrecke stellt einen eigenen Oberflächenwasserkörper dar, befindet sich in der Bioregion E (östliches Flach-/Hügelland und Grazer Becken) und in der Fischregion "Epipotamal groß" mit Leitarten wie Barbe, Brachse, Aitel, Nase und typischen Begleitarten wie zB Aalrute, Hasel und Gründling (HAUNSCHMID et al, 2006). Gemäß dem Konzept nach Strahler kann der Raab im Untersuchungsgebiet eine Flussordnungszahl 5 zugeteilt werden (WIMMER; MOOG, 1994).

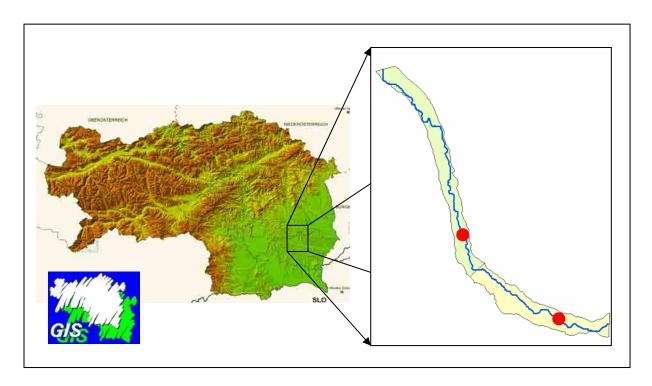


Abbildung 13: Geographische Lage des Untersuchungsgebietes und den Referenzstrecken (rote Punkte)

Wie der illyrische Begriff "Raab" auf deutsch die "Sanfte-Ruhige" bereits andeutet, schlang sich das Gewässer flussab von Gleisdorf eher gemütlich und langsam durch das Tal. Die Raab mäandrierte in ihren Alluvionen und beeinflusste den gesamten Talraum sehr stark. Immer wieder wurde der Talboden im Zuge teils katastrophaler Hochwasserereignisse überschwemmt. Das Hochwasserjahr 1709 etwa soll in der Raabau etwas flussab von Feldbach weit über 100 Todesopfer gefordert haben. Auch die Pfarrchronik von Feldbach dokumentiert eine große Anzahl an Hochwasserereignissen in den letzten 300 Jahren, wodurch oft die gesamte Ernte zerstört wurde und Hungersnöte ausbrachen (etwa 1813 bis 1817). Teils werden sogar Gründe der Überflutungen genannt. So werden etwa 1785 "mächtige Weidenstöcke am Flussufer" oder der "Bahnbau 1873" für das Austreten des Flusses verantwortlich gemacht. Doch auch von meteorologischen Ereignissen wie sintflutartigen Wolkenbrüchen oder plötzlich auftretenden Tauwetterperioden wird berichtet (PRETTENHOFER, in prep.).

Doch erkannte man auch das Nutzungspotential der Raab. Es entstanden Mühlen, um das Energiepotential des Flusses zu nutzen. Dazu wurden zur Wasserfassung Wehranlagen errichtet. Wie im WIS-Wasserbuch dokumentiert ist, wurden um 1850 statt der Mühlräder erste Turbinen eingesetzt, wobei der Turbineneinbau bereits wasserrechtlich genehmigt und verzeichnet wurde und die Dokumente bis heute aufliegen. Den ersten Eingriff in die Flussmorphologie stellten also die Kontinuumsunterbrechungen und die Stauhaltungen an den Mühlen dar. Während der letzten 100 Jahre wurde schließlich der mäandrierende bis gewundene Flusslauf begradigt, um einerseits neue landwirtschaftliche Nutzflächen zu erhalten, andererseits Hochwässer schneller ableiten zu können (Anm.: An eine Verschärfung der Hochwassersituation für Unterlieger dachte man nicht.). Die Ufer wurden durch Steinschlichtungen oder Pilotagen befestigt und die Sohllage durch Einbau von Sohlschwellen fixiert. Infolge dieser Regulierungen veränderte sich das Fließgewässerökosystem stark. Vor allem dynamische Prozesse wie Seitenerosion, Sohlumlagerungen etc. waren nicht mehr möglich. Im Lauf der Jahre verlandeten die Uferverbauungen und wurden von Ufervegetation überwachsen, wodurch die Verbauungsmaßnahmen vor Ort heute teilweise nur schwer zu entdecken sind, im Luftbild der regelmäßige Flussverlauf jedoch auch vom ungeübten Auge schnell zu erkennen ist (vgl. Parameter "Laufentwicklung"). Die durch Regulierungsmaßnahmen gewonnenen Flächen werden weitgehend landwirtschaftlich genutzt. So reichen die Felder heute meist bis zu den Böschungsoberkanten der Flussufer. Um den landwirtschaftlichen Ertrag weiter zu erhöhen, wurde weiters ein großer Anteil der Talfläche oberflächennah drainagiert (um Staunässe zu verhindern). Der Dünger- und Pestizideinsatz auf den landwirtschaftlichen Flächen stellt heute durch fehlende Pufferzonen zwischen Gewässer und Ackerflächen eine diffuse stoffliche Belastung dar.



Abbildung 14: Hinterspülte Pilotagenreihen (vermutlich vor 1939 errichtet), Maisfeld im Hintergrund

Im Raabtal überschwemmen Hochwasserabflüsse große Teile des Talraumes, wodurch nur wenig Fläche außerhalb des Überschwemmungsgebietes eines 30 jährigen Ereignisses zur Verfügung steht. Dies erschwert die Raumplanung erheblich, da Flächen benötigt werden, um Infrastrukturprojekte (zB Straßen) zu realisieren, neue Siedlungsbereiche zu schaffen bzw. Betriebsansiedelungen zu ermöglichen. Weiters werden Flächen benötigt, um den ökologischen Zustand der Raab zu verbessern (vgl. Kostenschätzung). Unter diesen Voraussetzungen einen Konsens zu finden, stellt eine sehr anspruchsvolle Aufgabe dar.

4.4. Untersuchungsgebiet - Modellierung/Flussbeschreibung

In diesem Kapitel wird einerseits auf die natürliche Raab (Leitbildzustand) im Untersuchungsgebiet eingegangen. Die Anwendung von HEC-RAS im Untersuchungsgebiet wird erläutert. Anschließend konnte durch die Ergebnisse der Abflussmodellierung der bordvolle Abfluss im Leitbildzustand modelliert werden.

Weiters wird aufgezeigt wie Daten zur Quantifizierung der Eingriffe in das Fließgewässerökosystem mittels einer Screeningkartierung (BMLFUW, 2005b) gewonnen wurden, bevor die zu bewertenden Maßnahmen laut Gesamtplan Raab aufgelistet werden. Alle weiteren hydrologischen/hydraulischen Verfahren, welche angewandt werden, um die RiverSmart-Inputparameter zu quantifizieren, werden im Zuge der Parametereinstufung behandelt.

4.4.1. Anwendung HEC-RAS

Um eine HEC-RAS-Modellierung durchführen zu können, sind Profildaten, ein Lageplan des zu modellierenden Gewässerabschnittes sowie Informationen über Gerinnerauigkeit und Rauigkeiten im Vorland nötig. Weiters sollten Daten zur Modellkalibrierung vorhanden sein (zB beobachtete Wasserspiegellage und Abflussangabe). Diese Informationen können grundsätzlich einer Referenzstrecke entnommen werden. Da an der Raab jedoch kein Gewässerabschnitt naturbelassen ist und somit als natürliche Referenz dienen könnte, musste nach anderen Lösungswegen gesucht werden.

Aus dem Archiv der Abteilung 19, Wasserwirtschaft und Abfallwirtschaft des Landes Steiermark wurden zwei Raabregulierungspläne aus den 40er und 60er Jahren des vorigen **Jahrhunderts** herangezogen, welche den natürlichen Zustand den vor Regulierungsmaßnahmen in Form von Profilvermessungen, Lageplan und Längenschnitt an unterschiedlichen Stellen im Untersuchungsgebiet dokumentieren. Somit konnten insgesamt rund fünf Kilometer natürliche Gewässerstrecke digitalisiert werden. Die nördliche Referenzstrecke (Referenz Nord) liegt im Bereich von Zöbing/Raab, die südliche Referenzstrecke bei Paurach (Referenz Süd) (vgl. Abbildung 13). Aus beiden Plänen konnten genügend Informationen gewonnen werden, um jeweils ein eindimensionales Abflussmodell der digitalisierten Gewässerläufe zu erstellen. Die nächsten Abbildungen stellen die Lageskizzen der digitalisierten Pläne dar.

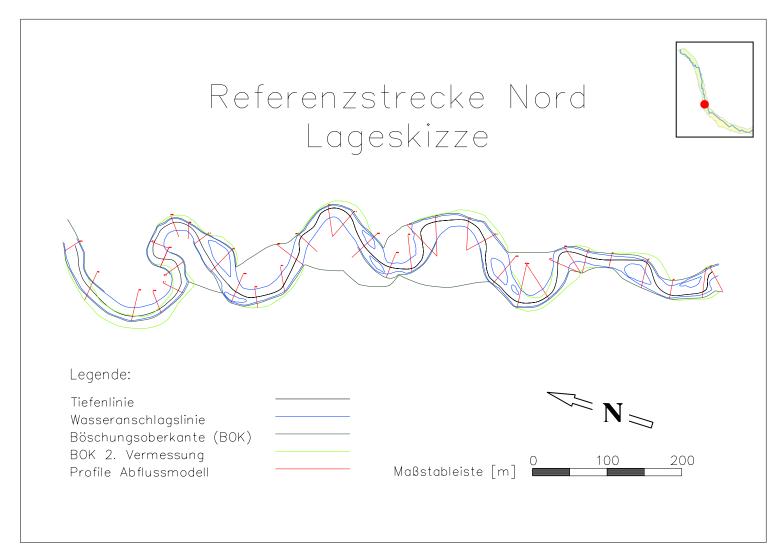


Abbildung 15: Lageskizze der Referenzstrecke Nord mit Darstellung der beim Erstellen des Abflussmodells verwendeten Profile

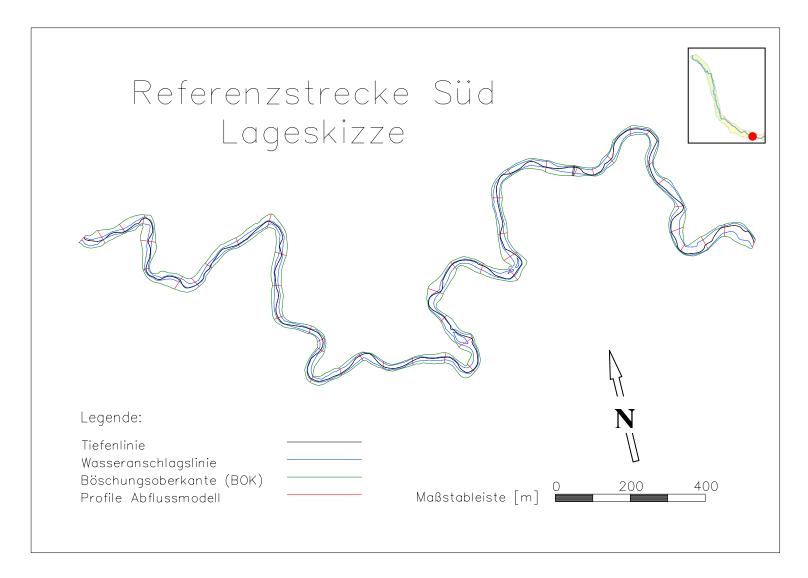


Abbildung 16: Lageskizze der Referenzstrecke Süd mit Darstellung der beim Erstellen des Abflussmodells verwendeten Profile

Nachdem die natürliche Gerinnegeometrie durch die Profildaten der Regulierungspläne bestimmt ist, wurden die Gerinneprofile mit dem digitalen Geländemodell von GIS Steiermark verschnitten, um die Profile auf die ganze Talbreite auszuweiten, um Anschlagslinien nicht ausschließlich im Gerinnequerschnitt, sondern auch Hochwasseranschlagslinien im Vorland modellieren zu können. Durch die komplexe Gerinnegeometrie der natürlichen Gewässerstrecken übersteigen die Anforderungen jedoch die Möglichkeiten eines 1 D Modells. Um Vorlandabflüsse modellieren zu können, wäre die Erstellung eines 2 D Modells nötig. Doch wurde durch die Verschneidung von den Gerinneprofilen mit den Talprofilen ersichtlich, dass es sich bei der Raab im Untersuchungsgebiet um einen Dammuferfluss handelt, wie in Abbildung 17 beispielhaft erkennbar ist. Die Taloberfläche ist in Flussnähe durch vermehrte Feinsedimentablagerungen während Hochwasserereignissen gegenüber der Talränder erhöht (Leopold et al, 1964), wodurch bei Überschreiten des bordvollen Abflusses (Q_{bv}) große Teile des Talraumes überflutet werden (vgl. Parameter "Überflutungsdauer"). Es werden also nur Anschlagslinien innerhalb des Gerinnequerschnittes bis zur Böschungsoberkante (BOK) berechnet, obwohl auch die Vorlandgeometrie in das Abflussmodell einbezogen wurde.

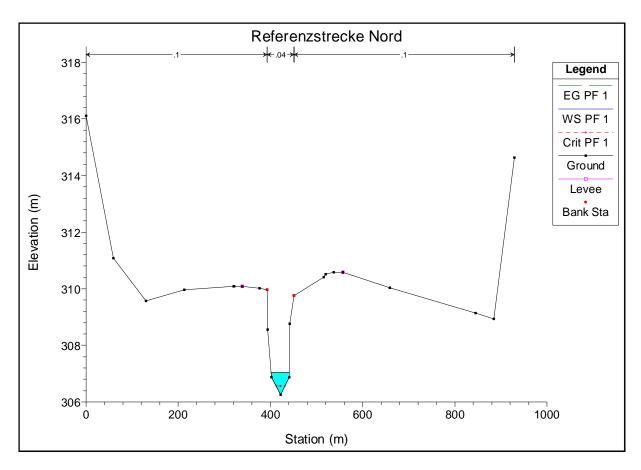


Abbildung 17: Charakteristisches Talprofil im Untersuchungsgebiet

In den Plänen fanden sich keine Angaben zu Sohlsubstrat und Vorlandbewuchs. Die Rauigkeiten (einzugeben als Manningwerte) des Gerinnequerschnittes (Main Channel) und Vorlandes (Flood Plain) mussten folgedessen anhand von Tabellenwerten Benutzerhandbuch von HEC-RAS geschätzt werden (Main Channel: 0,04; Flood Plain: 0,1). Weiters ist zwar eine Wasserspiegellage in den Plänen vermessen, jedoch fehlt die Angabe des dazugehörigen Durchflusses. So kann der eingezeichnete Wasserspiegel nicht zur Modellkalibrierung herangezogen werden. Um den Einfluss der Rauigkeiten auf das Modellergebnis abschätzen zu können, wurde eine Sensitivitätsanalyse durchgeführt, wobei die Veränderung des Manningwertes im Gerinnequerschnitt auf 0,03 bzw. 0,05 Abweichungen des Wasserspiegels bei mittlerem Abfluss (MQ) von etwa 5 cm in beide Richtungen verursachte. Die somit erzielte Modellgenauigkeit ist für die Einstufung der RiverSmart-Inputparameter ausreichend, wobei beim Heranziehen von Modellergebnissen einer 1 D Abflussuntersuchung für andere Zwecke wie zB der Dimension von Hochwasserschutzbauwerken diese Modellgenauigkeit nicht ausreichend wäre. Eine Eichung des Modells durch Rauigkeitsuntersuchungen und Beobachtung von Anschlagslinien und dazugehörigem Durchfluss wäre unbedingt erforderlich, ist jedoch wie bereits angedeutet im Rahmen der Diplomarbeit nicht möglich, da eine heute nicht mehr vorhandene Gerinnegeometrie modelliert wird.

Nachdem die Gerinnegeometrie und die Rauigkeiten bestimmt sind, sind Referenzabflüsse festzulegen. Die Riversmart-Parametereinstufung verlangt Informationen wie Wasserspiegelbreiten, Tiefen, Fließgeschwindigkeiten und Sohlschubspannung (vgl. Abbildung 18) zu folgenden Abflussereignissen: bordvoller Abfluss (Q_{bv}), einjähriges Hochwasserereignis (HQ1), mittlerer Abfluss der Monate Juni, Juli, August (MQs) und mittlerer Abfluss (MQ).

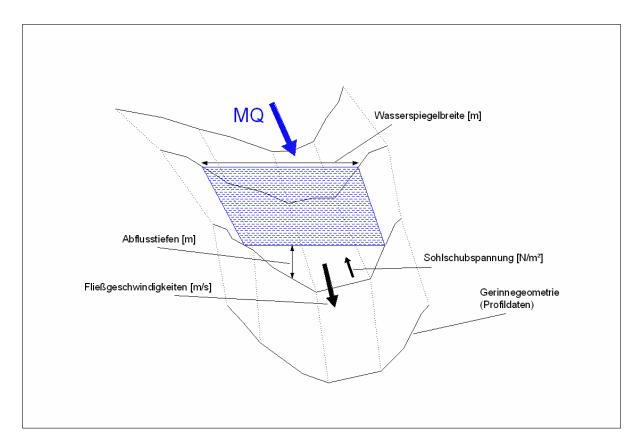


Abbildung 18: Skizze, Modelloutput am Beispiel MQ

Vereinfachend wurden aktuelle hydrologische Daten verwendet, obwohl vermutlich etwa die Hochwasserwelle eines einjährigen Niederschlagsereignisses im natürlichen Referenzzustand bedingt durch Veränderungen im Einzugsgebiet wie Versiegelung, Landnutzung, Laufverkürzungen etc. nicht den selben Scheitelabfluss zur Folge hätte wie heute. Diese Veränderungen mit einem Niederschlag-Abfluss-Modell zu quantifizieren würde den Rahmen der Diplomarbeit bei weitem sprengen. Weiters würde es sich nicht lohnen, so hohen Aufwand für die Vergrößerung der Datengenauigkeit zu betreiben, um anschließend grobe

Klasseneinteilungen durchzuführen. Die Verwendung und Interpretation der berechneten Modellergebnisse wird im Zuge des Kapitels "Einstufung der RiverSmart-Inputparameter" behandelt.

4.4.2. Abschätzen des bordvollen Abflusses (Q_{bv})

Eine für die RiverSmart-Inputparametereinstufung wichtige Kennzahl ist der bordvolle Abfluss. Um diesen Abfluss zu ermitteln werden Wasserspiegellagen der HEC-RAS Modellierung verwendet.

Die Abschätzung von Q_{bv} sollte anhand einer durch mehrere Profile definierten Gewässerstrecke erfolgen, da die Böschungshöhen einer natürlichen Gewässerstrecke meist inhomogen sind und es so bei Betrachtung einzelner Profile zu falschen Ergebnissen führen kann (NAVRATIL et al, 2005). Der gewählte Gewässerabschnitt sollte weiters einigermaßen gerade verlaufen und die Abschnittslänge sollte die 15-20fache durchschnittliche Gewässerbreite umfassen (Leopold et al, 1964). Anhand dieser Kriterien wurden geeignete Profilfolgen erhoben und anschließend der Abfluss im HEC-RAS Modell so lange erhöht, bis mindestens die Hälfte der zur Abschätzung von Q_{bv} verwendeten Profile den Abfluss nicht mehr fassen konnte.

Für die Referenzstrecke Nord wird ein Q_{bv} von etwa 139 m³/s ermittelt, für die Referenzstrecke Süd ein Q_{bv} von 117 m³/s. Vergleicht man die ermittelten Abflusswerte mit der Abflussstatistik des Pegels Feldbach (Referenz Süd) bzw. Takern II (Referenz Nord), so entspricht Q_{bv} der Referenz Nord etwa einem 10-15jährigen Ereignis, Q_{bv} der Referenz Süd etwa einem eineinhalbjährigen Hochwasserereignis. Bei vielen natürlichen Flüssen liegt Q_{bv} in der Größenordnung eines ein- bis zweijährigen Ereignis (NAVRATIL et al, 2005). Der Umstand, dass in der nördlichen Referenzstrecke das ermittelte Q_{bv} erheblich seltener auftritt als im Süden, kann durch die erheblich größeren Profilweiten des Gerinnes erklärt werden, wie auf den nächsten beiden Abbildungen zu erkennen ist (vgl. auch Abbildung 31). Die Verwendung und weitere Interpretation von Q_{bv} wird im Zuge der Parametereinstufung behandelt.

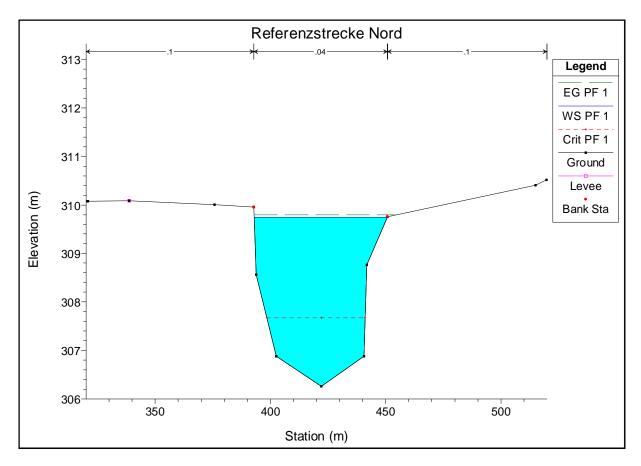


Abbildung 19: Q_{bv} in der Referenzstrecke Nord (139 m³/s)

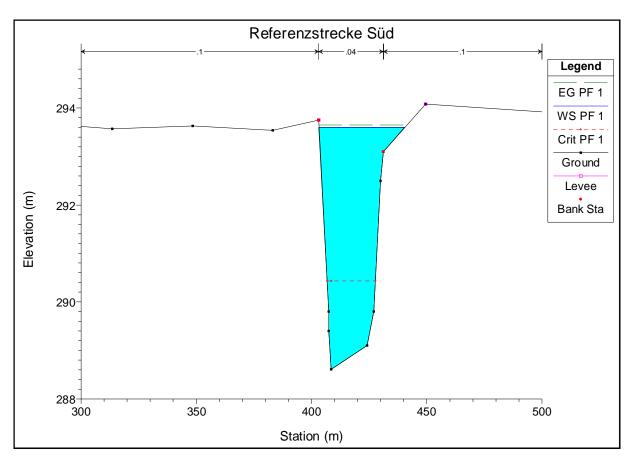


Abbildung 20: Q_{bv} in der Referenzstrecke Süd (117 m³/s)

4.4.3. Habitatkartierung – Screeningmethode

Im Jahr 2007 beauftragte mich die Abteilung 19, Wasserwirtschaft und Abfallwirtschaft Steiermark eine Überblicks-Habitatkartierung der steirischen Raab nach der Screeningmethode (BMLFUW, 2005b) durchzuführen. Weiters wurden alle Wasserrechte in Flussnähe (300 m beidseitig des Flusses) überprüft und Einleitungsstellen kommunaler und industrieller Kläranlagen kartiert, ebenso wurden Uferbegleitdämme lagemäßig aufgenommen.

Im Zuge dieser hydromorphologischen Screeningkartierung wurden die knapp 90 Fließkilometer der steirischen Raab begangen, Belastungen wie Staustrecken, Restwasserstrecken etc. kartiert, und die Ufer beiderseits in Bezug auf Uferdynamik, Sohldynamik, Laufentwicklung, Substratzusammensetzung, Strukturen im Bachbett und Uferbegleitsaum bewertet. Zusätzlich wurden die Längsbauwerke (zB Ufersicherungen) erhoben und hinsichtlich Baumaterial, Ausführung (zB Steinschlichtung) und ihrer

räumlichen Ausdehnung kartiert. Querbauwerke wurden ebenfalls lagemäßig erfasst und Baumaterial, Ausführung, Absturzhöhe und die Passierbarkeit durch Fische dokumentiert.

Anschließend wurden die Daten zur digitalen Erfassung aufbereitet und an die Abteilung 19, Wasserwirtschaft und Abfallwirtschaft Steiermark übergeben. Freundlicherweise wurden mir die im Zuge der hydromorphologischen Screeningkartierung erhobenen Daten im Bereich Gleisdorf-Feldbach in digitaler Form zur Verfügung gestellt, wodurch viel Arbeitsaufwand erspart werden konnte. Vor allem zur Einstufung der RiverSmart Eingriffsparameter sind die Screeningdaten unumgänglich. Eine zusätzliche Hilfe stellen die zahlreichen im Zuge der Kartierungsarbeiten erstellten Fotos von Querbauwerken, Längsbauwerken und Ufervegetation dar.

4.4.4. Gesamtplan Raab

Unter Beachtung der wasserwirtschaftlichen Forderungen der EU-WRRL wurden im Rahmen des "Gesamtplanes Raab" in Bezug auf Maßnahmen hydromorphologischer Natur für die Gewässerstrecke Gleisdorf-Feldbach bereits folgende Maßnahmen (nach Belastungen deren Auswirkungen vermindert werden sollen geordnet) angedacht (WAWI STEIERMARK; WAWI BURGENLAND, 2007):

Feinsedimenteintrag, diffuse stoffliche Belastungen

- Änderung der Flächenbewirtschaftung im EZG
- Pufferstreifen

Wasserkraftnutzung/Stauräume

- Errichtung von Fischaufstiegshilfen
- Stauwurzelstrukturierung
- Nebengewässervernetzung/Altarmanbindung
- Uferstrukturierung
- Leitwerke/Buhnen im Unterwasser
- Absenken der Querbauwerks-Oberkante
- Optimierung der Stauhaltung
- Entlandung
- Abgabe von Restwasser

Sohlstufen

- Umbau zu aufgelösten Rampen
- Zubringer anbinden

Morphologische Defizite

- Initialmaßnahmen zur dyn. Entwicklung
- Maßnahmen gegen Sohleintiefung
- Altarmanbindungen
- Geschiebemobilisierung durch Seitenerosion

Defizite der Ufervegetation

• Uferrandstreifen - Pufferzonen

5. Anwendung RiverSmart

Dieses Kapitel behandelt die Anwendung von RiverSmart. Zuerst werden vorangehende Arbeitsschritte wie die Einteilung des Untersuchungsgebietes in Bewertungsabschnitte beschrieben. Anschließend wird erläutert, wie u. a. mit Hilfe der im Kapitel "Methodik zur Bewertung von Fließgewässersystemen" beschriebenen Verfahren die RiverSmart Inputparameter eingestuft werden können. Im Anschluss wird eine Möglichkeit beschrieben, um aus den von RiverSmart prognostizierten Gewässersystemzuständen sinnvolle flussbauliche Maßnahmen herzuleiten und deren ökologische Wirkungen abschätzen zu können.

5.1. Einteilung der Bewertungsabschnitte/Referenzstecken

RiverSmart wurde entwickelt, um Makrohabitate zu begutachten. Das heißt, dass grundsätzlich Gewässerstrecken von einigen 100 Metern bis zu ganzen Fischregionen bearbeitet werden können. Jedoch ist es wichtig, weitgehend homogene Abschnitte zu wählen, und zwar im Sinne ähnlicher flussmorphologischer Ausprägung des Leitbildes, da der natürliche Referenzzustand, im RiverSmart beschrieben durch die Leitbildparameter, als Bewertungsmaßstab dient (vgl. RiverSmart). Betrachtet man also zu lange Gewässerabschnitte, in denen sich das flussmorphologische Leitbild stark ändert, ist der Bewertungsmaßstab schlicht falsch und somit die Ergebnisse unbrauchbar (vgl. Diskussion/Schlussfolgerungen).

Es wurde erst das digitale Höhenmodell des Untersuchungsgebietes verwendet, um die Talsohle von den Talflanken abgrenzen zu können. Anschließend wurden Flussverlauf und Vegetation im Talraum anhand der joseph. Landesaufnahme 1787 und anhand von aktuellen Orthofotos studiert. Schließlich wurde ein Längenschnitt des Talverlaufes im Untersuchungsgebiet erstellt.

Schon bei genereller Betrachtung des Talverlaufes fällt auf, dass die Talbreite, solange das Tal von Norden nach Süden verläuft, relativ gleichmäßig rund 900 m beträgt. Sobald die Talachse nach Südost dreht, weitet sich das Tal auf über 1400 m, im Mittel jedoch auf etwa 1300 m, wie auf den nächsten beiden Abbildungen zu erkennen ist (vgl. auch Abbildung 13).

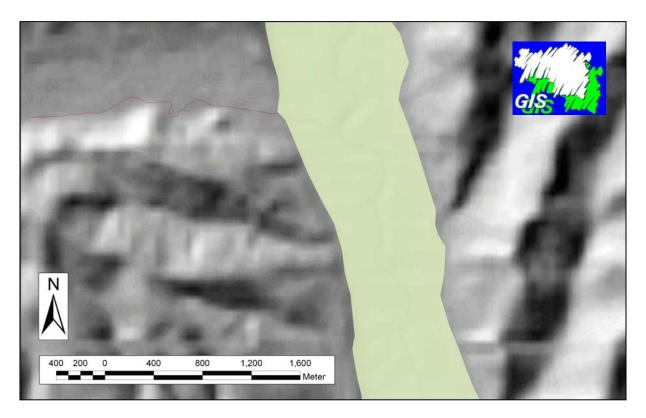


Abbildung 21: Talffläche im Raum Zöbing

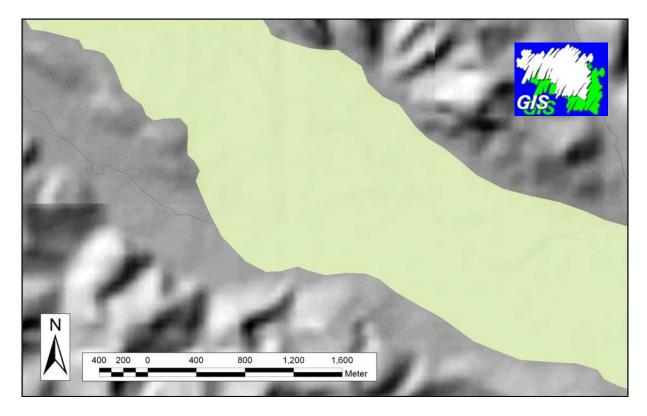


Abbildung 22: Talfläche im Raum Paurach

Auch anhand der joseph. Landesaufnahme 1787 ist die Talaufweitung im unteren Drittel des Untersuchungsgebietes durch die Landnutzung im Talraum gut erkennbar. Auffällig ist, dass bereits Ende des 18. Jahrhunderts beinahe der gesamte Auwaldbestand im Raabtal gerodet war. Auch die meisten Mühlen sind in diesen Karten schon dokumentiert. Inwieweit zu diesem Zeitpunkt etwa durch Mäanderdurchstiche bereits in die Linienführung des Flusslaufs eingegriffen wurde, ist schwer abzuschätzen. Auffällige Änderungen der Linienführung sind vor allem im südlichen Drittel des Untersuchungsgebietes zu finden. Diese plötzlichen Änderungen sowie die Teichbewirtschaftung bei Studenzen, welche einen Großteil der Talfläche in Anspruch nahm, lassen auf regulierende Eingriffe bzw. Veränderungen der Linienführung bereits vor 1787 schließen (vgl. Abbildung 23). Als unberührte Gewässerstrecke am Beginn des 19. Jahrhunderts würde ich aufgrund der Karten lediglich die Gewässerstrecke südwestlich von Paurach bezeichnen (vgl. Abbildung 24), wobei in diesem Bereich die Linienführung bis zu den Regulierungsmaßnahmen in den 1960er Jahren nicht verändert wurde, da die durch Regulierungsmaßnahmen abgetrennten Flussschleifen (anthropogen entstandene Altarme) noch heute zu erkennen sind. Dieser Gewässerabschnitt konnte anhand der digitalisierten Plandarstellungen auch als Referenzstrecke verwendet werden. In der nördlichen Hälfte des Untersuchungsgebietes ist kaum zu differenzieren, ob es sich um den natürlichen Gewässerlauf oder um flussbaulich veränderte Gewässerstrecken handelt. Die Linienführung wie in der joseph. Landesaufnahme dokumentiert, ist beim Auffinden von Abschnitten homogener morphologischer Leitbildausprägung in diesem Fall nur eingeschränkt behilflich.

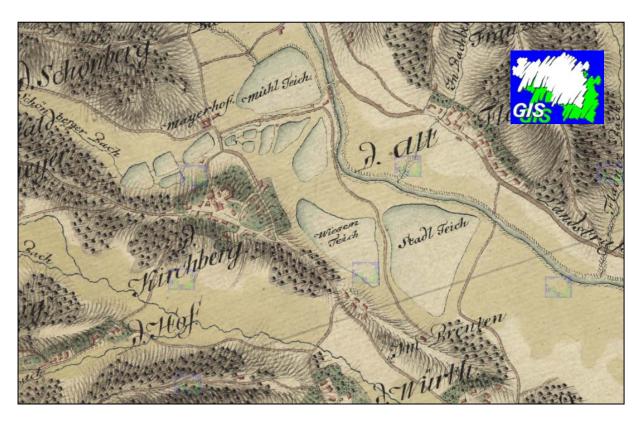


Abbildung 23: Joseph. Landesaufnahme, Ausschnitt Studenzen

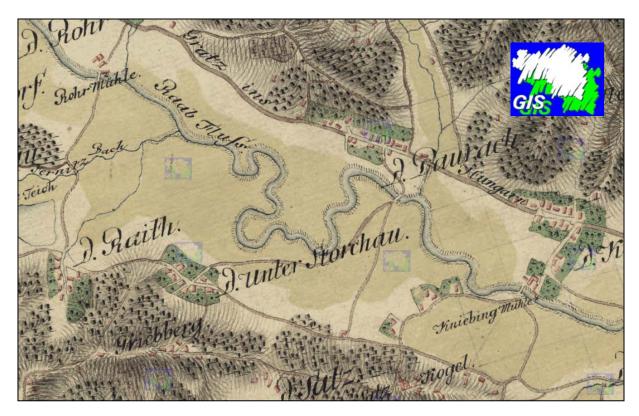


Abbildung 24: Joseph. Landesaufnahme, Ausschnitt Paurach

Betrachtet man den Längenschnitt des Talverlaufes und nähert dem Geländeverlauf eine Trendgerade an, so beträgt das mittlere Talgefälle über das gesamte Untersuchungsgebiet im Mittel 2.8 ‰ mit einem Bestimmtheitsmaß (R²) von 0,9923 (vgl. Abbildung 25). Nun wurde versucht, das U-Gebiet anhand der Gefällesituation in zwei Bewertungsabschnitte zu teilen. Durch die sprunghafte Veränderung der Talbreiten und die Richtungsänderung der Talachse im Bereich Fladnitz/Raabtal wurde das Untersuchungsgebiet bei fkm 257,2 zwischen den Ortschaften Kirchberg und Fladnitz/Raabtal in zwei Abschnitte getrennt. Anschließend wurden dem Geländeverlauf der einzelnen Abschnitte Trendgeraden angepasst, wie in Abbildung 26 und Abbildung 27 dargestellt ist. Das berechnete Bestimmtheitsmaß ist in beiden Bewertungsabschnitten > 0,9923. Durch die Teilung des Untersuchungsgebietes wird der Geländeverlauf somit deutlich besser modelliert.

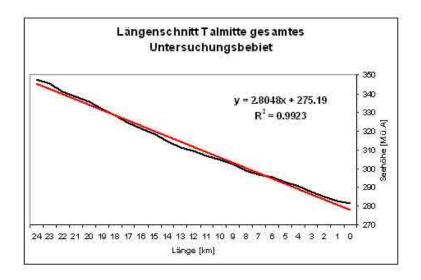


Abbildung 25: Trendanalyse des Talgefälles über das gesamte Untersuchungsgebiet

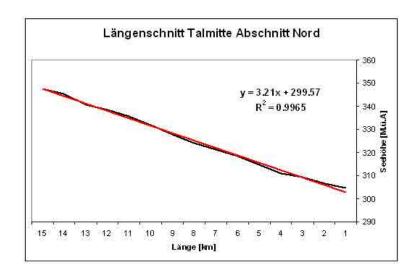


Abbildung 26: Trendanalyse des Talgefälles im Abschnitt Nord

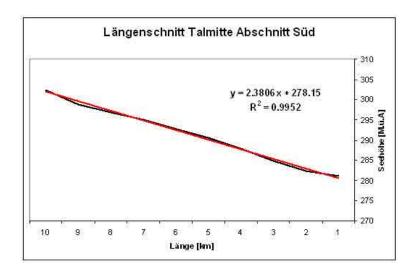


Abbildung 27: Trendanalyse des Talgefälles im Abschnitt Süd

Durch die Begutachtung des Talverlaufs, der Talbreiten, der alten Karten und des Talgefälles wird das Untersuchungsgebiet schließlich in zwei Bewertungsabschnitte (Nord, Süd) geteilt, von denen angenommen wird, dass die Flussmorphologie im Leitbildzustand als weitgehend homogen bezeichnet werden kann. Wie bereits beschrieben wurde, konnten zwei Raabregulierungspläne digitalisiert werden, welche den natürlichen Gewässerverlauf vor den Regulierungsmaßnahmen dokumentieren und somit als flussmorphologische Referenzstrecken verwendet werden. Der nördliche Regulierungsplan aus den 40er Jahren des vorigen Jahrhunderts dokumentiert etwa 1,5 km unbeeinflusste Gewässerstrecke im Bereich von Zöbing (Referenzstrecke Nord) und stellt somit das flussmorphologische Leitbild des Bewertungsabschnittes Nord dar. Der zweite Regulierungsplan, erstellt um 1960, zeigt die natürliche Gewässerstrecke südöstlich von Paurach (Referenzstrecke Süd) und wird somit als flussmorphologisches Leitbild dem Bewertungsabschnitt Süd zugewiesen.

5.2. Einstufung der RiverSmart-Inputparameter

Nachdem das Untersuchungsgebiet in zwei Bewertungsabschnitte geteilt wurde und für jeden Abschnitt der natürliche flussmorphologische Referenzzustand erfasst wurde, kann mit der Parametereinstufung begonnen werden. Dieses Kapitel behandelt alle von RiverSmart geforderten Inputparameter (Leitbildparameter und Eingriffsparameter) im Einzelnen. Alle für die Einstufung nötigen Datenquellen und Analysen sowie noch nicht genannte Verfahren werden im Zuge der Parametereinstufung an geeigneter Stelle genannt bzw. erläutert. Es sollen mögliche Lösungswege zur Einstufung aufgezeigt werden, wobei versucht wird die Argumentation möglichst auf quantifizierbare und verfügbare Daten zu stützen. Die Parameter sollen, wenn möglich, nicht nur aufgrund von Experteneinschätzungen eingestuft werden.

5.2.1. Parameterzusammenstellung/Querverweise

In den folgenden Tabellen werden die Einstufungen der RiverSmart Inputparameter im Überblick dargestellt.

Tabelle 14: Zusammenstellung der Leitbildparameter

Leitbildparameter (Bewertungskriterien)	Referenz	einstufung	Seite
	Nord	Süd	
Überflutungsdauer	mittel	mittel	70
Grundwasserflurabstand	hoch	hoch	71
Gewässerausdehnung	hoch	mittel	76
Wassertiefe	mittel	hoch	77
Strömung	gering	gering	77
Laufentwicklung	mittel	hoch	78
Sohlstruktur/Rauigkeit	mittel	mittel	79
Gewässerbettausformung	sehr hoch	sehr hoch	81
Uferausdehnung	hoch	mittel	81
Uferstruktur	sehr hoch	sehr hoch	82
Auenausdehnung	hoch	sehr hoch	84
Auenstruktur	sehr hoch	sehr hoch	85
Morphodynamik Sohle	hoch	hoch	86
Morphodynamik Ufer	hoch	hoch	87
Morphodynamik Au	mittel	hoch	89
Abflussdynamik kurzfristig	sehr gering	sehr gering	90
Abflussdynamik mittelfristig	hoch	hoch	91
Abflussdynamik langfristig	sehr gering	sehr gering	93
Überflutungsdynamik	hoch	sehr hoch	94
Grundwasserdynamik	gering	mittel	94
Vernetzung Gewässer-Nebengewässer	hoch	sehr hoch	95
Vernetzung Gewässer-Grundwasser	sehr hoch	sehr hoch	97
lokales Längskontinuum	sehr hoch	sehr hoch	98
regionales Längskontinuum	sehr hoch	sehr hoch	98
Wassertemperatur	mittel	mittel	99
Gewässertrübe	hoch	hoch	101
chemisch-physikalische Belastung	gering	gering	103
biologische Gewässergüte	hoch	hoch	104

Tabelle 15: Zusammenstellung der Eingriffsparameter

Eingriffsparameter (Eingriffstypen)	griffsparameter (Eingriffstypen) Eingriffsstärke		Seite
	Nord	Süd	
Schwellbetrieb	sehr schwach	sehr schwach	106
Ausleitung	sehr schwach	keine	108
Stau	stark	stark	109
Wasserspeicher im Oberlauf	keine	keine	111
Hochwassermanagement - Stau	sehr schwach	sehr schwach	111
Wehranlagen	sehr stark	sehr stark	112
Stauraumspülung	mittel	mittel	114
Absturzbauwerke	schwach	stark	115
Baggerungen	keine	keine	116
Reduktion Gewässerbreite	mittel	stark	117
Begradigung	mittel	mittel	118
Sohlsicherung	keine	keine	120
Austiefung	stark	mittel	120
Ufersicherung	stark	stark	122
Uferdämme	sehr schwach	sehr schwach	123
Entfernung Ufergehölz	schwach	schwach	125
Grundwasserentnahme	sehr schwach	sehr schwach	126
HW-Dämme Hinterland	sehr schwach	sehr schwach	129
Rodung Auwald	mittel	mittel	130
Abtrennung Zubringer	stark	stark	131

5.2.2. Einstufung der Leitbildparameter (Bewertungskriterien)

Die folgenden Parameter definieren das von RiverSmart erstellte visionäre Ökosystem, auf welches schließlich die anthropogenen Eingriffe wirken. Es stellt somit den Bewertungsmaßstab von RiverSmart dar.

1) Überflutungsdauer

Dieser Parameter beschreibt die durchschnittliche Überflutungsdauer je Hochwasserereignis (Wasserspiegel über bordvoll), geschätzt in Tagen.

Klassifizierung		Einstufung		
Ausprägung:	Klassenbreite:	Referenz: No	rd	Süd
	durchgehende Überflutungsdauer			
sehr hoch	> 12 Tage			
hoch	9-12 Tage			
mittel	5-8 Tage	✓	•	~
gering	2-4 Tage			
sehr gering	0-1 Tage			

Der bordvolle Abfluss (Q_{bv}) liegt in der Referenzstrecke Nord etwa in der Größenordnung eines 10jährigen Hochwasserereignis bei rund 139 m³/s, in der Referenzstrecke Süd bei einem 1,5jährigen Ereignis bei etwa 117 m³/s Der Vergleich dieser Abflusswerte mit Aufzeichnungen der Pegel zeigt folgendes Bild. Von 1976-2005 sind am Pegel Takern II lediglich drei Hochwasserereignisse verzeichnet, welche den Abfluss von 139 m³/s überschreiten, wobei die Abflusswerte als Tageswerte vorliegen. Die Überschreitungsdauer von Q_{bv} liegt in der Referenzstrecke Nord bei maximal 1,5 Tagen. Am Pegel Feldbach wurden 117 m³/s von 1951-2005 insgesamt 17 Mal mit Überschreitungsdauern von 1-3 Tagen überschritten.

Aus diesen Angaben könnte man darauf schließen, dass die Überflutungsdauer der Referenzstrecken eher in den Klassen "sehr gering-gering" mit einer Überflutungsdauer von bis zu vier Tagen einzustufen ist. Betrachtet man jedoch die Talprofile, ist ersichtlich, dass es sich im Untersuchungsgebiet um einen Dammuferfluss handelt (vgl. Abbildung 17). Sobald also Q_{bv} überschritten wird, werden große Teile des Talraumes überflutet. Bei sinkendem Wasserspiegel wird der Weg zum Vorfluter aber von den erhöhten Uferzonen blockiert. Durch die gering durchlässige obere Bodenschicht (vgl. Abbildung 29) kann auch kaum Wasser in den Grundwasserkörper versickern. Somit ist anzunehmen, dass in beiden Abschnitten selbst bei kurzzeitiger Überschreitung von Q_{bv} das Wasser mehrere Tage die Auenzone überflutete. Die Überflutungsdauer von 5-8 Tagen scheint für beide Referenzstrecken zutreffend.

2) Grundwasserflurabstand

Der Grundwasserflurabstand beschreibt den Höhenunterschied zwischen Grundwasserspiegel und Geländeoberfläche [cm].

Klassifizierung		Einstufung		
Ausprägung:	Klassenbreite:	Referenz: No	rd Süd	
	Grundwasserflurabstand			
sehr hoch	> 300 cm			
hoch	151 - 300 cm	✓	'	
mittel	51 - 150 cm			
gering	11 - 50 cm			
sehr gering	< 11 cm			

Zur Einstufung dieses Parameters wurden vorerst Daten zur Bodenbeschaffenheit bzw. Oberflächengeologie des Raabtales zusammengetragen. Ausschnitte der digitalen Bodenkarte Österreichs, Bohrprofile im Bereich von Gniebing und Pegeldaten von insgesamt vier Grundwassermessstellen im Untersuchungsgebiet wurden analysiert. Wie bereits angedeutet, ist das Talbodenniveau im Uferbereich erhöht und fällt verlaufend bis zum Talrand. Die oberflächennahe Bodenschicht besteht aus lehmigem Schluff und ist im Uferbereich meist als grauer oder brauner Auboden, am Talrand im Bereich des Hangfußes als Braunerde zu bezeichnen. Zwischen diesen Bereichen befinden sich immer wieder vernässte Bodenzonen

unterschiedlicher Größenordnung mit Gleyböden (vgl. Abbildung 28). Unter der oberflächennahen Schicht befindet sich der Grundwasserleiter aus feinkörnigem Kies, in dem das Grundwasser vom Talrand in Richtung Raab fließt. Eine Tegelschicht unterhalb des Schotterkörpers bildet den Grundwasserstauer (EBOD, 2008).

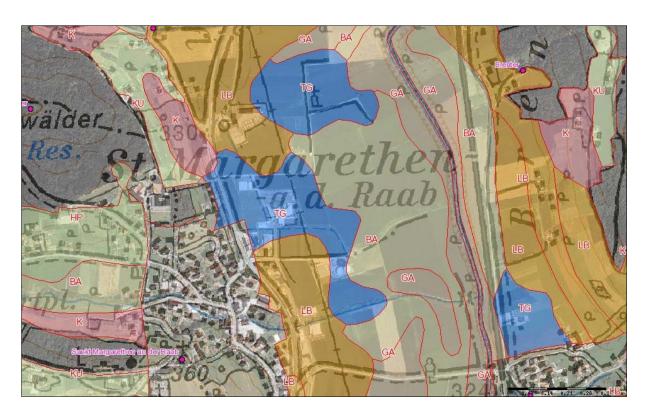


Abbildung 28: Bodentypen im Raabtal, TG: Gleyboden, GA/BA: Auboden, LB: Braunerde (Quelle: EBOD, 2008)

Da durch diesen Parameter u. a. die Wasserversorgung der Auenvegetation eingestuft wird, wurde versucht die Wasserbewegungen im Talprofil nachzuvollziehen. Die obere Bodenschicht aus feinem Schwemmmaterial (lehmiger Schluff) besitzt einerseits ein großes Wasserspeicherungsvermögen und ermöglicht hohen kapillaren Aufstieg des Grundwassers. Andererseits ist die Wasserdurchlässigkeit gering, wodurch nur wenig Wasser von der Oberfläche in den Grundwasserkörper versickern kann und sich immer wieder Sickerwasserstauzonen ausbilden (EBOD, 2008). Die Wasserverhältnisse sind in der digitalen Bodenkarte Österreichs folgendermaßen dargestellt. Die Aubodenbereiche in Ufernähe sind mäßig trocken-gut versorgt. Die vergleyten Bereiche sind als mäßig feucht und die Braunerdezonen am Hangfuß als gut versorgt-mäßig feucht bezeichnet. Verschneidet man die digitale Bodenkarte mit den Geländeprofilen, so wird ersichtlich, dass der vorherrschende Bodentyp stark von der Geländehöhe abhängig ist. So sind in tiefer gelegenen Zonen im Profil

eher feuchte Gleyzonen, in höher gelegenen Bereichen nahe den Ufern oft Auböden mit mäßiger Wasserversorgung anzutreffen. Dieser Umstand lässt auf einen näherungsweise horizontalen Grundwasserspiegel im Talprofil mit unterschiedlichen Flurabständen schließen. Die Wasserversorgung der Vegetation aus dem Grundwasserkörper ist durch die Kapillarität solange gewährleistet, bis es durch einen sehr niedrigen Grundwasserstand zum Abreißen des Kapillarsaumes bereits im Schotterkörper kommt.

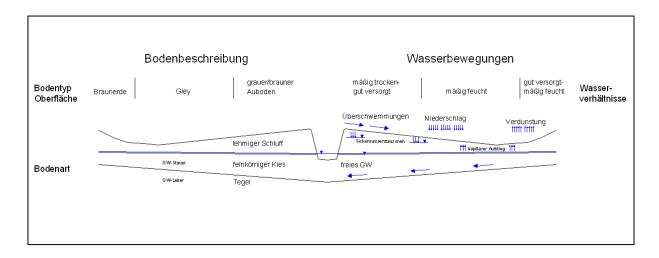


Abbildung 29: Schematische Darstellung der Boden- und Wasserverhältnisse im Raabtal

Im Rahmen einer Studie, welche die Ernteerträge des extremen Trockenjahres 2003 im Vergleich zu den Jahren 1997-2002 anhand verschiedener landwirtschaftlicher Nutzungen untersuchte, wurden u. a. auch die Maiserträge des Bezirkes Feldbach analysiert. Ein großer Flächenanteil des Raabtales wird durch Anbau von Körnermais genutzt. Im Bezirk Feldbach wurden 2003 nur geringe Ertragseinbußen von 0-12 % verzeichnet (SOJA et al, 2004), wodurch auf eine zumindest für Mais ausreichende Wasserversorgung und auf kein Abreißen des Kapillarsaumes auch während der Trockenperioden geschlossen werden kann.

Die unterschiedlichen Flurabstände im Talprofil erfordern eine Mittelung, um den Parameter Grundwasserflurabstand einstufen zu können. Dazu wurden an den vier Grundwassermessstellen Untersuchungsgebiet (Pirching, St. Margarethen, im Fladnitz/Raabtal, Gniebing) Geländeprofile erstellt, anschließend mit den Pegeldaten (höchste GW-Stand, mittlerer GW-Stand, niedrigster GW-Stand) verschnitten und der Flurabstand zwischen mittleren GW-Stand und der Auenzone berechnet (vgl. Abbildung 30). Die Flurabstände der vier Messstellen sind in Tabelle 16 dargestellt. mittleren

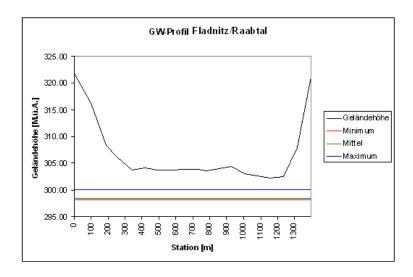


Abbildung 30: Talprofil an der Messstelle Fladnitz/Raabtal mit Darstellung der beobachteten GW-Spiegel

Tabelle 16: mittlere Grundwasserflurabstände im Untersuchungsgebiet

GW-Messstelle	mittl. Flurabstand [m]
Pirching	1.84
St. Margarethen	1.65
Fladnitz/R.	4.99
Gniebing	1.18
_	

Das Ergebnis der Messstelle Fladnitz/Raabtal stellt offensichtlich einen Ausreißer dar. Nach Überprüfung der Pegeldaten und Geländehöhen konnte kein Fehler gefunden werden. Somit wird auch das Ergebnis dieser Messstelle im Zuge der Berechnung des mittleren Flurabstandes für die zwei Bewertungsabschnitte berücksichtigt. Der mittlere GW-Flurabstand berechnet sich im Bewertungsabschnitt Nord zu rund 2,8 m (Pirching, St. Margarethen, Fladnitz/R.). Im Bewertungsabschnitt Süd zu 3,09 m (Fladnitz/R., Gniebing). Aufgrund der Datenlage wird für beide Bewertungsabschnitte die Klasse "hoch" gewählt.

3) Gewässerausdehnung

Der Parameter Gewässerausdehnung beschreibt die laterale Ausdehnung des Gewässerbetts, ausgedrückt durch das Verhältnis der mittleren Breite der Überflutungsfläche eines einjährigen Hochwasserereignisses (HQ1) zur mittleren Abflusstiefe bei mittlerer Wasserführung (MQ).

Klassifizierung		Einstufung	
Ausprägung:	Klassenbreite:	Referenz: Nord	Süd
	Breiten-Tiefen-Verhältnis		
sehr hoch	> 400:1		
hoch	160:1-400:1	✓	
mittel	60:1-160:1		~
gering	< 60:1		
sehr gering	tlw. trocken		

Aus der Abflussmodellierung wurden die Wasserspiegelbreiten der Profile bei einem HQ1 entnommen und für beide Referenzstrecken gemittelt. Dasselbe wurde bezüglich der maximalen Profiltiefen bei MQ durchgeführt und anschließend das Verhältnis der Mittelwerte berechnet. Wie in Tabelle 17 dargestellt ist, beträgt das Verhältnis in der Referenzstrecke Nord etwa 290:1, in der Referenzstrecke Süd 65:1.

Tabelle 17: Verhältnis: mittlere Breite HQ1/mittlere Tiefe MQ

	Referenz Nord	Referenz Süd
mittl. Breite HQ1 [m]	143	54
mittl. Tiefe MQ [m]	0.49	0.84
Verhältnis	286	64

4) Wassertiefe

Der Parameter Wassertiefe wird durch die Wassertiefe [m] bei mittleren Abflussverhältnissen (MQ) quantifiziert.

Klassifizierung		Einstufung	
Ausprägung:	Klassenbreite:	Referenz: Nord	Süd
	Wassertiefe		
sehr hoch	> 1 m		
hoch	0.61-1 m		~
mittel	0.31-0.6 m	✓	
gering	< 0.31 m		
sehr gering	tlw. trocken		

Die maximalen Abflusstiefen gemessen bei MQ wurden wie im Zuge der Parametereinstufung "Gewässerausdehnung" dem Abflussmodell entnommen und betragen in der Referenzstrecke Nord durchschnittlich 0,49 m, in der Referenzstrecke Süd 0,84 m (vgl. Tabelle 17).

5) Strömung

Dieser Parameter beschreibt die durchschnittliche Fließgeschwindigkeit bei mittleren Abflussverhältnissen (MQ), gemessen in [m/s].

Klassifizierung Einstufung		Einstufung	
Ausprägung:	Klassenbreite:	Referenz: Nord	Süd
	mittl. Fließgeschwindigkeit		
sehr hoch	> 1.5 m/s		
hoch	1-1.5 m/s		
mittel	0.5-1 m/s		
gering	0.25-0.5 m/s	✓	~
sehr gering	< 0.25 m/s		

Im Abflussmodell wird für jedes Profil die mittlere Fließgeschwindigkeit berechnet. Die Werte wurden bei MQ entnommen und gemittelt. In der Referenzstrecke Nord ergibt sich eine mittlere Strömungsgeschwindigkeit von 0,44 m/s, in der Referenzstrecke Süd von 0,49 m/s.

6) Laufentwicklung

Der Parameter Laufentwicklung beschreibt das Potential des Gewässers zur Veränderung des Gewässerlaufs, ausgedrückt durch den Flusstyp und durch die Kennzahl Sinuosität.

Klassifizierung		Einstufung	
Ausprägung:	Klassenbreite:	Referenz: Nord	Süd
	Flusstyp/Sinuosität		
sehr hoch	mäandrierend > 1.5		
hoch	pendelnd 1.4-1.5		✓
mittel	gewunden 1.1-1.4	✓	
gering	gestrgew. 1.1-1.4		
sehr gering	gestreckt < 1.1		

Um diesen Parameter zu quantifizieren wurde der Flusstyp, wie in den folgenden Tabellen dargestellt, nach dem Schema von Rosgen & Hilton Lee ermittelt.

Tabelle 18: Flusstyp nach Rosgen & Hilton Lee, Referenzstrecke Nord

Kennzahl		Definition		Daten	Ergebnis	Klasse
1. Entrenchment	Einschnittsgrad	ER=(Talbreite/BreiteQbv)	Talbreite:	900 m	12.33	slightly entr.
			BreiteQbv:	73 m		>2.2
2. Width/depth	Weite/Tiefe	W/D=(BreiteQbv/TiefeQbv)	BreiteQbv:	73 m 3.5 m	21.20	moderate high >12
3. Sinuosity	Sinuosität	S=Flusslänge/Tallänge S=Talgefälle/Flussgefälle	Flusslänge: Tallänge:	1386 m 860 m	1.61	high sinuosity
4. Slope	Gefälle			1.5		C 0.001-0.02
5. Channel Mat.	Geschiebe			Grobkies		C4

Tabelle 19: Flusstyp nach Rosgen & Hilton Lee, Referenzstrecke Süd

Kennzahl		Definition		Daten	Ergebnis	Klasse
1. Entrenchment	Einschnittsgrad	ER=(Talbreite/BreiteQbv)	Talbreite:	1350 m	38.00	slightly entr.
			BreiteQbv:	35 m		>2.2
2. Width/depth	Weite/Tiefe	W/D=(BreiteQbv/TiefeQbv)	BreiteQbv:	35 m	8.00	very low
			TiefeQbv:	4.3 m		<12
3. Sinuosity	Sinuosität	S=Flusslänge/Tallänge	Flusslänge:	3778 m	2.11	very high
		S=Talgefälle/Flussgefälle	Tallänge:	1790 m		>1.4
4. Slope	Gefälle			1.04		E
						<0.02
5. Channel Mat.	Geschiebe			Grobkies		E4

Die zur Einstufung benötigten Daten wurden dem Abflussmodell bzw. den digitalisierten Plänen der Referenzstrecken entnommen. Der Flusstyp C4 der Referenzstrecke Nord beschreibt im wesentlichen ein gewundenes Fließgewässer, der Flusstyp E4 einen pendelnden bis mäandrierenden Gewässerverlauf (ROSGEN; HILTON LEE, 1996).

7) Sohlstruktur/Rauigkeit

Durch die Abschätzung des mittleren Hauptchoriotop-Korndurchmessers in [cm] wird im Zuge der Einstufung dieses Parameters auf die Rauigkeit der Gewässersohle geschlossen.

Klassifizierung			Einstufu		
Ausprägung:	Klassenbrei	te:	Referenz:	Nord	Süd
	Korngröße				
sehr hoch	> 40 cm	Megalithal			
hoch	6.3-40 cm	Makro-/Mesolithal			
mittel	0.02-6.3 cm	Mikrolithal-Akal		✓	~
gering	< 0.02 cm	Psamal-Pelal			
sehr gering		Fels, Beton			
l					

Der bordvolle Abfluss (Q_{bv}) beeinflusst maßgeblich die Ausbildung der Gewässersohle bezüglich Substratsortierung und Deckschichtbildung (ACKERS; CHARLTON, 1970). Anhand der vorherrschenden Sohlschubspannungen bei Q_{bv} kann weiters auf die Substratgröße geschlossen werden (LANGE; LECHER, 1989), wie in Tabelle 20 dargestellt wird.

Tabelle 20: Zusammenhang von Geschiebegröße, Schubspannung und Fließgeschwindigkeit (Quelle: LANGE; LECHER, 1989)

Sohlenbeschaffenheit		Korngröße in mm	τ _{krit} in N/m ²	v _{krit} in m/s
Einzelkorngefüge vorherschend	Feinsand	0,063-0,2	1,0	0,20-0,35
	Mittelsand	0,2-0,63	2	0,35-0,45
	Grobsand	0,63-1	3,0	
	Grobsand	1-2	4,0	
	Grobsand	0,63-2	6,0	0,45-0,60
	Kies-Sand-Gemisch, festgelagert langanhaltend überströmt	0,63-6,3	9,0	
	Kies-Sand-Gemisch, festgelagert vorübergehend überströmt	0,63-6,3	12,0	
	Feinkies	2-6,3		0,60-0,80
	Mittelkies	6,3-20	15,0	0,80-1,25
	Grobkies	20-63	45,0	1,25-1,60
	Steine	63-100	100	1,60-2,00
	Plattiges Geschiebe, 1-2 cm hoch, 4-6 cm lang		50,0	
Boden, wenig kolloidal	Lehmiger Sand		2,0	
	Lehmhaltige Ablagerungen		2,5	6
	Lockerer Schlamm		2,5	0,10-0,15
	Lehmiger Kies, langanhaltend überströmt		15,0	
	Lehmiger Kies, vorübergehend überströmt		20,0	
Boden, stark kolloidal	Lockerer Lehm		3,5	0,15-0,20
	Festgelagerter, sandiger Lehm			0,40-0,60
	Festgelagerter Lehm		12,0	0,70-1,00
	Ton		12,0	
	Festgelagerter Schlamm		12,0	
	Fester Klei			0,90-1,30
Rasen verwachsen	Rasen, langanhaltend überströmt		15,0	1,50
	Rasen, vorübergehend überströmt		30,0	2,00

Die Schubspannungswerte bei Abfluss Q_{bv} wurden dem Abflussmodell entnommen und gemittelt. Anschließend wurde anhand Tabelle 20 die vorherrschende Kornfraktion ermittelt. Die mittlere Schubspannung bei Q_{bv} beträgt in der Referenzstrecke Nord etwa 25 N/m², in der Referenzstrecke Süd etwa 30 N/m². Somit ist als Hauptchoriotop für beide Referenzstrecken Grobkies bzw. Mikrolithal anzunehmen.

8) Gewässerbettausformung

Dieser Parameter beschreibt die Vielzahl an verschiedenen Profilformen des Gewässers, ausgedrückt durch die Tiefen- und Breitenvarianz.

Klassifizierung			Einstufu	ng	
Ausprägung:	Klassenbre	ite:	Referenz:	Nord	Süd
	s² Breite	s² Tiefe			
sehr hoch	> 15.000	> 750		✓	~
hoch	10.000-15.000	250-750			
mittel	5.000-10.000	100-250			
gering	1.000-5.000	10-100			
sehr gering	< 1.000	< 10			

Um diesen Parameter einzustufen, wurden aus dem Abflussmodell die Wasserspiegelbreiten und max. Profiltiefen bei mittlerer Wasserführung (gemessen in [cm]) entnommen und anschließend die Varianzen berechnet.

Für die Referenzstrecke Nord ergibt sich eine Breitenvarianz von über 600.000 und eine Tiefenvarianz von 629. Aufgrund der sehr hohen Breitenvarianz wird die Referenzstrecke Nord mit "sehr hoch" bewertet. In der Referenzstrecke Süd beträgt die Breitenvarianz 155.000 und die Tiefenvarianz etwa 1.100, womit auch die Referenzstrecke Süd mit "sehr hoch" einzustufen ist.

9) Uferausdehnung

Als Uferausdehnung wird hier der Bereich oberhalb des Sommermittelwassers (MQs) und unterhalb der Anschlaglinie eines einjährigen Hochwasserereignis (HQ1) bezeichnet. Die Uferausdehnung wird durch die horizontal projizierte Fläche der Uferzone im Verhältnis zur Wasserspiegelfläche bei MQs in Prozent ausgedrückt.

Klassifizierung		Einstufung	
Ausprägung:	Klassenbreite:	Referenz: Nord	Süd
	Verhältnis		
sehr hoch	> 150 %		
hoch	80-150 %	✓	
mittel	30-80 %		✓
gering	15-30 %		
sehr gering	< 15 %		

Die erforderlichen Größen wurden dem Abflussmodell entnommen und das Verhältnis berechnet. In der Referenzstrecke Nord beträgt das Flächenausmaß der Uferzone 85 % der Wasserspiegelfläche bei MQs, in der Referenzstrecke Süd 62 %, wie in Tabelle 21 dargestellt wird.

Tabelle 21: Verhältnis Uferzone/Wasserzone MQs

	Referenz Nord	Referenz Süd
Uferzone [m²]	24.890	31.930
Wasserzone MQs [m²]	29.400	51.950
Verhältnis	0,85	0,62

10) Uferstruktur

Die Uferstruktur beschreibt die morphologische Vielfalt der Uferzone anhand der Kriterien Ufergehölzsaum, dynamische Uferhabitate, variable Uferneigungen und Choriotopvielfalt.

Klassifizierung		Einstufung		
Ausprägung:	Klassenbreite:	Referenz: Nord	Süd	
sehr hoch hoch mittel gering sehr gering				

Vor allem anhand der digitalisierten Gewässerprofile konnten bezüglich dieses Parameters Informationen gewonnen werden. Die Profile wurden bezüglich der Geländeneigungen und Tiefenvarianz untersucht.

Die Profile der Referenzstrecke Nord weisen Böschungsneigungen von etwa 3-80 ° auf. Die Gleitufer verlaufen meist sehr flach und reichen mehr oder weniger langsam ansteigend oft rund 70 m weit bis zur Böschungsoberkante (BOK). Die ausgedehnten Gleituferzonen lassen auf eine vielfältige Habitatverteilung schließen. Durch unterschiedliche Überflutungshäufigkeiten und unterschiedliche Schubspannungen entstehen Flächen mit heterogenem Substrat (LEOPOLD; WOLMAN, 1964). Verschiedene Standorte mit ausgeprägten Sukzessionsstufen waren die Folge. Im ufernahen Bereich, welcher jährlich öfters überschwemmt wurde, fanden sich Annuellenfluren, an der BOK hingegen Auwald mit Pappeln, Erlen, Weiden und Traubenkirschen, um nur einige Baumarten zu nennen. Zwischen der ufernahen Zone und der BOK befanden sich, stark von der Überflutungshäufigkeit abhängig, verschiedene Pflanzengesellschaften, geprägt von Röhrichtbeständen, buschigen Weiden wie Korbweiden und Purpurweiden (POTT; REMY, 1996). Die Prallufer sind sehr steil und zeichnen sich durch sehr hohe Dynamik aus. Wie in Abbildung 32 zu erkennen ist, erodierte die Raab an den Prallhängen in der Referenzstrecke Nord innerhalb eines halben Jahres über 5 m, wie glücklicherweise in den 40er Jahren des vorigen Jahrhunderts durch zweimalige Vermessung dokumentiert wurde. Die hohe Dynamik führte zu Anbruchufern, starkem Totholzeintrag sowie Pionierflächen. Im Gerinnequerschnitt sind weiters immer wieder Schotterbänke zu finden.

Die Profile der Referenzstrecke Süd weisen Böschungsneigungen von 15° bis beinahe senkrechte Uferböschungen auf. Sie sind also etwas steiler, jedoch ansonsten ebenso vielfältig. Generell sind die Profile der Referenzstrecke Süd tiefer, jedoch um einiges schmäler, als in der Referenzstrecke Nord. Die Gleitufer sind mit der Größenordnung von 10-20 m nicht so weitläufig und die Prallufer noch etwas steiler als in der nördlichen Referenzstrecke. Die Strukturvielfalt ist ebenso hoch, die räumliche Verteilung und Größenausmaße der Habitate jedoch verschieden. Somit sind beide Referenzstrecken als sehr dynamische Ökosysteme mit hoher Struktur- und Habitatvielfalt zu bezeichnen.

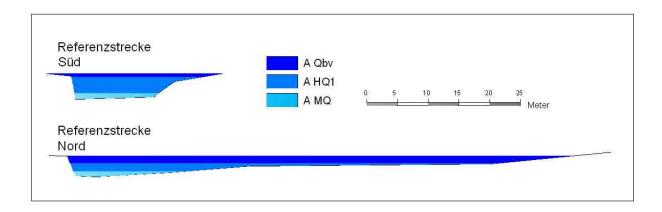


Abbildung 31: Profilvergleich Referenzstrecke Nord und Süd

11) Auenausdehnung

Dieser Parameter schätzt die laterale Ausdehnung der Auenzone, gemessen in [m].

Klassifizierung		Einstufung	
Ausprägung:	Klassenbreite:	Referenz: Nord	Süd
	mittlere Breite Auenzone		
sehr hoch	> 1000 m		~
hoch	100-1000 m	~	
mittel	20-100 m		
gering	0-20 m		
sehr gering	keine		

Durch die erhöhten Uferbereiche wurde beim Überschreiten des bordvollen Abflusses (Q_{bv}) das Tal bis an den Talrand überflutet. Vereinfachend wird deshalb der gesamte Talboden als Auenzone bezeichnet. Die Talbreiten wurden dem Geländemodell im GIS Steiermark entnommen und für beide Bewertungsabschnitte gemittelt. Im Abschnitt Nord ist das Tal durchschnittlich 900 m, im Abschnitt Süd rund 1350 m breit.

12) Auenstruktur

Die Auenstruktur beschreibt die Diversität der auentypischen Vegetation anhand der Artenvielfalt in der Auenzone.

Klassifizierung		Einstufung	
Ausprägung:	Klassenbreite:	Referenz: Nord	Süd
	Artenvielfalt		
sehr hoch		✓	~
hoch			
mittel			
gering			
sehr gering			

Die Auenvegetation ist u. a. abhängig vom Grundwasserflurabstand, Grundwasserdynamik, Überflutungshäufigkeiten, Einstauhöhen, Einstaudauern und Substrat/Nährstoffeintrag im Zuge von Hochwasserereignissen (GLENZ, 2005). Sind die Standorte im Talprofil bezüglich der genannten Faktoren unterschiedlich, so kann auf unterschiedliche Habitate und somit auf hohe Artenvielfalt geschlossen werden. Analysiert man also die Talprofile im Untersuchungsgebiet, lassen sich einige Informationen ableiten, um diesen Parameter einzustufen.

Der variable Flurabstand im Talprofil und die Grundwasserspiegelschwankungen sorgen für Heterogenität bezüglich Wasserverfügbarkeit. Die Einstauhöhen und Einstaudauern im Hochwasserfall sind im Profil betrachtet ebenso variabel. Die erhöhten Uferzonen werden eher kürzer und nicht so tief eingestaut wie die Talrandbereiche mit tieferem Höhenniveau. Allerdings sind in unmittelbarer Ufernähe höhere Fließgeschwindigkeiten anzunehmen als im Talrandbereich. Die anorganischen und organischen Einträge des Flusses in Form von Schwebstoffablagerungen in Ufernähe führen zur Ausbildung des Dammuferflusses (LEOPOLD et al, 1964). Am Talrand dominierte eher der organische Eintrag in Form von Bestandesabfall und Totholz. Somit ist die Wasserverfügbarkeit im Profil betrachtet stark unterschiedlich. Die Bodeneigenschaften sind ebenso variabel wie auch die Auswirkungen von Überflutungen. Folgedessen ist im gesamten Untersuchungsgebiet mit ehemals sehr hoher Habitat- und Artenvielfalt der auentypischen Vegetation zu rechnen.

13) Morphodynamik Sohle

Dieser Parameter schätzt die Häufigkeit und Mächtigkeit von Sohlumlagerungen.

Klassifizierung			Einstufu	ng	
Ausprägung:	Klassenbrei	te:	Referenz:	Nord	Süd
	Umlagerungen				
sehr hoch	jährlich,	hohe Mächtigkeit			
hoch	jährlich,	geringe Mächtigkeit		~	~
mittel	mehrjährig,	geringe Mächtigkeit			
gering	langjährig,	geringe Mächtigkeit			
sehr gering	keine				

Die Klassifizierung beruht auf der Häufigkeit und dem Ausmaß von morphodynamischen Prozessen im Sohlbereich. Der Geschiebetrieb und damit die Umlagerung der Gewässersohle ist hauptsächlich von der vorherrschenden Schubspannung an der Gewässersohle abhängig (LEOPOLD et al, 1964). Die Schubspannungen, welche bei einem bordvollen Abfluss (Q_{bv}) auftreten, sind maßgebend für die Gewässerbettausforumung und Substratverteilung im Gewässer (ACKERS; CHARLTON, 1970). Beim Auftreten von Q_{bv} kommt es demnach in natürlichen Flüssen zu erheblichen morphodynamischen Prozessen im gesamten Gerinnequerschnitt. Deshalb werden die auftretenden Schubspannungen bei Q_{bv} als Bewertungsmaßstab herangezogen.

Um abzuschätzen ob morphodynamische Prozess jährlich, oder seltener auftraten, wurden die Schubspannungen, verursacht durch ein einjähriges Hochwasserereignis (HQ1), mit den Schubspannungen bei Q_{bv} verglichen. In der Referenzstrecke Nord sind die Schubspannungen eines HQ1 im Mittel etwa 6 N/m² geringer, in der Referenzstrecke Süd um rund 5 N/m². Die berechneten HQ1 Schubspannungen liegen damit in der gleichen Größenordnung wie die Schubspannungen bei Q_{bv}. Auch im Falle eines HQ1 kann Grobkies transportiert werden (vgl. Tabelle 20). Somit wird in beiden Referenzstrecken von jährlichen Sohlumlagerungen ausgegangen. Angaben zur Mächtigkeit des Geschiebetriebs erfordern eine wesentlich genauere Modellierung. Deshalb erfolgt die Einstufung der Mächtigkeit der Sohlumlagerungen flusstypbezogen. Hohe Mächtigkeiten der Sohlumlagerungen sind einem furkierenden Gewässersystem zuzuweisen. Bei den Referenzstrecken handelt es sich um ein

gewundenes bzw. pendelndes/mäandrierendes Gewässer. Somit sind die Mächtigkeiten der morphodynamischen Prozesse in beiden Referenzstrecken als gering einzustufen.

14) Morphodynamik Ufer

Dieser Parameter beschreibt morphodynamische Prozesse im Uferbereich wie Erosions- und Anlandungsprozesse, ausgedrückt durch Häufigkeit und Mächtigkeit der Umlagerungen.

Klassifizierung			Einstufung		
Ausprägung:	Klassenbrei	te:	Referenz:	Nord	Süd
	Umlagerungen				
sehr hoch	jährlich,	hohe Mächtigkeit			
hoch	jährlich,	geringe Mächtigkeit		✓	~
mittel	mehrjährig,	geringe Mächtigkeit			
gering	langjährig,	geringe Mächtigkeit			
sehr gering	keine				

Um diesen Parameter einzustufen, wird die Wasserspiegelfläche bei einem einjährigen Hochwasserereignis mit der Wasserspiegelfläche bei bordvollem Abfluss (Q_{bv}) verglichen. Auch hier gilt aus den im Zuge der Einstufung des Parameters "Morphodynamik Sohle" genannten Gründen Q_{bv} als Bewertungsmaßstab. Nun werden jedoch nicht die Schubspannungen verglichen, sondern wie bereits erwähnt die Wasserspiegelflächen, da die morphodynamischen Prozesse im Uferbereich untersucht werden sollen.

In beiden Referenzstrecken ist die Wasserspiegelfläche des HQ1 nur unwesentlich kleiner als bei Q_{bv}, wobei in der Referenzstrecke Nord der Uferbereich bei einem HQ1 mit erheblich geringerer Tiefe überflutet wird als bei Q_{bv} (vgl. Abbildung 31). Daraus folgt, dass die jährlichen morphodynamischen Prozesse der Referenzstrecke Nord im Profil betrachtet, nicht bis zur Böschungsoberkante (BOK) reichen, jedoch im Uferbereich umso mächtiger sind, wie der Plan der Referenzstrecke Nord durch mehrmalige Vermessungen innerhalb eines halben Jahres dokumentiert. Leider konnten keine Angaben zum Hochwasserereignis, welches die morphodynamischen Prozesse verursacht hat, gefunden werden.

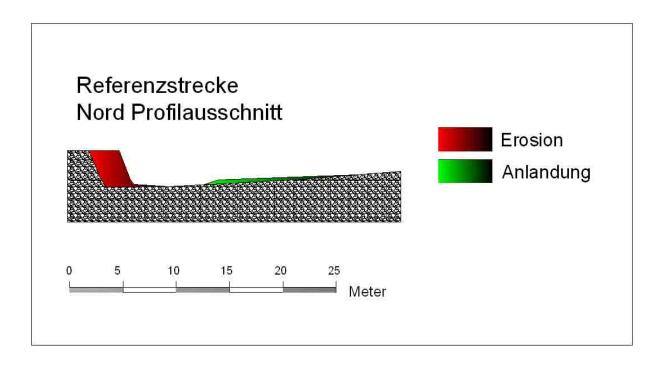


Abbildung 32: Morphodynamische Prozesse der Referenzstrecke Nord

In der Referenzstrecke Süd decken sich die Wasserspiegelflächen von HQ1 und Q_{bv} beinahe (vgl. Abbildung 31). Daraus folgt, dass sich jährliche morphodynamische Prozesse bis zur BOK auswirkten.

Es ist also anzunehmen, dass in beiden Referenzstrecken jährliche Umlagerungen in der Uferzone stattfanden, wenn auch in unterschiedlichem Ausmaß. Wobei die Mächtigkeiten der Umlagerung im Vergleich zu einem furkierenden Flusstyp abermals als gering einzustufen sind.

15) Morphodynamik Au

Dieser Parameter beschreibt morphodynamische Prozesse in der Auenzone wie Geschiebeoder Schwebstoffeinträge bzw. kleinräumige Erosionsprozesse im Zuge von Überflutungen, ausgedrückt durch Häufigkeit und Mächtigkeit der Umlagerungen.

Klassifizierung			Einstufu	ng	
Ausprägung:	Klassenbreit	e:	Referenz:	Nord	Süd
	Umlagerungen				
sehr hoch	jährlich,	geringe Mächtigkeit			
hoch	mehrj. (2-3),	geringe Mächtigkeit			✓
mittel	mehrj. (5-10),	geringe Mächtigkeit		✓	
gering	langj. (10-100),	geringe Mächtigkeit			
sehr gering	keine				

Die morphodynamischen Prozesse in der Au sind wesentlich von der Überflutungshäufigkeit der Auenzone abhängig. Bei Überschwemmungen kommt es zu einem Eintrag von Nährstoffen, organischem Material und in Flussnähe vor allem von anorganischem Material in die Auenzone (JUNGWIRTH et al, 2003). Im Vergleich mit der Ufer- und Wasserzone sind morphodynamische Prozesse in der Au weniger stark ausgebildet. Je nach Richtung und Stärke der Wasserströmung zeigen sich in der Au lokale Erosionsprozesse und unter Umständen auch Umlagerungen, wobei bei der Betrachtung von längeren Zeiträumen oft Sedimentationsprozesse überwiegen (HÜTTE, 2000), was wie im Raabtal zu einer kontinuierlichen Erhöhung der Talsohle und Ausbildung eines Dammuferflusses führen kann.

In der Referenzstrecke Nord wird die Auenzone in einem Intervall von etwa 10 Jahren überflutet. In der Referenzstrecke Süd etwa alle 1,5-2 Jahre. Die Auenzone wird in der Referenzstrecke Süd also wesentlich öfter überflutet. Deshalb wird die Referenzstrecke Süd um eine Klasse höher eingestuft.

16) Abflussdynamik kurzfristig

Die im Tagesverlauf auftretenden Abflussschwankungen anhand dem Verhältnis maximaler Tagesabfluss/minimaler Tagesabfluss werden durch diesen Parameter eingestuft.

Klassifizierung			Einstufu	ng	
Ausprägung:	Klassenbrei	ite:	Referenz:	Nord	Süd
	Verhältnis				
sehr hoch	> 10:1	anthropogen			
hoch	5:1-10:1	anthropogen			
mittel	3:1-5:1	anthropogen			
gering	1.1:1-3:1	glazial			
sehr gering	< 1.1:1			✓	~

Dieser Parameter erlaubt eigentlich nur die Einstufung in die Klasse "gering" oder "sehr gering", da der Leitbildzustand eingestuft wird und nur diese beiden Klassen anthropogen unbeeinflusste Zustände beschreiben.

Um die natürlichen Abflussschwankungen an der Raab modellieren zu können, wurden aktuelle Pegelmessungen der Pegel Takern II und Feldbach im ¼-Stundenintervall untersucht. Aufgrund der anthropogenen Gewässernutzungen können die natürlichen Abflussschwankungen nicht mehr herausgefiltert werden. Die Klassengrenzen ermöglichen jedoch eine schnelle und einfache Einstufung dieses Parameters für beide Referenzstrecken, da die Raab nicht glazial beeinflusst wird. Somit bleibt nur noch die Wahl der Klasse "sehr gering".

17) Abflussdynamik mittelfristig

Dieser Parameter beschreibt Abflussschwankungen, welche mehrere Tage andauern, anhand der Ausprägung von Hochwasserwellen.

Klassifizierung		Einstufung			
Ausprägung:	Klassenbrei	te:	Referenz:	Nord	Süd
	HW-Scheitel				
sehr hoch	sehr stark	ausgeprägt (Karst)			
hoch	stark	ausgeprägt		~	~
mittel	mäßig	ausgeprägt			
gering	schwach	ausgeprägt			
sehr gering	sehr schwach	ausgeprägt (Hypopotamal)			

Durch die Veränderungen im Einzugsgebiet ist es schwierig, Aussagen über die Ausprägung von Hochwasserwellen im Leitbildzustand zu machen. Während des letzten Jahrhunderts wurde beinahe die gesamte steirische Raab reguliert, was zu einer markanten Laufverkürzung und somit zu einer geringen Wirkung der fließenden Retention führte. Weiters wurde die Landnutzung im Einzugsgebiet verändert. Heute wird im Raabtal beinahe flächendeckend Körnermais, Kürbis u. a. kultiviert, wodurch die Infiltrationsraten herabgesetzt wurden. Zugleich wurden große Flächen oberflächennah drainagiert und ehemalige Grünflächen versiegelt, wodurch die Retentionswirkung weiter herabgesetzt wurde. Andererseits zeigt die Abflussstatistik einen signifikanten negativen Trend der Abflussmengen (BMLFUW, 2005c). Es ist also anzunehmen, dass die Hochwasserwelle desselben Niederschlagsereignisses im Leitbildzustand anders verlaufen ist als heute. Leider sind die Pegeldaten nicht umfangreich genug, um durch Pegelanalysen auf die Veränderungen zu schließen. Wie bereits erwähnt könnte die Erstellung eines physikalischen Niederschlag-Abfluss-Modells die Veränderung quantifizieren, wodurch jedoch der Rahmen der Diplomarbeit bei weitem gesprengt werden würde. Es muss also mit Analysen der aktuellen hydrologischen Daten das Auslangen gefunden werden.

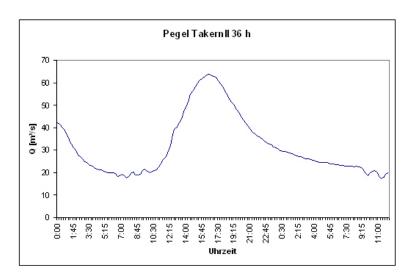


Abbildung 33: Hochwasserwelle am Pegel Feldbach

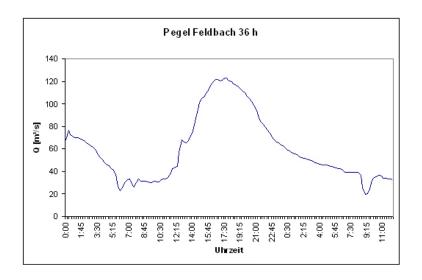


Abbildung 34: Hochwasserwelle am Pegel Takern II

Die dargestellten Hochwasserwellen dokumentieren dasselbe Ereignis in der Größenordnung eines einjährigen Hochwassers (HQ1). Der Hochwasserscheitel ist gut zu erkennen und stark ausgeprägt. Die Fließzeit zwischen den Pegeln beträgt rund eine Stunde. Das Ansteigen der Welle dauert etwa sechs Stunden. Nach Erreichen des Hochwasserscheitels vergehen etwa 16 Stunden, bis wieder die ursprünglichen Abflussverhältnisse vorherrschen. Dieses Hochwasserereignis fand innerhalb von 24 Stunden statt, was als rasch bezeichnet werden kann. Folgedessen wird für beide Referenzstrecken die Klasse "hoch" gewählt.

18) Abflussdynamik langfristig

Dieser Parameter beschreibt jahreszeitliche Abflussschwankungen ausgedrückt durch das Abflussregime.

Klassifizierung		Einstufung		
Ausprägung: Klassenbreite:		Referenz: Nord	Süd	
	SK Jahr			
sehr hoch	> 11			
hoch	5-10			
mittel	3-5			
gering	1.8-3			
sehr gering	< 1.8	V	~	

Der "Schwankungskoeffizient Jahr" (SK Jahr) ist definiert durch den Quotienten des mittleren Abflusses des abflussreichsten und abflussärmsten Doppelmonats im Jahr (MADER et al, 1996).

Der abflussreichste Doppelmonat ist im Untersuchungsgebiet März/April, der abflussärmste Jänner/Februar wie in Tabelle 22 dargestellt wird (HZB, 2005).

Tabelle 22: Schwankungskoeffizient Jahr der Pegel im Untersuchungsgebiet

	Feldbach	Takern II
März/April	6.96	4.37
Jänner/Februar	4.36	3.02
SK Jahr	1.60	1.45

SK Jahr liegt bei beiden Pegeln bei 1,5. Demnach handelt es sich um ein ausgeglichenes pluvio-nivales Abflussregime (MADER et al, 1996).

19) Überflutungsdynamik

Der Parameter Überflutungsdynamik schätzt die Häufigkeit der Auüberflutungen bzw. des Ausuferns eines Gewässers ausgedrückt durch das Wiederkehrintervall des bordvollen Abflusses (Q_{bv}).

Klassifizierung		Einstufung		
Ausprägung: Klassenbreite:		Referenz: Nord	Süd	
	Qbv			
sehr hoch	> 5 Jahre		~	
hoch	5-10 Jahre	✓		
mittel	10-30 Jahre			
gering	30-100 Jahre			
sehr gering	< 100 Jahre			

Q_{bv} liegt in der Referenzstrecke Nord in der Größenordnung eines 10jährigen, in der Referenzstrecke Süd bei einem 1,5 jährigen Ereignis. Die Auenzone wird demnach in der Referenzstrecke Nord alle zehn Jahre großräumig überflutet, in der Referenzstrecke Süd beinahe jährlich.

20) Grundwasserdynamik

Dieser Parameter beschreibt die jährlichen Grundwasserschwankungen, ausgedrückt durch die jährliche Schwankungsamplitude des Grundwasserspiegels.

Klassifizierung		Einstufung		
Ausprägung: Klassenbreite:		Referenz: Nord	Süd	
	GW-Schwankungen			
sehr hoch	> 3.5 m			
hoch	2.0-3.0 m			
mittel	1.0-2.0 m		~	
gering	0.5-1.0 m	✓		
sehr gering	< 0.5 m			

Verhältnissen Aus den hydrogeologischen ist abzuleiten, dass Grundwasserspiegelschwankungen aufgrund der geringen Durchlässigkeit der Oberflächenschicht aus feinkörnigem Schwemmmaterial vorwiegend im Bereich des Schotterkörpers (GW-Leiter) stattfinden. Die im Raabtal oft vorzufindenden oberflächennahen Drainagen in der feinkörnigen **Bodenschicht** verändern Grundwasserschwankungsamplitude demnach kaum. Jedoch steht der Grundwasserkörper in engem Kontakt zum Fließgewässer, was durch Korrelationsanalysen von Grundwasserpegeln mit Wasserständen der Raab im Untersuchungsgebiet nachgewiesen wurde (BAUMANN, 1981). Durch Regulierungsmaßnahmen wurde vielerorts die Sohllage des Flusses verändert, wodurch der Grundwasserkörper maßgeblich beeinflusst wurde. Mangels Grundwasserpegeldaten vor den Regulierungsmaßnahmen werden zur Parametereinstufung aktuelle Daten (1999-2008) verwendet (Pirching, St. Margarethen, Fladnitz/Raabtal, Gniebing), wobei die Zuweisung der Pegel zu den Bewertungsabschnitten wie im Zuge der Parametereinstufung "Grundwasserflurabstand" erfolgte.

Bei allen vier Messstellen treten Grundwassertiefstände vorwiegend in den Sommermonaten auf. Hochstände werden meist im Winter oder am Beginn des Frühjahrs und selten auch im Herbst verzeichnet. Die mittlere jährliche Grundwasseramplitude wird für jede Messstelle ermittelt und den Bewertungsabschnitten zugeteilt. Im Unterschied zum Parameter "Grundwasserflurabstand" stellt die Messstelle Fladnitz/Raabtal hier keinen Ausreißer dar. Die mittleren Grundwasserschwankungen liegen im Bewertungsabschnitt Nord bei 0,91 m, im Bewertungsabschnitt Süd bei 1,08 m.

21) Vernetzung Gewässer-Nebengewässer

Dieser Parameter beschreibt die Durchgängigkeit zwischen Gewässer und Nebengewässer (hier: Augewässer und Zubringer), ausgedrückt durch den Abfluss, ab dem das Kontinuum zu den Nebengewässern vorhanden ist und die Höhe von Sohlensprüngen.

Klassifizierung		Einstufung			
Ausprägung:	Klassenbrei	te:	Referenz:	Nord	Süd
	Sohlensprung	Abfluss			
sehr hoch	< 5 cm	NQ			~
hoch	5-10 cm	MQ		~	
mittel	10-30 cm	MQ			
gering	30-70 cm	HQ1			
sehr gering	> 70 cm	> HQ1			

Um die ehemalige Anbindung der Zubringer zu untersuchen, werden Ausschnitte der joseph. Landesaufnahme 1787 begutachtet. Durch die senkrecht zur Flussachse liegenden Strichlierung, welche wohl Falllinien der Böschungen darstellen sollen, ist im Untersuchungsgebiet kein Sohlensprung bei den Mündungen der Zubringer zu erkennen, wie in Abbildung 35 beispielhaft dargestellt wird. Daher wird angenommen, dass alle Zubringer auch bei Niedrigwasser (NQ) passierbar waren.



Abbildung 35: Falllinien bei der Mündung von Zubringern

Vor allem im südlichen Bewertungsabschnitt (pendelnd/mäandrierendes Gewässer) kam es durch Mäanderdurchbrüche immer wieder zur Entstehung von natürlichen Altarmen, welche noch längere Zeit direkt ans Hauptgewässer angebunden waren und folgedessen hohen ökologischen Wert besaßen (BAUMANN, 1981). Durch ständige Laufveränderungen und hohe Uferdynamik entstanden immer wieder neue Altarmsukzessionen. Die nördliche Referenzstrecke hingegen ist als eher gewundener Flusstyp einzustufen. Altarmsukzessionen entstanden hier seltener. Der Fluss zweigte sich öfter auf und strömungsberuhigte Gewässerzonen entstanden immer wieder durch einseitiges Abtrennen der Aufzweigungen etwa durch Geschiebeablagerungen. In der Auenzone vorhandene Stillgewässer werden in der Referenzstrecke Süd viel öfter überflutet als in der Referenzstrecke Nord. Deshalb wird der Parameter in der Referenzstrecke Süd auch um eine Klasse höher eingestuft.

22) Vernetzung Gewässer-Grundwasser

Dieser Parameter beschreibt den Kontakt von Fließgewässer und Grundwasserkörper, ausgedrückt durch die Substratgröße des Gewässerbetts.

Klassifizierung		Einstufung		
Ausprägung:	Klassenbreite:	Referenz: Nord	Süd	
	Substrat			
sehr hoch	Kies	✓	~	
hoch	Sand			
mittel	Feinsand			
gering	Schluff			
sehr gering	Ton			

Im gesamten Untersuchungsgebiet war im Gewässerbett Grobkies das vorherrschende Substrat, wie bereits bei der Parametereinstufung "Sohlstruktur/Rauigkeit" festgestellt wurde. Durch die hohe Sohldynamik wurde die Kolmation des Schotterkörpers (hyporheische Interstitial) verhindert, wodurch die Vernetzung zwischen Grundwasserkörper und Fließgewässer sehr hoch war, was auch von Baumann 1981 durch eigens installierte Grundwasserpegel dokumentiert wurde.

23) Lokales Längskontinuum

Das lokale Längskontinuum beschreibt die Gewässerdurchgängigkeit innerhalb des Untersuchungsgebietes, ausgedrückt durch den Abfluss, ab dem das Kontinuum vorhanden ist und die Höhe von Sohlensprüngen.

Klassifizierung		Einstufung			
Ausprägung:	Klassenbrei	te:	Referenz	:: Nord	Süd
	Sohlensprung	Abfluss			
sehr hoch	< 5 cm	NQ		~	~
hoch	5-10 cm	MQ			
mittel	10-30 cm	MQ			
gering	30-70 cm	HQ1			
sehr gering	> 70 cm	> HQ1			

Auf der joseph. Landesaufnahme 1787 (vgl. Abbildung 35) sind bereits die meisten der heute vorhandenen Kraftwerke eingezeichnet und stellten schon damals Kontinuumsunterbrechungen dar. Hinweise auf natürliche Kontinuumsunterbrechungen sind jedoch nicht zu finden. Natürliche Kontinuumsunterbrechungen wie etwa Verklausungen oder Wasserfälle sind im Allgemeinen auch eher dem gestreckten Gewässertyp bzw. Rhitralgewässern zuzuweisen. Denkbar wäre weiters das Vorhandensein dammbauender Tiere wie dem Biber, jedoch konnten keine Hinweise in diese Richtung gefunden werden. Demnach war im gesamten Untersuchungsgebiet das Kontinuum vorhanden.

24) Regionales Längskontinuum

Das regionale Längskontinuum beschreibt die Gewässerdurchgängigkeit innerhalb des Untersuchungsgebietes und den angrenzenden 50 Fließkilometern in beide Richtungen, ausgedrückt durch den Abfluss, ab dem das Kontinuum vorhanden ist und die Höhe von Sohlensprüngen.

Klassifizierung		Einstufung			
Ausprägung:	Klassenbrei	te:	Referenz:	Nord	Süd
	Sohlensprung	Abfluss			
sehr hoch	< 5 cm	NQ		~	~
hoch	5-10 cm	MQ			
mittel	10-30 cm	MQ			
gering	30-70 cm	HQ1			
sehr gering	> 70 cm	> HQ1			

Natürlich entstandene Kontinuumsunterbrechungen sind regional in der Schluchtstrecke der Raabklamm vorhanden, welche für Potamalarten kaum passierbar erscheinen. Die Raabklamm liegt jedoch rund 40 km flussaufwärts von Gleisdorf und weist bereits Rhitralcharakter und damit eine andere Artenzusammensetzung auf. Im Leitbildzustand ist anzunehmen, dass die Durchgängigkeit flussabwärts der Raabklamm sowie 50 km flussab des Untersuchungsgebietes gegeben war und somit als sehr hoch einzustufen ist.

25) Wassertemperatur

Dieser Parameter beschreibt die Wassertemperatur im Jahresverlauf, ausgedrückt durch das Jahresmittel und die Maximaltemperatur.

Klassifizierung		Einstufung			
Ausprägung:	Klassenbreite:		Referenz:	Nord	Süd
	Maximum Jahr	esmittel			
sehr hoch	> 30 °C > 12	2°C			
hoch	20-30 °C 10-1	2 °C			
mittel	15-20 °C 8-12	2°C		✓	~
gering	11-20 °C 6-10) °C			
sehr gering	> 15 °C 2-6 °	°C			

Am Pegel Feldbach werden seit 1962 Temperaturmessungen durchgeführt. Die aufgenommenen Daten wurden den hydrographischen Jahrbüchern entnommen, um Trendanalysen durchführen zu können, wie in den folgenden Abbildungen dargestellt wird.

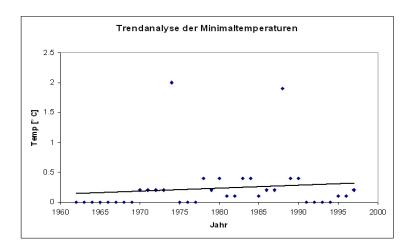


Abbildung 36: Trendanalyse der Minimaltemperaturen 1962-1997

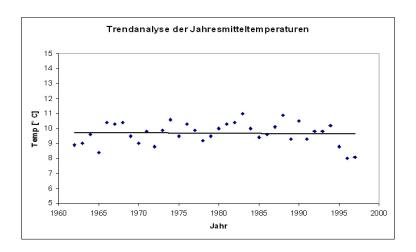


Abbildung 37: Trendanalyse der Jahresmittel 1962-1997

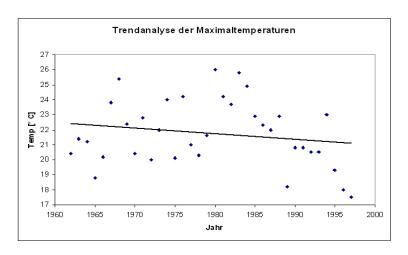


Abbildung 38: Trendanalyse der Maximaltemperaturen 1962-

Die maximalen Augusttemperaturen weisen wie auch die Jahresmittelwerte einen negativen Trend auf und liegen im Mittel bei 21,76 °C. Das Jahresmittel beträgt 9,68 °C und die minimalen Temperaturen im Jänner im Mittel 0,23 °C. Die Temperaturminima sind leicht positiv trendbehaftet. Demzufolge ergibt sich eine mittlere jährliche Temperaturamplitude von 21,53 °C.

Jedoch wurde der Temperaturhaushalt in den letzten Jahrhunderten beeinflusst. Es wurden Staudämme errichtet, der Lauf begradigt und vielerorts die Ufervegetation entfernt oder zumindest immer wieder auf den Stock gesetzt. Auch Auswirkungen des globalen Klimawandels sind nicht auszuschließen. Im Leitbildzustand war der Jahrestemperaturverlauf folgedessen anders.

Eine Analyse ausgewählter weitgehend unbeeinflusster Wasserkörper in Österreich hat ergeben, dass die maximalen Augusttemperaturen in großen Epipotamal-Wasserkörpern wie der Raab im Untersuchungsgebiet, im Bereich von 14,8-18,8 °C, im Mittel bei 16,8 ° liegen (HUBER, 2008). Ersetzt man den aus den Daten berechneten Maximalwert von 21,76 °C durch 18,8 °C ergibt sich eine Temperaturamplitude von etwa 18,5 °C, wobei durch die niedrigeren Sommertemperaturen auch das Jahresmittel etwas tiefer gewesen sein dürfte. Somit wird für beide Abschnitte die Klasse "mittel" gewählt, obwohl die gemessenen Daten eher auf die Klasse "hoch" schließen lassen.

26) Gewässertrübe

Als Trübung bezeichnet man die optischen Eigenschaften des Gewässers, eingestrahltes Licht zu streuen. Sie entsteht durch ungelöste feindisperse Stoffe und ist bestimmbar als Schwächung des Lichtflusses in der Probe oder durch die Intensität des Streulichts und wird durch Intensität und Auftrittszeit eingestuft.

Klassifizierung			Einstufu	ng	
Ausprägung:	Klassenbrei	te:	Referenz:	Nord	Süd
	Trübe				
sehr hoch	sehr hoch	ständig (Stauraumsp.)			
hoch	hoch	ständig (Potamal)		✓	~
mittel	mittel	ständig (Gletscher)			
gering	hoch	kurzzeitig (HQ)			
sehr gering	sehr gering	ständig (Rhitral)			

An der Raab sind zwei Schwebstoffmessstellen vorhanden (Feldbach, Neumarkt/Raab). Allerdings wurde durch Regulierungsmaßnahmen, Veränderung der Landnutzung und durch Verringerung der Fließgeschwindigkeit in den Stauräumen in den Schwebstoffhaushalt eingegriffen. Heute sind im Untersuchungsgebiet neun Wehranlagen vorhanden. Alle sind automatisch gesteuert und müssen dieselbe Wassermenge abgeben, die in den Stauraum zufließt. In fünf Wasserrechten sind zusätzlich Auflagen bezüglich Stauraumspülungen verbrieft. Nur bei Ereignissen größer als ein HQ1 dürfen die Stauräume durch verlaufende Erhöhung des Energiegefälles bzw. der Fließgeschwindigkeit und Sohlschubspannung gespült werden. Somit ist im Untersuchungsgebiet bei Abflüssen > HQ1 erhöhten Schwebstoffkonzentrationen zu rechnen, wobei die Beeinträchtigungen durch die Abstimmung mit der Hochwasserwelle reduziert werden (JUNGWIRT et al, 2003).

Die Raab ist im Untersuchungsgebiet ein potamales Gewässer (Epipotamal groß). Um die Größenordnung der Schwebstoffkonzentrationen im Vergleich zu anderen Flüssen abzuschätzen, wurden aktuelle Daten der Messstelle Mureck an der Mur (bei der Messstelle ebenfalls Epipotamal groß) verglichen. Sowohl bei Mittelwasserführung als auch bei einem HQ1 liegen die Schwebstoffkonzentrationen an der Raab etwas höher als an der Mur, jedoch in derselben Größenordnung (Anm.: Es handelt sich hierbei um aus Schwebstoffganlinien ausgelesene absolute Werte.) (HABERSACK, 2005), wie in Tabelle 23 dargestellt wird. Die Einstufung beider Referenzstrecken in die Klasse "hoch" scheint somit gerechtfertigt.

Tabelle 23: Vergleich von Schwebstoffkonzentrationen an Raab und Mur

	Raab	Mur
MQ	50-120 mg/l	< 100 mg/l
HQ1	> 2000 mg/l	> 1500 mg/l
	-	

27) Chemisch/physikalische Belastung

Dieser Parameter beschreibt die Belastung des Gewässers mit Stickstoff, Phosphor und organischem Material, ausgedrückt durch qualitative Klassenbeschreibung.

Klassifizierung		Einstufung		
Ausprägung:	Klassenbreite:	Referenz: Nord	d Süd	
sehr hoch hoch mittel gering sehr gering			 	

Ein Großteil dieser Belastungen ist anthropogen bedingt. Emissionen von kommunalen Kläranlagen, industriellen Kläranlagen und diffuse Einträge chemischer Stoffe wie etwa Düngemittel und Pestizide aus der Landwirtschaft führen zur Verschlechterung der Gewässergüte. Durch nicht vorhandene Pufferzonen zwischen Gewässer und landwirtschaftlichen Flächen bzw. oberflächennahen Drainagen kommt es schnell zu einer Auswaschung der Schadstoffe ins Gewässer. Im Leitbildcharakter waren Beeinträchtigungen dieser Art nicht vorhanden. Lediglich der Eintrag von organischem Material wie Totholz, Bestandesabfall und dergleichen führte zu einer Veränderung der Gewässergüte. Der saprobielle Grundzustand (Leitbildzustand) liegt an der Raab bei einer Gewässergüteklasse I-II (STUBAUER; MOOG, 2003). In Anlehnung dieser Einstufung wird die chem./physik. Belastung im Leitbildzustand für beide Bewertungsabschnitte als "gering" eingestuft.

28) biologische Gewässergüte

Dieser Parameter beschreibt die Belastung eines Gewässers mit organischen Verbindungen, ausgedrückt durch den saprobiellen Grundzustand.

Klassifizierung			Einstufung		
Ausprägung:	Klassenbrei	te:	Referenz:	Nord	Süd
	Güteklasse	sap. Grundzustand			
sehr hoch	1				
hoch	1-11			✓	~
mittel	II				
gering	II-III				
sehr gering	>				

Anhand von Ökoregionen, Fließgewässer-Grundtypen und schließlich der Bioregionen wurde der biologische Grundzustand für österreichische Flüsse definiert. Der biologische Grundzustand (biologische Leitbildzustand) bildet die Bewertungsgrundlage bzw. den Zielzustand der Gewässergüte laut EU-WRRL. Für die Raab wurde im Untersuchungsgebiet ein saprobieller Grundzustand von 1,75 (I-II) ausgewiesen (STUBAUER; MOOG, 2003).

5.2.3. Einstufung der Eingriffsparameter (Eingriffstyp und Eingriffsstärke)

Die folgenden Parameter beschreiben und quantifizieren die anthropogenen Eingriffe, welche auf das von RiverSmart durch den Leitbildparametersatz erstellte visionäre Ökosystem wirken (vgl. Tabelle 15). Die Eingriffe sind in einem Eingriffstypenkatalog zusammengestellt. Zentraler Inhalt ist die Festlegung der Eingriffsstärke. Im Programm RiverSmart ist die Unterscheidung nach fünf Stärke–Klassen vorgegeben. Diese Klassen sind über mehrere Indikatoren definiert, wobei sich diese Indikatoren nicht auf die Wirkung des Eingriffs beziehen, sondern im Sinne von "Was wurde gemacht?" verstanden werden. Zum Beispiel wird eine Ufersicherung über die Art des verwendeten Materials und nicht über die dadurch verursachten reduzierten morphodynamischen Prozesse definiert. Die Eingriffsstärken werden in Form von Entscheidugsbäumen dargestellt, wofür einerseits die Indikatoren nach Priorität gereiht und andererseits Grenzwerte für die verschiedenen Indikatoren festgelegt wurden. Die detaillierten Entscheidungsbäume sind hier aus Platzgründen nicht abgebildet, es wird lediglich der Weg durch die Entscheidungsbäume durch Tabellen und Beschreibungen dargestellt. Die Entscheidungsbäume sind im Handbuch RiverSmart übersichtlich dargestellt.

1) Schwellbetrieb

Unter Schwellbetrieb (auch Schwallbetrieb) versteht man einen zeitweise unterbrochenen Turbinentrieb von Wasserkraftwerken. Dabei kommt es in der Fließgewässerstrecke unterhalb des Kraftwerks mit Wasserspeicher zu einem Wechsel zwischen hoher (Schwall) und tiefer Wasserführung (Sunk) (HAERTEL-BORER, 2005).

Eingriffsbeschreibung		Eingriffseinstufung		7
Indikator	Grenzwerte	Abschnitt:	Nord	Süd
Gewässerdimension	klein: MQ<50 m³/s			
	mittel: MQ 50-250 m³/s			
	groß: MQ>250 m³/S		klein	klein
Schwall-Sunk-Verhältnis	<5:1			
	>5:1		<5:1	<5:1
Anstiegs- und	rasch: >0.2 cm/min			
Sunkgeschwindigkeit	langsam: >0.2 cm/min		langsam	langsam
Änderung der Sohlbenetzung im Sunk	mäßig: >70 %			
im Vergleich zur nat. Wasserführung	stark: < 70 %		mäßig	mäßig
Eingriffsstärke			1	1

Um die täglichen Abflussschwankungen an der Raab darstellen zu können, wurden die aktuellen Pegeldaten der Pegel Feldbach und Takern II analysiert. An der Raab sind im Oberlauf keine Speicherkraftwerke vorhanden, allerdings einige Laufkraftwerke. Obwohl alle Kraftwerksbetreiber die Auflage erfüllen müssen, immer dieselbe Wassermenge aus dem wie Stauraum abzugeben zufließt, kommt es immer wieder plötzlichen Abflussschwankungen, ausgelöst etwa durch Heben/Senken von beweglichen Wehrteilen. Allerdings sind diese Schwankungen nur von geringem Ausmaß. So wird selbst bei für die Raab markanten Abflussschwankungen das Schwall-Sunk-Verhältnis von rund 1,3:1 nicht überschritten. In Abbildung 39 sind Tagesganglinien bei etwa mittlerer Wasserführung (MQ) am Pegel Takern II dargestellt.

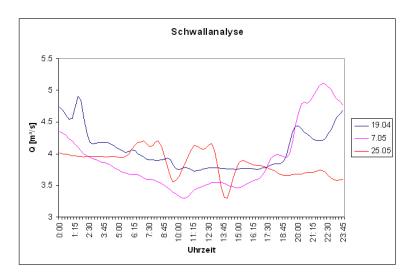


Abbildung 39: Schwallanalyse am Pegel Takern II

Selbst die plötzliche Abflussverminderung am 25.05 gegen 13 Uhr zieht lediglich eine Verringerung des Wasserspiegels mit der Geschwindigkeit von rund 1 mm/min nach sich. Die Änderung der benetzten Sohlfläche ist bei MQ unerheblich gering. Zu Problemen würde eine Abflussverminderung dieser Größenordnung (25.05: -1,26 m³/s) allerdings im Falle einer Niedrigwassersituation führen.

2) Ausleitung

Unter einer Ausleitung versteht man die Entnahme von Wasser aus dem Flussbett, wodurch eine Restwasserstrecke erzeugt wird, welche durch Entnahmestelle und Wiedereinleitungsstelle definiert ist.

Eingriffsbeschreibung		Eingriffsei	nstufung	
Indikator	Grenzwerte	Abschnitt:	Nord	Süd
Abflussdynamik im Jahresverlauf	ja			
Gewässer fällt zeitweise trocken	nein		nein	-
mittlerer Abfluss im Jahresverlauf	QRW > MJNQt			
	QRW < MJNQt und > 30 % MJNQt		< MJNQt und	
	QRW < 30 % MJNQt		> 30% MJNQt	-
Gewässertiefen bei Restwasserabfluss	mäßig (> 20 cm)			
	gering (< 20 cm)		mäßig	-
Auftreten von bettgestaltenden	ja			
Hochwässern	nein		ja	-
Eingriffsstärke			1	-

Im Bewertungsabschnitt Süd sind keine Ausleitungsstrecken vorhanden. Somit ist dieser Eingriff im südlichen Abschnitt nicht vorhanden und wird mit der Eingriffsstärke "null" eingestuft.

Im Bewertungsabschnitt Nord sind insgesamt drei Restwasserstrecken mit einer Gesamtlänge von rund 430 m, das sind 2,53 % des Bewertungsabschnittes Nord, vorhanden. Die Wehranlagen zur Wasserentnahme sind bereits über 50 Jahre alt. Undichtheiten und Sickerwässer verhindern ein Trockenfallen der Restwasserstrecken. Zusätzlich ist an einer der Wehranlagen eine Fischaufstiegshilfe vorhanden, welche die Restwasserstrecke dotiert. Im Sommer 2007 (Screeningkartierung) herrschte eine Niedrigwassersituation vor. Trotzdem war in allen Restwasserstrecken Restwasserabfluss (QRW) gegeben, sodass die Restwasserstrecken an sich subjektiv als passierbar empfunden wurden, also keine Kontinuumsunterbrechungen darstellten. Die Wehranlagen werden automatisch gesteuert, sodass immer die gleiche Wassermenge an das Unterwasser abgegeben wird, wie zufließt.

Demzufolge wird die Bettmorphologie in der Restwasserstrecke maßgeblich durch Hochwasserereignisse geprägt.

Folgt man anhand obiger Angaben dem Entscheidungsbaum, so ergäbe sich eine Eingriffsstärke 3. Aufgrund des sehr geringen Anteils der Restwasserstrecken an der Gesamtlänge des Abschnittes wurde allerdings die Eingriffsstärke 1 gewählt.

3) Stau (im Abschnitt)

Durch künstliche Querbauwerke (zB Wehranlagen) bedingter Rückstau. Über den Eingriff "Stau" wird nur der Stauraum als Eingriff betrachtet, die Wehranlagen werden durch einen eigenen Eingriffsparameter bewertet.

Eingriffsbeschreibung		Eingriffse	instufun	g
Indikator	Grenzwerte	Abschnitt:	Nord	Süd
Rückstaulänge bei mittleren	lang (> 300 m)			
Niedrigwasserabfluss (MNQ)	kurz (< 300 m)		lang	lang
Veränderung des natürlichen	hoch			
Wasserspiegelgefälles	gering		gering	gering
Verhältnis max. Wassertiefe (Stau)/	mehr als 10fache			
max. Wassertiefe (natürlich)	weniger als 10fache		weniger	weniger
Vorhandensein von Leitwerken oder	ja			
Buhnen im Stauraum	nein		nein	nein
Ufer	strukturiert			
Olei				
	monoton		monoton	monoton
Flachwasserzonen	vorhanden			
	nicht vorhanden		nicht vorh.	nicht vorh.
Eingriffsstärke			4	4

Im Bewertungsabschnitt Nord sind rund 3200 m Staustrecken (5 Staue), das sind etwa 19 % der Abschnittslänge vorhanden. Im Bewertungsabschnitt Süd sind 2270 m, etwa 21,5 % gestaut (2 Staue). Somit ist jeweils etwa 1/5 der Abschnitte von Stauungen belastet. Die

mittlere Rückstaulänge beträgt im Bewertungsabschnitt Nord 650 m, im Bewertungsabschnitt Süd knapp über 1100 m. Bei den Wehranlagen wurde der Wasserspiegel gehoben und somit das Wasserspiegelgefälle bis zur Stauwurzel reduziert. Das natürliche Sohlgefälle ist aus den Profildaten der Referenzstrecken ableitbar. Das Sohlgefälle der Referenzstrecke Nord lag bei 1,5 ‰, das der Referenzstrecke Süd bei 1 ‰. Vereinfachend wird das berechnete Sohlgefälle der Referenzstrecken dem natürlichen Wasserspiegelgefälle gleichgesetzt und das Wasserspiegelgefälle im Stauraum nur unwesentlich größer als null angenommen. Somit ergeben sich durch die Stauhaltungen Wasserspiegelgefällsveränderungen von < 1,5 ‰ und < 1 ‰. Im Vergleich zu Stauhaltungen in Rhitralgewässern ist die Gefällsveränderung relativ gering. Die mittleren Stauhöhen der Bewertungsabschnitte werden anhand der Screeningaufnahmen 2007 ermittelt und den mittleren Wassertiefen der Referenzstrecken bei MQ gegenübergestellt, wobei sich im Bewertungsabschnitt Nord ein Verhältnis von 9,52:1 und im Bewertungsabschnitt Süd von 5,95:1 ergibt. Stauwurzelstrukturierungen mit Buhnen, Leitwerken, Flachwasserzonen und Strukturelementen im Uferbereich sind in beiden Abschnitten nicht vorhanden.



Abbildung 40: Typischer Stau im Untersuchungsgebiet

4) Wasserspeicher im Oberlauf

Staue im Oberlauf, welche die meiste Zeit befüllt sind und große Wasserspiegelschwankungen aufweisen, wie etwa Talsperren oder Trinkwasserspeicher.

Eingriffsbeschreibung		Eingriffseins	stufung	
Indikator	Grenzwerte	Abschnitt:	Nord	Süd
Entfernung des Bewertungsabschnittes	hoch (> 5 km)			
vom Speicher	gering (< 5 km)		-	-
Aufenthaltsdauer des Wassers im	lang (> 3 Tage)			
Speicher	mittel (1-3 Tage)			
	kurz (< 1 Tag)		-	-
Eingriffsstärke			-	-

Im Oberlauf sind keine Wasserspeicher im Sinne obiger Definition vorhanden.

5) Hochwassermanagement in Stauräumen

Das Hochwassermanagement regelt die Aufnahme von Hochwässern im Stauraum, sowie die Abgabe von Hochwässern an das Unterwasser.

	Eingriffsein	Eingriffseinstufung	
Grenzwerte	Abschnitt:	Nord	Süd
stark (> 1 m)			
mittel (0.5-1.0 m)			
gering (< 0.5 m)		gering	gering
ja			
nein		ja	ja
		1	1
	stark (> 1 m) mittel (0.5-1.0 m) gering (< 0.5 m) ja	Stark (> 1 m) mittel (0.5-1.0 m) gering (< 0.5 m)	Grenzwerte Abschnitt: Nord stark (> 1 m) mittel (0.5-1.0 m) gering gering (< 0.5 m)

Alle Wasserberechtigten, die ein Wasserkraftwerk im Untersuchungsgebiet betreiben, müssen die Auflage erfüllen, immer dieselbe Wassermenge ans Unterwasser abzugeben, wie in den Stauraum fließt. Die Steuerung der beweglichen Wehrteile erfolgt automatisch, wie im WIS-Wasserbuch verbrieft ist. Stauraumabsenkungen vor angekündigten Hochwässern, um eine Retentionswirkung zu erzielen, sind nicht vorgesehen und aufgrund der relativ geringen Stauvolumina auch nicht zielführend. Obwohl Hochwasserfall im manche Stauraumwasserspiegel an den Wehranlagen wahrscheinlich um mehr als 0,5 m abgesenkt werden, um das nötige Energieliniengefälle zu erhalten und somit die Hochwasserwelle abzuführen, wird der Verlauf der Hochwasserwelle durch die Stauräume kaum beeinflusst. Die Einstufung mit Eingriffsstärke 1 scheint somit gerechtfertigt.

6) Wehranlagen

Wehre sind Bauwerke, welche schräg oder senkrecht zur Flussachse angeordnet sind und meist über den gesamten Querschnitt reichen.

Eingriffsbeschreibung		Eingriffse	instufun	g
Indikator	Grenzwerte	Abschnitt:	Nord	Süd
Durchgängigkeit für Organismen	vorhanden			
(funktionierende Fischwanderhilfe)	nicht vorhanden		nicht vorh.	nicht vorh.
Barrierefreie und morph. intakte				
Gewässerstrecke unterhalb/oberhalb der	ja			
Wehranlage (10 km)	nein		nein	nein
Gewässertyp	Rhitral			
	Potamal		Epipotamal	Epipotamal
Barrierefreie Erreichbarkeit eines morph.	ja			
intakten Zubringers unterhalb/oberhalb	nein		nein	nein
Eingriffsstärke			5	5

Im Untersuchungsgebiet befinden sich neun Wehranlagen (7 Abschnitt Nord, 2 Abschnitt Süd). An fünf der neun Wehranlagen wurde eine Fischaufstiegshilfe installiert, wobei keine der Fischaufstiegshilfen funktionstüchtig ist. Somit stellen alle Wehranlagen

Kontinuumsunterbrechungen dar. Als morphologisch intakte Fließgewässerstrecke wird eine Gewässerstrecke definiert, deren Morphologie laut der Screeningaufnahme 2007 nicht schlechter als mit 2 (insgesamt 5 Stufen) eingestuft wurde. Im Bewertungsabschnitt Nord sind von den Wehranlagen Gauster und Glieder 2 km intakte Gewässerstrecke erreichbar; im südlichen Bewertungsabschnitt ebenfalls 2 km, erreichbar von der Wehranlage Lugitsch. Intakte Zubringerstrecken sind im nördlichen Bewertungsabschnitt im Pickelbach, Goggitschbach und Rabnitzbach zu finden, wobei von 5 Wehranlagen jeweils ein Zubringer erreichbar ist, von 2 Wehranlagen kann kein Zubringer erreicht werden. Tiefernitz und Edelsbach sind teilweise morphologisch intakte Zubringer im Bewertungsabschnitt Süd, allerdings nur von der Wehranlage Lugitsch erreichbar. Insgesamt gibt es jedoch 2 Wehranlagen, von denen weder morphologisch intakte Gewässerstrecken der Raab noch intakte Zubringer erreicht werden können (Wehranlage Schmolke - Abschnitt Nord, Wehranlage Clement - Abschnitt Süd).



Abbildung 41: Wehranlage Felber (nördliche Grenze des Untersuchungsgebietes)

7) Sedimentmanagement - Stauraumspülung

Spülungen von Stauhaltungen stellen abflussbedingte Bewirtschaftungsmaßnahmen staugeregelter Fließgewässer dar.

Eingriffsbeschreibung		Eingriffseinstufung		
Indikator	Grenzwerte	Abschnitt:	Nord	Süd
Entfernung des Abschnitts zur	gering (0-15 km)			
Spülquelle	mäßig (15-25 km)			
	weit (> 25 km)		gering	gering
Einmündung von Zubringern zwischen	ja			
Spülquelle und Abschnitt	nein		nein	nein
Zeitpunkt der Spülung:	ja			
Laichzeit	nein		nein	nein
Häufigkeit der Spülung	selten			
	regelmäßig bei Hochwässern		regelmäßig	regelmäßig
Intensität	hoch (> 6 g/l)			
	mäßig (< 6 g/l)		mäßig	mäßig
Eingriffsstärke			3	3

Von den neun Wehranlagen im Untersuchungsgebiet sind in vier Wasserrechten direkte Auflagen zur Stauraumspülung verbrieft (Spülung ab HQ1, verlaufende Spiegelabsenkung), für die restlichen fünf Wehranlagen ist die Stauraumspülung indirekt durch die Vorgabe, immer gleich viel Wasser an das Unterwasser abzugeben, wie in den Stauraum fließt, geregelt. Alle Stauräume befinden sich innerhalb der Bewertungsabschnitte, somit ist die Entfernung zur Spülquelle gering. Außer der Rabnitz befinden sich bezüglich Wasserfracht keine nennenswerten Zubringer im Untersuchungsgebiet. Die Spülquellen sind jedoch über das gesamte Untersuchungsgebiet verteilt. Mit nennenswerter Verdünnung und damit Verringerung der Trübe ist kaum zu rechnen. Die Stauraumspülungen erfolgen den wasserrechtlichen Auflagen konform mit den natürlichen Auftrittszeitpunkten von Hochwässern, auch während der Laichzeit von zB Barbe und Nase (wichtige Leitarten des Epipotamal). Aufgrund der Spülung im Zuge der natürlichen Hochwasserwellen werden die ökologischen Auswirkungen jedoch als gering betrachtet. Die Schwebstoffkonzentrationen

(absolute Spitzenwerte) in Feldbach liegen bei einem einjährigen Hochwasserereignis (HQ1) im Bereich von etwa 2000-2500 mg/l (HABERSACK, 2005), also deutlich unter 6 g/l.

8) Absturzbauwerke

Absturzbauwerke besitzen eine senkrechte oder steil geneigte Absturzwand, an die flussabwärts häufig eine befestigte Sohlenstrecke anschließt, die unter Umständen zur besseren Umwandlung der Strömungsenergie eingetieft ist.

Eingriffsbeschreibung		Eingriffse	instufun	ing	
Indikator	Grenzwerte	Abschnitt:	Nord	Süd	
Passierbarkeit des Absturzbauwerkes	ja				
für Fische: < 30 cm	nein		ja	nein	
Barrierefreie und morph. Intakte	ja				
Gewässerstrecke oberhalb/unterhalb	nein		nein	nein	
Gewässertyp	Rhitral				
Zeitpunkt der Spülung:	Potamal		Epipotamal	Epipotamal	
Barrierefreie Erreichbarkeit eines morph.	ja				
intakten Zubringers unterhalb/oberhalb	nein		nein	nein	
Eingriffsstärke			2	4	

Die insgesamt zwölf Sohlrampen im Bewertungsabschnitt Nord wurden im Zuge der Screeningkartierung 2007 alle als passierbar eingestuft. Im Bewertungsabschnitt Süd befinden sich neben Sohlrampen weitere Ausführungen von Absturzbauwerken wie Sohlgurte und Sohlschwellen, wobei von den ebenfalls zwölf Absturzbauwerken im Bewertungsabschnitt Süd fünf eine Kontinuumsunterbrechung darstellen. Bezüglich morphologisch intakter Fließgewässerstrecken gelten dieselben Definitionen wie beim Eingriff "Wehranlage". Außer von den Querbauwerken im Stadtgebiet von Feldbach ist im Untersuchungsgebiet von jedem Absturzbauwerk entweder eine morphologisch intakte Gewässerstrecke in der Raab (je Abschnitt allerdings nur 2 km) oder ein intakter Zubringer erreichbar. Dass eine intakte Gewässerstrecke und ein morphologisch intakter Zubringer erreichbar sind, ist jedoch von insgesamt 24 Absturzbauwerken nur bei 5 der Fall.



Abbildung 42: Passierbare Rampenlösung im Bewertungsabschnitt Nord

9) Sedimentmanagement - Baggerungen

Baggerungen im Gewässer sind gesteuerte, mechanisch unterstützte Entlandungen von Gewässerabschnitten.

Eingriffsbeschreibung		Eingriffseinstufun	g
Indikator	Grenzwerte	Abschnitt: Nord	d Süd
Anteil des Bereiches von Baggerungen	hoch (<50 %)		
stattfinden am Bewertungsabschnitt	mäßig (20-50 %)		
	gering (> 20 %)	-	-
Dauer der Geschiebeentnahme	temporär		
	dauerhaft	-	-
Entnahmestelle	Nassbaggerung		
	Trocken- oder Saugbaggerung	-	-
Sedimentabgabe (-rückgabe) unterhalb	keine		
der Entnahmestelle	unkontrolliert		
	kontrolliert	-	-
Eingriffsstärke		-	-

Im gesamten Untersuchungsgebiet werden keine regelmäßigen Baggerungen durchgeführt.

10) Reduktion der Gewässerbreite

Reduktion der flächenhaften Ausdehnung von Wasser- und Uferzone.

Eingriffsbeschreibung		Eingriffsei	nstufung	J
Indikator	Grenzwerte	Abschnitt:	Nord	Süd
Reduktion der Breite (in %) bezogen	stark (<50 %)			
auf das ursprüngliche Gewässerbett	mittel (20-50 %)			
	gering (> 20 %)		mittel	stark
Anteil des regulierten (flächig reduzierten)	gesamter Abschnitt			
Gewässerabschnitts	überwiegend (1/2-2/3)		gesamt	gesamt
Eingriffsstärke			3	4

Um diesen Eingriffsparameter einstufen zu können, wurden die Breiten der regulierten Gewässerstrecke mit den Gewässerbreiten der Referenzstrecken (Wasserspiegelbreiten bei HQ1) verglichen, wobei die heutigen Gewässerbreiten von Orthofotos ausgelesen und gemittelt wurden.

Im Bewertungsabschnitt Nord ist das regulierte Gerinne durchschnittlich 32 m breit, die Uferzone der Referenzstrecke Nord im Mittel knapp 60 m. Somit ergibt sich eine Breitenreduktion von knapp 50 %. Anders ist die Situation im Bewertungsabschnitt Süd. Der ursprüngliche Flusstyp ist hier als pendelnd/mäandrierend zu bezeichnen. Die natürlichen Gewässerprofile waren deutlich schmäler und etwas tiefer als im der Referenzstrecke Nord (vgl. Abbildung 31). Die mittlere Wasserspiegelbreite bei einem HQ1 beträgt in der Referenzstrecke Süd 19 m. Im Zuge der Regulierungsmaßnahmen wurde die Abflussleistung des Gerinnes durch Profilverbreiterung auf etwa 50 m (+169 %) erhöht. Der Umstand einer Gewässeraufweitung im Zuge von Regulierungsmaßnahmen wird im RiverSmart nicht berücksichtigt. Die Transformationskurven und Wirkunsmatrix dieses Eingriffs sind auf eine Breitenverringerung ausgelegt. Doch bewirkt auch eine Gewässeraufweitung eine Abweichung vom Leitbildzustand. Deshalb wurden die Transformationskurven dieses Wirkungsrichtung auf Eingriffs bezüglich der die Leitbildparameter "Grundwasserflurabstand", "Gewässerausdehnung", "Wassertiefe", "Strömung" "Sohlstruktur/Rauigkeit" verändert, um eine korrekte Bewertung durchführen zu können. Bezüglich Renaturierungsmaßnahmen ist die Gewässerverbreiterung im Bewertungsabschnitt Süd jedoch als durchwegs positiv zu betrachten, da mehr Grundfläche für Renaturierungsmaßnahmen zur Verfügung steht, welche nicht erst zugekauft werden muss.

Im gesamten Untersuchungsgebiet befinden sich nur vier Fließkilometer mit einer Einstufung der Morphologie von < 2 (insgesamt 5 Stufen). Im Vergleich zu knapp 30 km Abschnittslänge ist dieser Anteil sehr gering. Das gesamte Untersuchungsgebiet wird somit als gewässermorphologisch verändert betrachtet.

11) Begradigung des Gewässerverlaufs

Verkürzung und Begradigung von gewunden bis pendelnden und mäandrierenden Gewässern.

Eingriffsbeschreibung	oung		instufung	
Indikator	Grenzwerte	Abschnitt:	Nord	Süd
Anteil des begradigten Abschnitts am	überwiegend (> 80 %)			
Bewertungsabschnitt	mäßig (30-80 %)			
	gering (< 30 %)		überw.	überw.
Änderung des Flussverlaufs im Vergleich	mäandrierend zu gestreckt			
zum ehemaligen Flusstyp	mäandrierend zu pendelnd/gew.			
	pendelnd/gew. zu gestreckt		p/g zu gestr.	m. zu p/g
Eingriffsstärke			3	3

Wie bereits erwähnt, sind lediglich 2 km Gewässerstrecke je Bewertungsabschnitt morphologisch intakt. Somit wird die Annahme getroffen, dass der Gewässerverlauf im gesamten Untersuchungsgebiet im Zuge der Regulierungsmaßnahmen verändert wurde, was auf Orthofotos auch gut zu erkennen ist.

Um die Veränderung des Gewässertyps zwischen Leitbildzustand und reguliertem Gewässer beurteilen zu können, wurde wie schon im Zuge der Leitbildeinstufung der Flusstyp nach Rosgen & Hilton Lee ermittelt (vgl. Tabelle 18 und Tabelle 19). Dieses Mal allerdings mit den Kennzahlen des regulierten Gewässers. Vor allem durch die Veränderung der Sinuosität wird die Laufverkürzung durch die Regulierungsmaßnahmen ersichtlich. Im Leitbildzustand liegt die Sinuosität in der Referenzstrecke Nord bei 1,61 und wurde auf 1,05 vermindert. In

der Referenzstrecke Süd verminderte sich die Sinuosität von 2,13 auf 1,2. Somit wurde der Flusstyp im nördlichen Bewertungsabschnitt von einem gewundenen zu einem gestreckten Verlauf verändert, im südlichen Bewertungsabschnitt von einem pendelnden/mäandrierenden zu einem gewundenen Gewässerverlauf, wie in Abbildung 43 dargestellt wird.

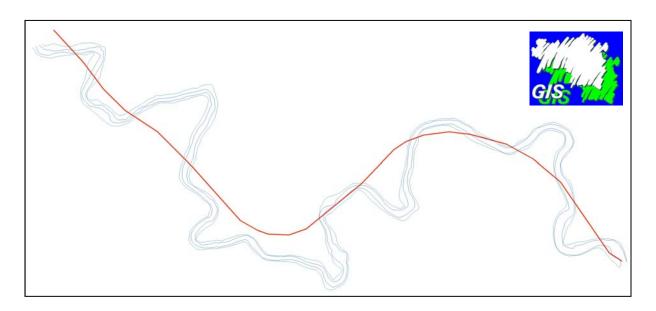


Abbildung 43: Laufverkürzung am Beispiel der Referenzstrecke Süd

12) Sohlsicherung

Flächenhafter Einbau von Material in die Gewässersohle, das von Art, Größe und Struktur nicht dem natürlichen Gewässer entspricht.

Eingriffsbeschreibung		Eingriffseinstufung	
Indikator	Grenzwerte	Abschnitt: Nord	Süd
Anteil der gesicherten Sohle	überwiegend (> 50 %)		
im Abschnitt	mäßig (20-50 %)		
	gering (< 20 %)	-	-
Bautyp/ Bauweise der	Steinpflasterung/lückenarm		
Sohlsicherung	Steinberollung/lückenreich	-	-
	einzelne Steine/unregelmäßig		
Eingriffsstärke		-	-

Im gesamten Untersuchungsgebiet sind außer bei Tosbecken unterhalb von Wehranlagen keine flächenhaften Sohleinbauten vorhanden. Der Anteil der Strecke mit gesicherter Sohle in den Bewertungsabschnitten ist vernachlässigbar gering.

13) Austiefung der Gewässersohle

Künstliche Tieferlegung der Sohle, wodurch sich der Abflussquerschnitt vergrößert.

Eingriffsbeschreibung		Eingriffseinstufur		
Indikator	Grenzwerte	Abschnitt:	Nord	Süd
Anteil des ausgetieften Abschnitts	überwiegend (> 75 %)			
am Bewertungsabschnitt	mäßig (30-75 %)			
January Grants	gering (< 30 %)		überw.	überw.
Ausmaß der Austiefung im Vergleich zum	hoch (> 50 cm)			
ursprünglichen Sohlniveau	mittel (30-50 cm)			
	gering (< 30 cm)		hoch	mittel
Eingriffsstärke			4	3

Wie bereits erwähnt, ist die Gewässermorphologie im gesamten Untersuchungsgebiet verändert worden, somit wird angenommen, dass auch das Sohlniveau in der gesamten Gewässerstrecke verändert wurde. Die Raab-Regulierungspläne beinhalten auch jeweils einen Längenschnitt, in welchem sowohl der Sohlverlauf des regulierten Gerinnes, als auch der natürliche Flusslauf dokumentiert wurden. Mittelt man die Niveauunterschiede, so ergibt sich im Bewertungsabschnitt Nord eine durchschnittliche Sohleintiefung von knapp 50 cm, im Bewertungsabschnitt Süd eine Sohlerhöhung von rund 33 cm, wobei der Sohlniveauverlauf der natürlichen Gewässer stark unregelmäßig ist und demzufolge die Varianz der Niveauunterschiede hoch ist. Bei diesem Parameter ist im RiverSmart der Umstand einer Sohlerhöhung im Zuge von Regulierungsmaßnahmen nicht berücksichtigt. Abermals muss die Wirkungsmatrix in Bezug auf die Leitbildparameter "Grundwasserflurabstand" und "Strömung" im südlichen Bewertungsabschnitt verändert werden.

14) Ufersicherung

Einbau von totem oder lebendem Material in die Uferböschung.

Eingriffsbeschreibung		Eingriffse	instufun	g
Indikator	Grenzwerte	Abschnitt:	Nord	Süd
Anteil der Ufersicherung	überwiegend (> 80 %)			
am Bewertungsabschnitt	mäßig (50-80 %)			
	gering (< 50 %)		überw.	überw.
Art der Ufersicherung	Steinschlichtung/Uferwand			
	Steinwurf/Buhnen/Leitwerke			
	Lebendverbauung/Totholz		Steinschl.	Steinschl.
Eingriffsstärke			4	4

Das Regulierungsprofil im Untersuchungsgebiet war meist ein Trapez- oder auch Doppeltrapezprofil. Das Gros der Ufersicherungen ist inzwischen verlandet und verwachsen, folgedessen vielerorts auf den ersten Blick gar nicht bzw. nur am Böschungsfuß zu erkennen. Im Zuge der Screeningkartierung 2007 wurden Informationen aus der in der Steiermark geführten "WADAT"-Liste verwendet, um eine grobe Vorstellung der durchgeführten Regulierungs- und Instandsetzungsarbeiten zu bekommen. Die WADAT-Liste verzeichnet wasserbauliche Maßnahmen an der Raab etwa seit den 20er Jahren des vorigen Jahrhunderts. Allerdings konnte die Lage der verzeichneten Maßnahmen aufgrund unterschiedlicher Kilometrierungen nur noch bestimmten Gemeinden zugewiesen werden. Im Zuge der Gewässerbegehung 2007 wurde schließlich nach Anhaltspunkten gesucht, um die Art der Ufersicherung zu ermitteln und qualitativ festzuhalten. So sind vor allem die Prallufer durchgehend durch Steinschlichtungen, Steinwürfe oder alte Pilotagen gesichert. Jedoch sind immer wieder beide Ufer verbaut, wodurch insgesamt ein Verbauungsgrad von etwa 80 % geschätzt wird.

15) Uferdämme

Uferdämme (Deiche) sind parallel zum Fluss verlaufende Anschüttungen/Bauwerke im Nahbereich des Gewässers.

Eingriffsbeschreibung Eingriffseinstu			stufung	l
Indikator	Grenzwerte	Abschnitt:	Nord	Süd
Hochwasserereignis, ab dem der	> HQ 30			
Damm überflutet wird	> HQ 10			
	> HQ 5		(> Qbv)	(> Qbv)
Abdichtung	ja			
	nein		nein	nein
Strukturierte Uferzone dem Damm	ja			
vorgelagert	nein		ja	ja
Eingriffsstärke			1	1

Im Zuge der Screeningkartierung 2007 wurde auch ein Verzeichnis der ufernahen Dämme erstellt. Die Dämme wurden bezüglich der Lage, der Höhe und des Baumaterials erfasst. Allerdings konnten keine Projektunterlagen zu Dammerrichtungen im Untersuchungsgebiet gefunden werden. Die Dämme sind im Allgemeinen eher niedrig und meist von Vegetation überwachsen und somit schwer zu entdecken. Laut den Aufzeichnungen der Screeningkartierung sind im Untersuchungsgebiet insgesamt knapp 8 km Uferdämme, verteilt auf beide Ufer, vorhanden. Wobei im Bewertungsabschnitt Nord 6,7 % der Uferlänge (doppelte Flusslänge) durch einen Damm gesichert wurden. Im Bewertungsabschnitt Süd sind rund 25 % der Uferzone betroffen. Der hohe Anteil im südlichen Abschnitt kann durch den Hochwasserschutz der Stadt Feldbach erklärt werden. Im nördlichen Bewertungsabschnitt befinden sich Hochwasserschutzdämme im Stadtgebiet von Gleisdorf. Im außerstädtischen Bereich sind vereinzelt kurze Begleitdämme flussauf der Wehranlagen vorhanden, welche jedoch bei Überschreiten vom bordvollen Abfluss (Q_{bv}) am oberen Dammende hinterströmt werden und somit kaum Flächen vor Überflutungen schützen. Mit Ausnahme kurzer Betonwände im Stadtgebiet von Gleisdorf sind die Dämme im Untersuchungsgebiet Erddämme. Wurde zur Errichtung das oberflächennahe Bodematerial (schluffiger Lehm) verwendet, so sind die Dämme zwar einigermaßen dicht, werden jedoch im außerstädtischen Bereich ohnehin hinterspült, wie in Abbildung 44 anhand der Uferbegleitdämme der Wehranlage Clement und der Überflutungsflächen der Abflussuntersuchung 2004 dargestellt ist. Weiters ist am rechten Rand der Überflutungsfläche die Auswirkung des Bahndammes zu erkennen (kerzengerader Verlauf der Anschlagslinien).



Abbildung 44: Dammhinterspülung bei Wehranlage Clement (grün: HQ30, gelb HQ100)

16) Entfernung der Ufergehölze

Arbeiten und Eingriffe am Uferpflanzenbestand von Gewässern, wie der mehr oder weniger regelmäßige Schnitt der Ufergehölze und die Rodung der Ufergehölze.

Eingriffsbeschreibung		Eingriffse	instufun	g
Indikator	Grenzwerte	Abschnitt:	Nord	Süd
Ausmaß der Uferräumung	durchgehend			
Damm überflutet wird	bereichsweise (> 100 m)			
	vereinzelt (< 100 m)		bereichsw.	bereichsw.
Dauerhaftigkeit der Uferräumung	dauerhaft			
	temporär		temporär	temporär
Eingriffsstärke			2	2

Die nötigen Informationen wurden durch Luftbildinterpretation, gestützt von Fotos des Uferbereichs, gewonnen. In der beinahe durchgehend regulierten Gewässerstrecke im Untersuchungsgebiet sind meist nur die Böschungen bewachsen. Richtige Auwaldflächen sind kaum zu finden. Der beidseitig etwa 5-10 m breite Ufergehölzgürtel wird durch Rodung und "auf den Stock setzen" immer wieder beeinflusst. Im Bewertungsabschnitt Nord werden etwa 30 % der Uferstrecke temporär durch Verjüngung und "auf den Stock setzen" bearbeitet, wobei die Verjüngung dominiert. 390 m (1,16 % der Uferstrecke) sind dauerhaft gerodet. Im Bewertungsabschnitt Süd liegen die Anteile mit 36 % temporär und 1,26 % dauerhaft beeinflusster Uferstrecke in derselben Größenordnung. An dieser Stelle ist anzumerken, dass Neophyten wie der japanische Staudenknöterich und das asiatische Springkraut auf weiten Uferstrecken die Krautschicht dominieren und die heimische Flora verdrängen (vgl. Abbildung 40).

17) Grundwasserentnahme

Gesamtentnahme von Grundwasser innerhalb des Oberflächengrundwasserkörpers eines Bewertungsabschnittes.

Eingriffsbeschreibung Eingriffsein			stufung	
Indikator	Grenzwerte	Abschnitt:	Nord	Süd
Verhältnis MGW:GWkrit (NGW3m)	MGW > GWkrit (NGW3m)			
	MGW < GWkrit (NGW3m)		MGW >	MGW >
Trend	negativ			
	positiv		positiv	positiv
Eingriffsstärke			1	1

Im Zuge der Screeningkartierung 2007 wurden alle Wasserrechte im Raabtal kontrolliert, welche das Fließgewässer selbst bzw. den zentralen Talraum betreffen (300 m Pufferzone beidseitig des Flusses). Innerhalb dieser Zone befinden sich laut WIS-Wasserbuch 2007 im Untersuchungsgebiet insgesamt Grundwasserentnahmestellen verbrieften mit Wasserrechten. 7 dieser Entnahmestellen sind artesische Brunnen mit Tiefen zwischen 70 und 100 m (laut Auskunft der Wasserberechtigten), betreffen nicht den Oberflächengrundwasserkörper, wobei 3 dieser Arteser nicht mehr vorhanden sind. Weiters sollten 2 Schachtbrunnen vorhanden sein, wobei sich im Zuge der Begehung herausstellte, dass einer der beiden Brunnen zugeschüttet worden ist, der zweite zwar noch vorhanden, aber nicht in Betrieb ist. Entnahmen aus dem Oberflächengrundwasserkörper in bedeutender Größenordnung sind demnach nicht vorhanden. Etwas flussaufwärts des Untersuchungsgebietes am nördlichen Stadtrand von Gleisdorf befinden sich jedoch Grundwasserentnahmestellen der Stadtgemeinde Gleisdorf mit 2 Bohrbrunnen, 1 Schachtbrunnen und 3 Artesern. Dort werden dem Tiefengrundwasserkörper laut WIS-Wasserbuch 2007 maximal 10,5 l/s und dem Oberflächengrundwasserkörper maximal 14 l/s entnommen.

Zur Einstufung dieses Parameters wurden dieselben vier Grundwassermessstellen verwendet, wie schon bei der Leitbildeinstufung. Die Messreihen der vier Pegel dokumentieren den Zeitraum zwischen 1999 und 2007. Langfristige Trends können aufgrund der Datenlage nicht berechnet werden. Es wurde jedoch versucht, für jede Messstelle einen charakteristisch niedrigen Grundwasserspiegel (NGW3m) nach den Kriterien von Samek & Vollhofer (keine signifikante Schädigung des Landökosystems, Grundwasserverhältnisse wie zB Fließrichtung unverändert, keine Qualitätsverschlechterung) zu definieren und die Entwicklung der Grundwasserstände durch die Berechnung kurzfristiger Trends abzuschätzen.

Der Niederschlag war im Sommer 2003 deutlich geringer als das langjährige Mittel. Die Abflussfracht der Monate Juni/Juli/August 2003 am Pegel Feldbach betrug knapp 1/3 des langjährigen Mittels (HD STEIERMARK, 2004). Um die Messwerte der Grundwasserpegel für das Jahr 2003 vergleichen zu können, wurden die Messwerte in Form von Abweichungen vom jeweiligen Jahresmittel dargestellt.

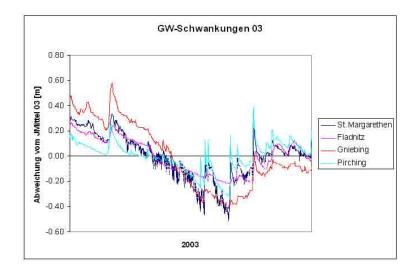


Abbildung 45: Vergleich der Jahresganglinien 2003

Im August 2003 sind an zwei der vier Pegel die kleinsten gemessenen Werte im Beobachtungszeitraum dokumentiert. Der Körnermais-Ertrag im Jahr 2003 war jedoch nur leicht unterdurchschnittlich (SOJA et al, 2004). Da ein großer Flächenanteil des Raabtales durch Maiskulturen genützt wird, kann daraus geschlossen werden, dass die Wasserversorgung bis zur Wurzeltiefe von Mais ausreichend war. Daher wird angenommen, dass das Landökosystem des Leitbildes (Auwald) selbst in dieser Trockenperiode 2003 kaum signifikant geschädigt worden wäre und die Grundwasserverhältnisse im Wesentlichen

unverändert blieben. Da alle vier Grundwasserpegel in der letzten Augustwoche 2003 sehr niedrige Werte verzeichneten, wurden für alle Stationen die Messwerte vom 15.07.03-15.10.03 (3 Monate) gemittelt, um den charakteristisch niedrigen Grundwasserspiegel (NGW3m) für die Pegelstationen zu erhalten. Die ermittelten Grundwasserstände liegen 16-50 cm unterhalb der mittleren Grundwasserstände. Der Grundwasserpegel Gniebing verzeichnet einen gleich bleibenden Trend, St. Margarethen, Fladnitz/Raabtal und Pirching einen leicht positiven Trend. Durch die Trends ist kurzfristig keine Entwicklung in Richtung der berechneten charakteristisch niedrigen Grundwasserstände abzusehen, wie am Beispiel Fladnitz/Raabtal dargestellt wird.

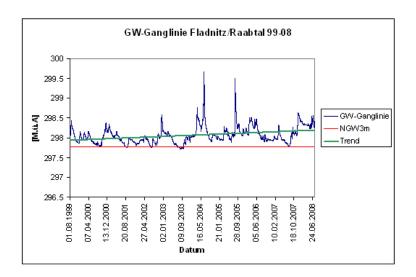


Abbildung 46: Trendanalyse am Pegel Fladnitz/Raabtal

18) Hochwasserdämme im Hinterland

Dämme (Deiche) sind parallel zum Fluss verlaufende Anschüttungen, die je nach Funktion unterschiedlich abgedichtet sind.

Eingriffsbeschreibung		Eingriffseir	nstufung	l
Indikator	Grenzwerte	Abschnitt:	Nord	Süd
Lage des Dammes	Gewässernähe			
Abstand vom Gewässer	Talrandnähe (äußere Auenzone)		Talrand	Talrand
Dammdimensionierung	> HQ100			
Trend	> HQ30			
	> HQ10			
	> HQ5		-	-
Eingriffsstärke			1	1

Im Raabtal befinden sich keine eigentlichen Hochwasserdämme in der Auenzone, jedoch Dämme für andere Zwecke wie Straßendämme und Eisenbahndämme. Diese Dämme wurden anhand von Orthofotos und den Überflutungsflächen der Abflussuntersuchung 2004 ermittelt und digitalisiert. Somit konnten die Flächen zwischen Damm und Talrand (vgl. Abbildung 44) ausgewiesen werden. Im Bewertungsabschnitt Nord liegt der Flächenanteil zwischen Talrand und Eisenbahn- bzw. Straßendamm bei rund 14 % der Abschnittsfläche, im Bewertungsabschnitt Süd bei 17 %. Die Abflussuntersuchung 2004 zeigt jedoch, dass auch die Flächen hinter den Dämmen überschwemmt werden. Dies beruht darauf, dass immer wieder Durchlässe und Unterführungen den Dammverlauf unterbrechen. Somit wird durch die Straßen- und Eisenbahndämme kaum potentielle Auenfläche von Überflutungen freigehalten.

19) Rodung Auwald

Rodungen des Auwaldes in der potentiellen Auenzone.

Eingriffsbeschreibung	eschreibung		stufung	
Indikator	Grenzwerte	Abschnitt:	Nord	Süd
Flächenausmaß der Rodungen	überwiegend (< 25 % Auwald)			
in Verhältnis zur potentiellen Auenzone	hoch (25-50 % Auwald)			
	mäßig (> 50 % Auwald)		überw.	überw.
Nachnutzung der ehemaligen	überwiegend versiegelt			
Auwaldflächen	überwiegend Landwirtschaft		LW	LW
Eingriffsstärke			3	3

Als potentielle Auenzone wird der gesamte Talboden angesehen. Die aktuellen Auwaldflächen wurden durch Luftbildinterpretation digitalisiert. Der Flächenvergleich zeigt, dass beinahe der gesamte Auwaldbestand des Untersuchungsgebietes gerodet wurde. Vorhanden sind außer dem Ufergehölzsaum an der Raab und den Zubringern vereinzelte Auwaldreste vorwiegend im Bereich von Altarmen. Im Bewertungsabschnitt Nord beträgt der Flächenanteil des Auwaldes nur noch etwa 0,6 % der potentiellen Auenzone (Ufergehölzsaum nicht berücksichtigt), im Bewertungsabschnitt Süd 1,2 %. Wie bereits auf der joseph. Landesaufnahme 1787 zu sehen ist, war bereits vor 200 Jahren das Gros der Auwaldfläche gerodet. Heute werden die ehemaligen Auwaldflächen hauptsächlich landwirtschaftlich genutzt.

20) Abtrennung von Zubringern

Kontinuumsunterbrechungen bei den Einmündungen von Zubringern durch Niveauunterschiede, welche sich meist im Zuge von Regulierungsmaßnahmen einstellten.

Eingriffsbeschreibung		Eingriffseins	stufung	
Indikator	Grenzwerte	Abschnitt:	Nord	Süd
Anteil erreichbarer Zubringerstrecke	sehr niedrig (0-20 %)			
im Vergleich zur gesamten Zubringerlänge	niedrig (21-40 %)			
	mäßig (41-60 %)			
	hoch (61-80 %)			
	sehr hoch (81-100 %)		hoch	hoch
Eingriffsstärke			3	3

Im nördlichen Bewertungsabschnitt sind insgesamt 23700 m Zubringerstrecke vorhanden, momentan sind 5200 m erreichbar, das sind rund 22 %. Im südlichen Bewertungsabschnitt sind von 37100 m Zubringerstrecke aktuell 34 % zu erreichen.

5.3. Maßnahmenbewertung

Nachdem alle RiverSmart Inputparameter eingestuft sind, wird in diesem Kapitel der momentane Gewässersystemzustand der Raab im Untersuchungsgebiet bestimmt. Anschließend werden die Eingriffe nach ihren ökologischen Auswirkungen auf das visionäre Ökosystem gereiht und schließlich erläutert, wie mit Hilfe von RiverSmart Maßnahmenkombinationen abgeleitet werden können. Die Ergebnisse von RiverSmart werden an geeigneter Stelle dargestellt.

5.3.1. Ermitteln des aktuellen Gewässersystemzustandes

Durch die Eingabe der Leitbildparameter wird von RiverSmart ein visionäres Ökosystem erstellt. Der Eingriffsparametersatz mit den gewählten Eingriffsstärken wirkt nun auf das visionäre Ökosystem ein. Die Abweichung von Leitbildzustand (Gewässersystemzustand 1) wird durch insgesamt fünf Klassen bestimmt und anschließend als Gewässersystemzustand ausgegeben. Das Bewertungsverfahren sowie Erläuterungen zu den Ergebnistabellen werden im Kapitel Ökosystemmodell/Bewertungsvorgang/Ergebnisdarstellung behandelt.

Im Bewertungsabschnitt Nord wird ein aktueller Gewässersystemzustand von 3,3 berechnet (vgl. Abbildung 47) Durch die übersichtliche Ergebnisdarstellung ist der Eingriff mit den stärksten ökologischen Auswirkungen auf den ersten Blick zu erkennen. Auf insgesamt 13 Leitbildparameter (Bewertungskriterien) wirkt der Eingriff Stau am stärksten, gekennzeichnet durch eine fette Kästchenumrandung. Der aktuelle Gewässersystemzustand im Bewertungsabschnitt Süd liegt bei 3,6 (vgl. Abbildung 48). Hier bewirken die Eingriffe eine größere Abweichung vom Leitbildzustand. Auch im südlichen Bewertungsabschnitt ist die Stauhaltung mit 13 Leitbildparametern, welche durch diesen Eingriff am stärksten beeinflusst werden, der Eingriff mit dem größten negativen Einfluss auf den Gewässersystemzustand.

Systembetrachtungsebenen	Systemkomponenten	Ausprägung im Leitbild	Bewertungskriterien Eingriffsstärke	Schwellbetrieb	→ Ausleitung	Stau (im Abschnitt)	Hochwassermanagement in Stauräumen	on Wehr	Sedimentmanagement - Stauraumspülung	A Absturzbauwerke	Reduktion der Gewässerbreite	Begradigung des Gewässerverlaufs	Austiefung der Gewässersohle	* Ufersicherung	→ Uferdämme	N Entfernung der Ufergehölze	Grundwasserenthalime	Hochwasserdämme im Hinterland	Rodung Auwald	Abtrennung von Zubringern	Minimalwert ET	MW Teilkomponenten
		mittel	Überflutungsdauer		100	42	87	100	100	100	70	70	58	_	87	100	100	87	100	100	42	AUIC
	Hydrologie	hoch	Grundwasserflurabstand	100	95	17	100	100	100	100	79	79	72	100	100	100	97	100	_	100	17	
		hoch	Gewässerausdehnung	70	95	72	100	100	100	100	50	100	100	100	A DOMESTIC	100	97	100		100	50	42
ω		mittel	Wassertiefe	87	88	50	100	100	100	86	72	100	100	100	_	100	92	100	100	100	50	
Systemelemente		gering	Strömung	70	93	70	100	100	100	100	65	50	84	100		81	98	1.00	_	1.00	50	
	Laufentwicklung	mittel	Laufentwicklung	100	100	50	80	100	100	100	68	68	100	58	87	100	100	100	100	100	50	50
		mittel	Sohlstruktur/Rauigkeit	95	92	68	88	63	88	80	88	88	100	100	100	100	100	100	100	100	63	-
	Gewässerbettmorphologie	sehr hoch	Gewässerbettausformung	100	63	20	100	55	100	77	30	45	100	20	100	7.7	100	100	100	100	20	42
र्के		hoch	Uferausdehnung	70	96	40	100	100	100	100	50	55	100	100	91	100	100	1.00	100	100	40	20
	Ufermorphologie	sehr hoch	Uferstruktur	50	100	20	100	100	58	100	72	72	100	20	88	40	100	100	100	100	20	30
	Augroparchalagia	hoch	Auenausdehnung	100	100	48	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	50	100	48	54
	Auenmorphologie	sehr hoch	Auenstruktur	100	90	38	100	100	100	100	45	45	100	100	50	100	63	50	25	100	25	31
		hoch	Morphodynamik Sohle	100	92	40	83	40	91	60	55	55	100	78	100	100	100	1.00	100	1.00	40	
\sim	Morphodynamik	hoch	Morphodynamik Ufer	100	92	40	83	100	91	100	55	55	100	40	91	7.2	100	100	100	100	40	41
Systemsdynamik	14 000 75550 75550 75550 755	mittel	Morphodynamik Au	100	100	42	100	100	100	100	68	68	100	100	87	100	100	87	100	100	42	
돐		sehr gering	Abflussdynamik-kurzfristig	87	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	87	Ti
)SE		hoch	Abflussdynamik-mittelfristig	100	98	1.00	70	100	91	100	88	88	100	100	100	100	100	1.00	100	70	7.0	
eg.	Hydrodynamik	sehr gering	Abflussdynamik-langfristig	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	69
ගි	1.2000200000000000000000000000000000000	hoch	Überflutungsdynamik	100	90	17	70	100	100	100	50	50	40	100	70.	100	100	70	100	100	17	
		gering	Grundwasserdynamik	100	98	72	100	100	100	100	100	100	100	100	98	100	98	100	100	100	72	
E	Laterale Vernetzung	hoch	Vernetzung Gewässer-Nebengewässer	100	87	1.00	100	100	100	100	100	100	40	100	87	100	70	1.00	50	40	40	40
ing ing	Vertikale Vernetzung	sehr hoch	Vernetzung Gewässer-Grundwasser	88	88	100	100	100	75	100	100	100	100	100	91	100	100	100	100	100	75	75
Systemyern etzung	Längekontinuum	sehr hoch	Lokales Längskontinuum	100	82	100	100	10	100	92	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	10	10
ळे	Längskontinuum	sehr hoch	Regionales Längskontiuum	100	82	100	100	10	100	40	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	10	10
erfüllun	gsgrad - gesamt (in %)																					
moetizi	erter Gewässersystemzustai	2.260																		1		

Abbildung 47: Gewässersystemzustand des Bewertungsabschnitt Nord

Anwendung RiverSmart 133

Systembetrachtungsebenen	Systemkomponenten	Ausprägung im Leitbild	Bewertungskriterien Eingriffsstärke	Schwellbetrieb	Stau (im Abschnitt)	Hochwassermanagement in Stauräumen	Wehr	Sedimentmanagement - Stauraumspülting	+ Absturzbauwerke	Reduktion der Gewasserbreite	⇔ Begradigung des Gewässerverlaufs	Austiefung der Gewässersohle	+ Ufersicherung	→ Uferdämme	N Entfernung der Ufergehölze	- Grundwasserentnahme	Hochwasserdämme im Hinterland	Rodung Auwald	Abtremung von Zubringern	Minimalwert ET	MWTeilkomponenten	-
		mittel	Überflutungsdauer	100	42	87	100	100	100	66	70	68	100	87	100	100	87	100		42	ADI	T
	Hydrologie	hoch	Grundwasserflurabstand	100	17	100	100	100	100	72	79	79	100	100	100	97	100	100	_	17	47	
		mittel	Gewässerausdehnung	87	58	100	100	100	100	58		100	100	100	10000	98	100	100		100		
2465		hoch	Wassertiefe	70	70	100	100	100	84	72	100	100	100	100	-	88	100	100	100000000000000000000000000000000000000	70		۱
Ħ.		gering	Strömung	78	70	100	100	100	100	57	50	88	100	100	-	98	100			50		۱
Systemelemente	Laufentwicklung	hoch	Laufentwicklung	100	30		100	100	100	40		100	40	70	100	100	100	100	-	30	30	0
죝		mittel	Sohlstruktur/Rauigkeit	95	68	88	63	80	68	74	-	100	100	100	100	100	100	100	Table 1	63	37	
et e	Gewässerbettmorphologie	sehr hoch	Gewässerbettausformung	100	20	100	55	100	65	20		100	20	100	_	180	100	100		20	42	1
à		mittel	Uferausdehnung	87	58	1.00	100	100	100	58	70	_	100	95	100	100	100	1.00	100	58		t
	Ufermorphologie	sehr hoch	Uferstruktur	50	20	100	100	58	100	85	72	100	20	88	40.	100	100	100		20	39	ı
	\$1000000000000000000000000000000000000	sehr hoch	Auenausdehnung	100	38	100	100	100	100000000000000000000000000000000000000			100	100	100	100	100	100	25	100	25		i
	Auenmorphologie	sehr hoch	Auenstruktur	100	38	100	100	100	100	38	45	100	100	50	100	63	50	25	100	25	25	1
	Morphodynamik	hoch	Morphodynamik Sohle	100	40	83	40	91	40	48		100	70	100	100	100	_	1.00	100	40		t
22		hoch	Morphodynamik Ufer	100	40	83	100	91	100	48	_	100	40	91	72	100	100	100	100	40	32	1
Systemsdynamik	PLONE NAME OF STREET	hoch	Morphodynamik Au	100	17	100	-	100	100	40		100	100	70	100	100	70	Name and Address of the Owner, where		17	SO.T.	ı
Š	-	sehr gering	Abflussdynamik-kurzfristig	87	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	87		١
DS.		hoch	Abflussdynamik-mittelfristig	100	100	70	100	91	100	84	$\overline{}$	100	100	100		100	100	1.00	78	70		ı
SE SE	Hydrodynamik	sehr gering	Abflussdynamik-langfristig	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	_	100	100	100	64	ı
တ်	1,000,000,000,000,000,000	sehr hoch	Überflutungsdynamik	100	4	50	100	100	100	20	38	30	100	50	100	100	50	100	100	A		1
		mittel	Grundwasserdynamik	100	58	100	100	100	100	100	100	100	100	96	100	95	100	100	100	58		1
E §	Laterale Vernetzung	sehr hoch	Vernetzung Gewässer-Nebengewässer	100	100	1.00	100	100	100	100	100	30	100	82	100	50	100	30	20	20	20	Ī
Systemvern etzung	Vertikale Vernetzung	sehr hoch	Vernetzung Gewässer-Grundwasser	88	100	100	100	75	100	100	100	100	100	91		100	100	100	100	75		
ster	T Addistraction to	sehr hoch	Lokales Längskontinuum	100	100	100	10	100	20	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	10	10	1
ò	Längskontinuum	sehr hoch	Regionales Längskontiuum	100	100	100	1.0	100	20	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	10	10	
			21																			1
CONT. 20 1 (01)	gsgrad - gesamt (in %)																					
mostizi	erter Gewässersystemzusta	nd																				

Abbildung 48: Gewässersystemzustand des Bewertungsabschnitt Süd

Anwendung RiverSmart 134

5.3.2. Eingriffsparameterreihung

Wie durch die Ergebnistabellen der aktuellen Gewässersystemzustände bereits zu erkennen ist, verursacht in beiden Bewertungsabschnitten der Eingriff Stau die stärkste Abweichung vom Leitbildzustand. RiverSmart berücksichtigt für jeden Leitbildparameter nur den am stärksten wirkenden und somit limitierenden Eingriff. Wechselwirkungen zwischen verschiedenen Eingriffen wie Abschwächungen und Verschärfungen (zB: Stau erhöht Grundwasserspiegel - Gewässereintiefung senkt Grundwasserspiegel; Stau vermindert Sohldynamik durch Abnahme der Fließgeschwindigkeit - zusätzliche Verminderung der Sohldynamik durch Absturzbauwerke usw.) werden nicht berücksichtigt. Um also die Eingriffe anhand ihren Auswirkungen reihen zu können, muss der limitierende Eingriff ausgeschieden werden, damit der nächst größte Eingriff ermittelt werden kann.

Ausgehend vom aktuellen Gewässersystemzustand wird immer der Eingriff ausgeschieden, welcher auf die Leitbildparameter limitierend wirkt. Dabei werden alle fett umrandeten Felder abgezählt und nach Formel 17 das theoretische Verbesserungspotential ermittelt (Eingriffe mit Stärken ≤ 1 werden nicht berücksichtigt).

$$V_{th} = 100 n_{Fl} - \sum ZEG_{Fl}$$
 Formel 17

 V_{th} theoretisches Verbesserungspotential

 n_{Fl} Anzahl der limitierenden Felder

 ZEG_{Fl} Zielerfüllungsgrad des limitierenden Feld

Jener Eingriff mit dem größten theoretischen Verbesserungspotential ist der Eingriff mit den stärksten Auswirkungen auf das visionäre Ökosystem und wird infolge ausgeschieden. Somit kann eine Reihung der Eingriffe nach dem Ausmaß der Auswirkungen vollzogen werden.

Die Vorgehensweise wird durch die Wegnahme des Eingriffs "Stau" im Bewertungsabschnitt Nord erläutert. Begutachtet man die Ergebnistabelle des aktuellen Gewässersystemzustandes im Bewertungsabschnitt Nord (vgl. Abbildung 47), so fällt sofort die Konzentration roter und oranger Felder in der Spalte "Stau" auf. Dieser Eingriff limitiert 13 Leitbildparameter. Nach Formel 17 ergibt sich ein theoretisches Verbesserungspotential von 802 Zielerfüllungsgraden

(ZEG). Kein anderer Eingriff führt zu so einem hohen Verbesserungspotential, folgedessen wird der Eingriff "Stau" ausgeschieden (vgl. Abbildung 49). Vergleicht man die Ergebnistabelle des aktuellen Gewässersystemzustandes Nord mit der Ergebnistabelle ohne Stau, ist ersichtlich, dass sich der Gewässersystemzustand an der Raab ohne Staubelastung von 3,3 auf 3,0 verbessern würde. Die relativ geringe Verbesserung, obwohl der größte Eingriff ausgeschieden wurde, lässt sich dadurch erklären, dass nun der nächstgrößte Eingriff auf die Leitbildparameter limitierend wirkt und eine Verbesserung in größerem Ausmaß verhindert. Um den zweitgrößten Eingriff zu identifizieren, wird abermals Formel 17 angewandt und das theoretische Verbesserungspotential der weiteren Eingriffe bestimmt.

Tabelle 24: : Theoretische Verbesserungspotential nach dem Ausscheiden des Eingriffs "Stau" (vgl. Abbildung 49)

Eingriff	<i>n_{Fl}</i> *100	(max ZEG)	$\sum \mathbf{Z} \mathbf{E} \mathbf{G}_{Fl}$	V_{th}
Reduktion der Gewässerbreite Austiefung der	4	400	240	160
Gewässersohle	4	400	210	190
Ufersicherung	4	400	138	262
Wehr	3	300	60	240

Durch das größte theoretische Verbesserungspotential von 262 ZEG ist ersichtlich, dass nach dem Eingriff "Stau" "Ufersicherung" den zweitgrößten Eingriff darstellt und infolge als nächstes ausgeschieden wird. Dieser Vorgang wird solange wiederholt, bis in der Ergebnistabelle kein oranges Feld mehr vorkommt, da dann kein einzelner Eingriff mehr so starke Auswirkungen hat, um den Gewässersystemzustand maßgeblich zu verändern. Die Ergebnisse der Eingriffsreihung ergeben folgendes Bild.

Tabelle 25: Ergebnis der Eingriffsreihung im Bewertungsabschnitt Nord

Reihung	Eingriff	GSZ	ZEG	Verbesserung GSZ
	aktueller GSZ	3.3	46	
1	Stau	3	51	0.3
2	Ufersicherung	2.8	53	0.2
3	Reduktion Gewässerbreite	2.8	54	0
4	Wehr	2.3	61	0.5
5	Begradigung des Laufs	2.1	66	0.2
6	Austiefung der Sohle	2	68	0.1
7	Rodung Auwald	1.8	70	0.2
8	Absturzbauwerke	1.6	74	0.2
9	Abtrennung Zubringer	1.4	77	0.2
10	Entfernung Ufergehölz	1.3	78	0.1

Tabelle 26: Ergebnis der Eingriffsreihung im Bewertungsabschnitt Süd

Reihung	Eingriff	GSZ	ZEG	Verbesserung GSZ
	aktueller GSZ	3.6	40	
1	Stau	3.3	45	0.3
2	Reduktion Gewässerbreite	3.2	46	0.1
3	Ufersicherung	3	49	0.2
4	Begradigung des Laufs	2.8	54	0.2
5	Wehr	2.7	56	0.1
6	Absturzbauwerke	2	68	0.7
7	Rodung Auwald	1.8	71	0.2
8	Austiefung	1.7	72	0.1
9	Abtrennung Zubringer	1.5	76	0.2
10	Entfernung Ufergehölz	1.4	77	0.1

Wie bereits erwähnt, ist der Eingriff "Stau" in beiden Bewertungsabschnitten jener mit den größten Auswirkungen auf das visionäre Ökosystem. Aus der weiteren Reihung ist ersichtlich, dass sich nach Wegnahme einiger Eingriffe der Gewässersystemzustand sprunghaft in großem Ausmaß verbessert. Im Bewertungsabschnitt Nord sind es vier Eingriffe (Stau, Ufersicherung, Reduktion Gewässerbreite, Wehr), im Bewertungsabschnitt Süd sind es sechs Eingriffe nach deren Wegnahme sich der Gewässersystemzustand um 0,7 verbessert, wobei zu den vier Eingriffen des nördlichen Bewertungsabschnitt noch die Eingriffe "Absturzbauwerke" und "Begradigung" hinzukommen. Würden die genannten Eingriffe an der Raab nicht existieren, ergäbe sich ein Gewässersystemzustand von 2.3 im Bewertungsabschnitt Nord und 1,8 im Bewertungsabschnitt Süd. Diese Eingriffe sind folgedessen im Zuge der Maßnahmenplanung zu priorisieren, da sich durch die Verminderung dieser Eingriffe die größten Verbesserungen des Gewässersystemzustandes erzielen lassen.

Systembetrachtungsebenen	Systemkomponenten	Ausprägung im Leitbild	Bewertungskriterien	* Schwellbetrieb	* Ausleitung	· Hochwassermanagement in Stauräumen	Wehr	Sedimentmanagement - Stauraumspülung	Absturzbauwerke	Reduktion der Gewässerbreite	Begradigung des Gewässerverlaufs	- Austiefung der Gewässersohle	- Ufersicherung	- Uferdämne	Enffernung der Ufergehölze	• Grundwasserentnahme	, Hochwasserdämme im Hinterland	Roding Auwald	Abtrennung von Zubringern	Minimalwert ET	MWTeilkomponenten
		mittel	Eingriffsstarke Überflutungsdauer	100	100	87	100	100	100	70	70	4 58	100	87	100	100	87	100	100	58	Abio
	1	hoch	Grundwasserflurabstand	100	95	100	100	100	100	79	79	72	100	100	_	97	_	100	-	72	
	Hydrologie	hoch	Gewässerausdehnung	70	95	100	100	100	100	50		100	100	100	-	97	10000	-	-	50	60
(201)	(1) a , a, a a	mittel	Wassertiefe	87	88	100	4.00	100	86	72	_	100	100	100	11.73(18)	92	10000	-	200	-	
Ħ	il i	gering	Strömung	70	93	-	100	100	100	85	50	84	100			98	100			50	
Systemelemente	Laufentwicklung	mittel	Laufentwicklung	100	100	-	100	100	100	68		100	58			100	-	100	-	58	58
흗	SOURCE CONTRACTOR CONT	mittel	Sohlstruktur/Rauigkeit	95	92	80	63	80	80	80		100	100	100	100	100	100	100	100000	63	
ge.	Gewässerbettmorphologie	sehr hoch	Gewässerbettausformung	100	63	100	55	100	7.1	30	45	100	70	100	77	100	100		-	20	42
8	F	hach	Uferausdehnung	70	98	100		100	100	50		100	100	91	100	100	100		-	50	
	Ufermorphologie	sehr hoch	Uferstruktur	50	100	100	100	58	100	72	_	100	20	88	46	100	-	100	100	20	35
	Transactoral Assessment	hoch	Auenausdehnung	100	100	100	100	100	100	100		100	100	100	100	100	100	50	100	50	
	Auenmorphologie	sehr hoch	Auenstruktur	100	90	100	100	100	100	45	_	100	100	50.	11.73(18)	63	50	25	100	25	38
	*	hoch	Morphodynamik Sohle	100	92	83	40	91	60	55	_	100	70	100		100	_	100	100		
×	Morphodynamik	hoch	Morphodynamik Ufer	100	92	_	100	91	100	55		100	40	91	72	100		100	100	40	49
Systemsdynamik	Was to the same or the Popular	mittel	Morphodynamik Au	100	100	100	100	100	100	68	_	100	100	87	100	100	87	100	100	68	
Ĕ.		sehr gering	Abflussdynamik-kurzfristig	87	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	87	
)SE	1	hoch	Abflussdynamik-mittelfristig	100	90	70	100	91	100	88	_	100	100	100	100	100	100	100	70	70	
SG SG	Hydrodynamik	sehr gering	Abflussdynamik-langfristig	100	100	100	100	100	100	100	_	100	100	100	100	100	100	100	100	100	79
ି	A BE SOAR EPPENDINGS	hoch	Überflutungsdynamik	100	90	70	100	100	100	50	50	40.	100	70	100	100	70	100	100	40	
		gering	Grundwasserdynamik	100	98	100	100	100	100	100	100	100	100	98	100	98	100	100	100	.98	
5 1	Laterale Vernetzung	hoch	Vernetzung Gewässer-Nebengewässer	100	87	100	100	100	100	100	100	40.	100	87	100	7.0	100	50	40	40	40
Systemvernetzung	Vertikale Vernetzung	sehr hoch	Vernetzung Gewässer-Grundwasser	88	88	100	100	75	100	100	100	100	100	91	100	100	100	100	100	75	75
당당	Längskontinuum	sehr hoch	Lokales Längskontinuum	100	82	100	10	100	92	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	10	10
તે .	Langskonundum	sehr hoch	Regionales Längskontiuum	100	82	100	19	100	40	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	10	10
e agrante de la	an aread the execution (6)																				
errunun	gsgrad - gesamt (in %)							V		U U		J		y y		Ų.					

Abbildung 49: Gewässersystemzustand des Bewertungsabschnitt Nord ohne den Eingriff "Stau"

Anwendung RiverSmart 139

5.3.3. Bewertung von Maßnahmenkombinationen

Nachdem die Eingriffe nach ihren Auswirkungen gereiht sind, werden in diesem Kapitel anhand des Maßnahmenkataloges des Gesamtplanes Raab Maßnahmenkombinationen ermittelt, welche v. a. die priorisierten Eingriffe vermindern. Anschließend wird analysiert, inwieweit sich durch die Maßnahmenkombinationen die Eingriffsstärken reduzieren lassen und welcher Gewässersystemzustand durch die Renaturierungsmaßnahmen maximal erreichbar wäre.

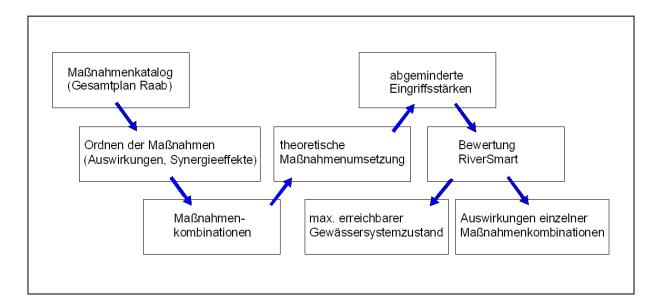


Abbildung 50: Überblick der Vorgehensweise zum Bewerten von Maßnahmenkombinationen

Die Maßnahmen aus dem Gesamtplan Raab werden im Folgenden zu Maßnahmenblocks zusammengefasst.

- 1) Konnektivität Maßnahmen zur Herstellung des Fließgewässerkontinuums, inklusive der Anbindung von Zubringern.
 - -Errichten von Fischaufstiegshilfen
 - -Umbau von Sohlstufen zu passierbaren Rampen
 - -Anbindung von Zubringern

2) Morphologie/Dynamik

Maßnahmen, welche der Annäherung des morphologischen Zustandes an den morphologischen Leitbildzustand inklusive der Betrachtung von dynamischen Verhältnissen dienen.

- -Altarmanbindung
- -Uferstrukturierung
- -Errichten von Leitwerken/Buhnen
- -Initialmaßnahmen zur dynamischen Entwicklung
- -Maßnahmen gegen Sohleintiefung
- -Geschiebemobilisierung durch Seitenerosion

3) Stauraum

Maßnahmen, welche die Staubelastung vermindern.

- -Stauwurzelstrukturierung
- -Herabsetzen der Querbauwerksoberkante
- -Optimierung der Stauhaltung
- -Entlandung von Stauräumen
- 4) Diffuse Einträge

Maßnahmen, welche dazu dienen die diffusen Einträge zu

vermindern.

- -Änderung der Flächenbewirtschaftung im Einzugsgebiet
- -Pufferstreifen zwischen Gewässer und landw. Nutzflächen
- 5) Defizite Ufervegetation

Maßnahmen, welche die Ufer- und Auenvegetation betreffen.

- -Ufergehölzgürtel verbreitern
- 6) Hydrolog. Defizite

Maßnahmen, welche dazu dienen bestimmte hydraulische und

hydrologische Eigenschaften zu garantieren.

-Erstellung von Leitwerken/Buhnen im Unterwasser von

Wehranlagen

-Abgabe von Restwasser in Ausleitungsstrecken

Zwischen den angeführten Maßnahmen bestehen oft Synergieeffekte im Hinblick auf Flächenbedarf, Umsetzungsarbeiten oder auf die Auswirkungen. Zum Beispiel benötigt man für Initialmaßnahmen zur dynamischen Entwicklung des Ufers Grundfläche im Uferbereich, ebenso um die Ufervegetationsgürtel zu verbreitern oder Pufferzonen zu landwirtschaftlichen Nutzflächen zu schaffen. Oder es könnten Leitwerke und Buhnen im Zuge von Uferstrukturierungsmaßnahmen wie etwa Entfernen der Ufersicherungen errichtet werden. Im Rahmen dieser Arbeit wird versucht die Maßnahmen im Hinblick solcher Synergieeffekte zu Maßnahmenkombinationen zu gruppieren und anschließend den Eingriffen gegenüberzustellen.

Maßnahmenkombination 1 - Konnektivität

Maßnahmen: Zu vermindernde Eingriffe:

Errichtung/Instandsetzung von Fischaufstiegshilfen Wehr

Umbau von Sohlstufen zu passierbaren Rampen Absturzbauwerke

Anbindung von Zubringern Abtrennung von Zubringern

Maßnahmenkombination 2 - Morphologie

Maßnahmen: Zu vermindernde Eingriffe:

Altarmanbindung Reduktion Gewässerbreite

Uferstrukturierung Begradigung des Laufes

Erstellen von Leitwerke/Buhnen Austiefung der Sohle

Initialmaßnahmen zur dynamischen Entwicklung Ufersicherung

Maßnahmen gegen Sohleintiefung Rodung Auwald

Geschiebemobilisierung durch Seitenerosion Entfernung Ufergehölz

Verbreiterung des Ufervegetationsgürtels

Schaffen von Pufferzonen

Maßnahmenkombination 3 - Stau

Maßnahmen: zu vermindernde Eingriffe:

Stauwurzelstrukturierung Stau

Absenken der Querbauwerksoberkante Stauraumspülung

Optimierung der Stauhaltung

Entlandung von Stauräumen

Damit sind allen Eingriffen, welche im RiverSmart mit Eingriffsstärken ≤ 1 eingestuft wurden, Maßnahmenkombinationen zugewiesen. Der nächste Schritt besteht darin, zu analysieren, um wieviele Klassen sich die Eingriffsstärken vermindern lassen. Dazu werden die Maßnahmenkombinationen virtuell umgesetzt und die Eingriffsstärken neu eingestuft. Dies soll an den Eingriffen "Stau" und "Absturzbauwerke" beispielhaft für den Bewertungsabschnitt Süd erläutert werden.

Tabelle 27: Neueinstufung der Eingriffsstärke "Stau" nach virtueller Durchführung von Maßnahmenkombination 3 (MK3) im Bewertungsabschnitt Süd

Eingriffsbeschreibung		Eingriffseinstufur	ng
Indikator	Grenzwerte	aktuell	nach MK3
Rückstaulänge bei mittleren	lang (> 300 m)		
Niedrigwasserabfluss (MNQ)	kurz (< 300 m)	lang	lang
Veränderung des natürlichen	hoch		
Wasserspiegelgefälles	gering	gering	gering
Verhältnis max. Wassertiefe (Stau)/	mehr als 10fache		
max. Wassertiefe (natürlich)	weniger als 10fache	weniger	weniger
Vorhandensein von Leitwerken oder	ja		
Buhnen im Stauraum	nein	nein	ja
Ufer	strukturiert		
	monoton	monoton	strukturiert
Flachwasserzonen	vorhanden		
	nicht vorhanden	nicht vorh.	vorhanden
Eingriffsstärke		4	3

Das Absenken der Querbauwerksoberkante wird aufgrund der Besitzverhältnisse rechtlich kaum in so einem Ausmaß durchführbar sein, dass sich die durchschnittliche Staulänge von derzeit über 1 km auf ≤ 300 m reduziert, wie auch die Gefälls- und Tiefenverhältnisse kaum so stark verändert werden können, um zu einer geringeren Eingriffsstärke zu führen. Allerdings können die Uferzonen strukturiert, Flachwasserzonen geschaffen bzw. Buhnen errichtet werden. Diese Maßnahmen führen im Bewertungsabschnitt Süd laut dem RiverSmart-Entscheidungsbaum zu einer Verminderung der Eingriffsstärke von 4 auf 3.

Tabelle 28: Neueinstufung der Eingriffsstärke "Absturzbauwerke" nach virtueller Durchführung von Maßnahmenkombination 1 (MK1) im Bewertungsabschnitt Süd

Eingriffsbeschreibung		Eingriffseinstufun	g
Indikator	Grenzwerte	aktuell	nach MK1
Passierbarkeit des Absturzbauwerkes	ja		
für Fische: < 30 cm	nein	nein	ja
Barrierefreie und morph. Intakte	ja		
Gewässerstrecke oberhalb/unterhalb	nein	nein	ja
Gewässertyp	Rhitral		
Zeitpunkt der Spülung:	Potamal	Epipotamal	Epipotamal
Barrierefreie Erreichbarkeit eines morph.	ja		
intakten Zubringers unterhalb/oberhalb	nein	nein	ja
Eingriffsstärke		4	1
		·	-

Durch Umbau aller Sohlstufen zu passierbaren Querbauwerken wie etwa Rampen lässt sich dieser Eingriff von 4 auf 1 vermindern.

Nach diesem Schema wurden alle Eingriffsstärken neu eingestuft. Nach virtueller Umsetzung der Maßnahmenkombinationen ergibt sich folgendes Bild:

Tabelle 29: Verminderung der Eingriffsstärken durch die virtuelle Umsetzung der Maßnahmenkombinationen 1-3 im Bewertungsabschnitt Nord

Eingriffsparameter (Eingriffstypen)		Eingriffsst	ärke
	MK	aktuell	renaturiert
Schwall	_	sehr schwach	sehr schwach
Ausleitung	_	sehr schwach	sehr schwach
Stau	3	stark	mittel
Wasserspeicher OL	-	keine	keine
Hochwassermanagement - Stau	_	sehr schwach	sehr schwach
Wehr	1	sehr stark	sehr schwach
Stauraumspülung	3	mittel	mittel
Absturzbauwerke	1	schwach	sehr schwach
Baggerungen	-	keine	keine
Reduktion Gewässerbreite	2	mittel	schwach
Begradigung	2	mittel	schwach
Sohlsicherung	2	keine	keine
Austiefung	2	stark	schwach
Ufersicherung	2	stark	schwach
Uferdämme	-	sehr schwach	sehr schwach
Entfernung Ufergehölz	2	schwach	sehr schwach
Grundwasserentnahme	-	sehr schwach	sehr schwach
HW-Dämme Hinterland	-	sehr schwach	sehr schwach
Rodung Auwald	2	mittel	schwach
Abtrennung Zubringer	1	stark	sehr schwach
	-		

Tabelle 30: Verminderung der Eingriffsstärken durch die virtuelle Umsetzung der Maßnahmenkombinationen 1-3 im Bewertungsabschnitt Süd

Eingriffsparameter		Eingriffsst	ärke
	MK	aktuell	renaturiert
Schwall			
	-	sehr schwach	sehr schwach
Ausleitung	-	keine	keine
Stau	3	stark	mittel
Wasserspeicher OL	-	keine	keine
Hochwassermanagement - Stau	-	sehr schwach	sehr schwach
Wehr	1	sehr stark	sehr schwach
Stauraumspülung	3	mittel	mittel
Absturzbauwerke	1	stark	sehr schwach
Baggerungen	-	keine	keine
Reduktion Gewässerbreite	2	stark	schwach
Begradigung	2	mittel	schwach
Sohlsicherung	2	keine	keine
Austiefung	2	mittel	schwach
Ufersicherung	2	stark	schwach
Uferdämme	-	sehr schwach	sehr schwach
Entfernung Ufergehölz	2	schwach	sehr schwach
Grundwasserentnahme	-	sehr schwach	sehr schwach
HW-Dämme Hinterland	-	sehr schwach	sehr schwach
Rodung Auwald	2	mittel	schwach
Abtrennung Zubringer	_ 1	stark	sehr schwach

Im Folgenden werden die Auswirkungen bei Durchführung von einer, zwei und schließlich aller drei Maßnahmenkombinationen ermittelt. Dazu werden die neu eingestuften Eingriffsstärken je nach betrachtetem Szenario im RiverSmart verändert und der Gewässersystemzustand berechnet.

1) Virtuelle Durchführung einzelner Maßnahmenkombinationen

Maßnahmenkombination 1 - Konnektivität

Die Eingriffsstärken können durch diese Maßnahmen von einer Einstufung in die Klasse "sehr stark" zu "sehr schwach" vermindert werden, sobald das Fließgewässerkontinuum hergestellt ist und jegliche Zubringer angebunden werden. Dadurch lässt sich das hohe Verbesserungspotential dieser Maßnahmenkombination erklären. Der Gewässersystemzustand würde sich durch die Maßnahmenkombination 1 im Bewertungsabschnitt Nord um 0,5 auf 2,8 verbessern, im südlichen Bewertungsabschnitt sogar um 0,6 auf 3,0 (vgl. Anhang). In beiden Bewertungsabschnitten wird durch die Maßnahmenkombination 1 im Vergleich zu einzelner Umsetzung der anderen Maßnahmen die größte Verbesserung des Gewässersystemzustandes erzielt.

Maßnahmenkombination 2 - Morphologie

In dieser Maßnahmenkombination werden Maßnahmen bezüglich Gewässermorphologie und Vegetation zusammengefasst. Infolge großen Raumbedarfs können die Eingriffsstärken durch Maßnahmenkombination nicht stark vermindert werden wie diese SO durch Maßnahmenkombination 1. Allerdings wirken sich diese Maßnahmen auf fünf Eingriffe mindernd aus. Im Bewertungsabschnitt Nord lässt sich durch Maßnahmenkombination 2 der Gewässersystemzustand um 0,1 auf 3,2 verbessern. Diese geringe Verbesserung des Gewässersystemzustandes beruht darauf, dass trotz Verminderung von Eingriffen mit starken ökologischen Auswirkungen, wie die Eingriffsparameterreihung zeigte, andere Eingriffe limitierend wirken. im südlichen Bewertungsabschnitt Gewässersystemzustand durch Maßnahmenkombination 2 nicht verbessert werden kann (vgl. Anhang).

Maßnahmenkombination 3 - Stau

Der Eingriff "Stau" ist in beiden Bewertungsabschnitten der Eingriff mit den größten ökologischen Auswirkungen. Allerdings kann die Eingriffsstärke infolge der Wasserrechte der Kraftwerksbetreiber durch die Maßnahmenkombination 3 nur um 1 Klasse auf "mittel" vermindert werden. Der Gewässersystemzustand verändert sich im nördlichen

Bewertungsabschnitt um 0,2 auf 3,1 und im südlichen Bewertungsabschnitt um 0,1 auf 3,5 (vgl. Anhang).

2) Virtuelle Durchführung von zwei Maßnahmenkombinationen

Die Durchführung von zwei Maßnahmenkombinationen zeigt, dass das Ausmaß der Verbesserung des Gewässersystemzustandes in erster Linie von der Durchführung der Maßnahmenkombination 1 - Konnektivität abhängig ist. Wird das Fließgewässerkontinuum hergestellt, und Maßnahmenkombination 2 oder 3 durchgeführt, lässt sich der Gewässersystemzustand in beiden Bewertungsabschnitten um 0,7 vermindern.

Tabelle 31: Verminderung des Gewässersystemzustandes durch virtuelle Durchführung von zwei Maßnahmenkombinationen im Bewertungsabschnitt Nord.

Maßnahmenkombinationen	GSZ	Verbesserung
Aktueller GSZ	3,3	
MK1 + MK2	2.6	0.7
MK1 + MK3	2.6	0.7
Mk2 + MK3	3.0	0.3

Tabelle 32: Verminderung des Gewässersystemzustandes durch virtuelle Durchführung von zwei Maßnahmenkombinationen im Bewertungsabschnitt Süd.

Maßnahmenkombinationen	GSZ	Verbesserung
AL (0.0	
Aktueller GSZ	3,6	
MK1 + MK2	2,9	0.7
MK1 + MK3	2,9	0.7
Mk2 + MK3	3.3	0.3

3) Virtuelle Durchführung der Maßnahmenkombinationen 1-3

Durchführung aller drei Maßnahmenkombinationen wird Durch die der durch Renaturierungsmaßnahmen maximal erreichbare Gewässersystemzustand ermittelt. Im Bewertungsabschnitt Nord lässt sich der Gewässersystemzustand um 1,0 auf 2,3 verbessern, im südlichen Bewertungsabschnitt ebenfalls um 1,0 von 3,6 auf 2,6 wie die Ergebnistabellen zeigen (vgl. Anhang). Die Summe der Verbesserungen der Gewässersystemzustände durch virtuelle einzelner Maßnahmenkombinationen die Durchführung ergibt Bewertungsabschnitt Nord 0,8 und im Bewertungsabschnitt Süd 0,7. Werden alle drei Maßnahmenkombinationen synchron durchgeführt, liegt das Verbesserungspotential in beiden Bewertungsabschnitten bei 1,0. Daraus lassen sich Synergieeffekte zwischen den Maßnahmenkombinationen von 0,2 (Abschnitt Nord) bzw. 0,3 (Abschnitt Süd) ableiten.

Systembetrachtungsebenen	Systemkomponenten	Ausprägung im Leitbild	Bewertungskriterien	· Schwellbetrieb	. Ausleitung	Stau (im Abschnitt)	Hochwassermanagement in Stauräumen	Wellr	Sedimentmanagement - Stauraumspülung	* Absturzbauwerke	Reduktion der Gewässerbreite	Begradigung des Gewässerverlaufs	Austiefung der Gewässersohle	Ufersicherung	. Uferdämme	Entfernung der Ufergehölze	. Grundwasserentnahme	, Hochwasserdämme im Hinterland	, Rodung Auwald	, Abtrennung von Zubringern	Minimalwert ET	MW Teilkomponenten	BARACI Supplement on supplement
	=	mittel	Eingriffsstärke Überflutungsdauer	100	1.00	3 48	87	100	100	100	75	2 75	78	100	07	100	100	87	100	1.00	ZEG 48	Abi	ot
		2217 No. 7 111	Grundwasserflurabstand	100		95	100	100	100	100	85		85		_	100		100	100	100	23		ı
	CONTRACTOR CONTRACTOR	hoch hoch	Gewässerausdehnung	7.0	95	80	100	100	100	100	60	100	100		-	100	_	100	100	100	10.00	51	ı
66-85	THE PERSON NAMED OF	mittel	Wassertiefe	87	88	62	100	100	100	95	79	100	100	0.000	100	100		100	100	100	62		ı
Systemelemente			Strömung	70	93	80	1.00	100	100	100	72	60	92			91	_	100	100	100	60		ı
Ë.	-	gering mittel	Laufentwicklung	100		62	80	100	100	100	78	78	100		_	100	_	100	100			62	ı
je B			Sohlstruktur/Rauigkeit	95	92	74	80	87	80	87	87	93	100		-	100	-	100	100		74		1
ter.	i Gewasserpellmorphologie		Gewässerbettausformung	100	63	30	100	88	100	88	40	55	100	-	1000	88	100	100	-	-	30		ı
ò	-	hoch	Uferausdehnung	70	98	50	100	100	100	100	60	62	1 1 1	100	_	100	_	100	100		50		ı
	i Otermorphologie	sehr hoch	Uferstruktur	50	100	30	100	100	58	100	77		100	\rightarrow	_	50	_	100		-	30	12.00	ı
		hoch	Auenausdehnung	100	100	.55	100	100	100	100	100	100	100	470	-	100	-	100	75		55		ı
	Auenmorphologie	100000	Auenstruktur	100	100000	45	100	100	100	100	55	55	100	- Balle	50	100	63	50	60	100	45	50	ı
			Morphodynamik Sohle	100	-	50	83	70	91	70	62	_	100			100		100	100	100	50		H
			Morphodynamik Ufer	100		50		100	91	100	62	62	_	_	_	83	100	_	100			49	
Ē	THE AMERICAN AND ENDOUGH IN	mittel	Morphodynamik Au	100	100	48	100	100	100	100	78	78	100		-	100	100	87	100	100	48	128	
Systemsdynamik	-	The Contract of the Contract o	Abflussdynamik-kurzfristig	87	100	100	100	100	100	100	_	-	100	2000	100	100	and the last of the last	100	100	UI (STREET)	87		l.
ηsq		hoch	Abflussdynamik-mittelfristig	100	90	100	70	100	91	100	92	92	100	_	100	100	_	100	100	91	70		1
) Ste		COLUMN TO SECURITION OF THE PARTY.	Abflussdynamik-langfristig	100	100	-	100	100	100	100	100	100	100	-	100	100	100	100	100	100	100		ı
के	NAMES SALES VALORIZADO DE	hoch	Überflutungsdynamik	100	90	23	70	100	100	100	60	60	60	100		100	100	70	100	STATE OF THE PARTY.	23		ı
	1	gering	Grundwasserdynamik	100	98	80	100	100	100	100		-77	100	100	C Int.	100	200	100	100		80		ı
E	-	hoch	Vernetzung Gewässer-Nebengewässer	100	-	100	1.00	100	100	100	1.00	_	60	100	_	100	_	100	60	92		60	t
a≽ pu		sehr hoch	Vernetzung Gewässer-Grundwasser	88	88	100	100	100	75	100	100	100	100	100	_	100	100	100	100	100		75	
Systemvern etzung	Live Man Service	sehr hoch	Lokales Längskontinuum	100	82	100	100	96	100	96	100	S. College	100	2000	100	100	100	100	100	100	82	-	1
Sys	Landskontinuum	sehr hoch	Regionales Längskontiuum	100	82	The second	100	90	100	-	100	21000	-	100	10110	100	100	100	200		82	82	
ALCOHOLD TO LIBERT	ısgrad - gesamt (in %)																						
gnostizie	erter Gewässersystemzustan	d :										- 1											

Abbildung 51: Maximal erreichbarer Gewässersystemzustand im Bewertungsabschnitt Nord

Anwendung RiverSmart 150

Systembetrachtungsebenen	Systemkomponenten	Ausprägung im Leitbild	Bewertungskriterien Eingriffsstärke	- Schwellbetrieb	Stau (im Abschnitt)	Hochwassermanagement in Stauräumen	- Wehr	Sedimentmanagement - Stauraumspülung	+ Absturzbauwerke	N Reduktion der Gewässerbreite	Begradigung des Gewässerverlaufs	Austiefung der Gewässersohle	N Ufersicherung	→ Uferdämme	- Entfernung der Ufergehölze	■ Grundwasserentnahme	Hochwasserdämme im Hinterland	Rodung Auwald	Abtrennung von Zubringern	Minimalwert ET	MW Teilkomponenten
	+	mittel	Überflutungsdauer	100	48	87	1.00	100	100	75	75	78	100	87	100	100	87	100	-	48	ADIO
	}	hoch	Grundwasserflurabstand	100	22	100	100	100	100	85	85	85	100	100		97	100	100	100	23	=
	Hydrologie	mittel	Gewässerausdehnung	87	68	100	100	10000	100	78	100	100	St. Berry	100		98	100	A MINISTER	100000	68	54
Caso	rijalologia	hoch	Wassertiefe	70	80	100	100	100	98	85	100	100	100	100	E STATE	88	100	100	110000	70	3000
ag a	1	gering	Strömung	70	80	100	1.00	100	100	72	60	92	100	_	91	98	100	100		60	
Systemelemente	Laufentwicklung	hoch	Laufentwicklung	100		70	1000	100	100	60	60	100	60	70	100	100	100	100	100	40	_
ē	THE PROPERTY OF THE PROPERTY O	mittel	Sohlstruktur/Rauigkeit	95	74	80	87	80	87	87	93	100	100	100	100	100	100	100	100	74	100
ster	Gewässerbettmorphologie	sehr hoch	Gewässerbettausformung	100	30	100	88	100	88	40	55	100	40	100	88	100	180	100	100	30	1021
ò		mittel	Uferausdehnung	87	68	100	1.00	100	1.00	78	75	100	1.00	95	100	100	100	100	100	68	
	Ufermorphologie	sehr hoch	Uferstruktur	50	30	100	100	58	100	77	77	100	40	88	50	100	100	100	_	30	491
	20/40/2007 2/2007000 4/35/2012 65/	sehr hoch	Auenausdehnung	100	45	100	100	100	100	100	100	of annihous	108	100	100	100	100	60	1000	45	9624
	Auenmorphologie	sehr hoch	Auenstruktur	100	45	100	100	100	100	65	55	100	100	50	100	63	-60	60	100	45	45
		hoch	Morphodynamik Sohle	100	50	:83	70	91	78	62	62	100	88	_	100	100	100	100	100	50	
¥	Morphodynamik	hoch	Morphodynamik Ufer	100	50	83	100	91	100	62	62	100	60	91	83	100	100	100	100	50	41
Systemsdynamik	TORANS SANOESONO.	hoch	Morphodynamik Au	100	23	100	100	100	100	60	60	100	100	70	100	100	7.0	100	100	23	
둜		sehr gering	Abflussdynamik-kurzfristig	87	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	87	
Ē		hoch	Abflussdynamik-mittelfristig	100	100	70	1.00	91	100	92	92	100	1.00	100	100	100	100	100	91.	70	i i
Ste	Hydrodynamik	sehr gering	Abflussdynamik-langfristig	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	66
တ်		sehr hoch	Überflutungsdynamik	100	là	50	100	100	100	40	40	40	100	50	100	100	50	100	100	6	
		mittel	Grundwasserdynamik	100	68	100	100	100	100	100	100	100	100	96	100	95	100	100	100	68	
Ę	Laterale Vernetzung	sehr hoch	Vernetzung Gewässer-Nebengewässer	100	100	100	1.00	100	100	100	100	40	1.00	82	100	50	100	40	90	40	40
JIN B	Vertikale Vernetzung	sehr hoch	Vernetzung Gewässer-Grundwasser	88	100	100	100	75	100	100	100	100	100	91	100	100	100	100	100	75	75
Systemvernetzung	Längskontinuum	sehr hoch	Lokales Längskontinuum	100	100	100	96	100	96	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	96	93
က်	Langskullingulli	sehr hoch	Regionales Längskontiuum	100	100	100	90	100	90	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	90	Salt
erfillima	sgrad - gesamt (in %)																				

Abbildung 52: Maximal erreichbarer Gewässersystemzustand im Bewertungsabschnitt Süd

Anwendung RiverSmart 151

5.4. Kostenschätzung

In diesem Kapitel wird eine grobe Schätzung der Investitionskosten für die einzelnen Maßnahmenkombinationen durchgeführt. Betriebskosten bzw. laufende Kosten und Entschädigungszahlungen für Wasserberechtigte werden nicht berücksichtigt. Es werden die einzelnen Posten der Maßnahmenkombinationen aufgelistet, anschließend den Bewertungsabschnitten zugewiesen und durch Kostenrichtwerte/Einheit die Größenordnung der gesamten Investitionskosten abgeschätzt (BMLFUW, 2007), wobei der Neueinstufung der Eingriffsparameter nach virtueller Durchführung der Maßnahmenkombinationen dieselben Rahmenbedingungen zugrunde gelegt wurden, wie im Folgenden der Kostenschätzung (zB 16 km grundsätzlich durch MK 2 renaturierbare Gewässerstrecke im Untersuchungsgebiet).

1) Maßnahmenkombination 1 - Konnektivität

Im Untersuchungsgebiet sind insgesamt vier Fischaufstiegshilfen zu errichten, fünf Fischaufstiegshilfen instand zu setzen, fünf Absturzbauwerke zu passierbaren Querbauwerken umzubauen und zwei Zubringer anzubinden. Die Richtwerte der Kosten beziehen sich hier auf die zu überwindende Höhendifferenz und sind in €Höhenmeter (hm) angegeben.

Tabelle 33: Richtwerte zur Kostenschätzung der Maßnahmenkombination 1

Richtwerte Maßnahmenkombination 1 - Konnektivität		
Maßnahme	Richtwert [€]	/Einheit
Erstellung FAH (naturnaher Beckenpass)	18,000	/hm
Instandsetzen FAH (Annahme: 1/2 Kosten Erstellung FAH)	9,000	/hm
Umbau Absturzbauwerk zu passierbaren Querbauwerk	52,000	/hm
Anbindung von Zubringern	44,000	/hm

Tabelle 34: Kostenschätzung Maßnahmenkombination 1

Abschnitt Nord			Abschnitt Süd		
Beschreibung	Anzahl [hm]	Kosten/Maßn. [€]	Beschreibung	Anzahl [hm]	Kosten Maßn. [€]
Erstellung von 2 FAH	11	198,000	Erstellung von 2 FAH	10	180,000
Instands. von 5 FAH	23	207,000			
	-		Umbau von 5 ABW	5	260,000
Anbindung von 1 Zubr.	0.5	22,000	Anbindung von 1 Zubr.	0.5	22,000
Kosten/Abschnitt		427,000			462,000

2) Maßnahmenkombination 2 - Morphologie

Im Untersuchungsgebiet sind grundsätzlich etwa 16 km Flussstrecke morphologisch renaturierbar (32 km Uferstrecke). Bei der Erhebung der renaturierbaren Strecke wurden Gewässerstrecken in Siedlungs- und Gewerbegebieten oder in der Nähe von Infrastruktureinrichtungen wie Straßen und Bahnstrecken nicht miteinbezogen, da angenommen wird, dass in diesen Strecken kaum genügend Grundfläche zur Verfügung steht, um durch Renaturierungsmaßnahmen dem ursprünglichen Flusstyp gerecht zu werden. Was jedoch nicht heißen soll, dass kleinräumige Strukturierungsmaßnahmen in solchen Strecken keine Wirkung hätten (JUNGWIRTH et al, 2003). Auch wurden die gestauten Gewässerstrecken ausgeschieden, da diese unter Maßnahmenkombination 3 behandelt werden. Weiters werden im Bewertungsabschnitt Süd bezüglich der Initialmaßnahmen zur dynamischen Entwicklung lediglich 2/3 des Kostenrichtwertes angesetzt, da durch die Aufweitung im Zuge der Regulierungsarbeiten bereits Grundfläche zur Verfügung steht und nicht erst zugekauft werden muss (vgl. Parameter "Reduktion der Gewässerbreite"). Die Richtwerte der Kostenschätzung sind hier in €m renaturierter Gewässerstrecke angegeben.

Tabelle 35: Richtwerte zur Kostenschätzung der Maßnahmenkombination 2

Richtwerte Maßnahmenkombination 2 - Mo	rphologie	
Maßnahme	Richtwert [€	/Einheit
Gewässerrandstreifen/Pufferzonen	120	/m
Initialmaßn. zur dyn. Eigenentwicklung zu morph. Flusstyp	397 (265	
Initiierung/Entw. von Augewässern Anbindung von Augewässern	964	/m

Tabelle 36: Kostenschätzung Maßnahmenkombination 2

Abschnitt Nord			Abschnitt Süd		
Beschreibung	Anzahl [m]	Kosten/Maßn. [€]	Beschreibung	Anzahl [m]	Kosten Maßn. [€]
Pufferzonen	10,000	200,000	Pufferzonen	6,000	120,000
Initialmaßn. dyn. Entw.	10,000	3,970,000	Initialmaßn. dyn. Entw.	6,000	1,590,000
	-		Altarmanbindungen (5x)	2,300	2,217,200
Kosten/Abschnitt		4,170,000			3,927,200
Gesamtkosten Unt	ersuchungs	sgebiet: MK 2			8,097,200

3) Maßnahmenkombination 3 - Stau

Im Untersuchungsgebiet sind knapp 5,6 km der Gewässerstrecke durch Stauhaltungen beeinflusst. Für Strukturierungsmaßnahmen kommt vor allem der Stauwurzelbereich in Frage, wodurch die halbe Staulänge von 2,8 km als Maßstab gewählt wird. Die Richtwerte der Kostenschätzung sind hier in €m strukturierter Staustrecke angegeben.

Tabelle 37: Richtwerte zur Kostenschätzung der Maßnahmenkombination 3

Richtwerte Maßnahmenkombination 3 - Sta	u
Maßnahme	Richtwert [€] /Einheit
Gestaltung/Strukturierung Stauwurzel	32 /m
Strukturierung der Ufer	314 /m

Tabelle 38: Kostenschätzung Maßnahmenkombination 3

Maßnahmenkombination 3 - Stau												
Abschnitt Nord			Abschnitt Süd									
Beschreibung	Anzahl [m]	Kosten/Maßn. [€]	Beschreibung	Anzahl [m]	Kosten Maßn. [€]							
Strukturierung Stauw.	800	25,600	Strukturierung Stauw.	600	19,200							
Strukturierung der Ufer	800	251,200	Strukturierung der Ufer	600	188,400							
Kosten/Abschnitt		276,800			207,600							
Gesamtkosten Unt	ersuchungs	gebiet: MK 3	<u> </u>		€ 484,400							

Die gesamten Investitionskosten (ohne Ablösezahlungen bei Beschneidung von Wasserrechten) im Untersuchungsgebiet betragen nach obiger Schätzung etwa 9,5 Mio. Euro. Diese Schätzung stellt einen groben Richtwert dar. Vor allem die Grundverfügbarkeit im Rahmen der Detailplanung könnte zu größeren Abweichungen von diesem Schätzwert führen. sind im Zuge der Detailplanung die laufenden Kosten wie etwa Instandsetzungsarbeiten, Gewässerpflege oder energiewirtschaftlicher Nutzungsentgang zu berücksichtigen. Doch sind diesen Kosten auch hier nicht berücksichtigte positive Auswirkungen der Renaturierungsmaßnahmen wie Erhöhung der Retentionswirkung durch Retentionsflächen Flussnähe Schaffung von in und damit Verbesserung Hochwassersituation im gesamten Raabtal, sowie Erhöhung des Selbstreinigungspotentials des Flusses und damit Verbesserung der Wasserqualität, gegenüberzustellen.

6. Diskussion/Schlussfolgerungen

Im Zuge dieser Arbeit erfolgte eine Abschätzung des Gewässersystemzustandes der Raab mit Hilfe von RiverSmart zwischen Gleisdorf und Feldbach. Weiters wurden Prognosen über Auswirkungen verschiedener Maßnahmenkombination erstellt. Im Rahmen dieses Kapitels werden Vorgehensweisen, weiterführende Gedanken, Vorschläge und Schlussfolgerungen diskutiert.

6.1. Einstufung der RiverSmart Inputparameter

Die Einstufung der Leitbildparameter (Bewertungskriterien) stellt den Bewertungsmaßstab von RiverSmart dar. Fehler bzw. Falscheinstufungen von Leitbildparametern beeinflussen die Ergebnisse maßgeblich und sind tunlichst zu vermeiden. Deshalb wurde versucht eine objektive auf Daten beruhende Einstufung durchzuführen. Zur Parametereinstufung im Zuge der Diplomarbeit wurden insgesamt rund 5 km natürliche Gewässerstrecke und knapp 100 Profile digitalisiert und daraus ein Abflussmodell erstellt, um das Leitbild möglichst treffend zu beschreiben. Es ist nicht möglich denselben Aufwand für alle steirischen Flüsse zu betreiben. Deshalb wurde ein Weg gesucht, um Aussagen in vergleichbarer Qualität mit weniger Aufwand zu erzielen. Es wurde versucht die Profilanzahl der Abflussmodellierung möglichst gering zu halten und trotzdem als Ergebnis dieselbe Einstufung der RiverSmart Inputparameter zu erhalten. Die Vorgehensweise wird im Folgenden erläutert.

Der Lageplan der Referenzstrecken zeigt im Wesentlichen das ständige Aufeinanderfolgen von morphologisch ähnlichen Gewässerabschnitten (charakteristischer Gewässerabschnitt), wie in Abbildung 53 am Beispiel der Referenzstrecke Nord dargestellt wird.

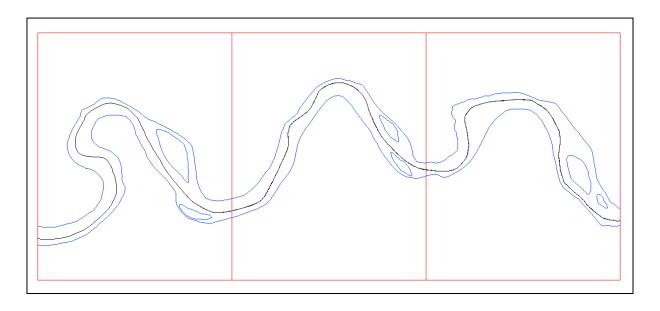


Abbildung 53: Charakteristischer Gewässerabschnitt der Referenzstrecke Nord

Daraus folgte die Überlegung mit Hilfe eines repräsentativen Abschnitts Aussagen für eine Leitbildeinstufung zu treffen. Also wurden die charakteristischen Abschnitte festgelegt und die Profilformen jedes Abschnittes analysiert. Die Breiten- und Tiefenvarianz der Profile ist durch Ausmessen aus den Profildaten ohne größeren Aufwand feststellbar. Die berechneten Varianzen beschreiben die Vielfältigkeit der Profilformen und sind somit eine gute Kennzahl, um die Profilanzahl zu ermitteln, welche den charakteristischen Gewässerabschnitt ausreichend genau darstellen. Ergeben sich sehr große Varianzen, so sind auch mehre Profile nötig. Weiters sind die Böschungshöhen zu berücksichtigen, da die Abschätzung des bordvollen Abflusses ein wesentliches Ergebnis der Abflussmodellierung darstellt. Es sollte darauf geachtet werden, dass die Böschungshöhen der Profile im repräsentativen Abschnitt keine Ausreißer darstellen. Auch die Lage der Profile beeinflusst das Ergebnis stark. Empfehlenswert ist die Einteilung des charakteristischen Abschnittes in die Mesohabitate Kolk, Furt und Rinner. Die Profilwahl für das Abflussmodell sollte nun so vollzogen werden, dass alle Mesohabitate repräsentativ in die Modellierung einbezogen werden. Diese Vorgehensweise ist nur dann möglich, wenn in der Plandarstellung eine ausreichende Profildichte vorhanden ist, um eine Auswahl treffen zu können. Stehen keine Pläne zur Verfügung, könnten an bis heute erhaltenen Referenzstrecken gezielt einige wenige Profile grob vermessen werden (Messgenauigkeit im Dezimeterbereich ausreichend), um charakteristische Gewässerabschnitte für eine Abflussmodellierung und anschließende RiverSmart–Bewertung zu beschreiben.

Im konkreten Fall ließen sich in beiden Abschnitten durch die Verwendung von 5 Profilen im Abschnitt Nord bzw. 4 Profilen im Abschnitt Süd Abflussmodelle erstellen, welche zur selben Einstufung der RiverSmart Inputparameter führte. Der Arbeitsaufwand lässt sich dadurch sehr stark reduzieren, allerdings erfordert die Wahl des charakteristischen Abschnittes, der Profillagen und Profilanzahl Kenntnisse über Gewässermorphologie bzw. verschiedene Habitaten in Fließgewässern. Die Erstellung eines einfachen Abflussmodells ist jedoch in jedem Fall empfehlenswert, da mehr als die Hälfte der RiverSmart Leitbildparameter durch die Ergebnisse eines Abflussmodells einzustufen sind. Die Einstufung der Eingriffsparameter ist infolge der guten Datenlage einfacher und vor allem nicht so zeitaufwändig wie die Leitbilderstellung.

6.2. Scale RiverSmart

Wie bereits im Kapitel "RiverSmart" erwähnt, ist RiverSmart grundsätzlich für die Makrohabitatebene konzipiert. Gewässerabschnitte von einigen hundert Metern, über ausgewiesene Oberflächenwasserkörper bis hin zu ganzen Einzugsgebieten sollen modelliert werden können.

RiverSmart bezieht sich auf die morphologische Ausprägung eines Gewässers. Nach oben begrenzt wird die Länge des Bewertungsabschnittes demnach von der morphologischen Ausprägung des Gewässerleitbildes. Ändert sich diese, so muss auch ein neuer Bewertungsabschnitt begonnen werden, da sonst entweder die Leitbildparameter nicht eindeutig eingestuft werden können bzw. die Auswirkungen der Eingriffe durch die Transformationskurven falsch abgeschätzt werden. Die Vielzahl an Eingriffen begrenzt den Bewertungsabschnitt nach oben kaum, da der Eingriffstypenkatalog sehr umfassend ist. Probleme ergeben sich aber bei der Ermittlung der Eingriffsparameter durch mehrfaches Auftreten eines Eingriffs wie etwa mehrere Stauhaltungen mit unterschiedlichen Staulängen. Dieses Problem wurde im Rahmen der Diplomarbeit durch arithmetische Mittelbildung der Kennzahlen, die zur Einstufung der Eingriffsstärke nötig waren, gelöst, jedoch ist bereits eine neue Version von RiverSmart mit Lagebezug der Eingriffe in Bearbeitung. Die maximale Abschnittslänge wird also von der morphologischen Leitbildausprägung bestimmt und ist somit maßgeblich von der Flussgröße abhängig. Ganze Einzugsgebiete können, sofern sich

die morphologische Leitbildausprägung ändert, nur durch eine Vielzahl an Bewertungsabschnitten modelliert werden.

Die untere Grenze der Abschnittslänge wird hingegen nicht von der morphologischen Leitbildausprägung bestimmt, sondern von den Eingriffstypen. Ist das morphologische Leitbild für einen Bewertungsabschnitt korrekt eingestuft, so lässt sich der Abschnitt beispielsweise halbieren, ohne bei einigermaßen gleichmäßiger Verteilung der Eingriffstypen und Eingriffsstärken verschiedene Ergebnisse zu berechnen. Halbiert man den Abschnitt immer weiter, so werden schließlich Eingriffe wie etwa ein Stau über die Abschnittsgrenzen verlaufen. Damit kann die Einstufung der Eingriffsstärke durch diesen Stau kaum argumentiert werden. Würden die Abschnittsgrenzen genau auf die Wehranlage und die Stauwurzel gelegt, wäre der Stau der einzige Eingriff im Abschnitt. Die Bewertung so kurzer Abschnitte ist zwar grundsätzlich möglich, jedoch wird das Konzept von RiverSmart, den Gewässersystemzustand durch eine integrierende Betrachtung der morphologischen Abweichungen zwischen Leitbild und aktuellem morphologischen Zustand zu schätzen, verletzt. Die minimale Abschnittslänge sollte sich an der Verteilung der Eingriffe innerhalb des Bewertungsabschnittes orientieren. Es sollten alle Eingriffe, welche innerhalb eines Abschnittes mit gleicher morphologischer Leitbildausprägung vorhanden sind, auch im gewählten Bewertungsabschnitt vorhanden sein. Um die Auswirkung von Maßnahmen auf Mesohabitatebene (etwa einen Stauraum) beurteilen zu können, ist die Anwendung anderer Software, wie etwa dem Habitatmodellierungsprogramm "CASIMIR" zu empfehlen.

6.3. Gewässersystemzustände

Wie eingangs erwähnt, stellen die RiverSmart Ergebnisse Schätzwerte dar, welche durch abiotische Faktoren ermittelt werden. Durch eine RiverSmart-Einstufung keinesfalls Gewässersystemzustandes kann eine Bewertung des ökologischen Gewässerzustandes nach biotischen Komponenten, wie in der EU-WRRL gefordert wird, ersetzt werden. Zusammenhänge der Ergebnisse von RiverSmart und biotischen Bewertungen wie Fish-Index-Austria (FIA) und European-Fish-Index sind zwar statistisch abgesichert (OLINOWETZ, 2006), jedoch können die Ergebnisse einer RiverSmart-Einstufung und etwa dem Fish-Index-Austria auch stark voneinander abweichen.

Tabelle 39: Kreuztabelle FIA und Ergebnis RiverSmart. Die Zeilen bilden die Ergebnisse des FIA und sind den Gewässersystemzuständen von RiverSmart direkt gegenübergestellt. (Quelle: OLINOWETZ, 2006)

Anzahl		Ergebnis FIA v	The national control of the na			
Alizaili			Ergebnis Ri	verSmart	7	
		2,00	2,50	3,00	3,50	Gesamt
Ergebnis FIA	2,00	3	3	0	0	6
(5-stufig)	3,00	4	17	1	1	23
	4,00	0	4	2	0	6
	5,00	0	1	0	0	1
Gesamt		7	25	3	1	36

Im Rahmen vorangegangener Arbeiten wurde festgestellt, dass RiverSmart-Einstufungen durch die Wahl der Klassenbreiten und Mittelung der Ergebnisse oft zu mittleren Ergebnissen tendieren (GSZ 2,5-3,5) (OLINOWETZ, 2006). Durch die Einstufung des aktuellen Gewässersystemzustandes der beiden Bewertungsmaßstäbe im Untersuchungsgebiet mit 3,6 und 3,3 wird diese Aussage erhärtet. Der Wert von RiverSmart liegt meiner Meinung jedoch weniger im Abschätzen von absoluten Gewässersystemzuständen, sondern in der Eigenschaft als Prognosemodell. Wie jedes Modell sollte auch RiverSmart geeicht werden. Dies wäre anhand von biotischen Einstufungen des ökologischen Gewässerzustandes sinnvoll. Sind etwa Fischdaten vorhanden, könnte der aktuelle Gewässersystemzustand nach RiverSmart mit dem ökologischen Gewässerzustand nach FIA geeicht werden. Somit könnte die Aussagekraft der RiverSmart-Prognosen nach virtueller Maßnahmenumsetzung erhöht werden.

Die Prognoseergebnisse der Raab durch die Umsetzung aller drei an Maßnahmenkombinationen weisen im Untersuchungsgebiet darauf hin, dass der gute ökologische Zustand erreicht werden könnte. Jedoch ist im Untersuchungsgebiet die Auswertung des ökologischen Gewässerzustandes nach biotischen Daten erst in Bearbeitung und liegt noch nicht vor, daher konnte der aktuelle Gewässersystemzustand nach RiverSmart nicht geeicht werden. Erst nach erfolgter Eichung des Modells sind quantitative Aussagen zum ökologischen Gewässerzustand möglich.

Jedoch sind auch die momentanen Ergebnisse von großem Nutzen, um qualitative Aussagen über Maßnahmenkombinationen und ihre Auswirkungen auf die Eingriffsstärken bzw. Eingriffe und ihre Auswirkungen auf das Ökosystem machen zu können. So wird im Rahmen der Diplomarbeit der Eingriff "Stau" als Eingriff mit den im Untersuchungsgebiet größten Auswirkungen identifiziert. Weiters hat sich gezeigt, dass ohne Herstellung des Fließgewässerkontinuums alle anderen Maßnahmen zu keiner maßgeblichen Verbesserung des Gewässersystemzustandes führen und dass Synergieeffekte bezüglich der Wirksamkeit von Maßnahmen zwischen den einzelnen Maßnahmenkombinationen vorhanden sind. Empfehlenswert ist daher die Durchführung aller drei Maßnahmenkombinationen mit Priorisierung Maßnahmenkombination 1 Konnektivität. von Maßnahmenkombination 2 - Morphologie ist infolge des hohen Grundbedarfs schwierig erfordert sehr hohen Detailplanungsaufwand, Grundbeschaffung bei morphologischen Regulierungsmaßnahmen wie etwa Aufweitungen, Entfernung der Ufersicherung etc. Faktoren wie die Gefällssituation und Geschiebehaushalt berücksichtigt werden müssen, da die nachhaltige Stabilität der Maßnahmen erreicht werden soll. Dies gelingt jedoch nur bei genauer Kenntnis des Feststoffhaushaltes des Flusses (BREITENBAUMER, 2008). Eine Erweiterung von RiverSmart bezüglich Feststoffhaushalt (zB Eingriffe: "Geschieberückhalt im Abschnitt" und "Geschieberückhalt im Oberlauf", Leitbildparameter: "Geschiebetrieb lokal/regional") ist wünschenswert , um bereits im Zuge der Planung auf Ebene der ausgewiesenen Wasserkörper auf den Feststoffhaushalt aufmerksam zu machen. Weiters könnte eine Erweiterung von RiverSmart durch Erstellung von eigenen Transformationskurvensätzen, basierend auf biologischen Daten, etwa für Fischregionen überlegt werden, um genauere Ergebnisse zu erhalten und eventuell das Problem des Tendierens zu mittleren Gewässersystemzuständen in den Griff zu bekommen.

7. Literaturverzeichnis

ACKERS, P.; CHARLTON, F: G., (1970): Dimensional analysis of alluvial channels with special reference to meander length. Journal of Hydraulics Research 8: 287-316

ANGERMANN, K. (2007): Das Decision Support (DSS) RiverSmart und dessen Anwendungsmöglichkeiten bei der Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie, Dissertation an der Universität für Bodenkultur, Wien

BAUMANN, N. (1981): Ökologie und Vegetation der Raabtalarme, Dissertation an der Karl-Franzens Universität, Graz

BERGMANN, H.; KOLLMANN, W.; VASVÀRI, V.; AMBRÒZY, P.; DOMOKOS, M.; GODA, L. JR.; LACZAY, I.; NEPPEL, F.; SZILÀGYI, E.; FEKETE, M. (1996): Hydrologische Monographie des Einzugsgebietes der oberen Raab, Technische Universität Graz, im Eigenverlag des Instituts für Hydromechanik, Hydraulik und Hydrologie

BREITENBAUMER, G. (2008): Testing the applicability of the specific stream power tool in rivermorphology – with a primary focus on Austrian river data sets, Cranfield University, MSc. Thesis

BUNDESMIMISTERIUM FÜR LAND- UND FORTSTWIRTSCHAFT, UMWELT UND WASSERWIRTSCHAFT, (2005a): EU Wasserrahmenrichtlinie 2000/60/EG, Österreichischer Bericht der IST-Bestandsaufnahme Methodik

BUNDESMIMISTERIUM FÜR LAND- UND FORTSTWIRTSCHAFT, UMWELT UND WASSERWIRTSCHAFT, (2005b): Handbuch für die Erhebung des hydromorphologischen Ist-Bestandes der Gewässer mit Einzugsgebieten zwischen 10 – 100 km², "Screeningmethode"

BUNDESMIMISTERIUM FÜR LAND- UND FORTSTWIRTSCHAFT, UMWELT UND WASSERWIRTSCHAFT, (2005c): Hydrologischer Atlas Österreichs, 2. Lieferung, Wien, ISBN-385437-250-7

BUNDESMIMISTERIUM FÜR LAND- UND FORTSTWIRTSCHAFT, UMWELT UND WASSERWIRTSCHAFT, (2007): Beitrag zum Maßnahmenkatalog gemäß §55e Abs. 3, WRG, Bereich Hydromorphologie

BUNDESMIMISTERIUM FÜR LAND- UND FORTSTWIRTSCHAFT, UMWELT UND WASSERWIRTSCHAFT, (2008): EU Wasserrahmenrichtlinie 2000/60/EG, Arbeitsdokument für die Bund – Länder Planung zu Erstellung des Nationalen Gewässerbewirtschaftungsplans, Teil 2 Oberflächengewässer

EBOD, (2008): Digitale Bodenkarte von Österreich, http://gis.lebensministerium.at/ebod, Zugriff: November 2008

EU WRRL, (2000): EU Wasserrahmenrichtlinie 2000/60/EG

GLENZ, C. (2005): Process-based, Spatially-explicit Modeling of Riparian Forest Dynamics in Central Europe – Tool for Decision making in River Restoration, Institute of Science, Engineering and Environment, Lausanne, Switzerland, University of Lausanne

HABERSACK, H. (2005): Schwebstoffmessungen an den Pegelstellen Mureck/Mur und Feldbach/Raab, Institut für Wasserwirtschaft, Hydrologie und konstruktiven Wasserbau, Universität für Bodenkultur, Wien

HAERTEL-BORER, S. (2005): Schwall/Sunk, Auswirkungen des Schwallbetriebs von Wasserkraftwerken auf Fließgewässer, Broschüre, Fiber – Schweizerische Fischereiberatung, Kastanienbaum, 8 S.

HAUNSCHMID, R.; WOLFRAM, G.; SPINDLER, T.; HONSIG-ERLENBURG, W.; WIMMER, R.; JAGSCH, A.; KAINZ, E.; HEHENWARTER, K.; WAGNER, B.; KONECNY, R.; RIEDMÜLLER, R.; IBEL, G.; SASANO, B.; SCHOTZKO, N. (2006): Erstellung einer fischbasierten Typologie österreichischer Fließgewässer sowie einer Bewertungsmethode des fischökologischen Zustandes gemäß EU – Wasserrahmenrichtlinie, Wien, Schriftenreihe des BAW, 104

HUBER, J. (2008): Entwicklung von empirischen Modellen zur Prognose der Wassertemperatur und von Fischbiozönosen in österreichischen Gewässern, Diplomarbeit an der Universität für Bodenkultur, Wien

HÜTTE, M. (2000): Ökologie und Wasserbau – ökologische Grundlagen von Gewässerverbauung und Wasserkraftnutzung, Parey Buchverlag, Berlin, S. 280

HYDROGRAPHISCHER DIENST STEIERMARK, (2004): Das Niederschlags- und Abflussverhalten in der Steiermark im Jahr 2003, Bericht, S. 14

HZB – HYDROGRAPHISCHES ZENTRALBÜRO, (2005): Hydrographisches Jahrbuch von Österreich 2005, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft

JUNGWIRTH, M.; HAIDVOGL, G.; MOOG, O.; MUHAR, S.; SCHMUTZ, S. (2003): Angewandte Fischökologie an Fließgewässern, Facultas Verlags- und Buchhandels AG, Wien, S. 547

LANGE, G.; LECHER, K. (1989): Gewässerregelung, Gewässerpflege – Naturnaher Ausbau und Unterhaltung von Fließgewässern, Paul Parey Verlag

LEOPOLD, L. B.; WOLMAN, M. G.; MILLER, J. P. (1964): Fluvial Processes in Geomorphology, Freeman & Company, San Francisco

MADER, H.; STEIDL, T.; WIMMER, R. (1996): Abflussregime Österreichischer Fließgewässer, Beitrag zu einer bundesweiten Fließgewässertypologie, Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie, Umweltbundesamt, Monographien, Bd. 82

NACHTNEBEL, H. P.; FABER, R; LEROCH, K, (2008): Flussraumagende Alpenraum, Risikoanalyse des bestehende Hochwasserschutzes Stadt Gleisdorf und Umgebung

NACHTNEBEL, H. P.; NEUHOLD, C., (2008): Schutzwasserbauliche Bestandserhebung Ill – Endbericht AP 5 Hydraulik/Geschiebe/Schwebstoff, Amt der Vorarlberger Landesregierung, pp. 164

NAVRATIL, O.; ALBERT, M. B.; HÈROUIN, E.; GRESILLON, J. M., (2005): Determination of bankfull discharge magnitude and frequency: comparison of methods on 16 gravel-bed river reaches, CEMAGREF, Hydrology Hydraulic Research Unit, 3 bis quai Chauveau, CP 220, F-69336 Lyon Cedex 09, France

OLINOWETZ, J. (2006): Vergleichende Analysen von abiotischen Bewertungsmethoden und fischökologischen Bewertungsmethoden, Diplomarbeit an der Universität für Bodenkultur, Wien

POTT, R.; REMY, D. (1996): Gewässer des Binnenlandes, Eugen Ulmer Verlag

PRETTENHOFER, A. (in prep.): Historische Hochwässer in der Steiermark – Erhebung, Dokumentation und Analyse

ROSGEN, D.; HILTON LEE, S. (1996): Applied River Morphology, Colorado (Wildland Hydrology), 352 S.

SAMEK, M.; VOLLHOFER, O. (2004): Quantitative Risikobeurteilung von Grundwasserkörpern nach Vorgaben der EU-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL), in: Österreichische Wasser- und Abfallwirtschaft, Heft 3-4, 56. Jg.: 35-42

SOJA, G.; SOJA, A. M.; EITZINGER, J.;GRUSZCZYNSKI, G.; TRNKA, M.; KUBU, G.; FORMAYER, H.; SCHNEIDER, W.; SUPPAN, F.; KOUKAL, T. (2004): StartClim2004.C, Analyse der Auswirkungen der Trockenheit 2003in der Landwirtschaft Österreichs, Vergleich verschiedener Methoden

STUBAUER, I.; MOOG, O. (2003): Saprobielle Grundzustände österreichischer Fließgewässer, WWK, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft

WASSERWIRTSCHAFT UND ABFALLWIRTSCHAFT STEIERMARK, ABTEILUNG 19; WASSER UND ABFALLWIRTSCHAFT BURGENLAND, ABTEILUNG 9, (2007): Gesamtplan Raab – Fkm 209,00-290,70

WIMMER, R.; MOOG, O. (1994): Flussordnungszahlen österreichischer Fließgewässer, Umweltbundesamt, Monographien, Bd. 51

WRG, (1959): Wasserrechtsgesetz 1959 idF BGBl. 1 Nr. 82/2003

8. Abbildungsverzeichnis

ABBILDUNG 1: ÜBERSICHT ÜBER DIE SCHRITTWEISE VORGANGSWEISE BEI DER TYPISIERUNG DER	
FLIEßGEWÄSSER IN ÖSTERREICH (QUELLE: BMLFUW, 2008)	4
ABBILDUNG 2: RISIKOABSCHÄTZUNG FÜR OBERFLÄCHENWASSERKÖRPER (QUELLE: BMLUFW,	
2008)	8
ABBILDUNG 3: RISIKOVERTEILUNG DER OBERFLÄCHENWASSERKÖRPER IN ÖSTERREICH (QUELLE:	:
BMLUFW, 2008)	9
ABBILDUNG 4: DARSTELLUNG DER FUNKTIONSWEISE VON RIVERSMART (QUELLE: ANGERMANN,	
2007)1	18
ABBILDUNG 5: BEISPIEL FÜR DIE WIRKUNGSANALYSE AUF EBENE DER LEITBILDPARAMETER	
(BEWERTUNGSKRITERIEN) (QUELLE: ANGERMANN, 2007)2	22
ABBILDUNG 6: KOMPONENTEN DER ENERGIEGLEICHUNG (QUELLE: NACHTNEBEL; NEUHOLD,	
2008)	32
ABBILDUNG 7: PARAMETER DER IMPULSGLEICHUNG (QUELLE: NACHTNEBEL; NEUHOLD, 2008) 3	37
ABBILDUNG 8: GEOGRAPHISCHE LAGE DES UNTERSUCHUNGSGEBIETES IN ÖSTERREICH3	39
ABBILDUNG 9: GROBE GEOLOGISCHE BESCHREIBUNG DES RAAB – EINZUGSGEBIETES (QUELLE:	
BMLFUW, 2005C)	10
ABBILDUNG 10: LANDBEDECKUNG DES RAAB – EINZUGSGEBIETES (QUELLE: BMLFUW, 2005C)4	11
ABBILDUNG 11: BODENKARTE FÜR DAS RAAB – EINZUGSGEBIET (QUELLE: BMLFUW, 2005C) 4	11
ABBILDUNG 12: GEOHYDROLOGIE DES RAAB – EINZUGSGEBIETS (QUELLE: BMLFUW, 2005C) 4	12
ABBILDUNG 13: GEOGRAPHISCHE LAGE DES UNTERSUCHUNGSGEBIETES)	15
ABBILDUNG 14: HINTERSPÜLTE PILOTAGENREIHEN (VERMUTLICH VOR 1939 ERRICHTET), MAISFEL	
IM HINTERGRUND	17
ABBILDUNG 15: LAGESKIZZE DER REFERENZSTRECKE NORD MIT DARSTELLUNG DER BEIM	
ERSTELLEN DES ABFLUSSMODELLS VERWENDETEN PROFILE	50
ABBILDUNG 16: LAGESKIZZE DER REFERENZSTRECKE SÜD MIT DARSTELLUNG DER BEIM ERSTELLEN	J
DES ABFLUSSMODELLS VERWENDETEN PROFILE	51
ABBILDUNG 17: CHARAKTERISTISCHES TALPROFIL IM UNTERSUCHUNGSGEBIET	53
ABBILDUNG18: SKIZZE, MODELLOUTPUT AM BEISPIEL MQ	54
ABBILDUNG 19: QBV IN DER REFERENZSTRECKE NORD (139 M³/S)	56
ABBILDUNG 20: QBV IN DER REFERENZSTRECKE SÜD (117 M³/S)	57
ABBILDUNG 21: TALFFLÄCHE IM RAUM ZÖBING	51
ABBILDUNG 22: TALFLÄCHE IM RAUM PAURACH	52
ABBILDUNG 23: JOSEPH. LANDESAUFNAHME, AUSSCHNITT STUDENZEN	53
ABBILDUNG 24: JOSEPH. LANDESAUFNAHME, AUSSCHNITT PAURACH	54
ABBILDUNG 25: TRENDANALYSE DES TALGEFÄLLES ÜBER DAS GESAMTE UNTERSUCHUNGSGEBIE	T
ϵ	55

ABBILDUNG 26: TRENDANALYSE DES TALGEFÄLLES IM ABSCHNITT NORD	65
ABBILDUNG 27: TRENDANALYSE DES TALGEFÄLLES IM ABSCHNITT SÜD	66
ABBILDUNG 28: BODENTYPEN IM RAABTAL, TG: GLEYBODEN, GA/BA: AUBODEN, LB:	
BRAUNERDE (QUELLE: EBOD, 2008)	72
ABBILDUNG 29: SCHEMATISCHE DARSTELLUNG DER BODEN- UND WASSERVERHÄLTNISSE IM	
RAABTAL	73
ABBILDUNG 30: TALPROFIL AN DER MESSSTELLE FLADNITZ/RAABTAL MIT DARSTELLUNG DER	
BEOBACHTETEN GW-SPIEGEL	74
ABBILDUNG 31: PROFILVERGLEICH REFERENZSTRECKE NORD UND SÜD	84
ABBILDUNG 32: MORPHODYNAMISCHE PROZESSE DER REFERENZSTRECKE NORD	88
ABBILDUNG 33: HOCHWASSERWELLE AM PEGEL FELDBACH	92
ABBILDUNG 34: HOCHWASSERWELLE AM PEGEL TAKERN II	92
ABBILDUNG 35: FALLLINIEN BEI DER MÜNDUNG VON ZUBRINGERN	96
ABBILDUNG 36: TRENDANALYSE DER MINIMALTEMPERATUREN 1962-1997	100
ABBILDUNG 37: TRENDANALYSE DER JAHRESMITTEL 1962-1997	100
ABBILDUNG 38: TRENDANALYSE DER MAXIMALTEMPERATUREN 1962-1997	100
ABBILDUNG 39: SCHWALLANALYSE AM PEGEL TAKERN II	. 107
ABBILDUNG 40: TYPISCHER STAU IM UNTERSUCHUNGSGEBIET	. 110
ABBILDUNG 41: WEHRANLAGE FELBER (NÖRDLICHE GRENZE DES UNTERSUCHUNGSGEBIETES	5) 113
ABBILDUNG 42: PASSIERBARE RAMPENLÖSUNG IM BEWERTUNGSABSCHNITT NORD	. 116
ABBILDUNG 43: LAUFVERKÜRZUNG AM BEISPIEL DER REFERENZSTRECKE SÜD	. 119
ABBILDUNG 44: DAMMHINTERSPÜLUNG BEI WEHRANLAGE CLEMENT (GRÜN: HQ30, GELB	
HQ100)	. 124
ABBILDUNG 45: VERGLEICH DER JAHRESGANGLINIEN 2003	. 127
ABBILDUNG 46: TRENDANALYSE AM PEGEL FLADNITZ/RAABTAL	. 128
ABBILDUNG 47: GEWÄSSERSYSTEMZUSTAND DES BEWERTUNGSABSCHNITT NORD	. 133
ABBILDUNG 48: GEWÄSSERSYSTEMZUSTAND DES BEWERTUNGSABSCHNITT SÜD	. 134
ABBILDUNG 49: GEWÄSSERSYSTEMZUSTAND DES BEWERTUNGSABSCHNITT NORD OHNE DEN	
EINGRIFF "STAU"	. 139
ABBILDUNG 50: ÜBERBLICK DER VORGEHENSWEISE ZUM BEWERTEN VON	
MAßNAHMENKOMBINATIONEN	. 140
ABBILDUNG 51: MAXIMAL ERREICHBARER GEWÄSSERSYSTEMZUSTAND IM	
BEWERTUNGSABSCHNITT NORD	. 150
ABBILDUNG 52: MAXIMAL ERREICHBARER GEWÄSSERSYSTEMZUSTAND IM	
BEWERTUNGSABSCHNITT SÜD	. 151
ABBILDUNG 53: CHARAKTERISTISCHER GEWÄSSERABSCHNITT DER REFERENZSTRECKE NORD	157

9. Tabellenverzeichnis

TABELLE 1: HIERARCHISCHER AUFBAU DES ÖKOSYSTEMMODELLS – HYDROMORPHOLOGISC	CHE
BESCHREIBUNG (QUELLE: ANGERMANN, 2007)	20
TABELLE 2: HIERARCHISCHER AUFBAU DES ÖKOSYSTEMMODELLS –CHEMISCH/PHYSIKALISCI	ΗE
BESCHREIBUNG (QUELLE: ANGERMANN, 2007)	20
TABELLE 3: FARBHINTERLEGUNG UND KLASSENBREITEN DER ZEG (QUELLE: ANGERMANN, 20	07) 23
TABELLE 4: ERGEBNISTABELLE HYDROMORPHOLOGIE: WIRKUNGSANALYSE AUF EBENE DER	
Leitbildparameter (bewertungskriterien) (Quelle: Angermann, 2007)	24
TABELLE 5: UMWANDLUNG DER ZIELERFÜLLUNGSGRANDE (ZEG) IN "ABWEICHUNG IN KLAS	SEN"
(QUELLE: OLINOWETZ, 2006)	25
TABELLE 6: GENERELLE WIRKUNGSMATRIX DER EINGRIFFE (SPALTEN) AUF DIE LEITBILDPARAN	1ETER
(ZEILEN): 0 KEINE WIRKUNG, + ÄNDERUNG VON "SEHR GERING" ZU "SEHR HOCH"	,
ÄNDERUNG VON "SEHR HOCH" ZU "SEHR GERING" (QUELLE: OLINOWETZ, 2006)	26
TABELLE 7: MAXIMAL MÖGLICHE ABWEICHUNG IN KLASSEN (QUELLE: OLINOWETZ, 2006)	27
TABELLE 8: DREI BEISPIELE DER ABLEITUNG EINER AUSPRÄGUNGSKLASSE DURCH ZEG (QUELI	_E:
OLINOWETZ, 2006)	27
TABELLE 9: ERGEBNISTABELLE MIT AUSPRÄGUNGSKLASSEN FÜR JEDEN LEITBILDPARAMETER	
(BEWERTUNGSKRITERIUM), WIRKUNGSANALYSE AUF EBENE DER LEITBILDPARAMETER	
(BEISPIEL) (QUELLE: : OLINOWETZ, 2006)	28
TABELLE 10: ZUORDNUNGSTABELLE: ZIELERFÜLLUNGSGRADE (ZEG) UND	
GEWÄSSERSYSTEMZUSTAND (QUELLE: OLINOWETZ, 2006)	29
Tabelle 11: Wirkungsanalyse auf Systemebene (Beispiel) (Quelle: Olinowetz, 2006)	30
TABELLE 12: CHARAKTERISTISCHE DURCHFLÜSSE AM PEGEL TAKERN II (QUELLE: HZB, 2005)	43
TABELLE 13: CHARAKTERISTISCHE DURCHFLÜSSE AM PEGEL TAKERN II (QUELLE: HZB, 2005)	43
Tabelle 14: Zusammenstellung der Leitbildparameter	68
Tabelle 15: Zusammenstellung der eingriffsparameter	69
Tabelle 16: Mittlere Grundwasserflurabstände im Untersuchungsgebiet	75
TABELLE 17: VERHÄLTNIS: MITTLERE BREITE HQ1/MITTLERE TIEFE MQ	76
TABELLE 18: FLUSSTYP NACH ROSGEN & HILTON LEE, REFERENZSTRECKE NORD	78
TABELLE 19: FLUSSTYP NACH ROSGEN & HILTON LEE, REFERENZSTRECKE SÜD	79
TABELLE 20: ZUSAMMENHANG VON GESCHIEBEGRÖßE, SCHUBSPANNUNG UND	
FLIEBGESCHWINDIGKEIT (QUELLE: LANGE; LECHER, 1989)	80
TABELLE 21: VERHÄLTNIS UFERZONE/WASSERZONE MQS	82
TABELLE 22: SCHWANKUNGSKOEFFIZIENT JAHR DER PEGEL IM UNTERSUCHUNGSGEBIET	93
TABELLE 23: VERGLEICH VON SCHWEBSTOFFKONZENTRATIONEN AN RAAB UND MUR	103
TABELLE 24: : THEORETISCHE VERBESSERUNGSPOTENTIAL NACH DEM AUSSCHEIDEN DES	
EINGRIFFS "STAU" (VGL. ABBILDUNG 49)	136

Tabellenverzeichnis 169

TABELLE 25: ERGEBNIS DER EINGRIFFSREIHUNG IM BEWERTUNGSABSCHNITT NORD137
TABELLE 26: ERGEBNIS DER EINGRIFFSREIHUNG IM BEWERTUNGSABSCHNITT SÜD 137
TABELLE 27: NEUEINSTUFUNG DER EINGRIFFSSTÄRKE "STAU" NACH VIRTUELLER DURCHFÜHRUNG
VON MABNAHMENKOMBINATION 3 (MK3) IM BEWERTUNGSABSCHNITT SÜD 143
TABELLE 28: NEUEINSTUFUNG DER EINGRIFFSSTÄRKE "ABSTURZBAUWERKE" NACH VIRTUELLER
DURCHFÜHRUNG VON MAßNAHMENKOMBINATION 1 (MK1) IM BEWERTUNGSABSCHNITT
SÜD
Tabelle 29: Verminderung der eingriffsstärken durch die Virtuelle umsetzung der
MAßNAHMENKOMBINATIONEN 1-3 IM BEWERTUNGSABSCHNITT NORD
Tabelle 30: Verminderung der eingriffsstärken durch die Virtuelle umsetzung der
MAßNAHMENKOMBINATIONEN 1-3 IM BEWERTUNGSABSCHNITT NORD
tabelle 31: Verminderung des gewässersystemzustandes durch virtuelle
DURCHFÜHRUNG VON ZWEI MAßNAHMENKOMBINATIONEN IM BEWERTUNGSABSCHNITT
NORD
tabelle 32: Verminderung des gewässersystemzustandes durch virtuelle
DURCHFÜHRUNG VON ZWEI MAßNAHMENKOMBINATIONEN IM BEWERTUNGSABSCHNITT
SÜD
TABELLE 33: RICHTWERTE ZUR KOSTENSCHÄTZUNG DER MAßNAHMENKOMBINATION 1152
Tabelle 34: Kostenschätzung maßnahmenkombination 1
Tabelle 35: Richtwerte zur Kostenschätzung der Maßnahmenkombination 2 154
Tabelle 36: Kostenschätzung maßnahmenkombination 2
TABELLE 37: RICHTWERTE ZUR KOSTENSCHÄTZUNG DER MAßNAHMENKOMBINATION 3 155
Tabelle 38: Kostenschätzung maßnahmenkombination 3
tabelle 39: Kreuztabelle fia und Ergebnis Riversmart. Die Zeilen bilden die Ergebnisse
des fia und sind den gewässersystemzuständen von riversmart direkt
GEGENÜBERGESTELLT. (QUELLE: OLINOWETZ, 2006)

Tabellenverzeichnis 170

10. Anhang

Anhang 171

Systembetrachtungsebenen	Systemkomponenten	Ausprägung im Leitbild	Bewertungskriterien	Schwellbetrieb	* Ausleitung	Stau (im Abschnitt)	+ Hochwassermanagement in Stauraumen	Wehr	Sedimentmanagement - Stauraumspillung	Absturzbauwerke	Reduktion der Gewässerbreite	* Begradigung des Gewässerverlaufs	- Austiefung der Gewässersohle	- Ufersicherung	+ Uferdämme	Entfernung der Ufergehölze	Grundwasserentnahme	Hochwasserdämme im Hinterland	Rodung Auwald	Abtrennung von Zubringern.	Minimalwert ET	WW Teilkomponenten
		mittel		-	_			_			_		and the same	1000	_	_	_		-	-	42	ADR
		-			_	17		_	$\overline{}$	_		_	_	_		_		_			17	
Systemelemente	Hydrologie	GG5554633		1000	2000	72	1000	- 200			_				4.00		500.00		2.00000	1. 40000	50	42
	Laufentwicklung	CCC0001		10.00	100	50	-	h=35.001	-	1500000	_	1,31,211	-	14,75,771	-			-	0.000	100000	50	
			Prints	200	93	-			-	-		-	-	-		-				1000	50	
						_	_	_	$\overline{}$		$\overline{}$		$\overline{}$	_		_	_		_			50
		100 POST 100			92	68	_				80	88	-	-	200		100000		100000000000000000000000000000000000000	100000	63	
Steri	Gewasserbettmorphologie	A-1-21/01/05	All the later of the second of	100	63	20	100	55		77	30	45	100	20	100	77	90.01	-	100	100	20	44.00
ŝ	1 0.63 PW 24		C-12 7700	-	98	40	-	100		100	50	7.00	-	100	91	100		_	-	100	40	
	Utermorphologie	sehr hoch	Uferstruktur	50	100	20	100	100	58	100	72	72	100	20.	88	40	100	_	100	100	20	30
	NAME OF THE STATE	hoch	Auenausdehnung	100	100	48	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	50	100	48	15.75
	Auenmorphologie	sehr hoch	Auenstruktur	100	90	38	100	100	100	100	45	45	100	100	50	100	63	50	25	100	25	
Hydrologie Hyd								40														
¥	Morphodynamik	hoch	Morphodynamik Ufer	100	92	40	83	100	91	100	55	55	100	40	91	72	100	1.00	100	1.00	40	41
Hydrologie Laufentwicklung Gewässerbettmorphologie Auenmorphologie Auenmorphologie Morphodynamik Hydrodynamik Laterale Vernetzung Vertikale Vernetzung Vertikale Vernetzung Längskontinuum	. so makes a representation	mittel	Morphodynamik Au	100	100	42	100	100	100	100	68	68	100	100	87	100	100	87	100	100	42	
		sehr gering	Abflussdynamik-kurzfristig	87	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	87	
		The second second		100	90	100	70	100	91	100	88	88	100	100	100	100	1.00	100	1.00	70	70	
	Hydrodynamik	sehr gering	Abflussdynamik-langfristig	100	100	1.00	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	1.00	100	1.00	100	69
ගි	Wilder State	hoch	Überflutungsdynamik	100	90	-17	70	100	100	100	50.	50	40	100	70.	100	100	70	100	100	17	
		gering	Grundwasserdynamik	100	98	72	100	100	100	100	100	100	100	100	98:	100	98	100	100	100	72	
E	Laterale Vernetzung	hoch	Vernetzung Gewässer-Nebengewässer	100	87	100	180	100	100	100	100	100	40	100	87	100	78	100	50	40	40	40
TIVE JING	Vertikale Vernetzung	sehr hoch	Vernetzung Gewässer-Grundwasser	88	88	1.00	100	100	75	100	100	100	100	100	91	100	100	1:00	100	1.00	75	75
Hydrologie Laufentwicklung Gewässerbettmorphologie Auenmorphologie Auenmorphologie Auenmorphologie Auenmorphologie Auenmorphologie Laterale Vernetzung Vertikale Vernetzung Vertikale Vernetzung Längskontinuum Zielerfüllungsgrad - gesamt (in %)	sehr hoch	Lokales Längskontinuum	100	82	1.00	100	10	100	92	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	10	10	
	Langskommuum	sehr hoch	Regionales Längskontiuum	100	82	100	100	10	100	40	100	100	100	100	100	100	100	100		100		
	131000 to -500 000 000 100 100 000 100 100 100 100	sehr hoch	Regionales Längskontiuum	100	82	100	100	10	100	40	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100		10
füllen	gsgrad - gesamt (in %)																					

Anhang 172

Systembefrachtungsebenen	Systemkomponenten	Ausprägung im Leitbild	Bewertungskriferien	Schwellbetrieb	Ausleitung	Stau (im Abschnitt)	Hochwassermanagement in Stauräumen	Wehr	Sedimentmanagement - Stauraumspültung	Absturzbauwerke	Reduktion der Gewässerbreite	Begradigung des Gewässerverlaufs	Austiefung der Gewässersohle	Ufersicherung	Uferdämme	Entfernung der Ufergehölze	Grundwasserentnahme	Hochwasserdämme im Hinterland	Rodung Auwald	Abtrennung von Zubringern	Minimalwert ET	MW Teilkomponenten
		miltol						_	-			2	78	100	1	1 100	1 00	1	2	1	ZEG	Abic
	5		S	_		48			_	_	_	_	85	100	_	100	100	87 100	100	100	48 23	
	Hydrologia	20000000		-	3.00	00	1000	A 0000	-	Access		100	100	100		100	97	100	100	100	60	54
Systemsdynamik Systemelemente	riyarologie	- Control of the Cont	STATE OF STA	_	-	-	100000		0.000	1 (0) (0)	10000	-	100		1000	100	100	100	100	100	62	31
					2000	- 10000	10000	1000	-	_		60	92	100	-	91	98	100	100	100	60	
	Laufentwicklung Gewässerbettmorphologie	-	9			_	_	_	_		_	_	100	_	_	100	100	100	100	100	62	200
		A-100 A-		10000			1000	100000	-	100000000000000000000000000000000000000		93	100	100	20.0	100	100	100	100	100	74	02
				200	-	20	1000	1000	10000	100		-	100	40	10.00	88	100	100	100	100	30	52
					1000	30 60	_		-		The second second	The second	100	_	_	188	100	100	100	100	-	
	Ufermorphologie			_	_	20		1.00		_		77	100	100	_	50	100	100	_	100	50 30	40
	9-	The state of the s		-	10.00	20	A MARCON	100	-	A 0000			180	100		20.0	10000		100 75	100	55	
	Auenmorphologie		Angeles and the Control of the Contr	100000	2000000	-000	10000000	-	2000		1000	2000	2 242	100	_	100	100	1000	60	-	45	50
Systemwern Systemsdynamik Systemelemente Systembetrachtungsebenen		40	Company of the compan	1000000	-	10.000	and the same		-		_		100	-	-	100		50	-	100	-	_
Morphodynamik Morphodynami	62	100	80 60	_	100 83	100	100	100	100	50 50	49											
	Worphodynamik.	-2012AU-U		1000	100.00	- 000			-	4.000.00	_	78	100			100	100	87	100	100	48	43
Ē	T.	VACSTON CO.	THE STATE OF THE S	_	100000				100000000000000000000000000000000000000	-0.0	17.00		2.747		177	1000	1,15,77		100	THE RESE	87	
Hydrologie Laufentwicklung Gewässerbettmorphologie Auenmorphologi Auenmorphologi Morphodynamik Hydrodynamik Laterale Vernetzu Vertikale Vernetzu Vertikale Vernetzu Längskontinuun Zielerfüllungsgrad - gesamt (in %)				-	NP GLUID	10000		10000	2.011	1000000	2 5 11	100	100	100000		100	100	100	100	100		
	Liudradus assile			_	_	_			_	_	-	_	100		_	188	100	100	_	91	70 100	72
	гушочунаник	Annual Property Pro-	I Washington and the second of	1000	1000	100		0000	1000	1000		4	60	A 3555	_	200	0.000	100	100000	10000	23	12
		TO A INC. OF THE PARTY OF THE P	State of the state	1000000	27.5	20	-		2000	1000.000	071.75	-	100	100		100	100	70 100	100	100	80	
	Estavela Manuelanua			_	-	-			-	_		_	60	100	-	100	70		60	100		
Tie Tig						_	_	_	_	$\overline{}$	_	1.00	_	_	_	_	_	100	_	$\overline{}$	12	60
em Zur	vertikale verneizung	73230 230 200			-	10000				1000000		4 2000	100	100		100	100	100	100	100	_	75
Systemente Systemente Systembetrachtungsebenen Gemain Gema	Längskontinuum					The second	200	-	200	_		0.000	100	100	_	100	100	100	100	100	82	82
Systemente Systemsdynamik Systemelemente Systemsdynamik Systemelemente Systemsdynamik Systemsdyn		senr noch	rcegionales Langskontluum	100	82	100	0.00	90	(100)	90	Upu	100	1,190	100	100	100	100	100	100	100	82	
efüllere	enrad nesamt (in %)				-	_		-	-	-		-	-			-		_	-			
ramang	isgrau - gesann un 🕪																					

Anhang 173

Systembetrachtungsebenen	Systemkomponenten	Ausprägung im Leitbild	Bewertungskriterien	Schwellbetrieb	Ausleitung	Stau (im Abschnitt)	Hochwassermanagement in Stauräumen	Wehr	Sedimentmanagement - Stauraumspültung	Absturzbauwerke	Reduktion der Gewässerbreite	Begradigung des Gewässerverlaufs	Austiefung der Gewässersohle	Ufersicherung	Uferdämme	Einfernung der Ufergehölze	Grundwasserentnahme	Hochwasserdämme im Hinterland	Rodung Auwald	Abtrennung von Zubringern	Minimalwert ET	MW Teilkomponenten
		- Alexander	Eingriffsstärke		1	4	1	1	3	1	3	3	4	4	1	2	1	1	3	1	ZEG .	Abio
		mittel	Überflutungsdauer	100	100	42	.87 1:00	100	100	1.00	78	70. 79	58 72	100	_	100	100	87	100	100	42	
	Lludrologio	hoch	Grundwasserflurabstand	10000	95	72	The second	1000	100	100	50	-	-	100		100	97	100	100	100	17 50	42
	Hydrologie	hoch	Gewässerausdehnung	70	25,511	50	100	100	100	7 (0),000	_	100	100 100		1000		100	100000	1000	100000	-	**
Systemelemente		mittel	Wassertiefe	70	88 93		100	100	100	95 100	72 65	50	84	188	-	100 81	92	_	100	100	50 50	
Ë	Laurence of a large as	gering	Strömung		1.00	70 50	100	1.00	100	100	_	68	1.00	_	-	_	_	100	100	100	_	EO
99	Laufentwicklung	mittel	Laufentwicklung	100	The second	68	80	100	1.00	87	80	88	-	100	0.0	188	100	100	100	100	50	50
ten	Gewässerbettmorphologie	mittel	Sohlstruktur/Rauigkeit	200	92	08	10000	11000	80	17.5		10000	100	100	-	100	100	100	100	100	68	44
9/8		sehr hoch	Gewässerbettausformung	100	63	20	100	88	100	88	30	45	100	400	2000000	77	100	100	100	100	20	_
270	Ufermorphologie	hoch	Uferausdehnung	70.	98	40	100	1.00	100	1.00	50	55	100	1.00	_	100	100	100	100	100	40	30
	- W	sehr hoch	Uferstruktur	50	1.00	20	1.00	100	58	100	72	72	100	20	88	40	100	100	100	100	20	=
	Auenmorphologie	hoch	Auenausdehnung	1.00	100	48	100	100	100	100	100	100	100	100	10000		100	_	50	100	48	37
		sehr hoch	Auenstruktur	100	90	38	100	100	100	100	45	45	100	-	50	100	63	50	25	100	25	
	Manual advance and the	hoch	Morphodynamik Sohle	1.00	92	40	83	70.	.91	70.	55	55	100	70.		100	100	100	100	100	40	
差	Morphodynamik	hoch	Morphodynamik Ufer	100	92	40	83	100	91	100	55	55	100	40		72	100	100	100	100	40	41
Tag	C.	mittel	Morphodynamik Au	100	100	4.2	100	100	100	100	68	68	100	1000	110	100	100	87	100	100	42	_
SQ		sehr gering	Abflussdynamik-kurzfristig	87	100	1.00	100	100	100	100	100	100	100	100	_	100	100	100	100	100	87	
E E	Library de constants	hoch	Abflussdynamik-mittelfristig	1.00	90	100	70	1.00	91	1.00	88	88	100		_	100	100	100	100	.91	70	
Systemsdynamik	Hydrodynamik	The state of the s	Abflussdynamik-langfristig	100	100	100	1.00	100	1.00	100	1.00	1000	100	10000	-	100	100	100	110000	100	100	69
103:		hoch	Überflutungsdynamik	100	90	1.7	70	100	100	100	50	50	40	10000000	70	100	100	70	100	100	17	
		gering	Grundwasserdynamik	100	98	72	100	100	100	100	100	_	100	100	-	100	98	100	100	100	72	
D D	Laterale Vernetzung	hoch	Vernetzung Gewässer-Nebengewässer	1.00	87	_	100	1.00	100	100	100	1.00	40	100	_	100	70	100	50	92	40	
Systemvernetzung	Vertikale Vernetzung	sehr hoch	Vernetzung Gewässer-Grundwasser	88	88	100	1.00	100	75	100	1.00	A 2000	1.00	100		100	100	100	100	100	75	15
et st	Längskontinuum	sehr hoch	Lokales Längskontinuum	100	82	100	100	96	100	96	1.00	0.000	100	100	_	100	100	100	100	100	82	82
o .	100000000000000000000000000000000000000	sehr hoch	Regionales Längskontiuum	100	82	100	100	90	100	90	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	82	
effetter -	sarad assaut fin W				-		-		-			-	-			-		-				
s runun)g	sgrad - gesamt (in %)										- 11									(I		

gy.	Hydrologie	mittel hoch hoch mittel gering	Eingriffsstärke Überflutungsdauer Grundwasserflurabstand Gewässerausdehnung Wassertiefe	100 100 70 87	100 95 95	4 42 17	87 1.00	1.00	100	2	2		DOM:	Ufersicherung	Uferdämme	Enffernung der Ufergehölze	Grundwasserentnahme	Hochwasserdämme im Hinterland	Rodung Auwald	Abtrennung von Zubringern	-	MW Teilkomponenten
34	matricase no core sanc	hoch hoch mittel	Grundwasserflurabstand Gewässerausdehnung Wassertiefe	100 70	95	42		1.00				2	2	2		1	1	1	2	4	ZEG /	lbio
34	matricase no core sanc	hoch mittel	Gewässerausdehnung Wassertiefe	70	10000	14		diam'r.	_	188	75	7.5	78		87	100	100	87	100	100	42	
34	matricase no core sanc	mittel	Wassertiefe	_	90	70.0	10000	100	100	100	85	86	85	100	100	100	97	100	100	100	17	10
34					0.0	72	100	100	100	100	60	100	100	100.00		100	97	100	10000	100	10000	46
34		gering			88	50	100	100	100	86	7.9	_	100	100000	-	100		100		100	50	
34		Service	Strömung	70.	93	7.0	100	1.00	100	1.00	72	60	92	100		91	98	100	100	100	60	
34	Laufentwicklung	mittel	Laufentwicklung	100	1.00	50	80	100	1.00	100	78	78	1.00		200	100	100	100	100	100	_	50
34	wässerbettmorphologie	mittel	Sohlstruktur/Rauigkeit	95	92	68	80	63	80	80	87	93	100		1000	100	100	100	1000	100	63	42
34	n men en europa meren men etter en trette met ette ette ette ette ette ett	sehr hoch	Gewässerbettausformung	100	63	20	100	55	100	IJ	40	55	100	40		88	100	100	100	100	20	
34	Ufermorphologie	hoch	Uferausdehnung	70.	98	40	100	1.00.	100	1.00	60	62	100	1.00		189	100	100	100	100	40	30
100	(1 23	sehr hoch	Uferstruktur	50	1.00	20	1.00	100	58	100	77	7.7	1.00	40	88	50	100	100	100	100	20	_
100	Auenmorphologie	hoch	Auenausdehnung	1.00	100	48	100	100	100	100	100	-	100	100	_	100	100	110000	75	100	48	43
stemsdynamik	ALTHROUGH POLYMAN AND THE WAS	sehr hoch	Auenstruktur	100	90	38	100	100	100	100	55	55	100	100		100	63	50	60	100	38	
stemsdynamik		hoch	Morphodynamik Sohle	1.00	92	40	83	40	91	60	62	62	100	_	100	100	100	100	100	100	40	
stemsdynan	Morphodynamik	hoch	Morphodynamik Ufer	100	92	40	83	100	91	100	62	62	1.00	-60		83	100	100	100	100	-	11
stemsdyr		mittel	Morphodynamik Au	100	100	42	100	100	100	100	78	78	100		87	100	100	87	100	100	42	
stems		sehr gering	Abflussdynamik-kurzfristig	87	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100000	100	100	100	100	100	100	87	
tă l		hoch	Abflussdynamik-mittelfristig	1.00	90	100	70	1.00.	91	1.00.	92	92	100		100	100	100	100	100	7.0	70	
3×	Hydrodynamik	sehr gering	Abflussdynamik-langfristig	100	100	100	1:00	100	1.00	100	1.00	-	1.00			100	100	100	10000	100	100	39
(O)		hoch	Überflutungsdynamik	1.00	90	1.7	7.0	100	100	100	60	60	60	100		100	100	7.0	100	100	17	
		gering	Grundwasserdynamik	100	98	72	100	100	100	100	100	100	100	100		100	98	100	100	100	72	
La	Laterale Vernetzung	hoch	Vernetzung Gewässer-Nebengewässer	1.00	87	100	100	1.00	100	1.00	100	1.00.	60	100	87	100	70	100	60	40	40	
Ve Ve	Vertikale Vernetzung	sehr hoch	Vernetzung Gewässer-Grundwasser	88	88	100	1.00	100	75	100	1.00	100	1.00	100		100	100	100	100	100	75	75
9 t	Längskontinuum	sehr hoch	Lokales Längskontinuum	100	82	100	100	10	100	92	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	10	10
i l	Langskonundum)	sehr hoch	Regionales Längskontiuum	100	82	100	100	10	100	40	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	10	120
füllungsgrad -			li i																		-	

Systembetrachtungsebenen	Systemkomponenten	Ausprägung im Leitbild	Bewertungskriterien	Schwellbetrieb	Ausleitung	Stau (im Abschnitt)	Hochwassermanagement in Stauräumen	Wehr	Sedimentmanagement - Stauraumspültung	Absturzbauwerke	Reduktion der Gewässerbreite	Begradigung des Gewässerverlaufs	Austiefung der Gewässersohle	Ufersicherung	Uferdämme	Entfernung der Ufergehötze	Grundwasserentnahme	Hochwasserdämme im Hinterland	Rodung Auwald	Abtrennung Von Zubringern	Minimalwert ET	MWTeilkomponenten
		- 00 -0	Eingriffsstärke			3		5	3	2	3	3	4	4	1	2	1	1	3	4	ZEG	Abio
		mittel	Überflutungsdauer	1.00	100	48	87	1.00	100	1.00.	70	70.	58	1.00.	_	100	100	87	100	100	48	
	and contemption on	hoch	Grundwasserflurabstand	100	95	23	1.00	100	1.00	100	79	79	72	100	100	100	97	100	100	100	23	49
	Hydrologie	hoch	Gewässerausdehnung	70	95	80	100	100	100	100	50	100	100	100	1000	100	97	100	100	100	50	47
믵	1	mittel	Wassertiefe	87	88	62	100	100	100	86	72	100	100			100		100	100	100	62	
Ē	The standard of the constraint	gering	Strömung	70.	93	80	100	1.00	100	1.00	65	50	84	100	_	81	88	100	100	100	50	
Systemelemente	Laufentwicklung	mittel	Laufentwicklung	100	1.00	62	80	100	1.00	100	68	68	1.00	58	200	180	100	100	100	100	58	58
E E	Gewässerbettmorphologie	mittel	Sohlstruktur/Rauigkeit	95	92	74	10000	63	80	80	80	88	100	100	3,300	100	100	100	100	100	63	42
≪	and the state of t	sehr hoch	Gewässerbettausformung	100	63	30	100	55	100	IJ	30	45	100	20	Name of Street	77	100	100	100	100	20	
OJ.	Ufermorphologie	hoch	Uferausdehnung	70.	98	50	100	1.00	100	1.00	50	55	100	1.00	91	180	100	100	100	100	50	35
		sehr hoch	Uferstruktur	50	1.00	30	1.00	100	58	100	72	7.2	1.00	20	88	40	100	100	100	100	20	_
	Auenmorphologie	hoch	Auenausdehnung	1.00	100	55	100	100	100	100	100	100	100	100	1435.5	100	100	100	50	100	50	38
	Vitalinos (VIV. CEV. W. CEV. V. L. S. C.	sehr hoch	Auenstruktur	100	90	45	100	100	100	100	45	45	100	-	50	100	63	50	25	100	25	
		hoch	Morphodynamik Sohle	1.00	92	50	83	40	91	60	55	55	100	70.	100	180	100	100	100	100	40	
差	Morphodynamik	hoch	Morphodynamik Ufer	100	92	50	83	100	91	100	55	55	1.00	40	91	72	100	100	100	100	40	43
Jan		mittel	Morphodynamik Au	100	100	48	100	100	100	100	68	68	100	100	87	100	100	87	100	100	48	
÷			Abflussdynamik-kurzfristig	87	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	87	
Ë		hoch	Abflussdynamik-mittelfristig	1.00	90	100	70	1.00	.91	1.00	88	_	100	_	_	100	100	100	100	7.0	70	
Systemsdynamik	Hydrodynamik	sehr gering	Abflussdynamik-langfristig	100	100	100	1.00	100	100	100	1.00	100	100	108	100	180	100	100	100	100	100	72
o.		hoch	Uberflutungsdynamik	1.00	90	23	70	100	100	100	50	50	40	100.00	70	100	100	70	100	100	23	
		gering	Grundwasserdynamik	100	98	80	100	100	100	100	100	100	_	100		100	98	100	100	100	80	
E G	Laterale Vernetzung	hoch	Vernetzung Gewässer-Nebengewässer	1.00	87	100	100	1.00	100	1.00	100	1.00	40	1.00	_	100	70	100	50	40	40	_
Systemvem	Vertikale Vernetzung	sehr hoch	Vernetzung Gewässer-Grundwasser	88	88	100	1.00	100	75	100	1.00	A 2000	1.00	10000	91	100	100	100	100	100	75	
et Zta	Längskontinuum	sehr hoch	Lokales Längskontinuum	100	82	10000000	100	10	100	92	100	0.000	100	100	_	100	100	Page 1	100	100	10	
ගි	THE MAD THE PROPERTY.	sehr hoch	Regionales Längskontluum	100	82	100	100	10	100	40	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	10	
errunung	sgrad - gesamt (in %)			1							100											

Systembetrachtungsebenen	Systemkomponenten	Ausprägung im Leitbild	Bewertungskriterien	Schwellbetrieb	Ausleitung	Stau (im Abschnitt)	Hochwassermanagement in Stauräumen	Wehr	Sedimentmanagement - Stauraumspülung	Absturzbauwerke	Reduktion der Gewässerbreite	Begradigung des Gewässerverlaufs	Austiefung der Gewässersohle	Ufersicherung	Uferdämme	Entfernung der Ufergehölze	Grundwasserentnahme	Hochwasserdämme im Hinterland	Rodung Auwald	Abtrennung von Zubringern	Minimalwert ET	MW Teilkomponenten
			Eingriffsstärke		1	4	1	1	3	1	2	2	2	2	1	1	1	1	2	1	ZEG	Abio
		mittel	Oberflutungsdauer	1.00	100	42	87	1.00	100	1.00	75	7.5	78	1.00		100	100	87	100	100	42	
	Thereases:	hoch	Grundwasserflurabstand	100	95	70	1.00	100	1.00	100	85	86	85	10000	-	100	97	100	100	100	17	10
	Hydrologie	hoch	Gewässerausdehnung	70	95	72	100	100	100	100	60	100	100	-		100	97	100	100	100	60	46
율		mittel	Wassertiefe	87	88	50	100	100	100	95	7.9	100	100	100	-	100	92	110000	100	100	50	
Ë	The state of the s	gering	Strömung	70.	93	78	100	1.00	100	100	72	60	92	100	_	91	. 88	_	100	100	60	
Systemelemente	Laufentwicklung	mittel	Laufentwicklung	100		50	80	100	1.00	100	78	78	1.00		200	100	100	100	10000	100	50	50
terr	Gewässerbettmorphologie	mittel	Sohlstruktur/Rauigkeit	95	92	68	1000	87	80	87	87	93	100	100	1000	100	100	100	100	100	68	44
3/5		sehr hoch	Gewässerbettausformung	100	63	20	100	88	100	88	40	55	100	40	100	88	100	100	100	100	20	
875	Ufermorphologie	hoch	Uferausdehnung	70	98	40	100	1.00	100	100	60	62	100	100		100	100	100	100	100	40	30
	10 00	sehr hoch	Uferstruktur	50	1.00	20	1.00	100	58	100	77	7.7	100	40	88	50	100	100	100	100	20	
	Auenmorphologie	hoch	Auenausdehnung	100	100	48	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	75	100	48	43
		sehr hoch	Auenstruktur	100	90	38	100	100	100	100	55	55	100	-	50	100	63	50	60	100	38	
	Manuals and outliers that	hoch	Morphodynamik Sohle	1.00	92	40	83	70.	91	70	62	62	100		100	100	100	100	100	100	40	
蒼	Morphodynamik	hoch	Morphodynamik Ufer	100	92	40	83	100	91	100	62	62	100	60	1	83	100	100	100	100	40	33
Tar		mittel	Morphodynamik Au	100	100	42	100	100	100	100	78	78	100	1000000	87	100	100	87	100	100	42	
Sdy		sehr gering	Abflussdynamik-kurzfristig	87	in onunti	1.00	100	100	100	100	100	100	100	100000	-	100	100	100	100	100	87	
Systemsdynamik	Librature done wine (b)	hoch	Abflussdynamik-mittelfristig	1.00	90	100	70	1.00	91	1.00	92	92.	100	1.00	100	100	100	100	100	91	70	20
S,√.Sl	Hydrodynamik	7	Abflussdynamik-langfristig	100	100	100	1.00	100	1.00	100	1.00	100	1.00	10000	100	100	100	100	100	100	100	09
		hoch	Überflutungsdynamik	100	90	14	70	100	100	100	60	60	60	100		100	100	70	100	100	72	
-	F-74	gering	Grundwasserdynamik	100	98	12	100	100	100	100	100	100	100	100	-	100	98	100	100	100		co.
9 D	Laterale Vernetzung	hoch	Vernetzung Gewässer-Nebengewässer	1.00	87	100	100	1.00	100	100	100	1.00	60	100		100	70	100	60	92	60	
Systemvern etzung	Vertikale Vernetzung	sehr hoch	Vernetzung Gewässer-Grundwasser	88	88	100	1.00	100	75	100	1.00	A 3555	100	100		100	100	-	100	100	75	15
er at	Längskontinuum	sehr hoch	Lokales Längskontinuum	100	82	100	100	98	100	96	100	100	100	100		100	100	100	100	100	82	82
D0		sehr hoch	Regionales Längskontiuum	100	82	100	100	90	100	90	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	82	

Hydrologie	Hydrologie Hyd	Systembetrachtungsebenen	Systemkomponenten	Ausprägung im Leitbild	Bewertungskriterien	Schwellbetrieb	Ausleitung	Stau (im Abschnitt)	Hochwassermanagement in Stauraumen	Wehr	Sedimentmanagement - Stauraumspültung	Absturzbauwerke	Reduktion der Gewässerbreite	Begradigung des Gewässerverlaufs	Austiefung der Gewässersohle	Ufersicherung	Uferdämme	Entfernung der Ufergehölze	Grundwasserentnahme	Hochwasserdämme im Hinterland	Rodung Auwald	Abtrenning von Zubringern	-	MW Teilkomponenten
Hydrologie Laufentwicklung Hittel Laufentwicklung Hittel Laufentwicklung Hittel Laufentwicklung Hittel Laufentwicklung Hittel Laufentwicklung Hittel Laufentwicklung Hobbit Sohlistruktur/Raufgkeit Hydrologie Hobbit Hydrologie Gewässerbettmorphologie Hobbit Hydrologie Auemmorphologie Hobbit Hobb	Hydrologie Hydrologie Hoch Grundwasserflurabstand 100 95 23 100 100 100 100 79 79 72 100 100 100 97 100 100 100 100 23 47 100 10			miltol	Eingriffsstärke		100	3	1	1	3	1 700	3	3	4	4 00	1	2	1 00	1	3	1 1	-	Abio
Hydrologie	Hydrologie hoch Gewässerausdehnung 70 95 80 100					_		48		_	_			$\overline{}$	_			$\overline{}$		_	_	_	_	
Mittel Wassertiefe 87 88 62 100 100 100 100 65 72 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	mittel Wassertiefe gering Strömung 70 38 80 20 100 1		Hydrologia	2575200	The state of the s	100000	100	on	TANCO E	1000		100000	_		1	Access		1	- 0	100000	10000	-		17
Earlien Strömung Strömung 100 10	Laufentwicklung Mittel Laufentwicklung 100 100 100 100 100 100 100 68 68 100 100 100 100 100 50		Hydrologie	- Control of the Cont			20.00	-	100000		0.000	100000	-	2000	0.000		1000		0.00	100000	-	The second	-	7.6
Morphodynamik Morphodynami	Laufentwicklung mittel Laufentwicklung 100 100 62 80 100 100 100 68 86 100 58 87 100 1	뫋			AND THE PERSON NAMED IN COLUMN TO SERVICE AND ADDRESS OF THE PERSON NAMED ADDRESS OF THE PERSON NAMED IN COLUMN TO SERVICE AND ADDRESS OF	-	200 000	- 10000		1000	0.000	-		_	200000		100000			_	-	-	100000	
Morphodynamik Morphodynami	wässerbettmorphologie mittel Sohlstruktur/Raulgkeit 95 92 74 80 87 80 88 100	Ë	Loutontuiskung	-			_			_	_	_		_	_	_	_			_	_	-	_	EO
Ufermorphologie Sehr hoch Uferstruktur 50 100 30 100	Viermorphologie Sehr hoch Gewässerbettausformung 100 63 30 100 88 100 88 30 45 100 20 100 77 100 100 100 100 20 70 70 70 70 70 70	je je	Laurentwicklung	Secretary Control of the Control of		1000000			-	1000000	100000	100000	100						1000	200	-	-	the state of the s	20
Morphodynamik Morphodynami	Morphologie	ten ten	Gewässerbettmorphologie	PATRICIA -	The state of the s	-			120.00	1000	1000	1100	_	40.00	100	100	3,300	77	110000	The second	100	100000	100	47
Ufermorphologie Sehr hoch Uferstruktur 50 100 30 100	Sehr hoch Uferstruktur 50 100 30 100 58 100 72 72 100 20 88 40 100 100 100 20 33	Sys					1000	100.00	200000	10000	-		COMMAND IN		100	400	Name and	100	110000		1000		100	-
Auenmorphologie hoch Auenstruktur 100 10	Auenmorphologie Social Auenausdehnung 100 100 55 100 1		Ufermorphologie			_		_				_	_	_	-	26		$\overline{}$	_	_	_	_		35
Auenmorphologie Sehr hoch Auenstruktur 100 90 45 100 100 100 100 45 45 100 100 50 100 63 50 25 100	Sehr hoch Auenstruktur 100 90 45 100		111	The state of the s			W-000	70,000	MARIE S	B Book	-00-1	100000	_		A 8000	200	7707	1	0.000	-		10000	200	
Morphodynamik hoch Morphodynamik Sohle 100 92 50 83 70 91 70 56 55 100 70 10	Morphodynamik		Auenmorphologie	ITANIAN TO THE REAL PROPERTY.	White the state of	-	100000	1007	100		2000	100000	1000	7 100	7 745	10.00	1435.5	1000	11,150,073	10000	30	100000		38
Morphodynamik hoch Morphodynamik Ufer 100 92 50 83 100 91 100 55 55 100 40 91 72 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	Morphodynamik hoch Morphodynamik Ufer 100 92 50 83 100 91 100 55 55 100 40 91 72 100 100 100 100 40 40 91 100 40 40 91 100 55 55 100 40 91 100 100 100 100 100 100 100 40 91 100 40 91 100 40 91 100 40 91 100 100 100 100 100 100 100 100 100				The state of the s	100000		_	-		-								The second second	_	200		The second second	-
Fig. 2 Fig. 3 F	Mittel Morphodynamik Au 100 100 48 100 1		Morphodynamik			_			-	_					_	-		-	_	_	_	-	_	-16
gering Grundwasserdynamik 100 98 80 100 100 100 100 100 100 100 98 100 98 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	Sehr gering Abflussdynamik-kurzfristig 87 100	Ě	Morpriodynamik.	25 E 2 A . U		1000	200.00			-	100								10000	100	1000			*0
gering Grundwasserdynamik 100 98 80 100 100 100 100 100 100 100 98 100 98 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	Hydrodynamik Hydrodynamik Sehr gering Abflussdynamik-Ingfristig Hoch Überflutungsdynamik Gering Grundwasserdynamik Laterale Vernetzung Vertikale Vernetzung Längskontinuum Hoch Abflussdynamik-mittelfristig Hoch Überflutungsdynamik Hoch Hoch Hoch Hoch Hoch Hoch Hoch Hoch	/Ja		0.0.1977-0.0	THE STORY OF SECURITION AND SECURITION OF SE	_	200		1000		-	100000	-		2.5	1000000	15.	1000	1 15 07	10000	1000	100000	-	
gering Grundwasserdynamik 100 98 80 100 100 100 100 100 100 100 98 100 98 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	Hydrodynamik sehr gering Abflussdynamik-langfristig 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	<u> </u>				-	NO GLUID	-			0.0111	_	100000000000000000000000000000000000000		0.0010		-		100000	_			-	
gering Grundwasserdynamik 100 98 80 100 100 100 100 100 100 100 98 100 98 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	hoch Überflutungsdynamik 100 90 23 70 100 100 100 50 50 40 100 70 100 100 70 100 100 23 gering Grundwasserdynamik 100 98 80 100 100 100 100 100 100 100 98 100 98 100 100 100 80 Laterale Vernetzung hoch Vernetzung Gewässer-Nebengewässer 100 87 100 100 100 100 100 100 100 100 87 100 98 100 98 100 50 92 40 40 Vertikale Vernetzung Sehr hoch Vernetzung Gewässer-Grundwasser 98 88 100 100 100 75 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	ten	Hudrodynamik			_	_			_	_	_	_	$\overline{}$	_	_	_	-	_	_	_	_	_	7.0
gering Grundwasserdynamik 100 98 80 100 100 100 100 100 100 100 98 100 98 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	gering Grundwasserdynamik 100 98 80 100 100 100 100 100 100 100 100 98 100 98 100 98 100 100 100 80 Laterale Vernetzung hoch Vernetzung Gewässer-Nebengewässer 100 87 100 100 100 100 100 100 100 100 87 100 70 100 50 32 40 40 Vertikale Vernetzung sehr hoch Vernetzung Gewässer-Grundwasser 98 88 100 100 100 100 100 100 100 100 100	86	riydrodynamik	Annual Property Pro-		10000	A COLUMN	30		0000	2000			-		A-34554			1	-	100000	100000		**
Eaterale Vernetzung hoch Vernetzung Gewässer-Nebengewässer 100 87 100 100 100 100 100 100 100 100 100 87 100 70 100 50 8	Laterale Vernetzung hoch Vernetzung Gewässer-Nebengewässer 100 87 100 100 100 100 100 100 100 87 100 87 100 70 100 50 92 40 40 40 Verlikale Vernetzung Sehr hoch Vernetzung Gewässer-Grundwasser 88 88 100 100 100 75 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10			TO A TO A STATE OF THE PARTY OF	SOUTH SEASON TO SEASON	1000000	200	- 69 - 69	-	100000	2.22	100000	0.524	200	-25	10.00		1000	11,150,00	1000		-		
Vertikale Vernetzung sehr hoch Vernetzung Gewässer-Grundwasser 88 88 100 100 100 75 100 100 100 100 100 31 100 100 100 100	Vertikale Vernetzung sehr hoch Vernetzung Gewässer-Grundwasser 88 88 100 100 75 100 1	c	Laterale Mernetrung			1000000	-	-	0.000		-	_		10000	-		-		2000	-		100	_	10
Cangskontinuum Sehr hoch Lokales Längskontinuum 100 82 100 100 96 100 96 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	Längskontinuum sehr hoch Lokales Längskontinuum 100 82 100 100 98 100 96 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	ver ng					_			1.00			_	_		_	_	_	_		_	_		_
To the Langskontinuum Selli liuci Lukales Langskontinuum 100 02 100 100 30 100 100 100 100 100 100 100	Sehr hoch Regionales Längskontiuum 100 82 100 100 90 100 100 100 100 100 100 100	ua Ent	vertikale vernezorig	7:520 to 100 to 10			_	100000		QC.	The same of		-	100000	1	0.00000		100	10000	100000	10000	100000		13
76 Cohrhach Pagionales Spackantinum 1901 93 1901 90 1901 100 1001 100 1001 100 1001		्व ञ	Längskontinuum					1000000	1000		100000		200		1000				1000	100000	1000	1000000		82
Self-hoch (regionales Langskonliddin) 100 02 100 100 90 100 100 100 100 100 100 100	1- gesamt (in %)	09/		Seni noch	Regionales Langskontidum	100	.02	1.00	naci	90	100	90	1196	100	Lise	100	130	100	100	1.00	100	1,00	02	

Systembefrachtungsebenen	Systemkomponenten	Ausprägung im Leitbild	Bewertungskriterien	Schwellbetrieb	Ausleitung	Stau (im Abschnitt)	Hochwassermanagement in Stauräumen	Wehr	Sedimentmanagement - Stauraumspülung	Absturzbauwerke	Reduktion der Gewässerbreite	Begradigung des Gewässerverlaufs	Austiefung der Gewässersohle	Ufersicherung	Uferdämme	Enffernung der Ufergehölze	Grundwasserentnahme	Hochwasserdämme im Hinterland	Rodung Auwald	Abtrennung von Zubringern	-	MWTeilkomponenten
			Eingriffsstärke			3	+	5	3	2	2	2	2	2	1	1	1	1	2	4	ZEG.	Abio
		mittel	Oberflutungsdauer	1.00	_	48	87	1.00	100	1.00.	75	7.5	78		_	100	100	87	100	100	48	
		hoch	Grundwasserflurabstand	100	95	.53	1.00	100	100	100	85	85	85	100		100	97	100	100	100	23	
	Hydrologie	hoch	Gewässerausdehnung	70	95	80	100	100	100	100	60	100	100	100	1000	100	97	100	10000	100	60	51
욛		mittel	Wassertiefe	87	88	62	100	100	100	86	7.9	_	100		_	100		100		100	62	
Je.		gering	Strömung	70.	93	80	100	1.00	100	1.00	72	60	92	1.00	_	91	88	100	100	100	60	_
Systemelemente	Laufentwicklung	mittel	Laufentwicklung	100	1.00	62	80	100	1.00	100	78	78	1.00		242.4	100	100	100	100	100	62	62
Ü.	Gewässerbettmorphologie	mittel	Sohlstruktur/Rauigkeit	95	92	74	80	63	80	80	87	93	100	100	10.00	100	100	100	1000	100	63	47
yst	9 4 1,110 2 5 1 1 2 11 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	sehr hoch	Gewässerbettausformung	100	63	30	100	55	100	BT	40	55	100	40	100	88	100	100	100	100	30	200
o.	Ufermorphologie	hoch	Uferausdehnung	70.	98	50	100	1.00	100	1.00.	60	62	100	1.00.	_	180	100	100	100	100	50	40
	o io iii o io	sehr hoch	Uferstruktur	50	1.00.	_30	1.00	100	58	100	77	7.7	1.00	40		50	100	100	100	100	30	
	Auenmorphologie	hoch	Auenausdehnung	1.00	100	55	100	100	100	100	100	1.00	100	100	100	100	100	100	75	100	55	50
	Winest Witter Provinces	sehr hoch	Auenstruktur	100	-	45	100	100	100	100	55	55	100	100	50	100	63	50	60	100	45	-
		hoch	Morphodynamik Sohle	1.00	92	50	83	40	91	60	62	62	100	_	_	100	100	100	100	100	40	
美	Morphodynamik	hoch	Morphodynamik Ufer	100	92	50	83	100	91	100	62	62	1.00	60		83	100	100	100	100	50	46
iam		mittel	Morphodynamik Au	100	100	48	1.00	100	100	100	78	78	100	100	87	100	100	87	100	100	48	
Systemsdynamik	i i	sehr gering	Abflussdynamik-kurzfristig	87	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	87	
E S		hoch	Abflussdynamik-mittelfristig	1.00	90	100	70	1.00	91	1.00	92	92	100	1.00	100	100	100	100	100	70	70	
)g	Hydrodynamik	sehr gering	Abflussdynamik-langfristig	100	1.00	100	1.00	100	100	100	1.00	100	1.00	100	100	100	100	100	100	100	100	72
Ö.		hoch	Überflutungsdynamik	100	90	23	70	100	100	100	60	60	60	100	70	100	100	70	100	100	23	
		gering	Grundwasserdynamik	100	98	80	100	100	100	100	100	100	100	100	98	100	98	100	100	100	80	
E	Laterale Vernetzung	hoch	Vernetzung Gewässer-Nebengewässer	1.00	87	100	100	1.00	100	100	100	1.00	60	1.00	87	100	70	100	60	40	40	40
Systemvern etzung	Vertikale Vernetzung	sehr hoch	Vernetzung Gewässer-Grundwasser	88	88	100	1.00	100	75	100	1.00	100	1.00	100	91	100	100	100	100	100	75	75
et as	Längskontinuum	sehr hoch	Lokales Längskontinuum	100	82	100	100	10	100	92	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	10	10
र्ले	Langskonundum	sehr hoch	Regionales Längskontiuum	100	82	100	100	10	100	40	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	10	10
	sgrad - gesamt (in %)																					

Systembetrachtungsebenen	Systemkomponenten	Ausprägung im Leitbild	Bewertungskriterien	- Schwellbetrieb	Stau (im Abschnitt)	Hochwassermanagement in Stauraumen	Wehr.	w Sedimentmanagement - Stauraumspühung	+ Absturzbauwerke	Reduktion der Gewässerbreite	Begradigung des Gewässerverlaufs	Austiefung der Gewässersohle	+ Ufersicherung	- Uferdämme	Enfernung der Vfergehölze	- Grundwasserentnahme	Hochwasserdämme im Hinterland	Rodung Auwald	. Abtrennung von Zubringern	Minimalwert ET	MWTeilkomponenten
		mittel	Eingriffsstärke Überflutungsdauer	100	42	87	_	100	100	4 66	70	68	100	87	100	100	87	100	100	42	ADR
		hoch	Grundwasserflurabstand	100	17	1.00	100	100	_	72	70	79	100	100	100	97	100	1:00	100	17	
	Hydrologie	mittel	Gewässerausdehnung	87	58	100	100	100	10000	58		100	100	100	100	98	100	_	100	58	47
on .	1/4/F2/9/3/6/3/44	hoch	Wassertiefe	70	70	100	10000	100	84	72	3.000.00	100	100	100	100	20.00	100		2000	70	100 A T 1 B
Systemelemente		gering	Strömung	70	70	100	100	100	100	57	50.	88	188	100	81	98	100	100	100	50	
E E	Laufentwicklung	hoch	Laufentwicklung	100	30	70	100	100	_	40	50	100	40	7.0	100	100	100	_	_	30	30
E		mittel	Sohlstruktur/Rauigkeit	95	68	80	63	80	68	7.4	88	100	100	100	100	100	100		100	63	
Stell	Gewässerbettmorphologie	sehr hoch	Gewässerbettausformung	100	20	100	55	100	65	20	45	100	20	100	77	100	100		100	20	42
જે	Men 50% 57	mittel	Uferausdehnung	87	58	100	180	100	180	58	70	100	100	95	100	100	100		100	58	
	Ufermorphologie	sehr hoch	Uferstruktur	50	20	1.00	100	58	100	65	72	100	20	88	40	100	100	1.00	100	20	39
	PARAMETER POSTONETA POR PARAMETER IN	sehr hoch	Auenausdehnung	100	38	100	100	100	100	100	100	100	100	- W.W.	100	100	100	25	100	25	
	Auenmorphologie	sehr hoch	Auenstruktur	100	38	100	100	100	100	38	45	100	100	50.	100	63	50	25	100	25	25
		hoch	Morphodynamik Sohle	100	40	83	40	91	40	48	55	100	70	100	100	100	188	100	100	40	
¥	Morphodynamik	hoch	Morphodynamik Ufer	100	40	83	100	91	100	48	55	100	40	91	72	100	100	1.00	100	40	32
ami	Did the step Table Access that	hoch	Morphodynamik Au	100	17	1.00	100	100	100	40	50	100	100	70	100	100	70	100	100	17	
\$		sehr gering	Abflussdynamik-kurzfristig	87	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	87	
Ĕ		hoch	Abflussdynamik-mittelfristig	100	100	70	100	91	100	84	88	100	100	100	100	100	1.00	100	70	70	
Systemsdynamik	Hydrodynamik	sehr gering	Abflussdynamik-langfristig	100	100	1.00	180	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	1.00	100	100	64
ගි	Bud Star State Sta	sehr hoch	Überflutungsdynamik	100	4	50	100	100	100	20	30	30	100	50	100	100	50	100	100	.4	
		mittel	Grundwasserdynamik	100	58	100	100	100	100	100	100	100	100	96	100	95	100	100	100	58	
E	Laterale Vernetzung	sehr hoch	Vernetzung Gewässer-Nebengewässer	100	180	100	100	100	100	100	100	30	100	82	100	50	1.00	30	20	20	20
Systemyem	Vertikale Vernetzung	sehr hoch	Vernetzung Gewässer-Grundwasser	88	100	1.00	180	75	100	100	100	100	100	91	100	100	100	1.00	100	75	75
ster	Längekontinuurs	sehr hoch	Lokales Längskontinuum	100	100	100	10	100	20	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	10	40
ঠ	Längskontinuum	sehr hoch	Regionales Längskontiuum	100	100	100	10	100	20	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	10	10
- Charles																					
refullion	gsgrad - gesamt (in %)																				

Hydrologie	Oberflutungsdauer	Systembetrachtungsebenen	Systemkomponenten	Ausprägung im Leitbild	Bewertungskriterien	Schwellbetrieb	Stau (im Abschnitt)	Hochwassermanagement in Stauraumen	Wehr	Sedimentmanagement - Stauraumspülting	Absturzbauwerke	Reduktion der Gewässerbreite	Begradigung des Gewässerverlaufs	Austiefung der Gewässersohle	Ufersicherung	Uferdämme	Entfernung der Ufergehölze	Grundwasserenthalime	Hochwasserdämme im Hinterland	Rodung Auwald	Abtrennung von Zubringern	Minimalwert ET	MW Teilkomponenten
Hydrologie Hydrologia Hydro	Grundwasserflurabstand			political.	Eingriffsstärke		3	1	100	3	100	2	2	2	2	1 07	100	1	1	2	1		_
Hydrologie Mittel Gewässerausdehnung 87 68 100 100 100 76 100	Gewässerausdehnung					-	48	_	_	_	_		_		_				_				
Hoch Wassertiefe 70 80 100 100 98 85 100 100 100 100 98 80 100 100 100 98 80 100 100 100 98 100	Wassertiefe		Liudrologio	- CONTRACTOR		A VOICE	23	1000		4 0000	-	400	10000			A 5000		98.6			1000	_	5.1
Figure Strömung Strömung 100	Strömung 70 80 100 100 100 100 72 80 92 100 100 91 98 100 100 100 60 40 40 40 50 50 50 50 50 50 50 50 50 50 50 50 50		Hydrologie				200.00	1000000		-	4 7 6 7	_		-			10000	1000000	100,000	10000	1000		1000
Morphodynamik Morphodynami	Laufentwicklung 100 40 70 100 100 100 60 60 60 100 100 100 100 1	럩					1000	-		-	-		0.001.00		0.000		-					_	4
Morphodynamik Morphodynami	Schlstruktur/Rauigkeit 95 74 80 87 80 87 80 87 80 100 100 100 100 100 100 100 100 100	E E	L'angantinia (duna	2	5 - 15 A			$\overline{}$		_	_	_		-		_	_	_		_			_
Morphodynamik Morphodynami	Gewässerbettausformung Gewäss	eje eje	Lautentwicklung	100 ESAN U		1000000	100		10.0000		100		700	A 40000	-				100000	1000	10000		
Multiplication Mult	Uferausdehnung	ten	Gewässerbettmorphologie	ALCO DE LA COLONIA DE LA COLON		-	10.000	6000	1600	10000	1000	_				-	1,36,301	0.000	1,175,473	10000	1000	-	
Multiplication Mult	Uferstruktur 50 30 100 100 58 100 77 77 100 40 88 50 100 100 100 100 100 30 45 45 45 45 46 46 46 46	Sys	1 200 100 100	111		- Contract	1.000	10000		-				LD-CO-6	100			100		10000			_
Auenmorphologie Sehr hoch Auenausdehnung 100 45 100 1	Auenstruktur 100 45 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10		Ufermorphologie							$\overline{}$	_	_		$\overline{}$	_					_	_		4.99
Morphodynamik Sehr hoch Auenstruktur 100 45 100 100 100 100 55 55 100 100 60 100 60 10	Auenstruktur 100 46 100 100 100 100 100 55 55 100 100 50 100 63 50 60 100 45 45 Morphodynamik Sohle 100 50 83 70 91 70 62 62 100 80 100 100 100 100 100 100 50 Morphodynamik Ufer 100 50 83 100 91 100 100 100 60 60 60 91 83 100 100 100 100 100 50 41 Morphodynamik Au 100 23 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10		711	2000	BANKALK ILLEGIST STATE OF THE S	-	Production is		MARK N	- 6.0				4 0000	311.00	-	70-17			-	100000		1
Morphodynamik Morphodynami	Morphodynamik Sohle 100 50 83 70 91 70 62 62 100 80 100 100 100 100 100 50 41 Morphodynamik Ufer 100 50 83 100 91 100 62 62 62 100 60 91 83 100 100 100 100 50 41 Morphodynamik Au 100 23 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10		Auenmorphologie		75, 55, 55, 55, 55, 55, 55, 55, 55, 55,		-	10000	1000	70000	200	-	_	1000000	2.745	100000	100000000000000000000000000000000000000	2.000		0.000	1000		
Morphodynamik hoch Morphodynamik Ufer 100 50 83 100 91 100 62 62 100 60 91 83 100	Morphodynamik Ufer 100 50 83 100 91 100 62 62 100 60 91 83 100 100 100 100 50 41 Morphodynamik Au 100 23 100 100 100 100 100 100 100 100 100 70 100 10				AND THE RESIDENCE OF THE PARTY	_	-	10000		_	0.010		_	_	D G LUE						-		_
Hydrodynamik	Morphodynamik Au 100 23 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	5186	Mornhodynamik		 	-	$\overline{}$				_	-		_			_	_		$\overline{}$	_	_	
Mittel Grundwasserdynamik 100 68 100 100 100 100 100 100 100 100 96 100 95 100 1	Abflussdynamik-kurzfristig 87 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	Ě	Morphodynamik	2000		1	30	000.00			3.000		100	10000	-				1000000	1000.00	1000	_	7.1
Mittel Grundwasserdynamik 100 68 100 100 100 100 100 100 100 100 96 100 95 100 1	Abflussdynamik-mittelfristig 100 100 70 100 91 100 92 92 100 100 100 100 100 100 100 91 70 100 91 70 100 100 100 100 100 100 100 100 100	/Ja		A CONTRACTOR OF THE PARTY OF TH	The Section of the Se		400	and the second	100.00	70.00	200	_	100000	100000	200			-	_		11000	_	
Mittel Grundwasserdynamik 100 68 100 100 100 100 100 100 100 96 100 95 100 1	Abflussdynamik-langfristig 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	180	1			-	10000			100000	0.0010		2 10 10	_			_						
Mittel Grundwasserdynamik 100 68 100 100 100 100 100 100 100 96 100 95 100 100 100 100	Überflutungsdynamik 100 66 50 100 100 100 100 100 40 40 40 100 50 100 100 100 66 Grundwasserdynamik 100 68 100 <td>teu</td> <td>Hydrodynamik</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>_</td> <td>_</td> <td>_</td> <td>_</td> <td>_</td> <td></td> <td>_</td> <td>$\overline{}$</td> <td>_</td> <td>_</td> <td>_</td> <td>_</td> <td>_</td> <td>$\overline{}$</td> <td></td> <td></td> <td>46</td>	teu	Hydrodynamik				_	_	_	_	_		_	$\overline{}$	_	_	_	_	_	$\overline{}$			46
Mittel Grundwasserdynamik 100 68 100 100 100 100 100 100 100 100 96 100 95 100 1	Grundwasserdynamik 100 68 100 100 100 100 100 100 100 96 100 95 100 100 100 68 Vernetzung Gewässer-Nebengewässer 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	Š	riyardayriarriik			1000	1100	-	A 100000	1000			_	1000	-		-	1000		-	10000	100	
Laterale Vernetzung Sehr hoch Vernetzung Gewässer-Nebengewässer 100	Vernetzung Gewässer-Nebengewässer 100 100 100 100 100 100 100 400 100 40 100 82 100 50 100 40 90 40 40 Vernetzung Gewässer-Grundwasser 88 100 1			- 100 mm - 1	Control of the Contro	-	68	(No. 25)	1000000	700000	200	-	F.5.E.	-	0.000	P. 25	1,35,351		1000	1000000	11,150,000		
Vertikale Vernetzung sehr hoch Vernetzung Gewässer-Grundwasser 88 100 100 100 75 100 100 100 100 100 91 100 100 100 100	Vermetzung Gewässer-Grundwasser 88 1.00 100 100 75 100 1	E	the state of the s			-		1000			-	-	_	_				Acres de la constante de la co	-	$\overline{}$			-
Längskontinuum Sehr hoch Lokales Längskontinuum 100 100 100 96 100 96 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	Lokales Längskontinuum 100 100 100 100 36 100 36 100 100 100 100 100 100 100 100 100 10	wer⊓g					_	_	_	$\overline{}$	$\overline{}$	_	_	_	_		_		_			_	_
Lângskontinuum		ten Et ni	4 1000 00 000 0000 0000 0000	752012 073 076			100000	1000	-		-			1 0000	10000		1000		100000	100000	10000		_
(o. Isehrhoch (Regionales Langskonfluum 1100/100/100/100/100/100/100/100/100/10	100 100 100 100 100 100 100 100 100 100	9 9 9	Längskontinuum	sehr hoch		10.01	-	The second		_		10.00		0.00	1000	10.00	_		11120.01	1000000	1		4.95
The state of the s		-36		9910 119911	Magrando Langonomadan	100	1080	1364	-00	-	90	-	V.R.H.	100	A JESS	-00	13030	1995	100	1000	100		

Systembetrachtungsebenen	Systemkomponenten	Ausprägung im Leitbild	Bewertungskriterien	- Schwellbetrieb	Stau (im Abschnitt)	- Hochwassermanagement	- Wehr	Sedimentmanagement - Stauraumspülting	- Absturzbauwerke	Reduktion der Gewässerbreite	₩ Begradigung des Gewässerverlaufs	Austiefung der Gewässersohle	→ Ufersicherung	→ Uferdämme	Entfernung der Ufergehölze	- Grundwasserentnahme	Hochwasserdämme im Hinterland	Rodung Auwald	Abtrennung von Zubringern	Minimalwert ET	MWTeilkomponenten
		mittel	Eingriffsstärke Überflutungsdauer	1.00	-	87	100	100	100	66	78	3 68	100	87	100	180	87	100	100	42	ADI
		hoch	Grundwasserflurabstand	100	17	100	_	100	100	72	79	79	1.00	100	100	97	100	100	100	17	1
	Hydrologie	mittel	Gewässerausdehnung	87	58	100	10000	100	5.550	58	100	100	100	100	100	98.6	100		100	58	47
Sms.	Thirt Value of Company	hoch	Wassertiefe	70	70	1000000	100	100	98	72	100	100	100	100	-	100000	100	10000	100	70	10000
Systemelemente	1	gering	Strömung	70	70	10000	100	-	100	57	50	88	100	100	81	98	100	100	100	50	E
ᇤ		hoch	Laufentwicklung	100	30		1:00	_	1.00	40	50	100	40	70	100	100	100	100	100	30	30
Tie.		mittel	Sohlstruktur/Rauigkeit	95	68	80		80	87	74	88	1.00	11.0	100	100	100	100	100	100	68	
Ster	Gewässerbettmorphologie	sehr hoch	Gewässerbettausformung	100		100	1000	100	88	20	45	100	20	100	77	100	100	100	100	20	44
જે	11 0200 10 00 0	mittel	Uferausdehnung	87	58	-	100	_	100	58	70	-	100	95	100	180	100	100	100	58	To.
	i Utermorphologie i	sehr hoch	Uferstruktur	50	28	100	_	58	1.00	65	72	100	20	88	40	100	100	100	100	20	1000
	11111111111111111111111111111111111111	sehr hoch	Auenausdehnung	100	38		100	100	0.00			100	100	100	100	100	100	25	100	25	
	Auenmorphologie	sehr hoch	Auenstruktur	100	10000	10000	100		100	38	45	_	100	50	100	63	50	25	100	25	25
		hoch	Morphodynamik Sohle	100	40	83	70	91	70	48	55	100	7.0	100	100	180	100	100	100	40	
w.	Morphodynamik	hoch	Morphodynamik Ufer	100			1.00		1.00	48	55	100	40	91	72	180	100	100	100	40	
Ē	ESTERNISH SECTIONS AND SECTION OF	hoch	Morphodynamik Au	100	17	00000	100	100	100	40	50	100	100	70	100	100	70	100,000	100	17	1
УПВ	-	sehr gering	Abflussdynamik-kurzfristig	87	100	100	1000		1000	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	87	
Systemsdynamik		hoch	Abflussdynamik-mittelfristig	1.00	10000	70	0.0000	91	100	84	88	100	100	100	100	180	100	100	91	70	F
je Ste	Hydrodynamik		Abflussdynamik-langfristig	100	_	100	_	_	100	100	-	100	100	100	100	100	100		100	100	4-
Ś	\$2500 E-750 E-100 E-	sehr hoch	Überflutungsdynamik	100	_	50	100	100	100	20	30	30	100	50	100	100	50	100	100	4	
		mittel	Grundwasserdynamik	100	_	100	100	100000	100	100	-	100	100	96		3.00	100	100	100,000	58	Ē
	the second control of	sehr hoch	Vernetzung Gewässer-Nebengewässer	1.00	-	100	-	_	100	100	100	30	100	82	100	50	100	30	90	30	_
a a a		sehr hoch	Vernetzung Gewässer-Grundwasser	88	_	100	1.00	75	100	100	1.00	100	1.00	91	100	100	100	100	100	75	_
erung erung	41174 44 5774 444 4774 4774	sehr hoch	Lokales Längskontinuum	100	-	100	96	100	96	100		100	100	100	100	100	100	100	100	96	_
o u	i Landskontinuum i	sehr hoch	Regionales Längskontiuum	0.00	100	100	90	100	90	100	100		100	100	100	100	100	100	100	90	1 12 2
														-							
füllungs	grad - gesamt (in %)										-	-	-								

Systembetrachtungsebenen	Systemkomponenten	Ausprägung im Leitbild	Bewertungskriterien	Schwellbetrieb	Stau (im Abschnitt)	Hochwassermanagement in Stauraumen	Wehr	Sedimentmanagement - Stauraumspülung	Absturzbauwerke	Reduktion der Gewässerbreite	Begradigung des Gewässerverlaufs	Austiefung der Gewässersohle	Ufersicherung	Uferdämme	Entfernung der Ufergeliölze	Grundwasserentnahme	Hochwasserdämme im Hinterland	Rodung Auwald	Abtrennung von Zubringern	Minimalwert ET	MW Teilkomponenten
		poittol	Eingriffsstärke Überflutungsdauer	1.00	42	87	100	100	100	75	75	78	100	87	100	100	87	100	100	ZEG 42	Abi
	5	mittel hoch	Grundwasserflurabstand	100	17	100	_	100	100	86	85	86	100	100	100	97	100	100	100	17	Ē
	Hydrologie	mittel	Gewässerausdehnung	87	58	1000	100	100	0.000	78	100	100	100	100	100	48 A	100	100	100	58	49
	riyarologie	hoch	Wassertiefe	70	70	10000	100	100	84	85	100	100	100	100	100	1000000	100		100	70	18.0
Systemelemente	i i	gering	Strömung	70	78	1,540.00	100	100	20000	72	60	92	100	100	81	98	100	100	100	60	= 1
Ĕ.	Laufentwicklung	hoch	Laufentwicklung	100	30		1:00	_	100	60	60	100	60	70	100	100	100	100	100	30	30
ĕ	Ladientwickiding	mittel	Sohlstruktur/Rauigkeit	95	68	80		80	68	87	93		100	100	100	100	100	100	100	63	30
gen	Gewässerbettmorphologie	sehr hoch	Gewässerbettausformung	100	-	100	55	100	65	40	55	100	40	100	88	100	100	100	100	20	42
8	5 550 NO III	mittel	Uferausdehnung	87	58	-	100	10000	100	78	75	-	100	95	100	100	100	100	100	58	
	Ufermorphologie	sehr hoch	Uferstruktur	50	20	100		58	100	77	77	100	40	88	50	188	100	100	100	20	39
	- "	sehr hoch	Auenausdehnung	100	20	1000	100	100	100	-	100	4.000	100	100	100	100	100	60	100	38	
	Auenmorphologie	sehr hoch	Auenstruktur	100		10000	100		100	55	55	100	100	50	14/35/2011	63	50	60	100	38	38
		hoch	Morphodynamik Sohle	100	_	83	40	91	40	62	62	100	80	100	100	100	100	100	100	40	
Nor	Morphodynamik	hoch	Morphodynamik Ufer	100		$\overline{}$	1.00	_	1.00	62	62	100	60	91	83	180	100	100		40	32
È	morphodynamin	hoch	Morphodynamik Au	100	17	100.00	100	100	100	60	60	100	100	70	100	100	70	450.00	100	17	-
/la	0	sehr gering	Abflussdynamik-kurzfristig	87	100	100	200.00	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	87	
200		hoch	Abflussdynamik-mittelfristig	100	-		100	91	100	92	92	100	100	100	100	100	100	100	70	70	Ē
Systemsdynamik	Hydrodynamik	sehr gering	Abflussdynamik-langfristig	100	_	100	_	100	100	100	_	100	100	100	100	180	100	100	100	100	64
Š	19,919,531,911,111	sehr hoch	Überflutungsdynamik	100	1.00	50	A160000	100	100	40	40	40	100	50	100	100	50	100	100	1	-
		mittel	Grundwasserdynamik	100	_	0.000	100	700000	100	-	F38	100	100	96	100		100	100		58	1
E	Laterale Vernetzung	sehr hoch	Vernetzung Gewässer-Nebengewässer	100	_	10000	100	100	100	100	100	40	100	82	100	50	100	_	20	_	20
wer	Vertikale Vernetzung	sehr hoch	Vernetzung Gewässer-Grundwasser	88	1.00	100	_	75	100	100	1.00	100	100	91	100	100	100	100	100		
Systemvernetzung	A AND AND AND THE AND	sehr hoch	Lokales Längskontinuum	100	1	100		100	20	100		100	100	100	100	100	100	100	10000	10	
(S)	Längskontinuum	sehr hoch	Regionales Längskontiuum		100	100000	10	100	20		100	7 -0.0	100	10.00	1000	100	1000	100	-	10	
730		920 090	regionales congenentiadan	100	1150	1000	THE	100	AE.	100	1,164	100	(ISS)	-00	13434	1995	100	1000		A.W.	
rfüllime	ısgrad - gesamt (in %)						-					_		_	=		=				
	erter Gewässersystemzustan	4.	·		\leftarrow							_					=	\rightarrow	\rightarrow		_

Systembetrachtungsebenen	Systemkomponenten	Ausprägung im Leitbild	Bewertungskriferien	Schwellbetrieb	Stau (im Abschnitt)	Hochwassermanagement in Stauraumen	Wehr	Sedimentmanagement - Stauraumspülung	Absturzbauwerke	Reduktion der Gewässerbreite	Begradigung des Gewässerverlaufs	Austiefung der Gewässersohle	Ufersicherung	Uferdämme	Entfernung der Ufergehölze	Grundwasserentnahme	Hochwasserdämme im Hinterland	Rodung Auwald	Abtrennung von Zubringern		MW Teilkomponenten
		-/00-1	Eingriffsstärke		3	1	5	3	4	4	3	3	+	1	2	1	- 1	3	4	ZEG	Abio
	5	mittel	Überflutungsdauer	1.00	48	87	100	1.00	100	66	70	68	100	87	100	100	87	100	100	48	
	Universalis	hoch	Grundwasserflurabstand	100	23	100		100	100	72	79	79	100	100	100	97	100	100	100	23	ro.
	Hydrologie	mittel	Gewässerausdehnung	87	68	10000	100	1000000	100	58	100	100	100	100	100	100000	100		11000	58	90
믵	l l	hoch	Wassertiefe	70	80	100000	100	100	84	72	100	100	100	100	100000	88	100	10000	100	70	
Ē	I have entire the reservoir	gering	Strömung	70.	88	_	100	1.00	100	57	50	88	100	$\overline{}$		98	100	100		50	200
Systemelemente	Laufentwicklung	hoch	Laufentwicklung	100	40	_	1.00	100	1.00	40	50	100	40	70	100	100	100	1000	455000	40	40
E E	Gewässerbettmorphologie	mittel	Sohlstruktur/Rauigkeit	95	7.4	80	63	80	68	74	88	1.00	100	100	100	100	100	100000	100	63	42
3<	A STANDARD CONTROL OF THE PROPERTY OF THE PROP	sehr hoch	Gewässerbettausformung	100	2000	100		100	65	20	45	100	20	100	77	100	100	1.00		20	216
UJ.	Ufermorphologie	mittel	Uferausdehnung	87	68	100		-	100	58	70	_	100	95	100	100	100	100	100	58	39
	0 3	sehr hoch	Uferstruktur	50	30	100		58	1.00	65	72	100	20	88	40	180	100	100	100	20	_
	Auenmorphologie	sehr hoch	Auenausdehnung	100	46000	10000	_	7	100	- CO. 111	100	-	100		100	100	100	25	100	25	25
	CALIFORNIE WAY LAND	sehr hoch	Auenstruktur	100	100000	10000	100	100	100	38	45	100	100	50	100	63	50	25	100	25	200
		hoch	Morphodynamik Sohle	1.00	50	83	40	91	40	48	55	1.00	78	1.00	100	100	100	100	100	40	
¥	Morphodynamik	hoch	Morphodynamik Ufer	100		100,000	1.00	91	1.00	48	55	100	40	91	72	100	100	100000	100		34
lam		hoch	Morphodynamik Au	100	23	100	1.00	1.00	100	40	50	100	100	70	100	100	70	100	100	23	
충		sehr gering	Abflussdynamik-kurzfristig	87	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	87	
E .	I I	hoch	Abflussdynamik-mittelfristig	1.00	100	70	100	91	100	84	88	1.00	100	1.00	100	100	100	100	70	70	
Systemsdynamik	Hydrodynamik	sehr gering	Abflussdynamik-langfristig	100	1.00	100	1.00	100	1.00	100	1.00	100	1.00	100	100	100	100	100	100	100	66
6	10 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 0	sehr hoch	Überflutungsdynamik	100	6	50	100	100	100	20	38	30	100	50	100	100	50	100	100	6	
	1	mittel	Grundwasserdynamik	100	68	100	100	100	100	100	100	100	100	96	100	95	100	100	100	68	
E	Laterale Vernetzung	sehr hoch	Vernetzung Gewässer-Nebengewässer	1.00	100	100	100	1.00	100	188	100	30	100	82:	100	50	100	30	20	20	20
Systemvernetzung	Vertikale Vernetzung	sehr hoch	Vernetzung Gewässer-Grundwasser	88	1.00	100	1:00	75	100	100	1:00	100	1.00	91	100	100	100	100	100	75	75
ag Eg	4 1170 14 1774 14 1774 1774	sehr hoch	Lokales Längskontinuum	100	100	100	10	100	20	100	1.00	100	100	100	100	100	100	100	100	10	
6	Längskontinuum	sehr hoch	Regionales Längskontiuum	100	-	100	10	100	20	100	100	100	100		100	100	100	100000	100	10	10
														-							
	sgrad - gesamt (in %)			_		_		_		-		_		_		-	-	$\overline{}$		_	-

Systembetrachtungsebenen	Systemkomponenten	Ausprägung im Leitbild	Bewertungskriterien	Schwellbetrieb	Stau (im Abschnitt)	Hochwassermanagement in Stauräumen	Wehr	Sedimentmanagement - Stauraumspülung	- Absturzbauwerke	Reduktion der Gewässerbreite	Begradigung des Gewässerverlaufs	Austiefung der Gewässersohle	Ufersicherung	- Uferdämme	Entfernung der Ufergehölze	- Grundwasserentnahme	. Hochwasserdämme im Hinterland	, Rodung Auwald	, Abtrennung von Zubringern	Minimalwert ET	MW Teilkomponenten
		mittel	Eingriffsstärke Überflutungsdauer	1.00	42	87	100	100	100	2 75	75	78	100	87	100	180	87	100	100	ZEG 42	Abie
			Grundwasserflurabstand	100	_	100		$\overline{}$	100	86	85	85	100	100	100		100	100	100	17	
	Hydrologie	100000000000000000000000000000000000000	Gewässerausdehnung	87	58	100		100		78	100	100	100	100	100	98	100	100	100	58	49
	The Control of Control	Marie Villa	Wassertiefe	70	70	The second	100	100	98	-	100	100	100	100	100		100	100	100	70	
Systemelemente			Strömung	70	78	100		-	100	72	60	92	100	100	91	98	100	100	100	60	90 1
Ĕ.		hoch	Laufentwicklung	100	-		1:00	100	_	60	60	100	60	70	100	_	100	100		30	_
ĕ		CONTRACTOR OF THE PROPERTY OF	Sohlstruktur/Rauigkeit	95	68	80	10.0000	80	87	87	93	100	100	100	100	100	100	100	100	68	
afe.	Gewässerbettmorphologie	PLACE TO SECTION AND ADDRESS OF THE PERSON A	Gewässerbettausformung	100	20	100	1600	100	88	40	55	100	40	100	88	100	100	100	100	20	44.4
ò	1 020: 37 m m	mittel	Uferausdehnung	87	58	10000	100	100	100000	78	75	10000	100	95	100	180	100	100	100	58	_
	i viermorphologie i	sehr hoch	Uferstruktur	50	20	100		58	1.00	77	77	100	40	88	50	100	100	100		20	100000
		AND ADDRESS OF THE PARTY.	Auenausdehnung	100	38	100	MARCH A	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	60	100	38	
	Auenmorphologie	and the second second	Auenstruktur	100	38	10000	100		100	55	55	100	100	50	100000000000000000000000000000000000000	100000000000000000000000000000000000000	50	60	100	38	
		The Control of the Co	Morphodynamik Sohle	100		83	78	91	70	62	62	100	80	100	100	180	100	100	100	40	_
\sim			Morphodynamik Ufer	100	\rightarrow		1.00		1.00	62	62	100	60	91	83	188	100	100	100	40	4
Ē	1022#S4000M/Varios()/	2005200	Morphodynamik Au	100	17	100		100	100	60	60	100	100	70	100	100	70	100	100	17	
Systemsdynamik		- CASTANCE	Abflussdynamik-kurzfristig	87	100	Market St.	100	70.00	1000	100	100	-	100	100	100	100	100	100	100	87	
ms(Abflussdynamik-mittelfristig	1.00	100	78	100	91	100	92	92	100	100	1.00	100	100	100	100	91	70	
ste	Hydrodynamik		Abflussdynamik-langfristig	100	_	100	_	$\overline{}$	1.00	100	_	100	1.00	100	100	100	100	100	100	100	4-
ò	CONTRACTOR OF STREET	sehr hoch	Überflutungsdynamik	100	4	50	0.000	100	100	40	40	40	100	50	100	100	50	100	100	4	
		-251117200	Grundwasserdynamik	100	_	70ep25	100	100	2.745	100	100	100	100	96	1,216,001	2000	100	100	11 150 250	58	
E	the same of the sa	sehr hoch	Vernetzung Gewässer-Nebengewässer	1.00		10000	100	100	100	1.00	100	40	100	82:	100	50	100	40	90	_	40
Systemvern etzung		sehr hoch	Vernetzung Gewässer-Grundwasser	88	1.00	100	_	75	1.00	100	1.00	100	1.00	91	100	100	100	100	100	75	_
ote n	A STATE OF S	sehr hoch	Lokales Längskontinuum	100	100	100	96	100	96	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	96	_
Š	Landskontinuum	14.070	Regionales Längskontiuum		100	100		100	90	10.70	100	7 -0.0	1000	10.00	100	-	100	100000		90	4.5935
						-															
	sgrad - gesamt (in %)			_	-	_						_		_		-		-		=	$\overline{}$

Laufe Gewässert Gewässert Auenn Morpt	emkomponenten	Ausprägung im Leitbild	Bewertungskriterien	Schwellbetrieb	Stau (im Abschnitt)	Hochwassermanagement in Stauräumen	Wehr	Sedimentmanagement - Stauraumspülung	Absturzbauwerke	Reduktion der Gewässerbreite	Begradigung des Gewässerverlaufs	Austiefung der Gewässersohle	Ufersicherung	Uferdämme	Enffernung der Ufergehölze	Grundwasserentnahme	Hochwasserdämme im Hinterland	Rodung Auwald	Abtrennung von Zubringern		MW Teilkomponenten
Laufe Gewässert Uferm Auenn		900-0	Eingriffsstärke		3	1		3	1	4	3	3	4	1	2	1	1	3			Abio
Laufe Gewässert Uferm Auenn		mittel	Überflutungsdauer	1.00	48		100	1.00.	100	66	70	68	100	87	100	100	87	100	100	48	
Laufe Gewässert Uferm Auenn	FILANDEZ SEON	hoch	Grundwasserflurabstand	100	23	100000	1.00	1,000	100	72	79	79	100	100	200	97	100	100	100	23	Carre
Uferm Auenn	Hydrologie	mittel	Gewässerausdehnung	87	68	1000000	100	100.00	100	58	100	100	100	100	100	98	100	100	100	-	50
Uferm Auenn		hoch	Wassertiefe	70	80	100		100	98	72	100	100	100	100		88	100	100	100	70	
Uferm Auenn		gering	Strömung	70	88	100	_	_	100	57	50	88	100		_	98	100	100	100	50	
Uferm Auenn	Laufentwicklung	hoch	Laufentwicklung	100	40		1.00	100000	1.00	40	50	100	40	70	100		100	100	10000	40	40
Uferm Auenn	vässerbettmorphologie	mittel	Sohlstruktur/Rauigkeit	95	74	80	No.	80	87	7.4	88	100	100	1.00	100	100	100	100	100	74	47
Uferm Auenn	AGENTINA AND SAN EASTANDAINE HOSE.	sehr hoch	Gewässerbettausformung	100	30	100		100	.88	20	45	100	20	100	77	100	100	100	100	20	17.71
Auenm	Ufermorphologie	mittel	Uferausdehnung	87	68		100		100	58	70	1.00	100	_	_	100	100	100	100	58	39
Service Servic	(3	sehr hoch	Uferstruktur	50	30	100	The same of	58	1.00	65	72	100	20	88	40	100	100	100	100	20	
Service Servic	Auenmorphologie	sehr hoch	Auenausdehnung	100	45	100	1000	100	100	100	100	E 10.01	100	100	100	100	100	25	100	25	200
Morph Morph Hydr	Vices in the Vices and	sehr hoch	Auenstruktur	100	45	10000	_	1,000,000	100	38	45	10000	100	50	100	63	50	25	100	25	E-77
Morph		hoch	Morphodynamik Sohle	1.00	50		7.0	91	70	48	55	1.00	70	_	100	100	100	100	100	48	
Hydr Hydr	Morphodynamik	hoch	Morphodynamik Ufer	100	50	83	1.00	91	1.00	48	55	100	40	91	72	100	100	100	100	40	37
J/gstemsdy/		hoch	Morphodynamik Au	100	23	100	1.00	1.00	100	40	50	100	100	70	100	100	70	100	100	23	
stems Hydr		sehr gering	Abflussdynamik-kurzfristig	87	100	100	and the	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	87	
ਲੋਂ Hydr ≳		hoch	Abflussdynamik-mittelfristig	1.00	100	78	100	91	100	84	88	1.00	100	1.00	100	100	100	100	91	70	
	Hydrodynamik	sehr gering	Abflussdynamik-langfristig	100	1.00	100	1.00	100	1.00	100	1.00	100	1.00	100	100	100	100	100	100	100	66
100		sehr hoch	Überflutungsdynamik	100	6	50	100	100	100	20	30	30	100	50	100	100	50	100	100	ô	
		mittel	Grundwasserdynamik	100	68	100	100	100	100	100	100	100	100		100	95	100	100	100	68	
E Laterale	_aterale Vernetzung	sehr hoch	Vernetzung Gewässer-Nebengewässer	1.00	100	100	100	100	100	1.00	100	30	100	82:	100	50	100	30	90	30	30
Laterale Vertikalı tangs	/ertikale Vernetzung	sehr hoch	Vernetzung Gewässer-Grundwasser	88	1.00	100	100	75	100	100	1.00	100	1.00	91	100	100	100	100	100	75	75
S de lance	Längskontinuum	sehr hoch	Lokales Längskontinuum	100	100	100	96	100	96	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	96	93
ρ Langs	-angonominadin	sehr hoch	Regionales Längskontiuum	100	100	100	90	100	90	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	90	37

Systembefrachtungsebenen	Systemkomponenten	Ausprägung im Leitbild	Bewertungskriterien	Schwellbetrieb	Stau (im Abschnitt)	Hochwassermanagement in Stauräumen	Wehr	Sedimentmanagement - Stauraumspülung	Absturzbauwerke	Reduktion der Gewässerbreite	Begradigung des Gewässerverlaufs	Austiefung der Gewässersohle	Ufersicherung	Uferdämme	Entfernung der Ufergehölze	Grundwasserentnahme	Hochwasserdämme im Hinterland	Rodung Auwald	Abtrennung von Zubringern	Minimalwert ET	MW Teilkomponenten
		mittel	Eingriffsstärke Überflutungsdauer	1.00	48	1 07	100	100	100	2 75	75	78	100	87	100	180	87	100	100	ZEG 48	-
		hoch	Grundwasserflurabstand	100	90	100	_	_	100	86	85	86	100	100	_	_	100	100	100		23
	Hydrologie	mittel	Gewässerausdehnung	87	68	100		100		78	100	100	100	100	100	98	100	100	100	68	54
	The Control of Control	hoch	Wassertiefe	70	80	100000	100	100	84	85	100	100	100	100	100	88	100	100	100	70	1000
age a	1	gering	Strömung	70	88	100		-	100	72	60	92	100	100	91	98	100	100	100	-	4-
ŭ,		hoch	Laufentwicklung	100	40	-	1:00	100	_	60	60	100	60	70	100	_	100	_	100		60 40 40 63 47
Systemelemente		mittel	Sohlstruktur/Rauigkeit	95	7.4	80	63	80	68	87	93	100	100	100	100	100	100	100	100	_	_
ater	Gewässerbettmorphologie	sehr hoch	Gewässerbettausformung	100	30	100	55	100	65	40	55	100	40	100	88	100	100	100	100	-	41
ò	1 000 00 00	mittel	Uferausdehnung	87	68	110000	100	-	100	78	75	10000	100	95	100	100	100	100	100	68	100
	I Utermorphologie I	sehr hoch	Uferstruktur	50	30	100		58	1.00	77	77	100	40	88	50	180	100	100	100	30	4.9
		sehr hoch	Auenausdehnung	100	45	100		100	100	1.00	100	100	100	100	100	100	100	60	100	45	_
	Auenmorphologie	sehr hoch	Auenstruktur	100	45	100000	100	1000000	100	55	55	100	100	50	1,14,35,321	63	50	60	100	45	
		hoch	Morphodynamik Sohle	100	50	83	_	91	40	62	62	100	80	100	100	100	100	100	100	40	-
\@(hoch	Morphodynamik Ufer	100	50	_	1.00	_	1.00	62	62	100	60	91	83	100	100	100	100	50	
Ē	E-0212-Water On Table Sales (1971)	hoch	Morphodynamik Au	100	23	000.00	100		100	60	60	100	100	70	100	100	70	100	100	23	
Systemsdynamik		sehr gering	Abflussdynamik-kurzfristig	87	100	1000000	100			100	100000	100	100	100	100	100	100		100	87	
DSU		hoch	Abflussdynamik-mittelfristig	1.00	1000000	78	0.00.01	91	100	92:	92	100	100	100	100	100	100	100	70	70	-
ster	Hydrodynamik	sehr gering	Abflussdynamik-langfristig	100		100			100	100		100	100	100	100	_	100	100	100	100	4-
Ś	CONTRACTORUMENTS S	sehr hoch	Überflutungsdynamik	100	-	50	0.000	100	100	40	40	40	100	50	100	100	50	100	100	6	
		mittel	Grundwasserdynamik	100	-	100	1000000	100	100	100	100	100	100	96	100	95	100	100	100	68	
E		sehr hoch	Vernetzung Gewässer-Nebengewässer	1.00		1000	100	100	100	100	100	40	100	82	100	50	100	40	20		20
Systemvern etzung	-	sehr hoch	Vernetzung Gewässer-Grundwasser	88	1.00	100	_	75	100	100		100	100	91	100	100	100	100	100	75	
sternvel	4 1000 00 000 0000 0000 0000	sehr hoch	Lokales Längskontinuum	100	100000	100	10	100	20	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	10	
Š	Lanuskonungum	sehr hoch	Regionales Längskontiuum	0.00	100	100	10	100	20	100	100		100	100	100	-	100	1000000	100	10	
						-		-		-		-				-					Г