# Gewässermorphologische Analyse der Pinka – eine Grenzstrecke zu Ungarn

Hydro morphological analyses of the river Pinka – at the Austrian Hungarian border

## Masterarbeit an der Universität für Bodenkultur Wien

Institut für Ingenieurbiologie und Landschaftsbau





Anna Mallinger

#### Betreuer/in:

O.Univ. Prof. Dr. Florin Florineth
Univ.Ass. Dipl.-Ing. Dr. Hans Peter Rauch
Dipl.-Ing. Gerda Holzapfel

Wien, Mai 2014

## Inhaltsverzeichnis

	erzeichnis	
Danksagı	ung	III
Kurzfassi	ung	IV
Abstract.		V
1. Einle	eitung	1
	ndlagen	
2.1.	Ausgewählte Eigenschaften von Fließgewässern	3
	Datenerhebung	
2.2.1	Hydromorphologische Zustandserhebung an Fließgewässern	4
2.2.2	2 SUMAD-Studie	8
2.2.3	B Daten vom Amt der burgenländischen Landesregierung	9
3. Unte	ersuchungsgebiet	10
3.1. Y	Verlauf der Pinka	12
3.2.	Geologie	12
3.3.	Potentiell natürliche Vegetation	12
3.4.	Potentiell natürliche Laufentwicklung	13
3.5.	Hydrologie	13
3.6.	Regulierungen und Wasserkraftnutzung	15
4. Metl	node	16
<b>4.1.</b> 1	Literatur	16
4.2.	Querprofilkartierung und Auswertung	18
4.2.1	Standorte	18
4.2.2	2 Nivellierung	20
4.2.3	B Fließgeschwindigkeitsmessung	21
4.2.4	Frhebungsbogen Gewässerstrukturen	23
4.2.5	Sonnenkompass (Horizontoskop)	24
4.2.6	5 Durchführung der Erhebung	26
4.2.7	7 Durchflussberechnungen	27
4.3.	Längsverlauf-Erhebung und Auswertung	34
4.3.1	Längsabschnitte	34
4.3.2	2 Erhebungsbogen	34
4.3.3	B Erhebung Wassernutzung	35
4.3.4	l Durchführung der Erhebung	35
4.3.5	5 Datenanalyse	36
5. Erge	ebnisse und Diskussion	37
5.1.	Querprofil-Erhebung	37
5.1.1	F -0	
5.1.2		
5.1.3	B Ufereigenschaften	44
5.1.4	1 0	
5.1.5		
5.1.6		
5.1.7	8	
5.1.8	8	
	Längsverlauf-Erhebung	
5.2.1	Längsabschnitte	63

	5.2.2	Vegetationsausprägung	64
	5.2.3	Fließgeschwindigkeit	66
	5.2.4	Querbauwerke	66
	5.2.5	Zustandserhebung und Auswertung	67
	5.2.6	Zustandserhebung des Lebensministeriums	71
	5.2.7	Gegenüberstellung der Bewertungsmethoden	
5	.3. W	echselbeziehung der erhobenen Parameter	
	5.3.1	Haupt- sowie Zusatzparameter und Fließgeschwindigkeit	75
	5.3.2	Wechselwirkung von Vegetationsparametern, Zustandsklasser	ı und
	Fließg	eschwindigkeit	80
	5.3.3	Vegetation in freifließenden Abschnitten und Staustrecken	82
6.	Schlus	sfolgerungen und Ausblick	84
7.	Quelle	nverzeichnis	88
8.	Abbild	lungsverzeichnis	92
9.	Tabell	enverzeichnis	94
10.	Anha	ang	96
1	0.1.	Erhebungsbogen Querprofilaufnahme	96
1	0.2.	Erhebungsbogen Längsverlaufaufnahme	101

Einleitung III

## **Danksagung**

Meinen besonderen Dank für die Begleitung und Unterstützung zum Entstehen dieser Masterarbeit möchte ich an folgende Personen aussprechen ...

- Herrn O.Univ. Prof. Dr. Florin Florineth für das Ermöglichen dieser Masterarbeit und für die Unterstützung.
- Frau Dipl.-Ing. Gerda Holzapfel und Herrn Univ.Ass. Dipl.-Ing. Dr. Hans Peter Rauch, die mir durch ihr Fachwissen viele nützliche Tipps geben konnten. Ebenso für die Zeit, die sie sich für mich genommen haben, sowohl vor Ort im Untersuchungsgebiet als auch an der Universität in Wien. Sie haben mir viele Anregungen zum Gelingen der Masterarbeit mitgegeben.
- Die West-Transdanubische Wasserdirektion und die West-Transdanubische Umwelt, Naturschutz und Wassermanagement Aufsicht für die Informationen und Daten der ungarischen Abschnitte.
- Die Burgenländische Landesregierung für die Daten und Auskünfte zu den österreichischen Abschnitten.
- Herrn Ing. Harald Papay, Ingenieurbüro Neukirchen Ziviltechniker Ges.m.b.H. für die Unterstützung bei der Auswertung der Gefälledaten.
- Herrn OSR Dir. Horst Eibl für die Korrekturlesung meiner Masterarbeit.

Ganz besonders bedanken möchte ich mich bei meinen Eltern, welche mir mein Studium ermöglichten. Sie haben mich mit finanzieller und mentaler Unterstützung und mit vitaminreicher Nahrung aus dem eigenen Garten durch die Studienjahre begleitet. Vielen Dank für alle Unterstützung und das Verständnis, wenn ich einmal nicht viel Zeit für die Familie hatte.

Ebenso danke ich sehr herzlich meinen Brüdern und Freunden für geteilte Freude über bestandene Prüfungen und ihr Entgegenkommen, wenn ich nicht viel Zeit für sie hatte, aber auch für aufmunternde Worte, wenn eine Durststrecke zu bewältigen war. Ein ganz großes Danke richte ich auch an meinen Freund Martin. Ohne ihn und seine tatkräftige Unterstützung bei den Kartierungsarbeiten an der Pinka wäre diese Masterarbeit nicht möglich gewesen. Danke für die unbezahlbaren und unzählbaren Stunden am Fluss, die nützlichen Tipps beim Verfassen der Masterarbeit und die vielen aufbauenden Worte und Anstupser zum Fertigstellen.

## Kurzfassung

Die hydromorphologische Zustandsbewertung von Fließgewässern ist an Staatsgrenzen eine besondere Herausforderung. Jedes Land hat seine eigenen Schwerpunkte in der Kartierung, was zu unterschiedlichen Ergebnissen führt. Um ein Fließgewässer schützen oder auch renaturieren zu können ist es wichtig einheitliche Informationen zu haben.

Primäres Ziel dieser Masterarbeit ist die hydromorphologische IST-Zustandserhebung und die Beurteilung des Fließgewässerzustandes der Pinka an der österreichischungarischen Grenze, die anhand des Leitfadens des LEBENSMINISTERIUMs (2010) durchgeführt wird. Eine zusätzliche detailliertere Erhebung der Ausprägung der Pinka erfolgte mittels ausgewählter Parameter, die mit unterschiedlichen Methoden erhoben wurden. Notwendig dazu waren die Vermessung von Querprofilen und Fließgeschwindigkeitsmessungen, welche in die Abflussermittlung einflossen. Neben den Grundlagen für die Zustandsbewertung und Durchflussberechnungen wurden auch Vegetationsparameter und Werte zur Beschattung erhoben. Anschließend gab es einen Vergleich mit der Fließrichtung (Nord, Ost, Süd, West), um mögliche Eigenheiten im Gebiet zu erarbeiten. Ebenso wurden die Vegetationsausprägung und die Morphologie des Gewässers gegenübergestellt. Dabei wird geklärt, ob es Verbindungen zwischen den Gewässerausprägungen und der angrenzenden Vegetation gibt.

Die Ergebnisse zeigen, dass nicht einmal ein Viertel des Untersuchungsgebietes der Pinka-Grenzstrecke den sehr guten und guten hydromorphologischen Zustand erreicht. Ein knappes Viertel wird mit mäßigem Zustand und etwas mehr als die Hälfte mit stark beeinträchtigen Zustand bewertet. Es ist hinzuzufügen, dass 54 % der Strecke aufgrund von Kraftwerksbetrieben als Staustrecke ausgewiesen wurden.

Der Vergleich der Vegetation mit der Flussmorphologie lässt erkennen, dass die Abschnitte mit guter Vegetationsausprägung vorwiegend an Bereichen mit Stauhaltung vorkommen. An den nicht gestauten Abschnitten wird das Umland zum größten Teil bis an die Uferböschung landwirtschaftlich genutzt.

## **Abstract**

Hydromorphological site evaluation of streaming water is a particular challenge alongside national borders. Each country focuses on different aspects in mapping, which leads to different results. To protect or restore streaming water, it is important to use standardised data stock.

Main aim of this master thesis is to map the actual hydromorphological situation and evaluate the water condition of the river Pinka alongside the Austrian-Hungarian border. Investigations have been done according to the guideline of the Austrian Federal Ministry of Agriculture, Forestry, Environment and Water Management (LEBENSMINISTERIUM 2010). An additional, more detailed evaluation of the river's characteristic has been done by selected parameters, which have been collected through different methods. Cross profiles have been surveyed and stream velocity has been measured. The collected data was used to calculate the stream flow. Besides basics for site evaluation and flow calculation, other data such as parameters for vegetation and the extent of shade have been collected. Afterwards these have been compared with the flow direction (north, east, south, west) to show possible local peculiarities of the area. In the same way the characteristic of the vegetation and the morphology of the river have been compared. In this process associations between water characteristics and bordering vegetation have been observed.

Results show that not even a quarter of the investigation area of the river Pinka reached a very good and good hydro morphologic status. Less than a quarter was evaluated with a moderate status and a bit more than half of the results showed a strongly influenced condition. It's necessary to add that 54% of the stretch is displayed as backwater, because of hydropower plants.

A comparison between vegetation and river morphology points out that sections with good vegetation characteristics occur predominantly in areas of backwater. At non-backwater areas/free floating areas the surrounding area is mostly used agriculturally, up to the bank. So there is hardly space for vegetation.

## 1. Einleitung

Das Hauptaugenmerk bei der Betrachtung des Abflussgeschehens von Fließgewässern liegt im Hochwasserbereich. Immer wieder werden Siedlungen, Freiräume und landwirtschaftlich genutzte Flächen durch ausufernde Flüsse in Mitleidenschaft gezogen. Ein Ereignis dieser Art wird meist als Bedrohung angesehen. Im Gegensatz dazu können die Folgen von Niederwasser (z. B. Wasserknappheit) weitgehend mit Reserven ausgeglichen werden. Somit wird Niederwasser für die Menschen erst dann gefährlich, wenn die letzte Wasserreserve zu versiegen droht (ATV-DVWK, 2003; LEIRER, 2002).

Die ökologischen Auswirkungen von Niederwasserperioden wurden in der Vergangenheit vielfach übersehen oder waren nicht bekannt. Spätestens seit der Einführung des Wasserrechtsgesetzes gewann der Begriff der "ökologischen Funktionsfähigkeit" an Fließgewässern an Bedeutung (LEIRER, 2002). Sie wurde zu einem "zentralen Begriff für die Beschreibung und Beurteilung des Ist-Zustandes von Fließgewässer-Ökosystemen" (FINK et al., 2000, S. 8). Der Leitfaden zur "hydromorphologischen Zustandserhebung von Fließgewässern" (LEBENSMINISTERIUM, 2010) stellt in Österreich die aktuelle Kartierungsmethode zum IST-Zustand von Fließgewässern dar. Laut diesem setzt sich die ökologische Zustandsbewertung aus hydromorphologischen, physikalisch-chemischen und biologischen Parametern zusammen.

Mit Hilfe des Leitfadens wird ein Gewässer(-abschnitt) kartiert. Bei der Erhebung werden Daten des ökologischen IST-Zustandes am Gewässer und an der gewässernahen Umgebung sowie aktuelle wasserwirtschaftliche und sonstige gewässerbezogene Nutzungen aufgenommen (LEIRER, 2002).

Fließgewässer mit einem intakten Ökosystem sind Natürliche der mitteleuropäischen Kulturlandschaft sehr stark zurückgedrängt worden. Dies geschah in Folge großer Flussregulierungen zum Hochwasserschutz und zur MAGYAR HIDROLÓGIAI Wasserkraftnutzung (MUHAR et al., 1996; TÁRSASÁG; 2014). Laut MUHAR et al. (1996) werden in Österreich nur mehr wenige Flüsse und Flussabschnitte als "naturnah" bezeichnet.

Aufgrund von klimatischen Veränderungen beziehungsweise Einwirkungen auf Niederwassersituationen wird immer öfter das öffentliche Interesse an Fließgewässern geweckt. Diese bestehen vorwiegend aus Konfliktsituationen um die

Wasserressourcen. Des Weiteren soll eine gute Wasserqualität als Basis für ein ausgeglichenes Fluss-Ökosystem gewährleistet werden. Diese Thematik wird vom Low Flow+ Projekt aufgegriffen, welches durch das ACRP Programm des Klima- und Energiefonds gefördert wird. Das Projekt untersucht einen Abschnitt der Pinka an der österreichisch-ungarischen Staatsgrenze. Aufgabe dieser Masterthesis ist es, den hydromorphologischen IST-Zustand der Grenzstrecke und damit eine einheitliche Datengrundlage von beiden Staatsgebieten für das Niederwassermanagement-Projekt zu erarbeiten.

Ein weiteres Ziel dieser Masterarbeit umfasst an der Pinka-Grenzstrecke die Zuordnung von **hydromorphologischen Zustandsklassen** nach dem bereits erwähnten Leitfaden zur "hydromorphologischen Zustandserhebung von Fließgewässern" (LEBENSMINISTERIUM, 2010).

Im Anschluss daran werden erhobene gewässermorphologische Parameter miteinander verglichen, um mögliche Wechselbeziehungen und Abhängigkeiten dieser zu erforschen.

## 2. Grundlagen

## 2.1. Ausgewählte Eigenschaften von Fließgewässern

Fließgewässer werden durch ihr Abflussgeschehen geformt. Jede Stelle im Fluss wird durch die Vorgänge flussaufwärts beeinflusst.

## • Wasserspiegelbreite und Wassertiefe

Der Abfluss eines Fließgewässers nimmt mit den durchflossenen Kilometern und mit der damit verbundenen Vergrößerung des Einzugsgebietes von der Quelle bis zur Mündung zu. Damit einhergehend erhöht sich die Wasserspiegelbreite (BICK, 1998). Zusätzlich wirken sich anthropogene Eingriffe in das Gewässer auf die Breite aus (z. B. Stauhaltung, Wasserentnahmen, Gewässerbettstabilisierung).

Die unterschiedlichen natürlichen Wassertiefen in Fließgewässern unterliegen Ausbildungen von tiefen Kolken und seichten Furten, welche durch den Abfluss gebildet werden. Anthropogene Eingriffe in das Fließgewässer steuern auf künstliche Weise die Wassertiefen mit (z. B. Stauhaltung, Wasserentnahme, Kanalisierung). Zur Darstellung der Abflussmenge bei steigender Wassertiefe wird eine Pegelkurve erstellt. Diese kann mit gemessenen Daten (z. B. einer Pegelmessstelle) über einen größeren Beobachtungszeitraum (z. B. ein Jahr), aber auch mit Durchflussberechnungen über Gefälle, Geometrie und Rauigkeit des Messprofiles erarbeitet werden.

Die Wasserspiegelbreite und Wassertiefe stehen mit kleinen Abweichungen (Kolke, Furt) in Wechselwirkung. Bei gleichbleibendem Durchfluss wird der Fluss breiter, je seichter das Wasser ist und umgekehrt.

#### Fließgeschwindigkeit

Die Fließgeschwindigkeit wird vom Gefälle, der Sohl- und Uferrauheit und den Strukturen im Bachbett beeinflusst. Ein höheres Gefälle bewirkt eine größere Fließgeschwindigkeit. Hingegen bremsen Strukturen im Gewässerbett je nach Ausprägung unterschiedlich stark und bilden so verschiedene Habitate aus. Anthropogen gebaute glatte Gewässersohlen (z. B. Pflasterungen) beschleunigen sehr stark und unterbinden meist eine Ausbildung von natürlichen Strukturen. Stauhaltungen wiederum bremsen die fließende Welle. Je tiefer und breiter ein Gewässer ist umso langsamer fließt das Wasser. Es erreicht die gleiche

Durchflussmenge durch einen Flussabschnitt, wie ein schmales, seichtes Wasserbett (BICK, 1998).

### • Choriotope und Strukturen im Flussbett

Die Zusammensetzung der Korngrößen der Gesteine im Flussbett hängt einerseits von der Geschiebeführung des Flusses und andererseits von der Fließgeschwindigkeit ab. Je höher die Fließgeschwindigkeit umso größer ist der Durchmesser des Substrates, das transportiert werden kann. Gesteine mit kleinen Korndurchmessern können dabei nicht abgelagert werden. Bei sehr niedrigen Geschwindigkeiten setzten sich hingegen sogar Tone und Schluffe an der Sohle ab (BICK, 1998).

Zur einfacheren Kartierung sind die Korngrößen zu Gruppen zusammengefasst. In folgender Tabelle 1 werden diese dargestellt.

Choriotop	Durchmesser
Pelal	< 0,063 mm
Psammal	0,0063 - 2 mm
Akal	0,2 - 2 cm
Mikrolithal	2 - 6,3 cm
Mesolithal	6,3 - 20 cm
Makrolithal	20 - 40 cm
Megalithal	> 40 cm

Tab. 1: Bezeichnung der Choriotope mit Korngrößen (JUNGWIRTH et al., 2003)

Unterschiedliche Strukturen im Gewässer sind sehr stark durch die Fließgeschwindigkeit des Wassers beeinflusst. Bei großen Abflussgeschwindigkeiten hat das Wasser eine entsprechende Kraft, um Material (z. B. Erdreich, Steine, Holz) aufzunehmen und flussab zu transportieren. Je niedriger die Fließgeschwindigkeit wird, desto mehr wird vom Geschiebe abgelagert.

## 2.2. Datenerhebung

Die folgenden Unterpunkte beschreiben Werke beziehungsweise Datenbanken, welche für die Datenerhebung im Untersuchungsgebiet eine wesentliche Rolle spielen.

#### 2.2.1 Hydromorphologische Zustandserhebung an Fließgewässern

Der österreichische Leitfaden zur hydromorphologischen Zustandserhebung wurde vom Lebensministerium 2010 herausgegeben und 2013 mit Erläuterungen erweitert. Er beruht auf Vorgaben der EU-Wasserrahmenrichtlinie 2000/60/EG, welche 2003

mit der Wasserrechtsnovelle in nationales Recht aufgenommen wurde (LEBENSMINISTERIUM, 2010).

Hintergrund des Leitfadens ist der Bedarf an einer Kartierungsanleitung mit Gültigkeit für ganz Österreich. Es handelt sich um ein Instrument, das ohne großen Aufwand an Vorbereitungen (z.B. Einschulung von Personal), ohne hochqualifizierte Experten, mit geringem Zeitaufwand und finanziellen Mitteln angewandt werden kann. Jedes Bundesland erhob mit dieser Kartierungsanleitung den morphologischen Zustand seiner Fließgewässer. Aufgrund des Leitfadens sind die Ergebnisse für ganz Österreich vergleichbar (MÜHLMANN, 2014).

Für die Darstellung des sehr guten ökologischen Zustandes muss neben den biologischen und physikalisch-chemischen Qualitätskomponenten auch die hydromorphologische Komponente sehr gute Werte aufweisen (siehe Abb. 1, S. 6). Die Bewertung des guten sowie mäßigen Zustandes wird mit den biologischen und chemischen Komponenten durchgeführt. In LEBENSMINISTERIUM (2010) wird beschrieben, "dass der gute Zustand in einem Wasserkörper auch dann erreicht werden kann, wenn die Hydromorphologie schlechtere Bedingungen aufweist. [...], ausschlaggebend für den ökologischen Zustand ist jedoch immer das Ergebnis der biologischen und physikalisch-chemischen Bewertung" (LEBENSMINISTERIUM, 2010, S.11).

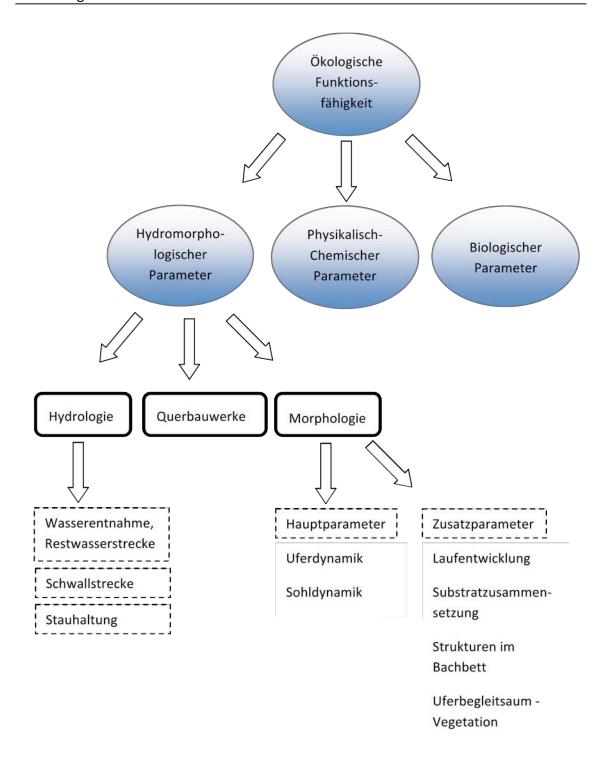


Abb. 1: Überblick zur hydromorphologischen Zustandserhebung des LEBENSMINISTERIUMs (2010)

Die Fließgewässer werden zur vereinfachten Kartierung der hydromorphologischen Parameter in Abschnitte von jeweils 500 m unterteilt. Für diese Teilbereiche sind drei Parametergruppen (Hydrologie, Querbauwerke und Morphologie) zu erheben. Im Bereich der Hydrologie ist zu beurteilen, ob Wasserentnahmen-Restwasserstrecken, Schwallstrecken und Stauhaltungen vorkommen, beziehungsweise ob diese eine

signifikante Belastung für den Abschnitt darstellen. Mögliche vorkommende Querbauwerke werden ebenso auf ihre belastende Wirkung geprüft (siehe Abb. 2). Innerhalb der Parametergruppe Morphologie gibt es Haupt- und Zusatzparameter. Die Hauptparameter HP (Uferdynamik und Sohldynamik) sind verpflichtend auf einer fünfstufigen Skala aufzunehmen. Der schlechteste Wert ("worst case") der Aufnahme bildet dann unter Bedacht der Parametergruppen Hydrologie und Querbauwerke die Zustandsklasse für den jeweiligen 500 m-Abschnitt (siehe Abb. 2).

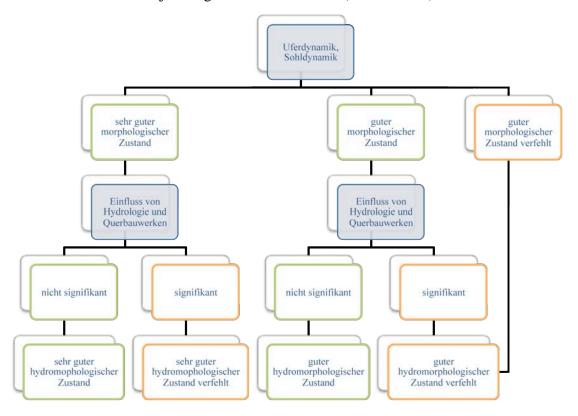


Abb. 2: Verlauf der Zustandsbewertung für sehr guten und guten hydromorphologischen Zustand eines Gewässerabschnittes (LEBENSMINISTERIUM, 2010)

Die Zusatzparameter ZP (Laufentwicklung, Substratzusammensetzung, Strukturen im Bachbett und Uferbegleitsaum-Vegetation) sind auf freiwilliger Basis aufzunehmen, um detailliertere Informationen über den Flussabschnitt zu bekommen, werden aber nicht in die österreichweite Bewertung einbezogen (LEBENSMINISTERIUM, 2010). Während der Erarbeitung des Leitfadens war es angedacht, alle 6 Parameter (HP+ZP) in die Zustandsbewertung einfließen zu lassen. Aus diesen hätte sich unter Bedacht der möglichen signifikanten Belastungen ein Mittelwert errechnet. Eine "worst case"-Bewertung der sechs Parameter wäre aufgrund der dadurch verursachten Überbewertung eines Parameters gegenüber den fünf anderen nicht sinnvoll. Aufgrund des erhöhten Erhebungsaufwandes wurde die Kartierung der

österreichischen Fließgewässer durch das Lebensministerium nur mit den Hauptparametern durchgeführt (MÜHLMANN, 2014).

Die bereits erwähnte fünfstufige Bewertungsskala für die Erhebung der Parameter der Morphologie entspricht dem österreichischen Schulnotensystem mit 1 als sehr gutem Zustand und 5 als sehr stark beeinträchtigten Zustand. Ein Parameter (z. B. Uferdynamik) erhält die Zustandsklasse 1, wenn dieser uneingeschränkt oder mit nur punktuellen Veränderungen vorliegt. Klasse 2 wird bei stellenweise auftretender Veränderung und Klasse 3 bei starker Veränderung, welche aber nicht durchgehend ist, vergeben. Klasse 4 entspricht einer durchgehenden Veränderung, während Klasse 5 für verrohrte oder im geschlossenen Kastenprofil befindliche Gewässer vergeben wird (siehe Tab. 2).

Bewertungsklassen		Parameter ist	
1		uneingeschränkt, keine oder nur vereinzelte Maßnahmen	
2		stellenweise eingeschränkt, geringfügig verändert	
3		eingeschränkt, deutlich verändert	
4stark verändert, nur vereinzelt natürliche Strukturen		stark verändert, nur vereinzelt natürliche Strukturen	
5 Gewässer ist verrohrt oder liegt in geschlossenem		Gewässer ist verrohrt oder liegt in geschlossenem Kastenprofil	

Tab. 2: Bewertungsklassen und zugehörige Farbvergebung der sechs Parameter (nach LEBENSMINISTERIUM, 2010)

#### 2.2.2 SUMAD-Studie

Die SUMAD-Studie vom Amt der burgenländischen Landesregierung beschäftigt sich mit der Erarbeitung eines Vorlandmanagementplanes "zur Verbesserung und Erhaltung der ökologischen Funktionsfähigkeit" für einen Flussabschnitt (AMT DER BURGENLÄNDISCHEN LANDESREGIERUNG, 2006).

Das Projektgebiet der SUMAD Studie liegt an der Pinka-Grenzstrecke von Woppendorf bis zur Mündung der Pinka in die Raab und beinhaltet somit die Untersuchungsstrecke für diese Masterthesis (siehe Kapitel 3, S. 10).

Die SUMAD-Studie erarbeitete ökomorphologische Gewässerzustände nach der Kartierungsmethode von Werner Werth (WERTH, 1990). Es handelt sich dabei um ein siebenstufiges Bewertungssystem (siehe Tab. 3, S. 9).

Bewertungsklassen				
	Natürlicher Zustand			
§ .	1-2 Naturnaher Zustand			
2 Gewässer ökomorphologisch wenig beeinträchtigt		Gewässer ökomorphologisch wenig beeinträchtigt		
	2-3	Gewässer ökomorphologisch deutlich beeinträchtigt		
	3	Gewässer ökomorphologisch stark beeinträchtigt		
	3-4	naturferner Zustand		
	4	naturfremder Zustand		

Tab. 3: Ökomorphologische Zustandsklassen nach W. Werth (nach AMT DER BURGENLÄNDISCHEN LANDESREGIERUNG, 2006)

Das Untersuchungsgebiet wurde nach gewässermorphologischen Parametern kartiert, wobei die Änderung eines Parameters einen neuen Kartierungsabschnitt zur Folge hat. Es ergeben sich daraus im Unterschied zum "Leitfaden zur hydromorphologischen Fließgewässern" (LEBENSMINISTERIUM, Zustandserhebung von 2010) unterschiedlich (AMT lange Abschnitte im Längsverlauf **DER** BURGENLÄNDISCHEN LANDESREGIERUNG, 2006).

### 2.2.3 Daten vom Amt der burgenländischen Landesregierung

Informationen zu Wasserrechtsbescheiden an der Pinka auf österreichischem Staatsgebiet werden auf der Homepage der burgenländischen Landesregierung (WASSERPORTAL BURGENLAND, 2014) zur Verfügung gestellt. Daten zu den Inhabern der Wasserrechte sowie Art und Umfang der Berechtigungen sind abrufbar. Auf dieser Homepage können auch die Pegeldaten (Wasserstand, Durchfluss) der vom Land Burgenland betriebenen Pegelmessstellen abgefragt werden. Dabei ist zu beachten, dass es sich meist um ungeprüfte Rohdaten handelt.

## 3. Untersuchungsgebiet

Das Untersuchungsgebiet an der Pinka liegt im Osten Österreichs, in den Bezirken Oberwart und Güssing, an der burgenländisch-ungarischen Grenze (siehe Abb. 3).

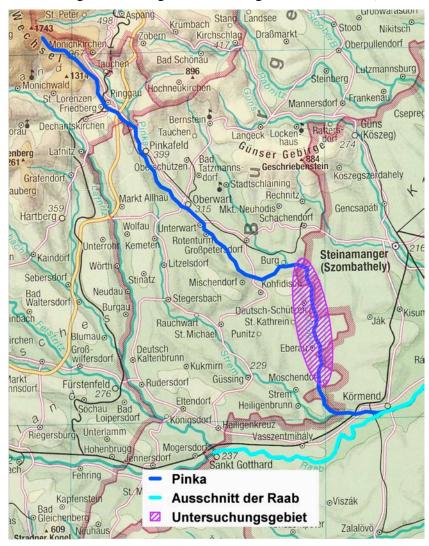


Abb. 3: Pinka vom Ursprung bis zur Mündung (eigene Darstellung auf Basis von ZAHN, 1997)

Wie die folgende Abbildung 4 (S. 11) zeigt, wechselt die Pinka in diesem Gebiet mehrmals ihren Lauf zwischen Österreich und Ungarn. Das Untersuchungsgebiet beginnt auf österreichischem Gebiet an der Pegelmessstelle Burg (Gemeinde Hannersdorf). Den Abschluss der Strecke bildet, nach 22,5 Flusskilometern (Fkm), die Pegelmessstelle in Moschendorf, ebenfalls in Österreich.

In den folgenden Unterkapiteln wird der Verlauf der Pinka, die Geologie, die potentielle natürliche Vegetation und Laufentwicklung, wie auch die Hydrologie und die Wasserkraftnutzung am Fluss detailliert beschrieben.

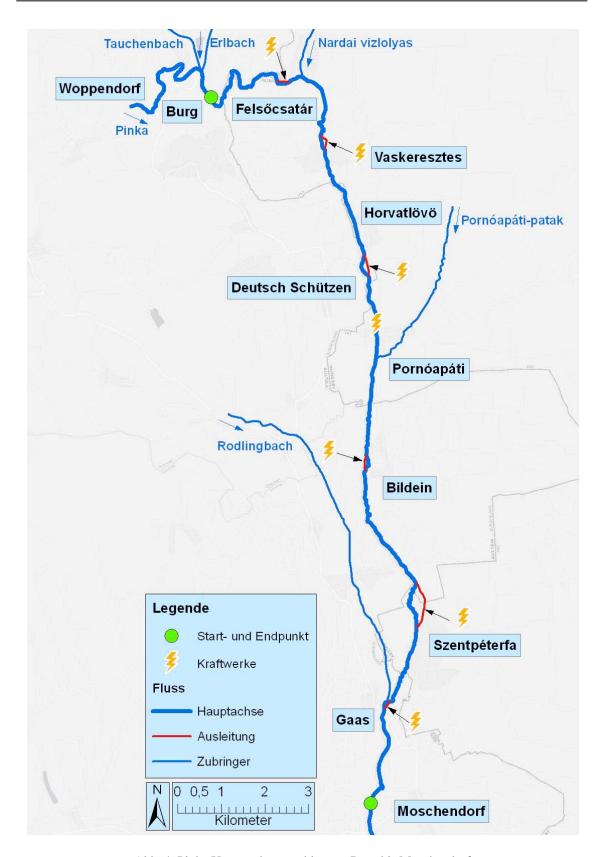


Abb. 4: Pinka Untersuchungsgebiet von Burg bis Moschendorf

#### 3.1. Verlauf der Pinka

Die Pinka entspringt im Niederwechsel in der Steiermark auf 1480 m.ü.A. (siehe Abb. 3, S. 10) und überschreitet vor Pinkafeld die steirisch-burgenländische Grenze (MUHAR et al., 1996). Sie durchquert das Burgenland in südöstlicher Richtung und tritt bei Woppendorf in die Schlucht-Strecke um den Eisenberg ein.

Von der Pegelstelle in Burg, welche sich inmitten der Schlucht-Strecke befindet, bis zum Ende dieser Einengung in Felsőcsatár legt die Pinka weitere 3 km zurück. Am Ende der Schlucht passiert das Wasser das erste ungarische Kraftwerk. Danach umfließt es den Eisenberg weiter und pendelt sich in südliche Richtung ein, wobei es im weiteren Verlauf mehrmals die Staatsgrenze zwischen Österreich und Ungarn quert. Bis das Wasser der Pinka an der Pegelstelle in Moschendorf ankommt, fließt es durch sechs weitere Kraftwerke (siehe Abb. 4, S. 11).

Nach der Gemeinde Heiligenbrunn verlässt die Pinka zum letzten Mal Österreich und mündet beim ungarischen Körmend als linksufriger Zubringer in die Raab (ZAHN, 1997).

## 3.2. Geologie

Die Pinka durchfließt das oststeirische und südburgenländische Hügel- und Terrassenland. Der Untergrund besteht aus jungtertiären Sedimentgesteinen und untergeordneten vulkanischen Gesteinen. Vorwiegend finden sich hier Sande und Mergel (FINK et al., 2000). Im Osten Österreichs hat sich die Pinka ein Kerbtal um den Eisenberg geformt und verlässt mit diesem auch das Hügel- und Terrassenland. Anschließend fließt sie durch die sogenannte "Kleine Ungarische Tiefebene", einen Teil der Pannonischen Ebene. Sande, Schotter und Ton bilden die obersten Gesteinsschichten dieser Flächen (TRUNKÓ, 1969). Von Felsőcsatár flussabwärts wird die Pinka rechtsufrig von den Ausläufern des Hügel- und Terrassenlandes und linksufrig den ebenen Flächen der Pannonischen Ebene begleitet (MUHAR et al., 1996; GRUBER, 1980 in RAINER, 2005).

## 3.3. Potentiell natürliche Vegetation

Die Pinka im Untersuchungsgebiet fließt vom südöstlichen Alpenvorland in die Pannonische Ebene. Für diese Regionen ist ein "Schwarzerlen-Silberweiden-Auwaldkomplextyp" die potentielle natürliche Vegetation. Die Schwarzerle hat die weiter flussaufwärts vorkommende Grauerle abgelöst. Der betreffende Abschnitt der Pinka ist der Auwald-Größenklasse "großer Auwald" zuzuordnen. Die Ausdehnung dieser Waldflächen beläuft sich auf 1000 bis 4500 ha und hat eine mittlere Breite von rund 300 m (MUHAR et al., 2004).

## 3.4. Potentiell natürliche Laufentwicklung

Der Flusstyp der Pinka entspricht im Untersuchungsgebiet bei der Umgehung des Eisenberges einem Talmäander. Das Wasser ist links und rechts von steilem Gelände mit Waldbewuchs umgeben. Die Entfaltungsfläche des Flusses ist stark eingeschränkt und lässt Umlagerungen und Eigendynamik nur auf begrenztem Raum zu. Die anschließende Pannonische Ebene kennzeichnet sich mit großen, weiten und ebenen Flächen. Diese bieten der Pinka entsprechend viel Platz, um den potentiell natürlichen Verlauf eines mäandrierenden Flusses zu schaffen (MUHAR et al., 2004).

## 3.5. Hydrologie

An der Pinka-Grenzstrecke finden laufend Messungen des Durchflusses statt. Das Untersuchungsgebiet erstreckt sich über sechs Schreibpegel-Messstellen, wobei an drei Stellen Wasserstand und Durchfluss und an drei nur der Wasserstand gemessen wird (siehe Tab. 4, S. 14). Diese zeichnen die Daten an der Pinka durchgehend im 15 Minutentakt auf. An den drei Messstellen, welche nur den Wasserstand aufzeichnen, müssen die Daten vor Ort abgelesen werden. Die Messstellen in Burg, Felsőcsatár und Moschendorf hingegen senden die Daten via Internet an die zuständigen Behörden.

Im gesamten Untersuchungsgebiet befinden sich, meist unter Brücken, noch weitere Pegel, sogenannte Lattenpegel. Es kann dort die Wassertiefe an einer aufgetragenen Messlatte, vorwiegend im Hochwasserfall abgelesen werden. Daten an Lattenpegeln werden nicht automatisiert aufgezeichnet.

Pegelstelle	Durchfluss	Wasserstand
Burg	X	X
Felsőcsatár	X	X
Eisenberg		X
Deutsch Schützen		X
Bildein		X
Moschendorf	X	X

Tab. 4: Pegelmessstellen für Durchfluss und Wasserstand im Untersuchungsgebiet an der Pinka (Stand: Oktober, 2013)

Die Pegelmessstellen in Eisenberg, Deutsch Schützen und Bildein liefern nur Daten über den Wasserstand und können daher nicht in die Masterarbeit einbezogen werden. Die Messdaten von Burg, Felsőcsatár und Moschendorf werden von den zuständigen Behörden angefordert und fließen zu Vergleichszwecken in die Untersuchungen ein. Die folgende Tabelle 5 gibt einen Überblick über Pegelstellen, deren Flusskilometer (Fkm) und Einzugsgebietsgröße. Die Zählung der Flusskilometer beginnt bei der Mündung und endet bei der Quelle. Da kurz vor Burg zwei Bäche in die Pinka münden und sich somit das Einzugsgebiet vergrößert, wird der Pegel Woppendorf mitangeführt. Diese Messstelle liegt flussaufwärts des Untersuchungsgebietes am Anfang der Schlucht-Strecke.

Pegelstelle	Flusskilometer	Einzugsgebiet in	
regeistene	(Fkm)	km² *	
Woppendorf	41,02	416,9	
Burg	37,19	664,1	
Felsőcsatár	33,69	668,0**	
Moschendorf	14,65	791	

Tab. 5: Einzugsgebiet an den Pegelmessstellen des Untersuchungsgebiets, \* Daten entnommen: Hydrographisches Jahrbuch von Österreich 2010 (LEBENSMINISTERIUM, 2012), \*\* Daten entnommen: OSWALD (2002), HYDROGRAPHISCHE DATEN AUS DEM JAHR 2006 VON UNGARN (2014)

Das Untersuchungsgebiet der Pinka gehört der biozönotischen Region des Epipotamal an und bildet somit den oberen Abschnitt des Mittellaufes in einem Fließgewässer (STEIDL, 1991).

Nach ihrem Abflussgeschehen beurteilt gehört die Pinka zum Abflussregime Pluvio-Nival-B (MUHAR et al., 1996). Laut STEIDL (1991) handelt es sich um ein ausgeglichenes Regime, wobei das Raabgebiet, zu welchem die Pinka zählt, als sommerwarm mit geringen Jahresniederschlägen bezeichnet wird. Das Maximum an Niederschlag ist in den Sommermonaten zu erwarten (STEIDL, 1991).

Die Jahreswerte der Nieder-, Mittel- und Hochwässer in den Pegelmessstellen werden in der folgenden Tabelle 6 dargestellt.

Pegel	$NQ (m^3/s)$	$MQ (m^3/s)$	$HQ (m^3/s)$	Zeitraum
Woppendorf *	0,17	2,3	54	1951-2010
Burg *	0,43	2,86	102	1988-2010
Felsőcsatár **	0,038	3,48	117	1971-2000
Moschendorf *	0,07	2,66	73,1	1998-2010

Tab. 6: Jahresabflusswerte an den Pegelstellen im Untersuchungsgebiet, \* Daten entnommen: Hydrographisches Jahrbuch von Österreich 2010 (LEBENSMINISTERIUM, 2012), \*\* Daten entnommen: HYDROGRAPHISCHE DATEN AUS DEM JAHR 2006 VON UNGARN (2014)

## 3.6. Regulierungen und Wasserkraftnutzung

Die Pinka ist im Untersuchungsgebiet mit Ausnahme der Schlucht-Strecke weitestgehend reguliert. Laut MUHAR et al. (1996, S. 94) "wurden im Raum des südburgenländischen Hügellandes und der Kleinen Ungarischen Tiefebene schon vor Mitte des 18. Jahrhunderts systematische Regulierungen durchgeführt."

Viele Regulierungen des Flussbettes sind auf den Mühlenbetrieb an der Pinka, welcher bereits ab dem 16. Jahrhundert belegt ist, zurückzuführen. Der Fluss wurde streckenweise begradigt und die Ufer gesichert, womit die Eigendynamik starke Einschränkungen erlitt. Das erste Wasserkraftwerk der Pinka liegt in Pinggau (Stmk). Bis zum Beginn des Untersuchungsgebietes durchfließt sie fünf weitere Kraftwerke. An der Pinka-Grenzstrecke (siehe Abb. 4, S. 11) befinden sich sechs aktive und ein stillgelegtes Kraftwerk (MUHAR et al., 1996). Ein weiterer Grund für viele Regulierungen und Begradigungen war der Wunsch nach mehr überflutungsfreien Nutzflächen. Der ursprüngliche mäandrierende Flusslauf mit ausgeprägten Auenlandschaften neigte immer wieder zur Überflutung angrenzender Siedlungsräume und landwirtschaftlicher Nutzflächen. Mit einer Begradigung und Reduzierung von Überflutungsgebieten wurde mehr nutzbare Fläche zur Verfügung gestellt (MAGYAR HIDROLÓGIAI TÁRSASÁG, 2014).

## 4. Methode

Diese wissenschaftliche Untersuchung bedient sich einer quantitativen und qualitativen Methode, um der Fragestellung nachzugehen, welche gewässermorphologischen Zustandsklassen an der Pinka-Grenzstrecke auftreten. Anhand zweier verschiedener Kartierungsmethoden werden die Daten erhoben. Querprofilaufnahmen liefern detaillierte Daten an ausgewählten Punkten und stellen eine zusätzliche Informationsquelle zur Kartierung des Längsverlaufes dar. Aus den erhobenen Daten der Längsverlauf-Kartierung werden mittels verschiedener Softwareprogramme Wechselbeziehungen zwischen morphologischen Daten und der Vegetation getestet.

Den Kartierungsarbeiten liegt eine Literaturstudie zugrunde, welche im Kapitel 4.1 näher erläutert wird.

#### 4.1. Literatur

Unterschiedliche Kartierungsmethoden werden zusammengetragen, gesichtet und analysiert. Zur Erstellung der Erhebungsbögen für das Untersuchungsgebiet werden einige Aspekte aufgegriffen und in überarbeiteter Weise adaptiert. Folgende Unterlagen dienen vorrangig der Erstellung der Erhebungsbögen:

- Leitfaden zur hydromorphologischen Zustandserhebung von Fließgewässern (LEBENSMINISTERIUM, 2010)
- Gewässerstrukturkartierung in Baden-Württemberg (LANDESANSTALT FÜR UMWELT, MESSUNGEN UND NATURSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG, 2008)
- Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer [sic] in der Schweiz (BUNDESAMT FÜR UMWELT, WALD UND LANDSCHAFT, 1998).

Der österreichische "Leitfaden zur hydromorphologischen Zustandserhebung von Fließgewässern" als auch die "SUMAD" Studie wurden bereits in den Kapiteln 2.2.1 (S. 4) und 2.2.2 (S. 8) aufgrund ihrer großen Relevanz für die Datenerhebung erklärt. Die Sumad-Studie beinhaltet in ihrem Untersuchungsgebiet die Pinka-Grenzstrecke der Masterthesis. Daher stellt sie eine wesentliche Basis bei der Beschaffung eines Überblickes über das Gebiet dar. Der Verlauf des Flusses sowie Kraftwerke,

Ausleitungsstrecken und Staustrecken sind darin verzeichnet. Die Studie gibt einen guten Einblick in das Einzugsgebiet, in die Abflussverhältnisse sowie in die vorhandene Pegelmessstellen.

Da die SUMAD-Studie nicht mehr den aktuellen Gegebenheiten entspricht und einige Ungereimtheiten mit der heutigen Situation an der Pinka aufweist, konnten ihr nur einige Aspekte entnommen werden. Des Weiteren wandte sie nicht die derzeit aktuelle Kartierungsmethode des "Leitfadens zur hydromorphologischen Zustandserhebung von Fließgewässern" an, weshalb eine Neukartierung der Pinka-Grenzstrecke notwendig war.

Zur weiteren Erarbeitung von bestehenden, aktuellen Informationen der Pinka-Grenzstrecke wurde eine Sichtung des Wasserbuches im Wasseramt der burgenländischen Landesregierung, eine Datenanforderung von den ungarischen Behörden (West-Transdanubische Wasserdirektion, West-Transdanubische Umwelt, Naturschutz und Wassermanagement Aufsicht) sowie Recherchen in diversen Bibliotheken durchgeführt.

Orthofotos zum österreichischen Aufnahmegebiet aus dem Jahr 2010 wurden von der burgenländischen Landesregierung bezogen. Die ungarische West-Transdanubische Wasserdirektion stellte zusätzlich Orthofotos der ungarischen Gebiete aus dem Jahr 2007 zur Verfügung.

Daten zu den österreichischen Wasserrechten konnten aus dem Wasserbuch der burgenländischen Landesregierung sowie von der Homepage "Wasserportal Burgenland" gesammelt werden. Daten zu den Wasserrechten auf ungarischem Staatsgebiet wurden von der West-Transdanubische Umwelt, Naturschutz und Wassermanagement Aufsicht aus Ungarn gesendet. Diese enthalten wasserrechtliche Informationen zu den Kraftwerken und Wasserentnahmen sowie die Flusskilometer und Angaben zu den Inhabern. Pegeldaten der Messstelle in Felsőcsatár konnten bei West-Transdanubische Wasserdirektion angefordert werden. Diese zeigen Messwerte zu Wasserstand und Durchfluss der Pinka.

## 4.2. Querprofilkartierung und Auswertung

Im Rahmen dieser Masterarbeit wurde die österreichisch-ungarische Grenzstrecke der Pinka hydromorphologisch kartiert. Anfangs- und Endpunkt des Untersuchungsgebietes, die Pegelmessstellen in Burg und Moschendorf, sind aus folgenden Gründen ausgewählt worden:

- An den Messstellen wurden der Wasserstand und der Durchfluss vom Land Burgenland gemessen. Diese Daten dienten zu Vergleichszwecken mit den eigenen Messungen.
- Die Pegelmessstellen sind markante, gut auffindbare Stellen.
- Die Messstelle in Burg liegt in der Schlucht-Strecke um den Eisenberg, welche die erste Grenzstrecke darstellt und zu einem großen Teil aufgrund ihrer schwer zugänglichen Lage sehr natürlich ist.

Abschnitte mit Strecke durchläuft die Pinka verschiedenen morphologischen Eigenschaften, zu deren Charakterisierung punktuelle Stellen zur Vermessung ausgewählt werden. Die geometrische Form, Flussbetteigenschaften (z. B. Gesteinsgrößen, Makrophyten), Fließverhalten und -dynamik und ausgewählte Umfeldfaktoren (z. B. Bewuchs, an Beschattung) wurden diesen Stellen aufgenommen. Die folgenden Unterkapitel beschreiben die Methoden für die Erhebung der Daten.

#### 4.2.1 Standorte

Erste Begehungen der Strecke verschafften einen Überblick über den Gewässerabschnitt und dessen unterschiedliche morphologische Eigenschaften (z. B. Wasserspiegelbreite, Wassertiefen, Fließgeschwindigkeiten, Strukturen im Bachbett). Diese Information ist wesentlich, um geeignete Aufnahmeflächen für die Querprofile definieren zu können.

Entlang der Fließstrecke wurden 21 Querprofile gesetzt, von denen sich 13 Profile auf österreichischem und acht auf ungarischem Staatsgebiet befinden. Eines der österreichischen Profile lag in einem Zubringer zur Pinka, dem Rodlingbach in der Gemeinde Gaas.

Die Querprofile waren entsprechend angelegt, dass möglichst alle vorkommenden morphologischen Eigenschaften mindestens einmal vermessen werden konnten.

Speziell im Bereich der Kraftwerke waren verstärkt Messungen angedacht, um die Wasseraufteilung (Ausleitung, Restwasser) eruieren zu können. In den Pegelmessstellen (Burg, Felsőcsatár, Moschendorf) erfolgten ebenso Aufnahmen, da die erhobenen Daten mit den Messdaten der Pegelstellen abgeglichen wurden.

Zwischen dem Pegel Eisenberg (Profil 6) und dem Kraftwerk Pornóapáti (Profil 8) war aufgrund des gestauten Flusses keine Erhebung in der Hauptachse möglich. Für die Messungen stand kein Boot zur Verfügung, auch war in diesen Bereichen ein Durchschreiten der Pinka nicht möglich.

In der folgenden Übersicht (Abb. 5, S. 20) sind alle 21 Querprofile dargestellt. Die Tabelle gibt Aufschluss, auf welchem Staatsgebiet und Flusskilometer (gerechnet von der Mündung flussaufwärts) diese liegen. Drei der Querprofile liegen nicht auf der Pinka-Hauptachse, sondern auf Ausleitungen oder Zubringern und zeigen daher keine Flusskilometerzahl auf.

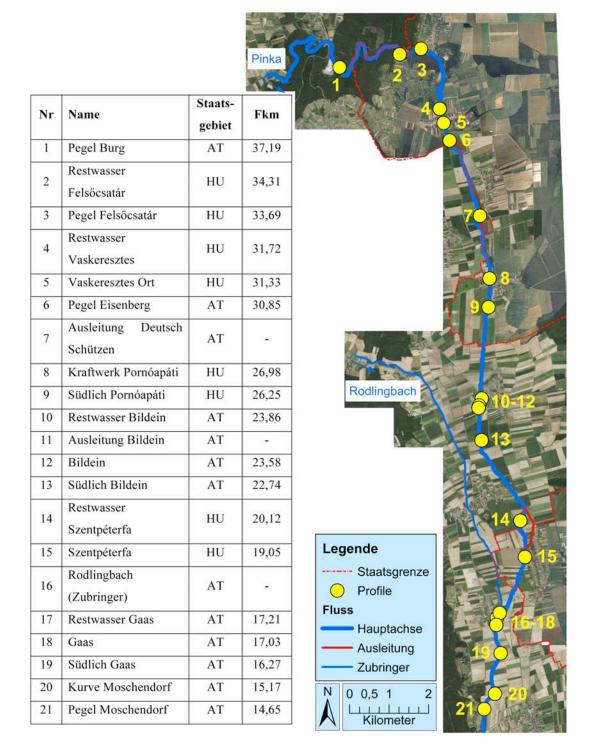


Abb. 5: Pinka-Grenzstrecke mit nummerierten Querprofilen, Staatsgebiet und Flusskilometerzahl (Orthofotos: Amt der Burgenländischen Landesregierung, 2010; West-Transdanubische Wasserdirektion, 2007)

## 4.2.2 Nivellierung

Im Querprofil wurde die geometrische Form des Flussbettes mit Hilfe eines Nivelliergerätes (Leica NA820) vermessen. Bei diesem Verfahren werden alle Höhenunterschiede im Querprofil aufgenommen. Die äußersten Vermessungspunkte

bilden, wie in der folgenden Abbildung 6 sichtbar, die jeweiligen zweiten Böschungsoberkanten (BOK2). Weitere Hauptvermessungspunkte sind die ersten Böschungsoberkanten (BOK1), welche das Flussbett bei Mittelwasserabfluss bilden, die Wasserspiegelkanten sowie die unterschiedlichen Wassertiefen. Vertikale Neigungsänderungen zwischen BOK2 und BOK1 werden zusätzlich nivelliert.

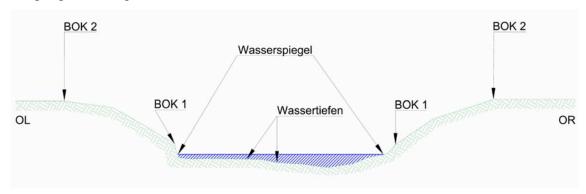


Abb. 6: Hauptvermessungspunkte in der Querprofilkartierung (BOK = Böschungsoberkante, OL = orographisch links, OR = orographisch rechts), Pinka-Grenzstrecke

Für die Vermessung kommt es zur Aufstellung und Einmessung des Nivelliergerätes. Eine Messlatte wird an den zu vermessenden Punkten eingerichtet und mit Hilfe der darauf befindlichen Libelle ausgerichtet. Bei einem Blick durch das Nivelliergerät ist ein Messkreuz sichtbar, welches drei vertikal übereinanderliegende Werte auf der Latte ablesen lässt. Wird der unterste vom obersten Wert subtrahiert, ergibt sich der Abstand der Messlatte vom Nivelliergerät. Vom mittleren Wert im Messkreuz zieht man die Höhe des Nivelliergerätes ab und erhält den Höhenunterschied des gemessenen Punktes vom Nivelliergerät. Auf diese Weise werden alle Punkte im Querprofil vermessen, um anschließend das Querprofil in der Software AutoCAD zu zeichnen.

#### 4.2.3 Fließgeschwindigkeitsmessung

Die Messung des Geschwindigkeitsprofils erfolgte mit dem Messgerät Flo-Mate. Die Anzahl und Häufigkeit der Messungen pro Querprofil variiert mit der Wasserspiegelbreite und den unterschiedlichen Fließgeschwindigkeiten. Pro Messpunkt werden drei Werte in vertikaler Ausrichtung aufgezeichnet (siehe Abb. 7). Ein Wert befindet sich knapp über der Gewässersohle (v0), der Zweite in 40% der Wassertiefe (v40) und der Dritte nahe der Wasseroberfläche (v100). Der dritte Messungspunkt kann nur nahe der Wasseroberfläche gemessen werden und nicht an

der Wasseroberfläche, da das Messgerät zur Gänze unter Wasser sein muss. Aus dieser Bedingung ergibt sich eine v100 Messung von mindestens 5 cm unterhalb der Wasseroberfläche.

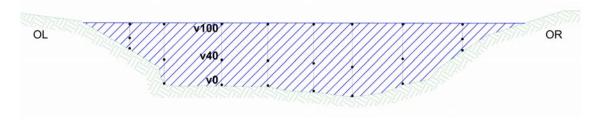


Abb. 7: Fließgeschwindigkeitsmessung im Querprofil (OL = orographisch links, OR = orographisch rechts), Pinka-Grenzstrecke

Die Fließgeschwindigkeiten wurden mit dem Messgerät von Marsh-McBirney, dem Flo-Mate 2000 (siehe Abb. 8) aufgezeichnet. Der Flo-Mate kann Strömungsgeschwindigkeiten zwischen -0,15 m/s und +6 m/s messen. Die Messgenauigkeit wird vom Hersteller mit +/- 2 % des abgelesenen Wertes angegeben (MARSH-McBIRNEY, 1990).

Dieses Messgerät besitzt eine magnetisch-induktive Strömungssonde, das Verfahren beruht auf dem Faradayschen Induktionsgesetz. Die Messsonde wird an einer Stange mit Zentimeterangabe zum Messen der Wassertiefe befestigt und so in den Fluss gestellt, dass die Sonde der Fließrichtung des Wassers entgegenblickt (siehe Abb. 8). Das Wasser sollte möglichst parallel an der Sonde vorbeiströmen.

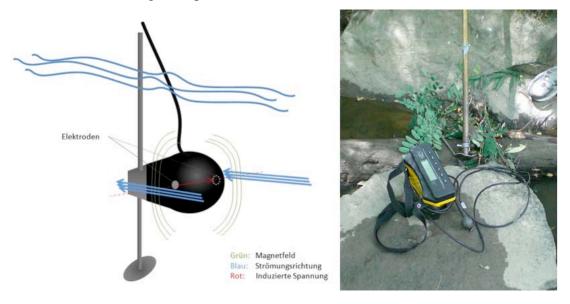


Abb. 8: links: Flo-Mate Funktionsprinzip (BREUER et al., 2010); rechts: Flo-Mate 2000, Messbox mit digitaler Anzeige, Sensor und Messstange (Ort: Pornóapáti, 2013)

"Der Sensor beinhaltet eine Magnetspule, welche ein senkrecht zur Strömung wirkendes Magnetfeld erzeugt und zwei Elektroden, die seitlich angebracht sind und im Kontakt zum Wasser stehen. [...] Fließt das Wasser an den Elektroden vorbei, entsteht somit ein elektrisches Potential zwischen den beiden Elektroden. Die Stärke der Spannung steigt mit der Fließgeschwindigkeit proportional. Somit kann das elektrische Potential in Werte der Fließgeschwindigkeit umgerechnet werden" (BREUER et al., 2010, S. 20).

## 4.2.4 Erhebungsbogen Gewässerstrukturen

Zusätzlich zu den mittels technischer Mittel erhobenen Daten wird ein Erhebungsbogen ausgefüllt (siehe Anhang 10.1, S. 96). Dieser beinhaltet Angaben zu den Strukturmerkmalen im Gewässer und deren Ausprägungen. Der Erhebungsbogen besteht aus fünf Seiten inklusive Ausfüllbogen für die geometrischen Daten (Nivellierung siehe Kapitel 4.2.2, S. 20) und die Fließgeschwindigkeiten (siehe Kapitel 4.2.3, S. 21).

Die erste Seite des Erhebungsbogens beinhaltet Abfragen zu Ort und Datum der Aufnahme sowie eine Charakterisierung bezüglich Flusstyp, Flusslauf und Talform. Bei der Verzahnung von Flusssohle und Böschung wird zwischen linkem und rechtem Ufer unterschieden. Ebenso wird eine mögliche Staubeeinflussung vermerkt und die Laufentwicklung anhand einer fünfstufigen Skala bewertet. Die Bewertungsskala wurde im Kapitel 2.2.1 (S. 4) näher erläutert.

Die zweite und dritte Seite beinhaltet die Aufzeichnungen der Nivellierung, der Fließgeschwindigkeiten und Daten zum Fließverhalten (Stromstrich und Strömungsmuster).

Choriotope und ihre Verteilung im Querprofil werden auf Seite 4 des Erhebungsbogens eingetragen. Die Abschätzung der Zusammensetzung der einzelnen Choriotope erfolgt mittels Prozentangaben. Anhand dieser Erhebung kommt es zu einer Beurteilung der Sohleigenschaften. Einerseits wird untersucht, ob die Zusammensetzung natürlich entwickelt oder künstlich angelegt ist und andererseits, ob eine Verbindung zum hyporheischen Interstitial gegeben ist.

Zusätzlich zur Erhebung des Lichteinfalls durch den Sonnenkompass wird eine Einschätzung der Beschattung und der Größe des Lichtraumes festgehalten. Als

weiterer Parameter wird der Überhang der Vegetation über die Wasserfläche auf der linken und rechten Uferseite notiert.

Die Zusammensetzung der Vegetation ist auf Seite 5 des Erhebungsbogens einzutragen. Dabei werden die Ausbreitung, die Höhe und der Bedeckungsgrad abgeschätzt. Vorhandene Schichten (Baum-, Strauch-, Krautschicht) und die Leitarten beschreiben die Zusammensetzung der Vegetation.

### 4.2.5 Sonnenkompass (Horizontoskop)

Im Laufe eines Tages wandert die Sonne von Ost nach West und besonnt je nach Breitengrad, Jahreszeit, Horizont und Beschattung durch Gebäude, Topographie und Vegetation, die Erdoberfläche unterschiedlich intensiv. Der Sonnenkompass zeigt an, zu welchen Tagesstunden Sonnenstrahlen ungehindert auf die gemessene Stelle fallen, beziehungsweise wie groß die Schattenwirkung durch die Umgebung ist. Die Sonnen- und Schattenstunden können für ein ganzes Jahr, für jeden Monat oder einzelne Stunden im Tagesverlauf (siehe Abb. 9) separat abgelesen werden (WALDWISSEN, 2014).

Es ist zu beachten, dass es sich hierbei um die "theoretisch mögliche tägliche Sonnenscheindauer" handelt, da Witterungsverhältnisse nicht dargestellt werden können (GIGON et al., 2004).

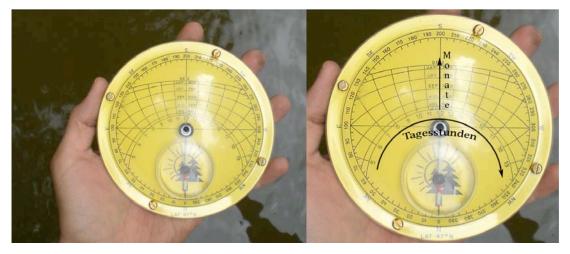


Abb. 9: links: Beschattungsaufnahme mittels Sonnenkompass, rechts: Ablesung von Monaten und Tagesstunden (Ort: Gaas, 2013)

Der Sonnenkompass, eine Aluminiumscheibe mit 12 cm Durchmesser, kann zu jeder Jahres- und Tageszeit eingesetzt werden. Für die Messung muss Tageslicht, jedoch keine direkte Sonneneinstrahlung vorhanden sein. Das verwendete Gerät ist für den 47. nördlichen Breitengrad ausgelegt und eignet sich daher sehr gut für das Mittel-

und Südburgenland. Für die Messung wird der Sonnenkompass mit der Kompassnadel genordet und mit der Libelle horizontal ausgerichtet. Um ein unverzerrtes Bild zu erhalten, muss beim senkrechten Blick auf das Gerät der schwarze Punkt in der Mitte an der PVC Kuppel direkt über der horizontal ausgerichteten Libelle stehen. Der Sonnenkompass wird ganz nahe an die Wasseroberfläche gehalten, um die Sonnen- und Schattenverhältnisse am Gewässer möglichst realistisch zu erfassen (HERZOG, o.J.; HERZOG, 2014; WIESER, 2010). Die Bearbeitung des Sonnenkompassbildes erfolgt am Computer mit der Software AutoCAD. Die Beschattung wird für die Auswertung und Darstellung abgezeichnet beziehungsweise von der Fotografie in ein vorgefertigtes Raster übertragen. Jedes Rasterfeld auf dem Sonnenkompass entspricht einer Stunde zwischen 4:00 Uhr und 19:00 Uhr in dem jeweiligen Monat und wird als eine Einheit betrachtet. Sollten sowohl Sonne als auch Schatten in einem Rasterfeld vorkommen, wird dieses halbiert (siehe Abb. 10).

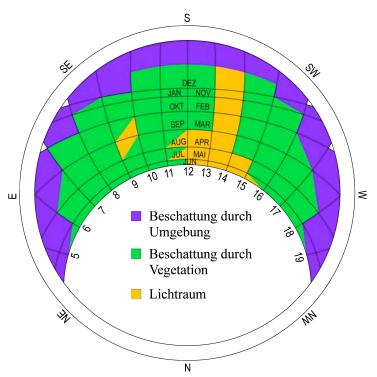


Abb. 10: Sonnenkompass Auswertung der Aufnahme in Gaas (2013) in AutoCAD

Aufgrund des wechselnden Sonnenstandes im Jahresverlauf sind im Dezember die wenigsten Sonnenscheinstunden am betreffenden Breitengrad auf dem Kurvenblatt aufgezeichnet, während im Juni die Höchstzahl an Sonnenscheinstunden erreicht wird. Dies ist mit acht Einheiten im Dezember und 16 Einheiten im Juni abzulesen.

Da Jänner und November, Februar und Oktober, März und September, April und August, Mai und Juli jeweils die gleiche Anzahl an Sonnenscheinstunden pro Tag besitzen, sind sie auch am Sonnenkompass zusammengefasst. Diese Konstellation der Monate bringt 140 Einheiten für das gesamte Jahr hervor.

Zur Errechnung der Sonnenstunden wird folgender vereinfachter Ansatz verwendet: Ein Jahr hat 365 Tage in zwölf Monate aufgeteilt, woraus sich eine gemittelte Tagesanzahl von 30,42 pro Monat ergibt. Eine Einheit am Sonnenkompass steht für eine Stunde, welche täglich für 30,42 Tage in einem Monat gezählt wird. Deshalb zählt jede Einheit für 30,42 Stunden, und das ergibt für die 140 Einheiten am Sonnenkompass 4258,33 mögliche Sonnenstunden im Jahr (WIESER, 2010).

Anhand dieser Berechnungsmethode wird für alle Messpunkte die potentielle tägliche Sonnenscheindauer ermittelt beziehungsweise das Gegenteil, nämlich die potentielle tägliche Beschattung.

#### 4.2.6 Durchführung der Erhebung

Mithilfe der Erhebungsbögen und Messgeräte (siehe Abb. 11) wurde die Datenaufnahme durchgeführt.



Abb. 11: Material zur Querprofilerhebung der Pinka-Grenzstrecke (Ort: Stadtschlaining, 2013)

Die ersten Messungen fanden im Zeitraum von 12. bis 19. Juli 2013 statt. Dabei wurden die Querprofile vermessen, Fließgeschwindigkeiten aufgenommen und der Erhebungsbogen für die Querprofilkartierung ausgefüllt. Aufgrund des großen Zeitaufwandes für die Kartierung eines Querprofiles und die teilweise großen Anfahrtswege der einzelnen Profile wurden diese nicht der Reihe nach kartiert, sondern in Gruppen zusammengefasst, um pro Arbeitstag möglichst viele Querprofile aufnehmen zu können. Die Anfahrtswege gestalteten sich wegen der speziellen Situation durch die Staatsgrenze Österreich-Ungarn teilweise umständlich, größere Umwege waren nur mit dem Auto zu befahren.

Da das Interesse und Hauptaugenmerk auf einer Niederwasserkartierung liegt, kam es am 30. und 31. Juli 2013 aufgrund des gesunkenen Wasserstandes zu einer zweiten Aufnahme der Fließgeschwindigkeiten in den Querprofilen. Die Profile wurden bei der ersten Messung vor Ort mittels Farbspray markiert, um die zweite Erhebung an den selben Querprofilen durchführen zu können. Bei der zweiten Messung kam es zu einer wiederholten Aufnahme der Fließgeschwindigkeiten und Wassertiefen. Da sich die Geometrie der Querprofile nicht verändert hatte, war eine neue Vermessung nicht notwendig. Die zweite Aufnahme konnte in sehr kurzer Zeit pro Profil durchgeführt werden und ermöglichte es, die Querprofile der Reihe nach von Burg bis Moschendorf an zwei Tagen zu erheben.

### 4.2.7 Durchflussberechnungen

Um in einem Flussquerschnitt die fließende Wassermenge pro Sekunde zu definieren, werden Durchflüsse ermittelt. Durchgeführt wird die Berechnung mit den gemessenen oder errechneten Fließgeschwindigkeiten, basierend auf der allgemeinen Grundgleichung der Durchflussmessungen (MORGENSCHWEIS, 2010):

$$Q = v_m * A \tag{4.1}$$

mit

 $Q = Durchfluss (m^3/s)$ 

v<sub>m</sub>= mittlere Fließgeschwindigkeit im Abflussquerschnitt (m/s)

A = durchströmter Abflussquerschnitt (m<sup>2</sup>)

Die Fließgeschwindigkeit wird von vielen Faktoren (z. B. Gefälle, Strukturen im Bachbett, Längsverlauf) beeinflusst und kann in einem Querschnitt sehr

unterschiedlich sein. Daher ist es notwendig, an mehreren Stellen im Querprofil in vorab definierten Wassertiefen (v0, v40, v100) die Fließgeschwindigkeit zu messen (siehe Kapitel 4.2.3, S. 21). Die Häufigkeit und der Abstand der Messungen werden so festgelegt, dass die Ergebnisse den Querschnitt bestmöglich wiedergeben (MORGENSCHWEIS, 2010).

Eine weitere Möglichkeit, die Fließgeschwindigkeit zu ermitteln, ist die Berechnung Einflussfaktoren Gewässerabschnitt (Gefälle, mittels aus dem Rauigkeit, Wasserspiegelbreite). Diese Methode beruht auf dem Ansatz der Manning-Strickler-Formel (ZANKE, 2013).

Die Fläche des Abflussquerschnittes ist eine Aufsummierung von Teilflächen. Diese bestehen aus der Wassertiefe und dem Abstand zwischen den Messpunkten sowie der Wasserspiegelbreite. In der Abbildung 12 (S. 29) werden die Teilflächen schematisch abgebildet.

### • Durchflussberechnungen Excel

Für die Durchflussberechnungen der Querprofile an der Pinka werden zwei Berechnungsmethoden mit der Software Excel angewendet.

Für die Dreipunkt-Variante bedarf es einer Dateneingabe von folgenden Parametern: Gesamtbreite des Querschnittes, Abstände der Messpunkte vom linken Ufer, Gesamtwassertiefe im Fließgeschwindigkeitsmesspunkt, die Wassertiefen der einzelnen Fließgeschwindigkeitsmessungen (v0, v40, v100) mit den Werten der Fließgeschwindigkeit. Für die Geschwindigkeit werden drei Werte (v0, v40 und v100) pro Messpunkt eingesetzt. Das System interpoliert eine zusätzliche Geschwindigkeit für die Wasseroberfläche, da die v100 Messung bereits 5 cm unter der Oberfläche liegt.

Eingegebene Formeln errechnen die Fläche der Teilbereiche. Diese werden mit der mittleren Fließgeschwindigkeit multipliziert und bilden den Durchfluss des jeweiligen Teilstücks. Aufsummiert geben die Werte den Gesamtdurchfluss des Querprofiles wieder. Die folgende Abbildung 12 (S. 29) zeigt eine schematische Darstellung des Berechnungsprinzips mit A1-A6 als Teilflächen und v<sub>1</sub>-v<sub>5</sub> als gemessene Fließgeschwindigkeiten.

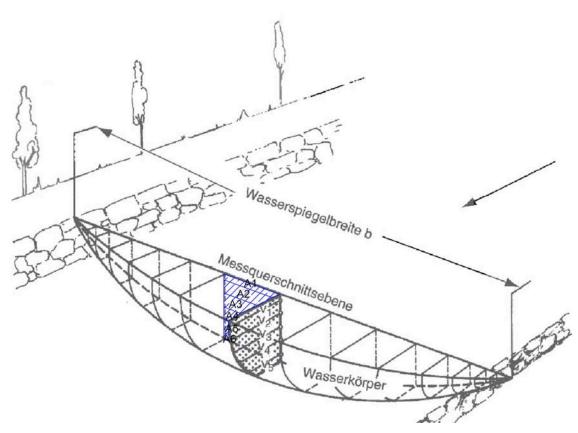


Abb. 12: Prinzip der Durchflussmessung, A1-A6 Flächenberechnung, v<sub>1</sub>-v<sub>5</sub> Fließgeschwindigkeitsmessung (eigene Darstellung nach MORGENSCHWEIS, 2010)

Die Zweipunkt-Variante arbeitet mit einem ähnlichen Prinzip. Es werden ebenso die Durchflüsse von Teilbereichen berechnet und aufsummiert. Der wesentliche Unterschied besteht darin, dass die Methode mit nur zwei Fließgeschwindigkeitswerten (v40, v100) arbeitet. Begründet wird dies damit, dass der nahe der Sohle gemessene Wert (v0) zu sehr vom Untergrund, von der Sohlbeschaffenheit beeinflusst ist und dadurch keine Aussagekraft hat. Er könnte die Berechnung verfälschen. In der folgenden Abbildung 13 (S. 30) wird die Geschwindigkeitsverteilung mit Beeinflussung durch die Sohlbeschaffenheit gezeigt.

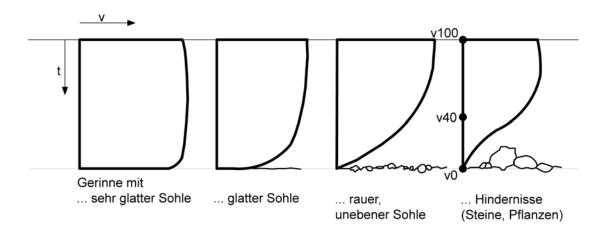


Abb. 13: Geschwindigkeitsverteilung in einer Messlotrechten in Abhängigkeit der Beschaffenheit der Gewässersohle (eigene Darstellung nach ÖNORM B 2403, 1998)

Folgende Daten müssen für eine Berechnung eingegeben werden: Fließgeschwindigkeiten (v40, v100), Abstand zum vorhergehenden Messpunkt und die Wassertiefe im Messpunkt. Daraus wird mittels folgender Formel der Durchfluss in der Teilfläche errechnet. Die Teilflächenberechnung ist in der Abbildung 14 dargestellt. Die einzelnen Ergebnisse werden aufsummiert und ergeben den Gesamtdurchfluss im Profil (ÖNORM B 2403, 1998).

$$Q = (A_x + A_{x+1})/2 * t * v_m$$
 (4.2)

mit

 $Q = Durchfluss (m^3/s)$ 

v<sub>m</sub>= mittlere Fließgeschwindigkeit im Abflussquerschnitt (m/s)

 $A_x = durchströmter Abflussquerschnitt x (m^2)$ 

 $A_{x+1}$  = durchströmter Abflussquerschnitt x+1 (m<sup>2</sup>)

t = Wassertiefe

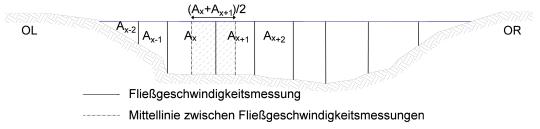


Abb. 14: Berechnung der Teilflächen der Zweitpunktmessung (OL = orographisch links, OR = orographisch rechts)

Für die Berechnung von  $v_m$  (mittlere Fließgeschwindigkeit) wird die Zweipunktmethode nach Kreps angewendet (ÖNORM B 2403, 1998):

$$v_m = 0.31 * v100 + 0.634 * v40$$
 (4.3)

### • Durchflussberechnung Surfer

Surfer ist eine Software für 3D Visualisierungen und Oberflächenmodellierungen. Verwendet werden kann diese auf Microsoft Windows Systemen. Vorwiegend wird Surfer für Geländemodellierungen, Tiefenlinienmodelle, Landschaftsvisualisierungen und Oberflächenanalysen von Flusseinzugsgebieten eingesetzt (SURFER, 2013).

Zur Durchflussberechnung von Flussquerschnitten müssen die erhobenen Daten entsprechend aufgearbeitet werden. Dies kann einerseits im Programm selbst oder auch in Excel erfolgen. Die Daten müssen einer x-, y- und z-Achse zugeordnet werden. Die x-Werte entsprechen den Abständen der Messpunkte vom linken Ufer. Die y-Werte geben die Wassertiefen der einzelnen Fließgeschwindigkeitsmessungen an. Die Fließgeschwindigkeitswerte werden der z-Achse zugewiesen.

Die Software Surfer erstellt daraus einen Flussquerschnitt und gibt die Größe der Querschnittsfläche an. Über eine weitere Funktion des Programmes wird der Durchfluss berechnet. Der Unterschied dieser Methode zu den Berechnungsvarianten in Excel ist, dass Surfer die eingegebenen Fließgeschwindigkeiten im Querprofil interpoliert und keine Teilabschnittsberechnungen durchführt.

Der Abflussquerschnitt kann mit der Software Surfer entsprechend visualisiert werden (siehe Abb. 15, S. 32).

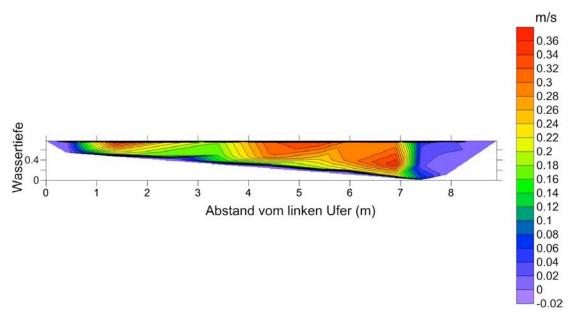


Abb. 15: Interpolierte Fließgeschwindigkeiten im Querprofil mit Fließgeschwindigkeitsskala

• <u>Durchflussberechnung mit der Fließgeschwindigkeit nach Manning-Strickler</u>
Die Berechnung des Durchflusses mit der empirischen Fließformel von Manning-Strickler unterscheidet sich von den eben genannten drei Varianten sehr stark, da einige zusätzliche Parameter zur Berechnung verwendet werden. Als erstes erfolgt eine Ermittlung der mittleren Fließgeschwindigkeit mit den Parametern Rauigkeitsbeiwert, hydraulischer Radius und Gefälle (ZANKE, 2013).

$$v_m = kst * r^{2/3} * I^{1/2}$$
 (4.4)

mit

v<sub>m</sub>= mittlere Fließgeschwindigkeit im Abflussquerschnitt (m/s)

kst = Rauigkeitsbeiwert nach Manning-Strickler

r = hydraulischer Radius

I = Gefälle

Der Rauigkeitsbeiwert (kst) wird mit den Daten der Choriotoperhebung in den Querprofilen ermittelt und mit den Manning-Strickler-Werten aus der Literatur auf seine Plausibilität geprüft.

Der hydraulische Radius (r) errechnet sich aus den Ergebnissen der Nivellierung der Querprofile. Die Querschnittsfläche des Abflusses wird durch den benetzten Umfang dividiert.

$$r = A/U_{ben} \tag{4.5}$$

r = hydraulischer Radius

A = Fläche Abflussquerschnitt

 $U_{ben}$  = benetzte Umfang

Das Gefälle (I) in den Abschnitten stellte das Ingenieurbüro Neukirchen zur Verfügung. In einem hydraulischen 2D Simulationsmodell wird ein Niederwasserabfluss dargestellt. Das Modell simuliert einen stationären Abfluss mit 700 l/s. Das entstehende Wasserspiegelgefälle fließt in die Berechnung der mittleren Fließgeschwindigkeit ein. Grundlage des Modells bilden ein Laserscann einer Befliegung des Gebietes mit einer Auflösung von 1x1 m und eine terrestrische Vermessung des Pinka-Flussschlauches. Das Modell wurde mit den nivellierten Daten der Masterthesis kalibriert (PAPAY, 2014).

Der Durchfluss errechnet sich aus der ermittelten Fließgeschwindigkeit (v<sub>m</sub>) multipliziert mit der Querschnittsfläche (A) laut Formel 4.1 (S. 27).

# 4.3. Längsverlauf-Erhebung und Auswertung

Neben den Querprofilkartierungen wurden auch Aufnahmen in Längsrichtung der Pinka durchgeführt. Die Erhebung fand unabhängig von der Staatsgrenze statt und bezog sich nur auf die Flusseigenschaften. Messungen der Geometrie und Fließgeschwindigkeit wurden nicht durchgeführt.

### 4.3.1 Längsabschnitte

Die Vorgehensweise der Kartierung des Längsverlaufes gestaltet sich unterschiedlich zur Querprofilkartierung, da es keine vorab definierten Teilbereiche gibt. Die einzelnen Abschnitte gliedern sich nicht in gleich lange Strecken, sondern grenzen sich durch eine oder mehrere gegensätzliche Eigenschaften von einander ab (z. B. Abfluss, Vegetation oder Morphologie). Die Abschnittsgröße und -anzahl entwickelt sich vor Ort und wird im Ergebniskapitel 5.2.1 (S. 63) näher erläutert.

### 4.3.2 Erhebungsbogen

Für die Datenaufnahme im Längsverlauf wurde ein zweiseitiger Erhebungsbogen erstellt (siehe Anhang 10.2, S. 101). Die erste Seite beschreibt sowohl Ort (Streckenabschnitt) und Datum der Aufnahme, als auch Flusstyp, Flusslauf und Talform. Wesentliche Parameter stellen die Beeinflussung durch Wasserentnahme, durchschnittliche Fließgeschwindigkeit, Fließverhalten (Stromstrich, Strömungsmuster), möglicher Stau und Querbauwerke dar. Die Morphologie im Längsverlauf wird durch eine fünfstufige Skala in folgenden Punkten beschrieben: Uferdynamik, Sohldynamik, Laufentwicklung, Substratzusammensetzung, Strukturen im Bachbett und Uferbegleitsaum – Vegetation (LEBENSMINISTERIUM, 2010). Für den Vegetationsbestand werden die Ausbreitung, die Höhe, der Bedeckungsgrad der Vegetation und der Totholzanteil abgeschätzt. Vorhandene Schichten (Baum-, Strauch-, Krautschicht) und die Leitarten beschreiben die Zusammensetzung der Vegetation.

Der Grad der Beschattung definiert sich anhand einer Abschätzung des Überhanges der Vegetation über die Wasserfläche:

- Die Vegetation ist geschlossen, volle Beschattung
- Die Vegetation ist weniger als die halbe Wasserspiegelbreite offen

- Die Vegetation ist mehr als die halbe Wasserspiegelbreite offen
- Es besteht keine Beschattung

Der mittlere Lichtraum und der Überhang der Vegetation über die Wasserfläche auf der linken und rechten Uferseite werden in Meterangabe erfasst.

### 4.3.3 Erhebung Wassernutzung

Laut österreichischem Wasserrechtsgesetz (WRG) verfügt jede Bürgerin und jeder Bürger über das Recht, ein öffentliches Gewässer zu nutzen, wenn sie oder er dafür keine besondere Vorrichtung benötigt und den "Wasserlauf, die Beschaffenheit des Wassers oder die Ufer" (WRG § 8.1 Abs. 1) nicht gefährdet. Überschreitet eine Wassernutzung diesen Rahmen, so ist sie vorab von der Wasserrechtsbehörde zu bewilligen (WRG § 9.1 Abs. 1-2).

Wassernutzungen, welche einer behördlichen Genehmigung bedürfen, wurden mit der Längskartierung erhoben. Jedoch sind nicht immer alle Wassernutzungen vor Ort auch augenscheinlich erkennbar. Eine Wasserentnahme kann auch unterirdisch stattfinden oder nur zu bestimmten Zeiten im Jahr bewilligt und vor Ort errichtet sein. Daher war es notwendig, bei den entsprechenden Behörden in Österreich (Landesregierung Burgenland, Abteilung Wasser- und Abfallwirtschaft, Wasserbuch) und in Ungarn (West-Transdanubische Umwelt, Naturschutz und Wassermanagement Aufsicht) alle im Untersuchungsgebiet liegenden Bewilligungen anzufordern. Diese Unterlagen enthalten Angaben über die Art und den Umfang des Wasserrechtes, welcher für eine Wasserbilanz im Längsverlauf wesentlich ist.

Für die Wasserbilanz waren auch Angaben über Wassereinleitungen von Bedeutung. Diese waren ebenso zu bewilligen und belaufen sich im Falle der Pinka-Grenzstrecke auf Kläranlagen und Rückleitungen nach Wasserentnahmen.

### 4.3.4 Durchführung der Erhebung

Die Kartierung des Längsverlaufes fand im Zeitraum von 12. bis 31. August 2013 statt. Die gesamte Grenzstrecke wurde dabei in Etappen zu Fuß oder mit dem Fahrrad bewältigt.

Bedingt durch die Vorgehensweise bei der Erhebung entwickelten sich für das Untersuchungsgebiet 48 Längsabschnitte. Diese in den erhobenen Parametern homogenen Längsabschnitte charakterisieren die Pinka-Grenzstrecke.

### 4.3.5 Datenanalyse

### Erarbeitung der hydromorphologischen Gewässerzustandsklassen

Der Längsverlauf wird anhand des "Leitfadens zur hydromorphologischen Zustandserhebung von Fließgewässern" (LEBENSMINISTERIUM, 2010) kartiert (siehe Kapitel 2.2.1, S. 4).

Die Ergebnisse der beiden Berechnungsmethoden werden mittels ArcGIS graphisch dargestellt. Die Flussabschnitte sind je nach Bewertung farblich abgebildet. Die Zustandsklasse 1 erhält blau, Klasse 2 grün, Klasse 3 gelb, Klasse 4 orange und Klasse 5 rot (siehe Tab. 2, S. 8). Diese Einteilung erfolgt laut Leitfaden (LEBENSMINISTERIUM, 2010), welcher wiederum die Vorgaben der EU (WRRL) beinhaltet.

## • Wechselbeziehungen zwischen morphologischen Parametern und Vegetation

Die morphologischen Daten sowie die Vegetationsbreite und Artenanzahl werden zur weiteren Ausarbeitung in die Software SPSS übertragen. Bei den morphologischen Daten handelt es sich um auf der Ordinate skalierte und bei der Vegetationsbreite und Artenanzahl um metrisch skalierte Daten. Daher kommt die einfaktorielle ANOVA (Analysis of Variance) zur Anwendung, um mögliche Abhängigkeiten zwischen metrischen und ordinalen Daten zu eruieren.

Die sechs erhobenen Parameter HP+ZP (Haupt- und Zusatzparameter) werden mit ihren Zustandsklassen der Fließgeschwindigkeit gegenübergestellt und mit einer graphischen Darstellung visualisiert.

Das Hauptaugenmerk liegt auf stark begradigten Flussabschnitten und dem dortigen Vegetationszustand und der Vegetationsausdehnung. Es wird analysiert, ob trotz der starken Eingriffe in die Flussdynamik eine (sehr) gute Vegetationsausbildung vorkommen kann. Ebenso wird die Situation in Stau- und Nichtstaubereichen erarbeitet.

# 5. Ergebnisse und Diskussion

Im Rahmen der Erhebungssarbeiten gab es Aufnahmen von jenen Standortfaktoren und -eigenschaften, welche den Gewässerzustand beschreiben. Nachfolgend werden die Ergebnisse gegliedert in Querprofil- und Längsverlauf-Erhebung beschrieben.

Anschließend kommt es zu einer Verschneidung der Einzelparameter. Dabei wird geprüft, welche Parameter an der Pinka-Grenzstrecke in Wechselwirkung zueinander stehen.

### 5.1. Querprofil-Erhebung

Die Ergebnisse der Profile 7, 11 und 16 sind nicht in allen Grafiken abgebildet, da sie nicht auf der Pinka-Hauptachse liegen. Darstellungen, bei denen die Parameterentwicklung im Flussverlaufes untersucht wird, zeigen daher nur die Profile der Hauptachse. Die Restwasserstrecke bildet im Bereich der Kraftwerke den Hauptfluss, weshalb die Profile 7 und 11 als Ausleitungen nicht in allen Abbildungen dargestellt werden.

#### 5.1.1 Wasserspiegelbreite und Wassertiefe

Als Breite des Gewässers wird an der Pinka die Wasserspiegelbreite gemessen. Diese verändert sich bei steigendem oder sinkendem Durchfluss.

Da das Untersuchungsgebiet nur den unteren Abschnitt der Pinka repräsentiert, ist nicht anzunehmen, dass eine Vergrößerung der Wasserspiegelbreite vom Anfang zum Ende des Untersuchungsgebietes erkennbar ist. In den unterschiedlichen Abschnitten (Schlucht-Strecke; weite, ebene Talflächen) sind nur kleinräumige Abweichungen in der Breite zu erwarten.

Die Wassertiefe kann in den Querprofilen unterschiedlich sein (z. B. Kolk, Furt). Die Darstellung der maximalen Wassertiefe eignet sich daher nicht für Vergleiche, da sie oftmals nur einen kleinen Ausschnitt repräsentiert. Die folgende Darstellung (Abb. 16, S. 38) zeigt eine gemittelte Wassertiefe und die Wasserspiegelbreite der Querprofile. Abgebildet sind die Werte der ersten und der zweiten Messung, wie auch die Zusatzinformation bezüglich Restwasser, Staustrecke oder frei fließender Strecke. Die Profile 7, 11 und 16 fehlen, da sie nicht auf der Hauptachse liegen.

ähnliche Wasserspiegelbreiten.

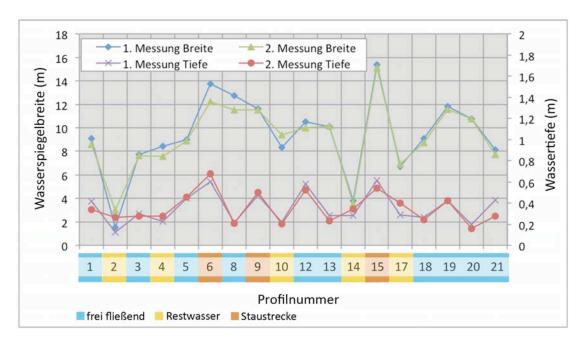


Abb. 16: Wasserspiegelbreite und durchschnittliche Wassertiefe bei beiden Messungen an der Pinka-Grenzstrecke (Juli 2013)

Bei der Betrachtung der Wasserspiegelbreite ist auffallend, dass es eine abrupte Verschmälerung von Profil 1 auf 2 gibt. Danach folgt ein Anstieg auf 13,7 m (Profil 6) und wiederum ein Abfallen. Der eindeutig breiteste Abschnitt befindet sich im Profil 15 mit 15,4 m. Diese starken Schwankungen sind auf die Bedingungen im Gewässerbett zurück zuführen. Restwasserstrecken haben aufgrund der geringeren Wasserführung vorwiegend ein schmales Flussbett, während Staustrecken breit sind. Die Mehrheit der Messungen beläuft sich auf 8 m bis 12 m Breite. Anfang und Ende des Untersuchungsraumes besitzen als frei fließende Abschnitte mit 8 m bis 9 m sehr

Die durchschnittlichen Wassertiefen variieren von 0,12 m bis 0,67 m (siehe Tab. 7, S. 39). In der überwiegenden Anzahl der Messungen verlaufen die Wassertiefen der beiden Messungen parallel oder überlagern sich (siehe Abb. 16).

Besonders auffallend ist der starke Anstieg der Tiefe von Profil 4 (0,22 m) zu Profil 6 (0,60 m) und der wiederum starke Abfall auf Profil 8 (0,21 m). Ein ähnlich großer Anstieg befindet sich von Profil 8 auf 9, 10 auf 12 und 13 auf 15. Diese Schwankungen sind häufig auf die unterschiedlichen Gewässerbedingungen von Restwasser und Stau zurückzuführen. Es haben aber auch freie Fließstrecken mit einem breiteren Abflussquerschnitt ähnliche Wassertiefen wie Restwasserstrecken.

Die Pinka hat sowohl im Pegel Burg als auch im Pegel Moschendorf sehr ähnliche Wasserspiegelbreiten und Wassertiefen, weshalb eine gleichmäßige Entwicklung des Flusses angenommen werden könnte. Es ist aber erkennbar, dass sich die Pinka bei gleichbleibendem Abfluss (in Burg und Moschendorf) nicht nach dem Prinzip "steigende Wasserspiegelbreite bedeutet sinkende Wassertiefe" entwickelt. Die Wasserspiegelbreite variiert sehr stark zwischen 2 m und 15 m und steht nicht im Einklang mit der Wassertiefe. In den Profilen 6 und 15 steigt die Tiefe mit der Breite aufgrund der gestauten Situation. In Profil 8, einer frei fließenden Strecke, ist aber nur ein geringfügiger Abfall der Breite im Vergleich zur Tiefe sichtbar.

Profil 2 und 14 zeichnen sich aufgrund ihrer Tiefe und Breite als wenig Wasser führend ab. Sehr schmale Abschnitte mit geringen durchschnittlichen Wassertiefen unter 0,3 m, deuten auf wasserarme Restwasserstrecken hin.

Im Bereich von großen Breiten und Tiefen ist Profil 15 mit einer Wasserspiegelbreite von 15,4 m besonders auffallend. Ebenso weist Profil 6 bei beiden Kategorien hohe Werte aus. Die Wassertiefe erreicht den höchsten vorkommenden mittleren Wert und die Breite die zweithöchste Zahl. Sehr tiefe und breite Abschnitte lassen eine erhöhte Wassermenge im Profil vermuten. In diesem Fall handelt es sich um Staustrecken.

Die Tabelle 7 gibt einen Überblick über die minimalen und maximalen Werte in freien Fließstrecken, Staubereichen und Restwasserstrecken im Untersuchungsgebiet. Bei der Wasserspiegelbreite werden die gemessenen Daten angeführt, bei der Wassertiefe die gemittelten Daten je Querprofil.

	freie Fli	eßstrecke	Staus	trecke	Restwasser		
	Breite	ø Tiefe	Breite	ø Tiefe	Breite	ø Tiefe	
niedrigster Wert (m)	8,1	0,2	11,6	0,47	1,5	0,12	
höchster Wert (m)	12,75	0,58	15,4	0,61	8,4	0,29	

Tab. 7: Minimale und maximale Werte der Breite und der durchschnittlichen Tiefe von den zehn frei fließenden Strecken, drei Staustrecken und fünf Restwasserabschnitten an der Pinka-Grenzstrecke (Juli, 2013)

Folgende Querschnitte und Abbildungen visualisieren eine freie Fließstrecke (Abb. 17 und Abb. 20, S. 40), einen vom Stau beeinflussten Bereich (Abb. 18 und Abb. 21, S. 40) und eine Restwasserstrecke (Abb. 19 und Abb. 22, S. 40).

Ergebnisse und Diskussion 40



Abb. 17: Querprofil der freien Fließstrecke in Vaskeresztes (Juli, 2013)

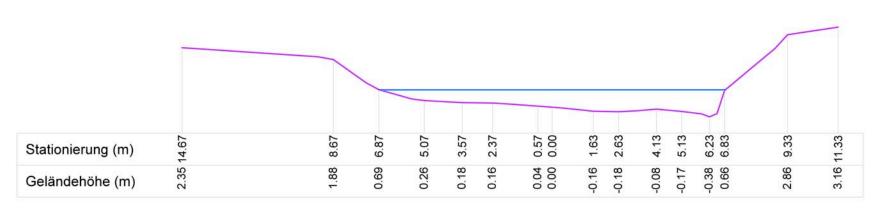


Abb. 18: Querprofil der beginnenden Staustrecke im Pegel Eisenberg (Juli, 2013)

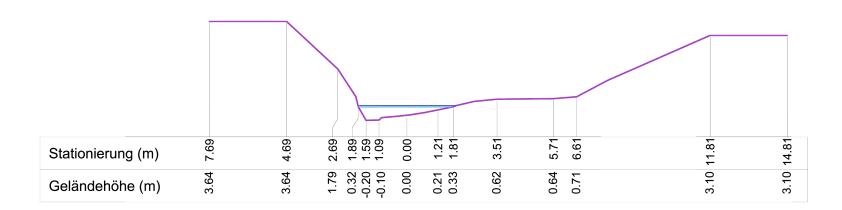


Abb. 19: Querprofil der Restwasserstrecke Szentpéterfa (Juli, 2013)



Abb. 20: Freie Fließstrecke in Vaskeresztes, Blickrichtung flussabwärts (Ort: Vaskeresztes, 20. Juli, 2013)



Abb. 21: Beginnende Staustrecke im Pegel Eisenberg, Blickrichtung flussabwärts (Foto: Hans Peter Rauch, Ort: Eisenberg, 11. Juli, 2013)



Abb. 22: Restwasserstrecke Szentpéterfa, Blickrichtung flussaufwärts (Foto: Martin Klein, Ort: Szentpéterfa, 20. Juli, 2013)

### 5.1.2 Fließgeschwindigkeit und Durchfluss

Die Ergebnisse der ersten und zweiten Fließgeschwindigkeitsmessung an der Pinka werden gemeinsam dargestellt (Abb. 23). Das Diagramm zeigt die durchschnittliche sowie die minimale und maximale Geschwindigkeit von beiden Messungen pro Querprofil. Die Profile 7, 11 und 16 liegen nicht auf der Hauptachse und sind daher nicht abgebildet.

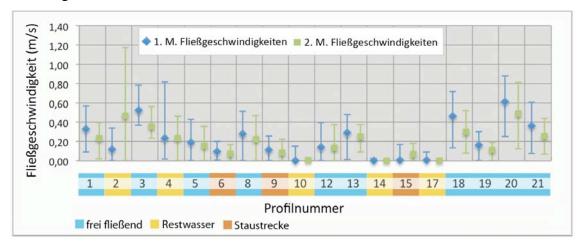


Abb. 23: Durchschnittliche Fließgeschwindigkeit an der Pinka der ersten und zweiten Messung (M.), mit maximal und minimal vorkommenden Werten (Pinka-Grenzstrecke, Juli, 2013)

Es ist auffallend, dass die durchschnittliche Fließgeschwindigkeit in 19 von 42 Messungen unter 0,2 m/s und die minimale Fließgeschwindigkeit in der überwiegenden Querprofilanzahl bei 0 m/s liegt. Die maximale Geschwindigkeit verläuft unregelmäßig. Profil 2 zeigt eine starke Zunahme bei der zweiten Messung, da zum Zeitpunkt der Aufnahme das Stauniveau abgesenkt wurde. Die hohe Fließgeschwindigkeit in beiden Messungen lässt sich für die Restwasserstrecke mit einem höheren Gefälle im Umfeld des Messpunktes erklären. Profil 3 hat eine überdurchschnittlich hohe minimale Fließgeschwindigkeit. Diese ist auf einen sehr glatten Abflussquerschnitt mit wenigen Strukturen zurückzuführen. Es handelt sich dabei um eine Pegelmessstelle, welche einbetonierte Pflastersteine besitzt.

Aus den Flächen der Abflussquerschnitte und aus den Fließgeschwindigkeiten wurden die Durchflusswerte errechnet. Die ausführlich beschriebenen Durchflussergebnisse finden sich in Kapitel 5.1.7 (S. 55). Die folgenden Darstellungen (Abb. 24 und Abb. 25, S. 42) zeigen die Werte der Surfer-Methode und die gemessenen Fließgeschwindigkeiten.

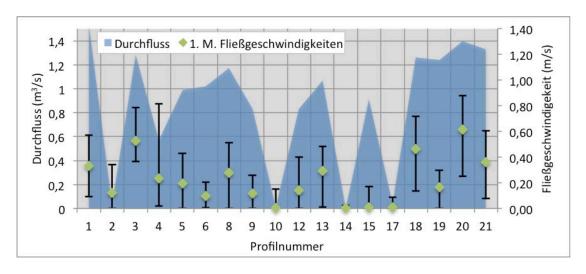


Abb. 24: Durchfluss, durchschnittliche, min. und max. Fließgeschwindigkeit der ersten Messung (M.) (Pinka-Grenzstrecke, 12. – 19. Juli, 2013)

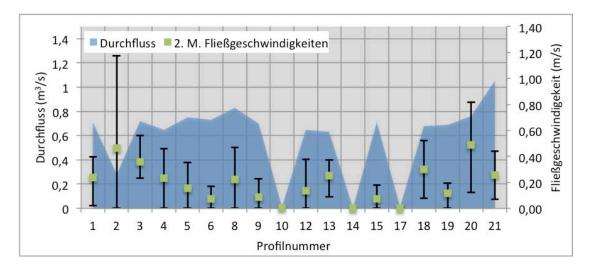


Abb. 25: Durchfluss, durchschnittliche, min. und max. Fließgeschwindigkeit der zweiten Messung (M.) (Pinka-Grenzstrecke, 30. – 31. Juli, 2013)

Die Durchflusswerte korrelieren nicht mit den Fließgeschwindigkeiten, wie beispielsweise in Profil 2 zu sehen ist. Bei der ersten Messung führt dieses trotz hoher Fließgeschwindigkeit für eine Restwasserstrecke sehr wenig Wasser.

Die Profile 10, 14 und 17 zeigen aufgrund ihrer geringen Fließgeschwindigkeiten und Durchflüsse eine minimale Wasserführung. Diese drei Profile bilden je eine Restwasserstrecke.

Die Darstellung aller vier Werte - Durchfluss, Wassertiefe, Fließgeschwindigkeit und Wasserspiegelbreite - gibt Aufschluss über die verschiedenen Abflussverhältnisse (Abb. 26, S. 43).

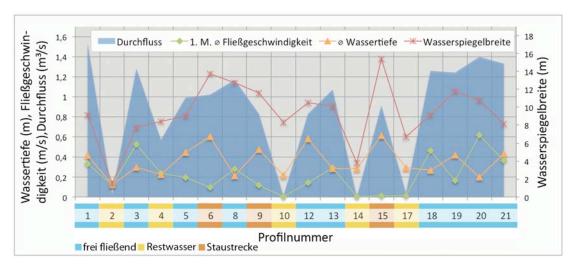


Abb. 26: Durchfluss, Fließgeschwindigkeit, Wassertiefe, Wasserspiegelbreite der 21 Querprofile bei der ersten Messung (Pinka-Grenzstrecke, 12. – 19. Juli, 2013)

#### Freie Fließstrecke

Bei Profil 1, 5, 13 und 21 handelt es sich um fast unbeeinflusste Abflussprofile. Ihre Wasserspiegelbreite beläuft sich auf 8 m bis 10 m, die durchschnittliche Wassertiefe zwischen 0,28 m bis 0,43 m, die durchschnittliche Fließgeschwindigkeit zwischen 0,19 m/s und 0,36 m/s und ihre Abflusswerte liegen bei 1 m<sup>3</sup> und darüber.

Die Profile 3 und 8 besitzen geringe Wassertiefen und einen ähnlichen Durchfluss bei 1,2 m³. Bei den Werten der Fließgeschwindigkeit und Wassertiefe gleichen sie sich aus. Profil 3 hat eine höhere Geschwindigkeit dafür eine niedrigere Breite als Profil 8. Das Profil 12 zeigt für eine freie Fließstrecke im Untersuchungsgebiet sehr untypische Werte der durchschnittlichen Wassertiefe (0,58 m) im Zusammenhang mit der Wasserspiegelbreite (10,5 m). Es liegt knapp unterhalb des Zusammenflusses von Ausleitung und Restwasserstrecke. Der Durchfluss und die Fließgeschwindigkeit wird daher stark vom Kraftwerk gesteuert.

Die Profile 18, 19 und 20 verfügen über sehr ähnliche Werte. Profil 19 besitzt bei einer etwas höheren Wasserspiegelbreite (11,8 m) und Wassertiefe (0,42 m), eine niedrigere Fließgeschwindigkeit (0,3 m/s).

#### Restwasser

Die Profile 2 und 14 sind aufgrund aller vier sehr niedrigen Werte (Durchfluss, Fließgeschwindigkeit, Wassertiefe, Wasserspiegelbreite) eindeutig wenig Wasser führend und damit Restwasserstrecken. Profil 10 und 17 zeigen mit ihrem niedrigen Durchfluss und Fließgeschwindigkeiten ebenfalls eine Restwasserstrecke. In Profil 10 spricht die Breite und in Profil 17 die Wassertiefe und Wasserspiegelbreite allerdings

nicht zwingend dafür. Die gut ausgebildeten Abflussbereiche mit größeren Breiten und Tiefen als Profil 2 und 14 lassen erkennen, dass diese Restwasserstrecken periodisch mehr Wasser führen.

Das Profil 4 wird aufgrund seiner Werte nicht als Restwasserstrecke erkannt. Das Wasserkraftwerk ist nicht in Betrieb, weshalb die Restwasserstrecke mit mehr Wasser dotiert wird.

#### • Staustrecke

Profil 6 und 15 verfügen über eine große Wasserspiegelbreite und auch Wassertiefe. Allerdings weisen sie bei mittleren bis hohen Durchflusswerten sehr geringe Fließgeschwindigkeiten auf. Diese Zusammensetzung der Parameter ist im natürlichen Verlauf der Pinka untypisch, spricht aber für eine Staustrecke.

Profil 6 und 9 liegen beide im Bereich einer Stauwurzel, während sich Profil 15 schon etwas weiter flussab der Stauwurzel befindet. Dies spiegelt sich in der höheren Wasserspiegelbreite und geringeren Fließgeschwindigkeit des Profils wider.

### 5.1.3 Ufereigenschaften

Bei der Kartierung der Querprofile wurden Daten vom Übergang der Gewässersohle zum Umland aufgenommen. Folgende zwei Darstellungen (Tab. 8 und Tab. 9, S. 44) zeigen Ufereigenschaften, gespalten nach linker und rechter Flussseite. Zur Beschreibung der Ufer wurden unterschiedliche Strömungsbereiche, Uferanbrüche, Prall- und Gleitufer in den Kategorien mäßig vorkommend und vorkommend kartiert.

Profil	1	2	3	4	5	6	8	9	10	12	13	14	15	17	18	19	20	21
Strömungsbereiche		~		~	0	0		~	0		~	~		~	0	~	0	0
Uferanbrüche				0				0	0		0	~				0		
Prallufer																	0	
Gleitufer										0				0				
✓ = vorkommend, <b>O</b> = mäßig vorkommend, weiß = nicht vorkommend																		

Tab. 8: Uferdynamik am linken Ufer (Pinka-Grenzstrecke, Juli, 2013)

Profil	1	2	3	4	5	6	8	9	10	12	13	14	15	17	18	19	20	21
Strömungsbereiche		~		~			0	0	0	0	0	~		~	~	0	~	~
Uferanbrüche								0		0		~	0	~			~	
Prallufer														0				
Gleitufer											0						0	
	✓ = vorkommend, O= mäßig vorkommend, weiß = nicht vorkommend																	

Tab. 9: Uferdynamik am rechten Ufer (Pinka-Grenzstrecke, Juli, 2013)

Unterschiedliche Strömungsbereiche kommen an 26 von 36 kartierten Uferseiten vor. Mehr als die Hälfte ist gut ausgebildet. Die Mehrheit der Uferanbrüche, acht von zwölf, sind nur mäßig ausgeprägt. Prall- und Gleitufer sind allgemein nur sehr wenige, drei pro Uferseite, verzeichnet worden. Daraus ist erkennbar, dass der Übergang von Gewässersohle zum Ufer großteils nur mit sehr wenigen beziehungsweise schwach ausgebildeten Strukturen gekennzeichnet ist.

In der folgenden Abbildung 27 werden die verschiedenen Strömungsbereiche, Uferanbrüche, Prall- und Gleitufer mit den Fließgeschwindigkeiten der ersten Messung verglichen. Da die Ufereigenschaften mit der ersten Fließgeschwindigkeitsmessung aufgezeichnet wurden, erfolgt die Darstellung auch mit dieser.

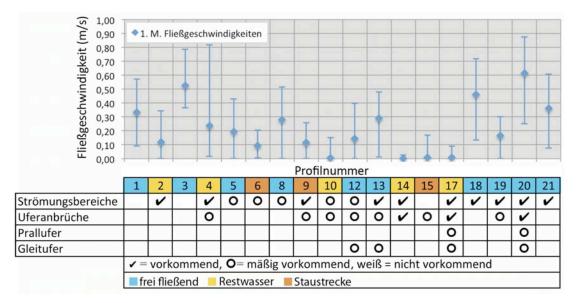


Abb. 27: Uferbeschaffenheiten und Fließgeschwindigkeit der ersten Messung (M.) (Pinka-Grenzstrecke, Juli, 2013)

Die Profile 1 und 3 verfügen über keine Besonderheiten, da sie verbaute Pegelmessstellen sind, wobei 3 eine gepflasterte Sohle besitzt. Aufgrund der fixierten Profile können sich keine Strukturen im Übergangsbereich bilden.

Unterschiedliche Strömungsbereiche kommen unabhängig von der maximalen und der minimalen Fließgeschwindigkeit vor. Die Bereiche mit vorwiegend mäßig ausgeprägten Uferanbrüchen verfügen über durchschnittliche und geringe Fließgeschwindigkeiten. Mäßig ausgebildete Prall- und Gleitufer finden sich an der Pinka bei mittlerer Fließgeschwindigkeit. Ausnahme ist das Profil 17, welches ein Gleit- und ein Prallufer bei einer Fließgeschwindigkeit von fast 0 m/s besitzt. Dies

geht auf die gleiche Begründung wie in Kapitel 5.1.2. (S. 41) zurück, welches besagt, dass sich die Gewässerbettstrukturen bei den nur periodisch vorkommenden höheren Wasserführungen ausbilden. Das Profil 20 zeigt ebenso ein Gleit- und ein Prallufer auf. Im Unterschied zu Profil 17 fließt das Wasser mit hoher durchschnittlicher Geschwindigkeit (0,62 m/s). Bei diesem Profil handelt es sich um eine letzte Mäanderschleife in dem sonst stark begradigten Fluss.

Diese Ergebnisse der Kartierung der Uferdynamik zeigen, dass es sich um einen stark veränderten Fluss handelt. Wie in Kapitel 3.4 (S. 13) erwähnt, gehört die Pinka im Untersuchungsgebiet natürlicherweise dem mäandrierenden Flusstyp an, welcher von Prall- und Gleitufern gekennzeichnet ist. Diese Ufergestaltung findet sich laut der aktuellen Erhebung nur mehr selten und in mäßiger Ausprägung. Anhand Profil 20 kann erahnt werden, dass die Pinka im natürlichen Zustand höhere Fließgeschwindigkeiten und somit auch gut ausgeprägte Ufereigenschaften hatte.

### 5.1.4 Choriotopyerteilung

Die folgende Abbildung 28 (S. 46) zeigt die Choriotopzusammensetzung der Querprofile in Prozentangaben. Die Profile 11 und 16 finden sich in der Darstellung, während die Profile 7 und 15 aufgrund fehlender Daten nicht abgebildet wurden.

Die Korndurchmesser der einzelnen Choriotoptypen wurden in Kapitel 2.1 (S. 3) dargestellt.

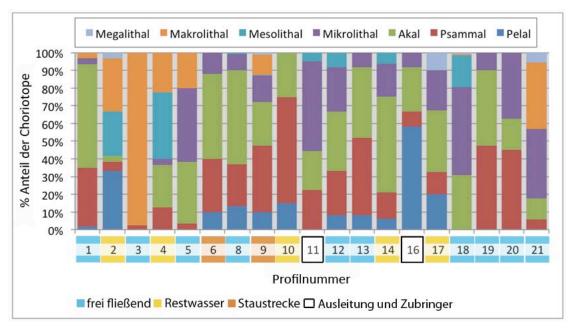


Abb. 28: Prozentueller Anteil der Choriotoptypen pro Querprofil (Pinka-Grenzstrecke, Juli, 2013)

Als besondere Konstellation von Choriotoptypen sticht Profil 3 ins Auge. Das Makrolithal besitzt mit 97,5 % den höchsten Wert. Es handelt sich dabei um die gepflasterte Pegelmessstelle. Profil 16, ein Zubringer weist im Vergleich zu den anderen Querprofilen einen hohen Anteil an Pelal und Profil 10, eine Restwasserstrecke an Psammal aus. In Profil 18, einer frei fließenden Strecke fehlen die Gesteinsklassen Pelal und Psammal vollständig.

Die folgende Darstellung aller vorkommenden Choriotope zeigt, dass das Akal mit 31 % die größte Gruppe, gefolgt von Psammal mit 23 % bildet. Die Choriotoptypen Mesolithal, Makrolithal und Megalithal kommen nur aufgrund anthropogener Eingriffe in Form von Sohl- und Ufersicherungen vor.

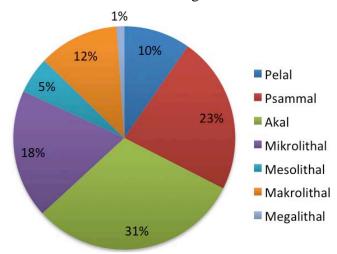


Abb. 29: Choriotopverteilung aller Profile (Pinka-Grenzstrecke, Juli, 2013)

Wird pro Profil nur die größte Choriotopeinheit betrachtet (siehe Abb. 30), fällt auf, dass das Makro- und Mesolithal jeweils nur einmal (Profil 3 und 4), das Akal und Psammal (Profile 1, 6, 8, 14, 17 und 9, 10, 12, 13, 19, 20) aber am häufigsten vorkommen.

Die folgende Abbildung 30 (S. 48) prüft die Abhängigkeit der Korngrößen von der Fließgeschwindigkeit. Dabei wird jeweils nur der Korndurchmesser mit den größten Anteil am Profil dargestellt.

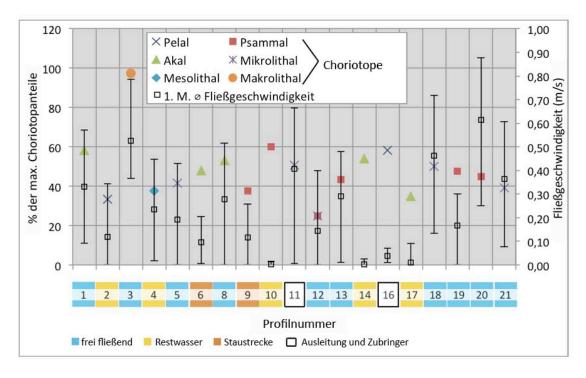


Abb. 30: Hauptkorndurchmesser und Fließgeschwindigkeiten der ersten Messung (Pinka-Grenzstrecke, 12. – 19. Juli, 2013)

Das Hauptchoriotop steht in Zusammenhang mit der Fließgeschwindigkeit. Je höher die Geschwindigkeit ist, umso größere Korndurchmesser werden flussabwärts transportiert und können im Flussbett nicht abgelagert werden.

Profil 3 besteht als einziges zu fast 100% aus einer Gesteinsgröße und hat als einziges das Makrolithal als Hauptchoriotop. Dies ist aber anthropogen bedingt (Pegelmessstelle mit Pflastersteinen) und hängt nicht mit der Fließgeschwindigkeit zusammen. Ebenso besitzt Profil 4 einen hohen Anteil an anthropogen eingebrachtem Sohlsediment, welches in die Klasse Mesolithal fällt. Der anthropogene Einfluss lässt kein Ableiten der Choriotope von der Fließgeschwindigkeit zu.

Profil 18, mit hoher durchschnittlicher und maximaler Fließgeschwindigkeit, besitzt das Mikrolithal mit einem 50% igen Anteil als Hauptbestandteil.

Die Profile (1, 2, 6, 8, 14, 16 und 17), welche Pelal oder Akal als Hauptchoriotop besitzen, haben eine durchschnittliche Fließgeschwindigkeit unter 0,35 m/s und eine minimale Geschwindigkeit bei 0 m/s.

Die Verbindung durch das Sohlsediment zum hyproheischen Interstitals ist bis auf Profil 3, der gepflasterten Pegelmessstelle in allen Abschnitten gegeben.

Zusammengefasst lässt sich sagen, dass in den untersuchten Profilen Psammal und Akal mehr als 50% der Choriotope ausmachen. Es kann aber keine Klassifizierung der

Choriotopzusammensetzung von Stau-, Restwasser und frei fließenden Strecken getroffen werden. Jedes Profil hat eine individuelle Choriotopzusammensetzung, welche von der Fließgeschwindigkeit aber auch von lokalen Gegebenheiten abhängt.

### 5.1.5 Vegetationsausprägung

Die Vegetation bildet die Pufferzone zwischen Gewässer und Umland. Die Abbildung 31 stellt die Breite und Höhe der Vegetation an der Pinka in den Querprofilen dar.

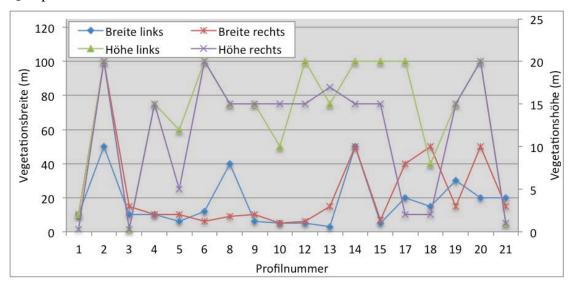


Abb. 31: Vegetationsbreite und -höhe in den Querprofilen (Pinka-Grenzstrecke, Juli, 2013)

Besonders auffallend ist Profil 2, welches am rechten Ufer eine sehr breite Vegetationsausdehnung und an beiden Ufern eine Vegetationshöhe von 20 m hat. Es handelt sich um das Profil in der Schlucht-Strecke. Dieses ist an beiden Seiten bewaldet. Das Profil 1 liegt ebenso in der Schlucht-Strecke. In diesem Abschnitt wurden einige anthropogene Eingriffe, wie z. B. Strommasten, Pegelmessstelle und eine Straße durchgeführt. Daher schließt der Wald nicht an den Gewässerrand an. Die Profile 3 bis 13 weisen mit einer Ausnahme einen sehr schmalen Bewuchs auf. In diesen Abschnitten werden die landwirtschaftlichen Nutzflächen beziehungsweise in Profil 5 die Besiedelung sehr nahe bis an das Ufer herangeführt.

Das Profil 15 wird links von Gebäuden und rechts von landwirtschaftlichen Nutzflächen begrenzt. Die Profile 14, 17 bis sind unterschiedlich stark durch landwirtschaftliche Flächen beeinträchtigt.

Die folgenden Tabellen 10 und 11 zeigen die Ausprägung der Vegetation nach Baum-, Strauch- und Krautschicht. Es wird auch angeführt, ob der Bewuchs einreihig oder mehrreihig ausgeprägt ist.

Profil	1	2	3	4	5	6	8	9	10	12	13	14	15	17	18	19	20	21
Baumschicht		~		~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	V	~	~	
Strauchschicht		~		~		~		~	~	~					~	~		
Krautschicht	~ v	1	1		~	~	1	~	~	~	1	~	~	1	1	1	1	~
Ausprägung		≈		≈	≈	≈	≈		-	-	-	≈	-	≈	≈	≈	≈	
	✓ = vorkommend, ≈ = mehrreihig, – = einreihig, weiß = nicht vorkommend																	

Tab. 10: Baum-, Strauch- und Krautschicht am linken Ufer und ihre Ausprägung (Pinka-Grenzstrecke, Juli, 2013)

Profil	1	2	3	4	5	6	8	9	10	12	13	14	15	17	18	19	20	21
Baumschicht		~		~		~	~	~	~	~	~	~	~			~	V	
Strauchschicht					~				1 60		.1.020	~				~		
Krautschicht	- v	1	~	~	~	1	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~
Ausprägung		≈		≈	_	-	_	-	×	1	×	×	≈			_	≈	
i i i i i i i i i i i i i i i i i i i	✓ = vorkommend, ≈ = mehrreihig, - = einreihig, weiß = nicht vorkommend																	

Tab. 11: Baum-, Strauch- und Krautschicht am rechten Ufer und ihre Ausprägung (Pinka-Grenzstrecke, Juli, 2013)

Die Baum- und Strauchschicht ist am linken Ufer besser ausgebildet als am rechten. Der Bewuchs durch Strauch-Vegetation wird am rechten Ufer nur dreimal verzeichnet, während er am linken Ufer achtmal vorkommt.

Die Profile 1, 3 und 21, die drei Pegelmessstellen, werden zur Abflussmessung von jeglicher Strauch- und Baumschicht frei gehalten.

Beidseitig einreihiger Bewuchs ist in Profil 9 und 12 gegeben. In sieben weiteren Abschnitten kommt einseitig einreihige Vegetation vor. Einreihige Vegetation bietet dem Gewässer weniger Schutz und Schatten. Die Breite der Vegetation zeigt in diesen Bereichen auch niedrige Werte, wie in der Abbildung 31 (S. 49) zu sehen ist. Am linken Ufer fehlt zusätzlich in zwei Profilen (13 und 15) und am rechten Ufer in vier Profilen (6, 8, 9 und 12) die Strauchschicht. Eine fehlende Strauchschicht führt zu einem größeren Lichteinfall zwischen den Stämmen der Baumschicht. Am rechten Ufer in Profil 5 findet sich keine Baumschicht, wodurch die Vegetationshöhe nur 5 m erreicht (siehe Abb. 31, S. 49). An den restlichen 19 Uferseiten ist die Vegetation mehrreihig mit Stauch- und/oder Baumschicht ausgebildet.

Die Bedeckung des Bodens erzielt in allen Profilen, außer den Pegelmessstellen (1, 3 und 21), welche von Gehölzen freigehalten werden, die Klasse 5 einen sehr guten Zustand. Diese Bedeckung entspricht 76-100% Vegetationsschluss.

#### 5.1.6 Verlauf Sonnen- und Schattenstunden

Für die Auswertung der Sonnenkompasserhebung bezüglich "potentiell möglicher täglicher Sonnenscheindauer" beziehungsweise "potentiell möglicher Beschattung" wird einerseits der gesamte Jahresverlauf und andererseits der Monat Juni herausgearbeitet. Bei der Betrachtung des Gesamtjahresverlaufes ergibt sich ein Maximum an möglichen Stunden von 4258,33 h und für den Monat Juni 486,72 h.

Folgende Darstellung zeigt für alle 21 Querprofile die Schattenstunden, gesplittet in Schattenwurf durch die Umgebung und durch die Vegetation, als auch Lichtraum, welcher den ungehinderten Sonneneinfall darstellt. Die jeweilige Stundenanzahl wird an der y-Achse (links) und der prozentuelle Anteil an der zweiten y-Achse (rechts) dargestellt.

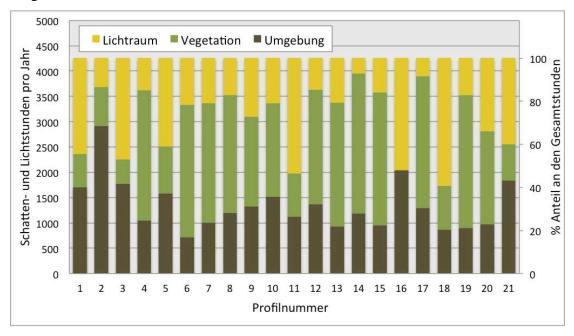


Abb. 32: Beschattung der 21 Querprofile durch Vegetation und Umgebung, sowie Lichtstunden pro Jahr (Pinka-Grenzstrecke, Juli, 2013)

Aus der Abbildung 32 lässt sich ablesen, dass Profil 2 den höchsten Anteil an Schattenwurf durch die Umgebung (69 %), Profil 14 den höchsten Anteil an Schattenwurf durch die Vegetation (65 %) und Profil 11 den höchsten Lichteinfall (53 %) aufweisen. Profil 16 fällt als einziges mit keinen Schattenstunden durch Vegetation auf und besitzt gleichzeitig den zweithöchsten Anteil (48 %) an Schatten durch die Umgebung. Kaum einen Lichteinfall haben Profil 14 und 17 aufzuweisen. Die Darstellung der Schatten- und Lichtstunden pro Jahr (Abb. 32) lässt keine Aussagen über einzelne Monate zu. Für ein Gewässer ist es aber von Bedeutung, ob

der Großteil des Lichteinfalls im Winter oder im Sommer stattfindet. Im Winter bei

wenigen Sonnenstunden pro Tag und niedrigem Sonnenstand kann sich ein Gewässer nicht so stark erwärmen wie im Sommer bei vielen Sonnenstunden und hohem Sonnenstand. Der Juni trägt besondere Bedeutung, da in diesem Monat der längste Tag mit der höchst möglichen Anzahl an Sonnenstunden vorkommt (WIESER, 2010). Die folgende Abbildung 33 zeigt die Sonnenkompassdaten ausgewertet für den Monat Juni 2013. Zusätzlich gibt die Himmelsrichtung Auskunft über die Fließrichtung des Gewässers.

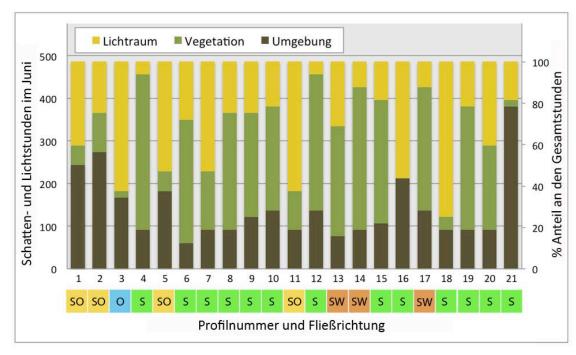


Abb. 33: Sonnenkompasswerte für den Juni 2013 mit der Fließrichtung (O = Osten, SO = Südosten, S = Süden, SW = Südwesten; Pinka-Grenzstrecke, Juli, 2013)

Wird nur der Monat Juni betrachtet, zeigt sich, dass der Schattenwurf durch die Vegetation in einigen Profilen sehr wenig Bedeutung hat (z. B. Profil 3, 18 und 21). Profil 16 kann weder im Jahresverlauf noch im Juni Schatten durch die Vegetation verzeichnen, da es keine Strauch- und Baumschicht aufweist. Verglichen zum Jahresverlauf besitzt Profil 21 einen gestiegenen Umgebungsanteil und weist für Juni den größten Anteil an Beschattung durch die Umgebung auf, da eine Brücke über den Fluss den Schatten wirft.

Aus der folgenden Abbildung wird die Beschattung im Juni zur Mittagszeit (10 Uhr bis 14 Uhr) abgelesen.

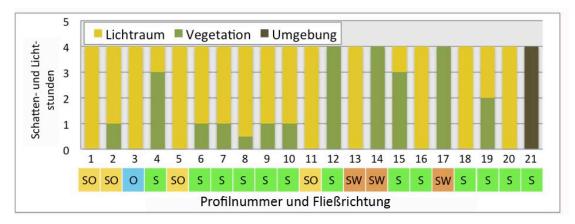


Abb. 34: Beschattung im Juni 2013 von 10 Uhr bis 14 Uhr (Pinka-Grenzstrecke, Juli, 2013)

Zur Mittagszeit hat nur mehr die Vegetation eine Auswirkung auf die Beschattung. Das Profil 21, welches aus Umgebungsbeschattung besteht, kann aufgrund der besonderen Situation (Brücke) nicht gewertet werden. Acht der übrigen 20 Profile besitzen keine und nur drei Profile eine volle Beschattung durch die Vegetation (12, 14, 17). Die Profile 14 und 17 sind Restwasserstrecken und besitzen einen 100igen Vegetationsüberhang vom linken Ufer. Aufgrund der Fließrichtung nach Südwesten wirkt sich die Vegetation sehr positiv auf die Beschattung aus. Das Profil 12 weist einen Kronenschluss durch die Vegetation am linken und rechten Ufer auf und besitzt daher zur Mittagszeit keinen Lichtraum.

Die überwiegende Zahl der Querprofile verläuft in südlicher Richtung. Einzig Profil 3 zeigt keine südliche Tendenz, sondern fließt nach Osten.

Die Beschattung im gesamten Monat Juni 2013 und die Ausrichtung der Profile wird in Kombination mit der Wasserspiegelbreite und Vegetationshöhe betrachtet, um die Beschattung durch die Vegetation erklären zu können. Die Abbildung 35 (S. 54) stellt die Wasserspiegelbreite und die Vegetationshöhe geteilt nach linkem und rechtem Ufer dar.

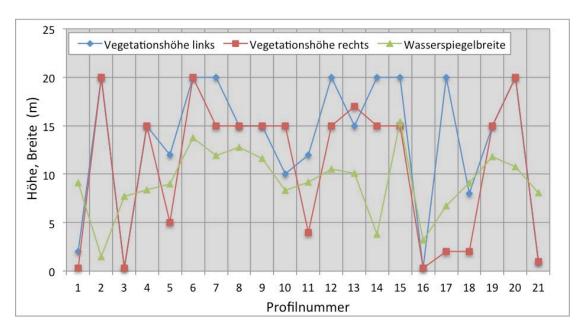


Abb. 35: Vegetationshöhe und Wasserspiegelbreite der Querprofile (Pinka-Grenzstrecke, Juli, 2013)

### Südöstliche Profile

Bei den südöstlich verlaufenden Profilen 1, 2 und 5 weist die Schattenwirkung im Verhältnis zum Lichteinfall einen höheren Anteil auf. Der Schatten, welcher durch die Vegetation erzeugt wird, fällt relativ gering aus (9-18 %). Die Profile 1 und 2 liegen in der Schlucht um den Eisenberg, wo die Beschattung vorwiegend vom Gelände übernommen wird. Profil 5, als auch das vierte südöstlich verlaufende Profil 11 weisen an beiden Ufern sehr ähnliche Vegetationshöhen aus unterscheiden sich aber in der Beschattungswirkung. In Summe kann keine Gemeinsamkeit dieser vier gleich ausgerichteten Profile erkannt werden.

### Südwestliche Profile

Die drei südwestlich ausgerichteten Profile (13, 14 und 17) zeigen im Vergleich zu den südöstlichen einen sehr hohen Anteil an Beschattung durch die Vegetation. Ihr Lichteinfall beschränkt sich auf wenige Stunden. Das Profil 13 kann mit ihrer durchschnittlichen Wasserspiegelbreite und ihrer Vegetationshöhe nicht so viel Schatten durch die Vegetation ausweisen wie Profil 14. Aufgrund des schmalen Gewässerbettes und der hohen Vegetation am linken Ufer führt das Profil 14 den zweithöchsten Schattenanteil durch die Vegetation.

### • Südliche Profile

Die südlich ausgerichteten Profile 16, 18 und 21 zeigen eine geringe Beschattung durch die Vegetation, wobei Profil 16 null Schattenstunden durch die Vegetation besitzt. Der Messpunkt liegt in einem sehr schmalen Flussbett mit einem tiefen trapezförmigen Profil ohne Vegetation. Die Beschattung im Profil 18 begründet sich aus einer durchschnittlichen Wasserspiegelbreite und einseitig einer unterdurchschnittlichen Vegetationshöhe beziehungsweise auf der zweiten Uferseite durch die nicht vorhandene Vegetation im Querprofil. Kurz flussab des Profiles 21 befindet sich eine Brücke, welche im Juni auf die Pegelmessstelle Schatten wirft. Daher wird in der Abbildung ein sehr hoher Anteil des Schattens durch die Umgebung angezeigt.

### Östliches Profil

Im Untersuchungsgebiet gibt es nur ein in östlicher Richtung verlaufendes Profil. Dieses besitzt eine sehr geringe Schattenwirkung durch die Vegetation. Erklärt werden kann das durch den fehlenden Pflanzenwuchs mit entsprechender Höhe im Süden des Profils, der den direkten Lichteinfall unterbinden könnte.

Eine allgemeine Aussage über die Schattenwirkung der vermessenen Querprofile kann nicht getroffen werden. Jede Messstelle ist individuell zu betrachten, da die einzelnen einwirkenden Faktoren unterschiedlich ausgebildet sind. Die Wasserspiegelbreite, die Auswirkung der Umgebung (z. B. Böschung) und die Vegetationshöhe spielen dabei eine wesentliche Rolle. Die Ausrichtung des Profils lässt keine generelle Aussage über den Lichteinfall zu. Aus diesem Grund weisen südlich ausgerichtete Profile nicht weniger Schatten aus, als östlich, südöstlich oder südwestlich verlaufende Profile.

### 5.1.7 Durchflussberechnungen

Die nachfolgende Tabelle 12 (S. 56) zeigt die Ergebnisse der vier Berechnungsmethoden (aus Kapitel 4.2.7, S. 27), gegliedert nach den Querprofilen (Profilnummer und Profilname).

Basis für die Berechnungsmethode sind die lokalen Fließgeschwindigkeiten, welche in zwei Messdurchgängen mit Niederwasser gemessen wurden. Als

Zusatzinformationen werden die Werte der österreichischen und ungarischen Behörden angegeben. In den Pegelmessstellen (Burg, Felsőcsatár und Moschendorf) zeichnen diese den Wasserstand auf und ermitteln daraus Durchflusswerte.

		Erhebu	ıng 12.	-19. Ju	li 2013		Erhebi	ung 30.	-31. Ju	li 2013	
					D	urchflu	ss (m³/	s)			
	Name	3 Punkt- messung	2 Punkt- messung	Surfer	Manning, Strickler	Pegel- daten*	3 Punkt- messung	2 Punkt- messung	Surfer	Manning, Strickler	Pegel- daten*
1	Pegel Burg	1,53	1,59	1,44	3,05	1,93	0,71	0,73	0,65	1,44	1,77
2	Restwasser Felsőcsatár	0,03	0,03	0,03			0,28	0,29	0,23		
3	Pegel Felsőcsatár	1,28	1,38	1,22	1,74	1,47	0,72	0,77	0,64	1,74	0,77
4	Restwasser Vaskeresztes	0,57	0,6	0,54			0,65	0,63	0,55		
5	Vaskeresztes Ort	0,99	1,04	0,94			0,75	0,79	0,73		
6	Pegel Eisenberg	1,02	1,06	1,00			0,73	0,73	0,70		
7	Ausleitung Deut. Schützen	0,32	0,31	0,28			1,25	1,72	1,23		
8	Kraftwerk Pornóapáti	1,17	1,28	1,16			0,83	0,74	0,64		
9	Südlich Pornóapáti	0,83	0,88	0,82			0,70	0,74	0,68		
10	Restwasser Bildein	0,01	0,01	0,01			0,01	0,01	0,01		
11	Ausleitung Bildein	0,84	0,91	0,79			0,70	0,72	0,76		
12	Bildein	0,83	0,87	0,82			0,65	0,68	0,64		
13	Südlich Bildein	1,07	1,12	1,03			0,63	0,67	0,59		
14	Restwasser Szentpéterfa	0,00	0,01	0,00			0,00	0,01	0,00		
15	Szentpéterfa	0,91	0,93	0,86			0,71	0,74	0,68		
16	Rodlingbach (Zubringer)	0,02	0,02	0,02			0,01	0,01	0,01		
17	Restwasser Gaas	0,04	0,03	0,02			0,01	0,01	0,01		
18	Gaas	1,26	1,34	1,18			0,68	0,73	0,64		
19	Südlich Gaas	1,24	1,28	1,18			0,69	0,71	0,66		
20	Kurve Moschendorf	1,40	1,50	1,19			0,76	0,81	0,61		
21	Pegel Moschendorf	1,33	1,42	1,30	1,20	1,22	1,05	0,68	0,62	0,76	0,76
		* Date	n der bi lanubis	urgenlä che Wa	ındisch asserdi	en Lan rektion	desregi	erung l	bzw. W	est-	

Tab. 12: Darstellung der Durchflüsse nach vier Berechnungsmethoden in zwei Messdurchgängen (Pinka-Grenzstrecke, Juli, 2013)

Aus der Tabelle 12 kann abgelesen werden, dass die Zweipunkt-Messung in 38 von 42 Fällen einen gleichen oder höheren Durchfluss zeigt als die Dreipunkt-Messung. Der nahe der Sohle gemessene Wert (v0) wirkt sich somit auf die Berechnung aus, wie in Kapitel 4.2.7 (S. 27) angenommen worden ist. Die Durchflüsse aus der Surfer-Methode sind bis auf einen niedriger als die Dreipunkt-Messung.

Die Durchflussdaten der Behörden verlaufen unterschiedlich. Sie weisen teilweise höhere, gleiche aber auch niedrigere Werte auf als die drei vorangestellten Messungen. Der Pegel Burg zeigt dabei die größten Abweichungen auf. Da nicht bekannt ist, wie diese Durchflusswerte zustande kommen, kann keine Information über die Aussagekraft der Daten gegeben werden.

Die Ergebnisse der Manning-Strickler Berechnung liegen in vier von sechs Fällen höher als die Gemessenen. Zurückzuführen ist dies auf den Umstand, dass die zur Berechnung benötigten Daten nicht aus eigenen Erhebungen vorliegen. Es wird angenommen, dass die Werte dadurch ausschlaggebende Abweichungen zur Wirklichkeit haben und die Berechnung verfälschen. Bei der 2. Erhebung im Pegel Felsőcsatár gibt es eine weitere Erklärung für die Abweichung. Die Messstelle liegt rund 500 m unterhalb dem Kraftwerk Felsőcsatár. Dieses bildet aufgrund seiner Aktivität die Höhe des Abflusses. Die Manning-Strickler-Formel kann diesen entscheidenden Umstand nicht berücksichtigen, weshalb sich dieses Ergebnis von den anderen Berechnungen abhebt.

Die nachfolgende Tabelle 13 und die Abbildungen 36 und 37 (S. 59) zeigen den Verlauf der Durchflusswerte über die Querprofile der Hauptachse und der Ausleitungs- und Restwasserstrecken aus der Surfer-Methode. Nachfolgende Darstellungen und Berechnungen werden mit dieser Methode durchgeführt, da sie aufgrund der Interpolation der Fließgeschwindigkeiten als sehr verlässlich gilt.

In den Profilen 2, 4, 14 und 17 wurden keine Durchflusswerte in den Ausleitungsstrecken gemessen. Diese Daten ermitteln sich aus der Subtraktion der gemessenen Werte der Restwasserstrecken von den Durchflusswerten der nachfolgenden Profile. Es wird darauf geachtet, dass die nachfolgenden Profile nur wenige hundert Meter flussabwärts des geteilten Flusslaufes liegen. Auf dieser kurzen Strecke dürfen keine Zu- und Ausleitungen, welche den Durchflusswert beeinflussen, liegen. Profil 10 und 11, die Restwasser- und Ausleitungsstrecke am Kraftwerk Bildein, wurden zu Profil 10 zusammengefügt. Profil 16, ein Zubringer zur Pinka, liegt nicht auf der Hauptachse und wird genauso wie Profil 7 nicht dargestellt. Das Profil 7 befindet sich in der Ausleitung zu einem Kraftwerk. Die Durchflussmenge hängt daher von der Aktivität des Kraftwerkes ab und kann in den folgenden Darstellungen nicht abgebildet werden. Bei der ersten Messung zeigt es einen Durchfluss von 0,28 m<sup>3</sup>/s und bei der zweiten Messung 1,23 m<sup>3</sup>/s. Der niedrigere Wert bildet sich durch das Aufstauen des Flusses, während der zweite Wert durch das Ablassen des Wassers über das Kraftwerk entsteht. In diesem Abschnitt der Pinka besteht leider nur die Messung in der Ausleitungsstrecke, da die Restwasserstrecke bereits den Stau zum nächsten Kraftwerk bildet.

	j	Erhebur	ıg 1219. J	uli 2013	Erhebur	ng 3031. J	uli 2013
				Durchflu	ss (m³/s)		
Nr.	Name	Pinka ungeteilt	Rest- wasser	Aus- leitung	Pinka ungeteilt	Rest- wasser	Aus- leitung
1	Pegel Burg	1,44			0,65		
2	Felsőcsatár (A+RW)		0,03	1,19		0,23	0,41
3	Pegel Felsőcsatár	1,22			0,64		
4	Vaskeresztes (A+RW)		0,54	0,4		0,55	0,18
5	Vaskeresztes Ort	0,94			0,73		
6	Pegel Eisenberg	1			0,7		
8	Kraftwerk Pornóapáti	1,16			0,64		
9	Südlich Pornóapáti	0,82			0,68		
10	Bildein (A+RW)		0,01	0,79		0,01	0,76
12	Bildein	0,82			0,64		
13	Südlich Bildein	1,03			0,59		
14	Szentpéterfa (A+RW)		0	0,86		0	0,68
15	Szentpéterfa	0,86			0,68		
17	Gaas (A+RW)		0,02	1,16		0,01	0,63
18	Gaas	1,18			0,64		
19	Südlich Gaas	1,18			0,66		
20	Kurve Moschendorf	1,19			0,61		
21	Pegel Moschendorf	1,3			0,62		

Tab. 13: Durchflusswerte nach der Surfer-Berechnung. Die nicht gemessenen Werte der Ausleitungsstrecken in den Profilen 2, 4, 14 und 17 wurden von den Durchflüssen der nachfolgenden Profile abgeleitet. Die Profile 10 und 11 wurden zu Profil 10 zusammengefasst. (Pinka-Grenzstrecke, Juli, 2013)

Die folgenden Abbildungen 36 und 37 visualisieren die Daten der Tabelle 13. Die Abbildung 36 (S. 59) entspricht den Durchflüssen der ersten Erhebung und die Abbildung 37 (S. 59) denen der zweiten. In Blau sind die freien Fließstrecken abgebildet. Messungen in den Ausleitungs- und Restwasserstrecken um die Kraftwerke werden zusammengefasst, da sie gemeinsam den Gesamtdurchfluss widerspiegeln. Die Werte der Ausleitungen sind rot dargestellt und die Werte der Restwasserstrecken in grün.

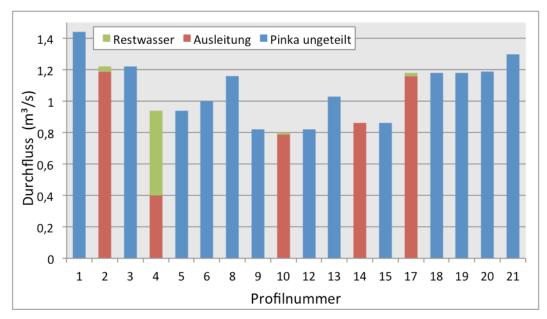


Abb. 36: Abflüsse der ersten Messung nach der Surfer-Methode an der Pinka-Grenzstrecke im Zeitraum 12. - 19. Juli, 2013

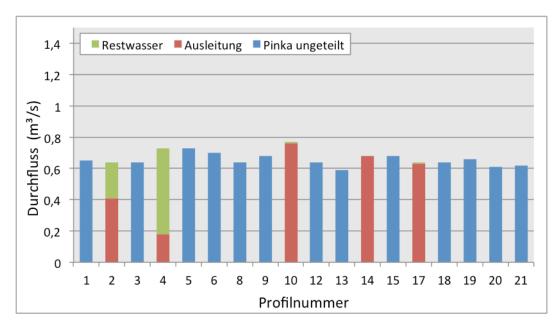


Abb. 37: Abflüsse der zweiten Messung nach der Surfer-Methode an der Pinka-Grenzstrecke im Zeitraum 30. - 31. Juli, 2013

Aus den Abbildungen 36 und 37 geht hervor, dass die Durchflusswerte der ersten Messung höher sind als die der zweiten. Einzig Profil 10 zeigt einen annähernd gleichbleibenden Wert. Im Kraftwerksbereich (Profile 2, 4, 10, 14 und 17) ist erkennbar, dass der überwiegende Teil des Wassers über die Ausleitungsstrecke geführt wird. Nur das zweite Kraftwerk (Profil 4, Vaskeresztes) bildet in beiden Fällen eine Ausnahme, da es nicht in Betrieb ist.

Das erste Kraftwerk (Profil 2) führt in der zweiten Messung einen höheren Abfluss im Restwasserbereich. Zum Zeitpunkt der Messung wurde das Stauniveau des Kraftwerkes gesenkt und Wasser über die Pinka-Hauptachse abgeleitet.

Die weiteren drei Kraftwerke führen in beiden Messungen die selben Anteile über die Ausleitungs- und Restwasserstrecke.

Es ist auffallend, dass der Durchfluss während der ersten Messung von Kraftwerk 3 zu 5 steigend ist, während er in der zweiten Messung abfällt. Dies erklärt sich mit der Wirtschaftsweise von Aufstau und Absenken des Wasserspiegels durch die Kraftwerke am Fluss.

### 5.1.8 Pegelkurven

Im folgenden Teil werden Pegelkurven verschiedener Datengrundlagen gegenüber gestellt. Die Werte kommen jeweils von den selben Querprofilen und es werden daher gleiche Ergebniskurven erwartet. Pegelkurven ermöglichen ein Ablesen der Größe des Abflusses in einem Querprofil bei unterschiedlichen Wasserständen.

Aus den Abflussdaten der burgenländischen Landesregierung und der West-Transdanubischen Wasserdirektion werden die Stundenmittelwerte des Durchflusses und der Wasserstände herangezogen, um Pegelkurven zu erstellen. Die Werte entstammen dem Zeitraum von 1.1.2013 bis 30.9.2013. Die Daten der burgenländischen Landesregierung mussten vorab mit den eigenen Messungen abgeglichen werden, da sie in Form von Rohdaten zur Verfügung gestellt wurden. Die Daten der drei Pegelmessstellen sind in den folgenden Abbildungen 38, 39 und 40 (S. 61 und S. 62) blau mit dem Titel "Wasserportal Burgenland" beziehungsweise "West-Transdanubische Wasserdirektion" dargestellt.

Zum Vergleich dieser Daten mit eigenen Erhebungen wird eine weitere Pegelkurve erstellt. Anhand der Durchflussberechnungsmethode nach Manning-Strickler (siehe Kapitel 4.2.7, S. 27) ist es möglich, bei entsprechender Datengrundlage die Abflusswerte auch für nicht vermessene Wasserstände zu errechnen. Die Durchflussberechnung nach Manning-Strickler wird in den folgenden Abbildungen grün mit der Bezeichnung "Manning-Strickler" eingetragen.

Die Ergebnisse der eigenen Berechnung können nur als Punktmessung angeführt werden, da die Fließgeschwindigkeitsdaten nur zu den gemessenen Zeitpunkten vorliegen. Um dennoch eine Vergleichsmethode im Niederwasserbereich zu haben,

werden Daten der eigenen Messungen als Punktmessungen in die Abbildungen eingetragen.

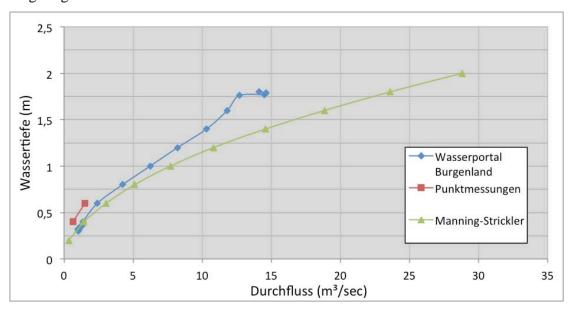


Abb. 38: Gegenüberstellung zweier Pegelkurven und einer Zeitpunktmessung in Burg an der Pinka (1.1.2013-30.9.2013)

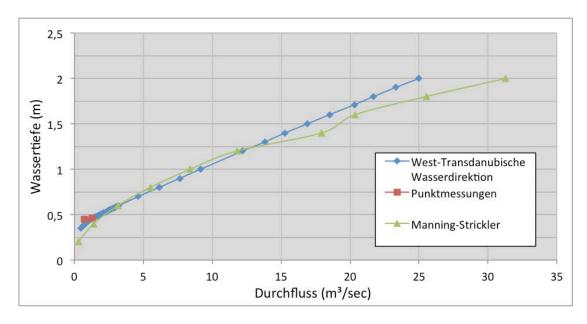


Abb. 39: Gegenüberstellung zweier Pegelkurven und einer Zeitpunktmessung in Felsőcsatár an der Pinka (1.1.2013 – 30.9.2013)

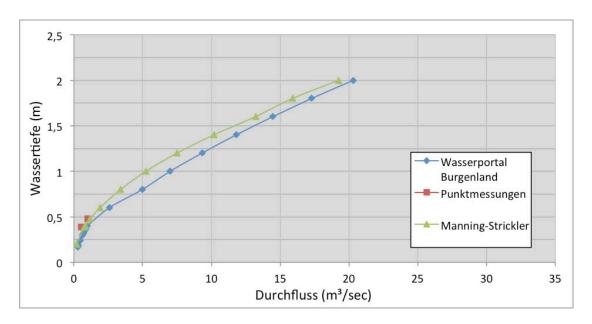


Abb. 40: Gegenüberstellung zweier Pegelkurven und einer Zeitpunktmessung im Pegel Moschendorf an der Pinka (1.1.2013 – 30.9.2013)

Die Pegelkurven in Burg (Abb. 38, S. 61) zeigen die größten Abweichungen im Verlauf. Die Kurve aus den Daten der Landesregierung Burgenland besitzt einen steileren Anstieg als die durch die Manning-Strickler-Formel errechnete. Das Gegenteil, eine Überlagerung in einigen Punkten stellt die Pegelkurve der Messstelle in Felsőcsatár dar.

In Moschendorf überschneiden sich die Darstellungen im Bereich der Wassertiefe bis 0,5 m gut. Danach verlaufen die Kurven mit geringem Abstand parallel nebeneinander.

Die Manning-Strickler Pegelkurve konnte nicht mit dem lokalen Sohlgefälle gerechnet werden, da dieses nicht zur Verfügung stand. Wie in Kapitel 4.2.7 (S. 27) erwähnt, wurde das Wasserspiegelgefälle herangezogen. Dieses weist keine so hohe Genauigkeit auf, wodurch in weiterer Folge die Pegelkurven Abweichungen von den Punktmessungen zeigen. Das Gefälle stellt einen wesentlichen Parameter in der Kurvenerstellung dar und bewirkt schon bei kleinen Abweichungen eine Veränderung der Durchflusswerte. Im Pegel Burg (Abb. 38, S. 61) liegen beide Pegelkurven unter der lokalen Messung und führen bei gleicher Wassertiefe höhere Durchflusswerte. In den beiden anderen Pegelmessstellen kommt es zu einer Überschneidung mit zumindest einer Pegelkurve und den Punktmessungen.

Die Messstelle in Felsőcsatár scheint sehr gut kalibriert zu sein. Bei den beiden österreichischen Messstellen kann diesbezüglich keine Aussage gemacht werden, da

die Daten nur in Rohform zur Verfügung gestellt wurden. Dies bedeutet, dass z. B. der Wasserstand vor Ort 0,5 m beträgt, in den Rohdaten aber mit 1,55 m angegeben wird. Da der genaue Differenzwert zwischen den lokalen Gegebenheit und den Rohdaten nicht bekannt ist, kann nicht mit Sicherheit gesagt werden, ob und mit welcher Genauigkeit sich die Pegelkurven mit den Punktmessungen überschneiden.

# 5.2. Längsverlauf-Erhebung

In den folgenden Unterkapiteln werden die Ergebnisse der Längsabschnitte dargestellt. Eine Visualisierung der Zustandsklassen der einzelnen Parametern (HP+ZP) sowie der Gesamtbewertung erfolgte mit der Software AutoCAD und Photoshop.

### 5.2.1 Längsabschnitte

Die anschließende Tabelle 14 (S. 64) zeigt die Längsabschnitte mit Nummer, Name, Flusskilometer am Beginn und am Ende des Profils, und die Länge. Es ist zu beachten, dass im Bereich der Wasserkraftwerke sowohl die Restwasserstrecke (Pinka Hauptachse) als auch die Ausleitung zum Kraftwerk (Ausleitung und Unterwasser) aufgenommen wurde. Die Ausleitungen sind in der Tabelle farbig hinterlegt. In den darauf folgenden Kapiteln wird aber nur die Hauptachse dargestellt, um einen durchgängigen Flusslauf zu zeigen.

Nr.	Name	FKM von	FKM bis	Länge (km)	Nr.	Name	FKM von	FKM bis	Länge (km)
1	Schluchtstrecke 1	37,19	36,88	0,31	23	Staustrecke	27,99	27,61	0,37
2	Schluchtstrecke 2	36,88	36,61	0,28	25	Pornóapáti 2	27,99	27,61	0,57
3	Schluchtstrecke 3	36,61	35,45	1,16	24	Staustrecke	27,61	27,11	0,50
4	Schluchtstrecke 4	35,45	34,34	1,11	24	Pornóapáti 3	27,61	27,11	0,50
5	Ausleitung	34,34	34,06	0,28	25	Pornóapáti 1	27,11	26,13	0,98
3	Felsőcsatár	34,34	34,00	0,28	26	Staustrecke Bildein	26,13	25,25	0,88
6	Unterwasser	34,06	34,01	0,05	27	Staustrecke Bildein	25,25	24,03	1,22
0	Felsőcsatár	34,00	34,01	0,05	28	Ausleitung Bildein	24,03	23,88	0,15
7	Restwasser	24.24	34,01	0.22	29	Unterwasser Bildein	23,88	23,63	0,25
Ľ	Felsőcsatár	34,34	34,01	0,33	30	Restwasser Bildein	24,03	23,63	0,40
8	Felsőcsatár 1	34,01	33,73	0,28	31	Bildein 1	23,63	23,03	0,60
9	Pegel Felsőcsatár	33,73	33,65	0,08	32	Bildein 2	23,03	22,48	0,54
10	Felsőcsatár 2	33,65	32,87	0,78	33	Bildein 3	22,48	22,32	0,17
11	Staustrecke	32,87	31,88	0,99	34	Staustrecke	22,32	20,51	1,81
111	Vaskeresztes	32,07	31,00	0,99	54	Szentpéterfa	22,32	20,51	1,01
12	Ausleitung	21.00	21.00	0.20	35	Ausleitung	20.51	10.62	0.00
12	Vaskeresztes	31,88	31,68	0,20	35	Szentpéterfa	20,51	19,63	0,88
13	Unterwasser	31,68	31,55	0,13	36	Unterwasser	19,63	19,25	0,38
15	Vaskeresztes	31,00	31,33	0,15	30	Szentpéterfa	19,03	19,25	0,56
14	Restwasser	31,88	31,55	0,33	37	Restwasser	20,51	19,25	1,26
14	Vaskeresztes	31,00	31,33	0,55	37	Szentpéterfa	20,51	19,23	1,20
15	Vaskeresztes 1	31,55	31,42	0,13	38	Staustrecke Gaas 1	19,25	18,22	1,02
16	Vaskeresztes 2	31,42	30,78	0,65	39	Staustrecke Gaas 2	18,22	17,34	0,88
17	Staustrecke Deutsch	30,78	29,36	1,42	40	Ausleitung Gaas	17,34	17,19	0,15
	Schützen 1	30,76	29,30	1,42	41	Unterwasser Gaas	17,19	17,08	0,11
18	Staustrecke Deutsch	29,36	28,86	0,50	42	Restwasser Gaas	17,34	17,08	0,26
10	Schützen 2	29,30	20,00	0,50	43	Gaas 1	17,08	16,62	0,46
19	Ausleitung Deutsch	28,86	28,63	0,23	44	Gaas 2	16,62	15,76	0,85
19	Schützen	20,00	20,03	0,23	45	Gaas 3	15,76	15,28	0,48
20	Unterwasser	20.62	20.20	0.22	46	Kurve Moschendorf	15,28	15,06	0,22
20	Deutsch Schützen	28,63	28,30	0,33	47	Moschendorf 1	15,06	14,84	0,22
21	Restwasser Deutsch	20.00	20.20	0.55	48	Pegel Moschendorf	14,84	14,65	0,19
21	Schützen	28,86	28,30	0,55					
22	Staustrecke	20.20	27.00	0.21					
	Pornóapáti 1	28,30	27,99	0,31					

Tab. 14: Übersicht der Längsschnitte der Pinka-Grenzstrecke mit Flusskilometer (Fkm) und Länge

# 5.2.2 Vegetationsausprägung

Bei der Kartierung des Längsverlaufes wurde die Vegetation bezüglich Artenanzahl, Höhe und Breite am linken und rechten Ufer aufgenommen. Die Ergebnisse sind in den folgenden Abbildungen 41 und 42 (S. 65) dargestellt.

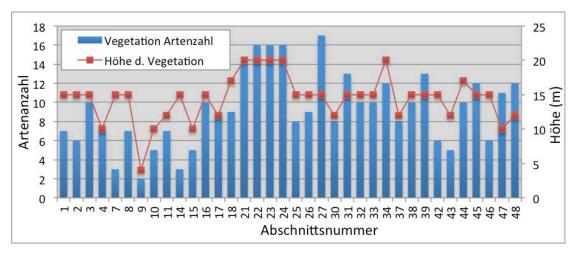


Abb. 41: Artenzahl der Vegetation und ihre maximale Höhe (Pinka-Grenzstrecke, August, 2013)

Die maximal vorkommende Anzahl an Gehölzen beläuft sich auf 17 Arten. Die Artenanzahl korreliert nicht zwangsläufig mit der Höhe der Vegetation, dennoch sind immer wieder Ähnlichkeiten sichtbar. Abschnitt 9 mit der geringsten Artenzahl weist auch die kleinste Vegetationshöhe aus. Die Abschnitte 21 bis 24 bilden sehr dominant die artenreichsten Bereiche und besitzen zugleich sehr hohe (20 m) Bäume. Eine gegenteilige Konstellation bildet Abschnitt 7. Dieser befindet sich in der Schlucht-Strecke, besitzt daher hohe Bäume liegt aber in der Artenzahl niedriger als mancher Abschnitt in der Tiefebene mit vielseitig ausgebildeter Strauch- und Baumschicht.

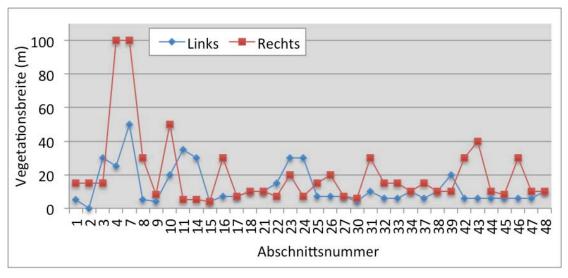


Abb. 42: Vegetationsbreite am linken und rechten Ufer (Pinka-Grenzstrecke, August, 2013)

Die Vegetationsbreiten am linken und am rechten Ufer sind unterschiedlich ausgeprägt. Die Abschnitte 1 bis 7 liegen in der Schlucht-Strecke um den Eisenberg. Die Waldvegetation der ersten Profile ist sehr stark anthropogen beeinflusst und reicht nicht bis an den Gewässerrand. Die Abschnitte 4 und 7 stellen mit einer Breite von

100 m den Schlucht-Wald dar. Die genaue Breite des Waldes wurde nicht erhoben. In den nachfolgenden Abschnitten wird die Breite von 50 m nicht mehr überschritten. Die Breite beläuft sich in den meisten Abschnitten auf 10 m bis 20 m.

### 5.2.3 Fließgeschwindigkeit

Im Zuge der Längsverlaufkartierung kam es zu keinen Fließgeschwindigkeitsmessungen. Die durchschnittliche Oberflächengeschwindigkeit wurde visuell abgeschätzt. Die Ergebnisse werden in der Abbildung 43 angeführt.

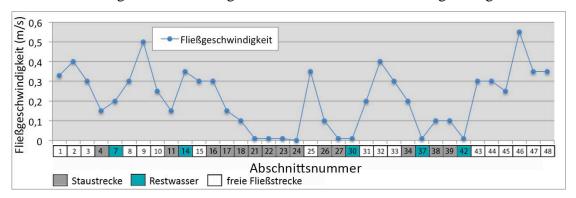


Abb. 43: Abgeschätzte Fließgeschwindigkeiten an der Wasseroberfläche (Pinka-Grenzstrecke August, 2013)

Die Stau- und Restwasserstrecken können bezüglich Fließgeschwindigkeit sehr gut von den frei fließenden Bereichen abgegrenzt werden. Die Abschnitte 21, 22, 23, 24, 30, 37 und 42 sind eindeutig keine freifließenden Strecken. Bis auf Profil 31 gehören alle mit einer Fließgeschwindigkeit gleich oder unter 0,2 m/s den Stau- und Restwasserstrecken an. Der Abschnitt 14 ist die Restwasserstrecke des Kraftwerkes in Vaskeresztes, welches nicht in Betrieb ist. Daher weist es eine höhere Fließgeschwindigkeit auf. Der Abschnitt 16 liegt im Stauwurzelbereich und zeigt einen Wert noch über 0,2 m/s. Die eindeutig höchste Geschwindigkeit kommt im Abschnitt 46 vor.

#### 5.2.4 Querbauwerke

Im Längsverlauf des Untersuchungsgebietes befinden sich sechs Staumauern und ein Flusskraftwerk (Profil 24). Diese und einige weitere Querbauwerke (z. B. Rampen und Schwellen) werden in der Abbildung 44 (S. 67) visualisiert. Es wird darauf hingewiesen, dass aufgrund des teilweise trüben und tiefen Wassers sowie der schwierigen Zugänglichkeit nicht alle Sohlschwellen aufgenommen werden konnten.

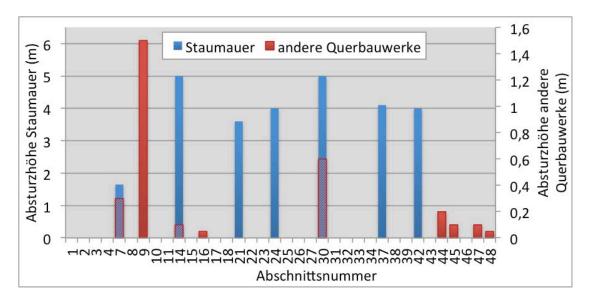


Abb. 44: Absturzhöhe von Staumauern (linke y-Achse) und anderen Querbauwerken (rechte y-Achse) (Pinka-Grenzstrecke, August, 2013)

Die Staumauern und das Kraftwerk in Pornóapáti (Profil 24) besitzen Absturzhöhen zwischen 1,5 m und 5 m. Unterhalb der Pegelmessstelle in Felsőcsatár befindet sich eine glatte Rampe mit der höchsten Höhendifferenz der Rampen und Sohlschwellen von 1,5 m. Alle weiteren Querbauwerke zeigen eine niedrigere Differenz. In den Abschnitten 44 und 45 wurden sieben beziehungsweise sechs Sohlschwellen aufgenommen. In der Abbildung 44 wird aus Gründen der Übersichtlichkeit nur eine Markierung wiedergegeben.

An zwei der Staumauern war zum Zeitpunkt der Kartierung bereits eine Fischaufstiegshilfe in Betrieb (Profil 24 und 30). An drei weiteren wurde an einer solchen gebaut (Profil 7, Ausleitung Profil 19-20, Profil 42). Die Rampen beziehungsweise Sohlschwellen in den Abschnitten 7 und 9 sind für Fische und wassergebundene Lebewesen nicht passierbar. Ebenso kann die Sohlrampe in Abschnitte 27 von Fischen bei niedrigen Wasserständen nicht überwunden werden. Alle Querbauwerke von Abschnitt 44 flussab sind passierbar.

#### 5.2.5 Zustandserhebung und Auswertung

In die Zustandsbewertung fließen die sechs Parameter HP+ZP sowie die Hydrologie und Querbauwerke ein. Die folgende Grafik visualisiert für die Hydrologie die Anteile der Staustrecke und frei fließenden Abschnitte im Untersuchungsgebiet.

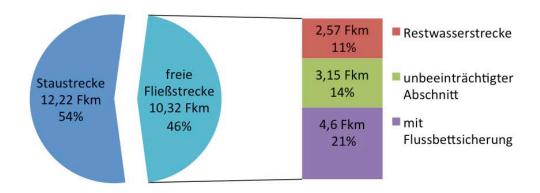


Abb. 45: Aufteilung der Flusskilometer (Fkm) in Staustrecke und freie Fließstrecke der Pinka-Grenzstrecke (2013)

Die Abbildung 45 zeigt neben den Staustrecken auch eine Aufteilung der freien Fließstrecke. Demnach bilden 2,57 Fkm Restwasserstrecken und sind großteils sehr stark durch Wassermangel beeinträchtigt. Weitere 4,6 Fkm sind durch Blocksteinwurf oder Sohlschwellen im Flussbett fixiert. Nur 3,15 Fkm sind zur Gänze unbeeinträchtigt.

In der Abbildung 46 (S. 69) sind die Parameter Uferdynamik, Sohldynamik, Laufentwicklung, Substratzusammensetzung, Strukturen in Bachbett und Uferbegleitsaum-Vegetation abgebildet. Vor den Parametern findet sich Information zu den Profilnummern der Abschnitte mit Pegelmessstellen oder Staumauern sowie deren Flusskilometer. Daten bezüglich Stau- oder Restwasserstrecke und Querbauwerke mit signifikantem Einfluss werden in der ersten Säule abgebildet. Es ist zu beachten, dass die Ausleitungen an den Kraftwerken nicht abgebildet sind, um die Darstellung des Flussverlaufes nicht zu stören.

Aus den Erhebungen der Einzelparameter wurden wie in Kapitel 2.2.1 (S. 4) beschrieben die Zustandsklassen für die Variante Ufer- und Sohldynamik (HP = Hauptparameter) und die Variante sechs Parameter (HP+ZP = Haupt- + Zusatzparameter) berechnet. Die Ergebnisse werden in den Säulen HP und HP+ZP (Abb. 46, S. 69) gegenübergestellt.

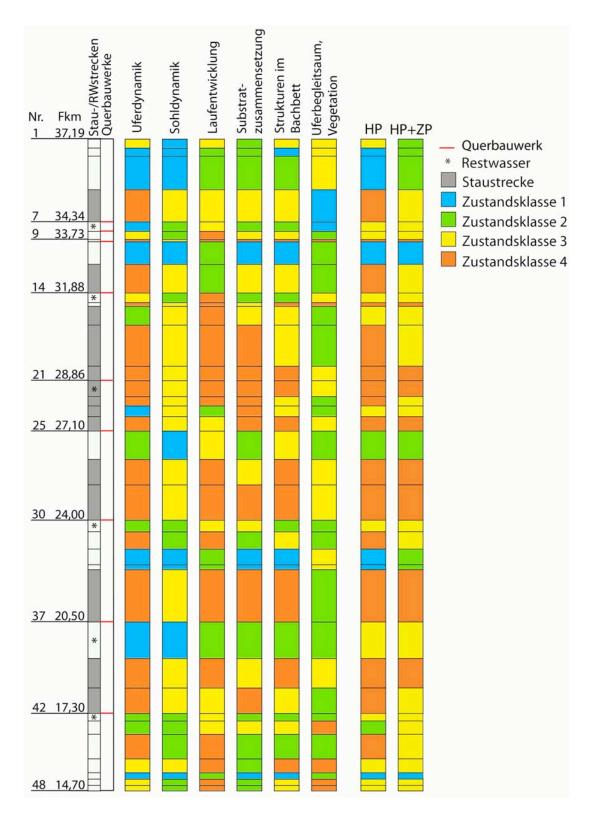


Abb. 46: Zustandsbewertung der Einzelparameter und deren Auswertung an der Pinka-Grenzstrecke (August, 2013)

Anhand der ersten Säule ist ersichtlich, dass die freifließenden Strecken der Pinka sehr stark von den Staustrecken verdrängt werden. Fünf Abschnitte der freien

Fließstrecken sind Restwasserstrecken und führen somit nicht die gesamte Wassermenge.

In der Säule Uferdynamik und Laufentwicklung der Abbildung 46 (S. 69) fällt der starke Anteil der Zustandsklasse 4 mit 40 % und 58 % auf. Im Vergleich dazu weist die Sohldynamik keine und der Uferbegleitsaum nur wenige kurze Abschnitt (7 % der Fkm) in der Zustandsklasse 4 auf. Der überwiegende Anteil in der Säule Sohldynamik befindet sich in der Klasse 3 (41 %) und im Uferbegleitsaum in der Klasse 2 (61 %). In den Säulen Substratzusammensetzung und Strukturen im Bachbett kommen alle Zustandsklassen vor, wobei die Substratzusammensetzung je 50 % der Flusskilometer in den Klassen 1 und 2 sowie 3 und 4 aufweist. Bei den Strukturen im Bachbett finden sich 65 % der Flusskilometer in den Klassen 3 und 4.

Die folgende Abbildung 47 visualisiert die Zustandsklassen der HP und HP+ZP Methode.

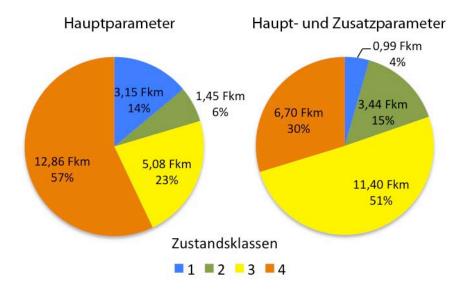


Abb. 47: Aufteilung der Zustandsklassen nach der Methode Hauptparameter und Haupt-und Zusatzparameter (Pinka-Grenzstrecke, August, 2013)

Der Abbildung 47 zufolge besitzt die Bewertungsmethode HP in der Zustandsklasse 4 die meisten Flusskilometer, während die HP+ZP Variante die Mehrheit in Klasse 3 aufweist. Es findet bei der Bewertung durch mehrere Parameter eine Verschiebung zur besseren Zustandsklasse statt. Eine weitere Verschiebung von Flusskilometern zeichnet sich von Zustandsklasse 1 auf 2 ab. Während Ufer- und Sohldynamik (HP) in der Klasse 1 mehr Flusskilometer als die HP+ZP Methode aufweist, ist es in Klasse 2 umgekehrt. Dies bedeutet, dass bei sechs Parametern (HP+ZP) der überwiegende

Anteil in der Mitte der Zustandsklassen zu finden ist. Aus der Farbkodierung des Längsverlaufes lässt sich zusätzlich noch ablesen, dass ein Profil bei der Bewertung der Ufer- und Sohldynamik aus Klasse 2 zur Klasse 3 der HP+ZP Bewertung wandern und ebenso eines von Klasse 3 auf Klasse 2. Somit gleicht sich das Mittelfeld aus. Die großen Bewegungen finden von den äußeren zu den inneren Zustandsklassen statt, je mehr Parameter zur Bewertung herangezogen werden.

#### 5.2.6 Zustandserhebung des Lebensministeriums

Das Lebensministerium führte 2009 eine Erhebung des österreichischen Gebietes an der Pinka durch. Es werden die einzelnen Parameter dieser Aufnahme dargestellt. Da die ausgewerteten Gesamtergebnisse nicht vorliegen, werden die Einzelparameter nach der Variante Ufer- und Sohldynamik (HP) und nach einer vierparametrigen Variante (HP+2P), laut dem Leitfaden des LEBENSMINSITERIUMS (2010) ausgewertet. Die Aufnahmen des Lebensministeriums wurden nur mit den Kategorien Uferdynamik, Sohldynamik, Laufentwicklung und Uferbegleitsaum durchgeführt, daher ist keine Auswertung aller sechs Parameter (HP+ZP) möglich.

Die ungarischen, nicht erhobenen Gebiete sind strichliert mit der Bezeichnung "keine Aufzeichnung" dargestellt. Die Flusskilometer (Fkm) entsprechen den Pegelmessstellen und den Staumauern im Untersuchungsgebiet.

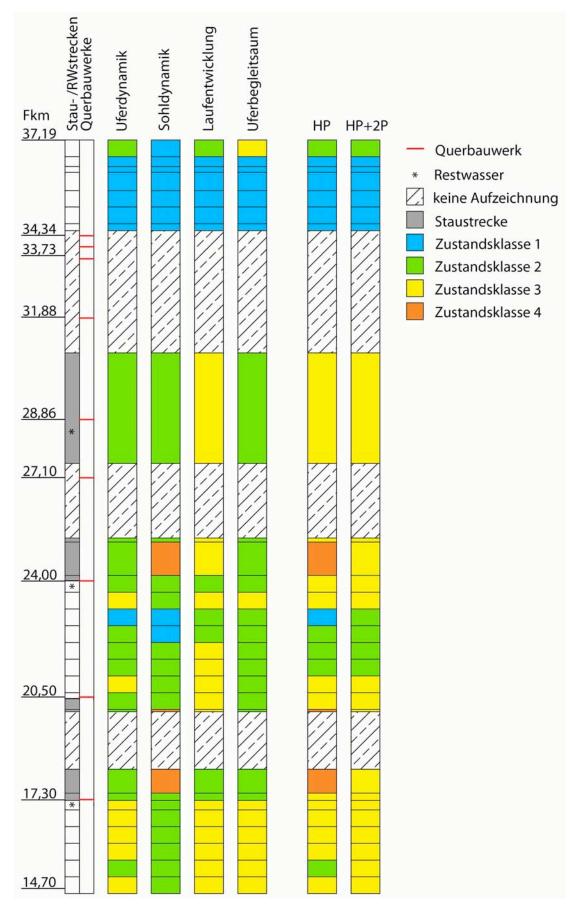


Abb. 48: Einzelparameter der Erhebung des Lebensministeriums (Pinka Burg bis Moschendorf, 2009)

Die Darstellung (Abb. 48, S. 72) weist im ersten Abschnitt (Fkm 37,19 – 34,34) einen sehr guten Zustand aus. Die übrigen kartierten Bereiche befinden sich vorwiegend in den Zustandsklassen 2 und 3. Die Klasse 4 kommt nur vereinzelt vor.

# 5.2.7 Gegenüberstellung der Bewertungsmethoden

Die Abbildung 49 (S. 74) zeigt neben den eigenen Ergebnissen aus Abbildung 46 (S. 69) auch die Ergebnisse der Sumad-Studie und des Lebensministeriums. Da die Sumad-Studie mit sieben Zustandsklassen (7K) arbeitete, werden diese nach LEBENSMINSITERIUM (2005) in die fünf Zustandsklassen (5K) umgerechnet. Sie ermöglichen eine Vergleichbarkeit der Daten.

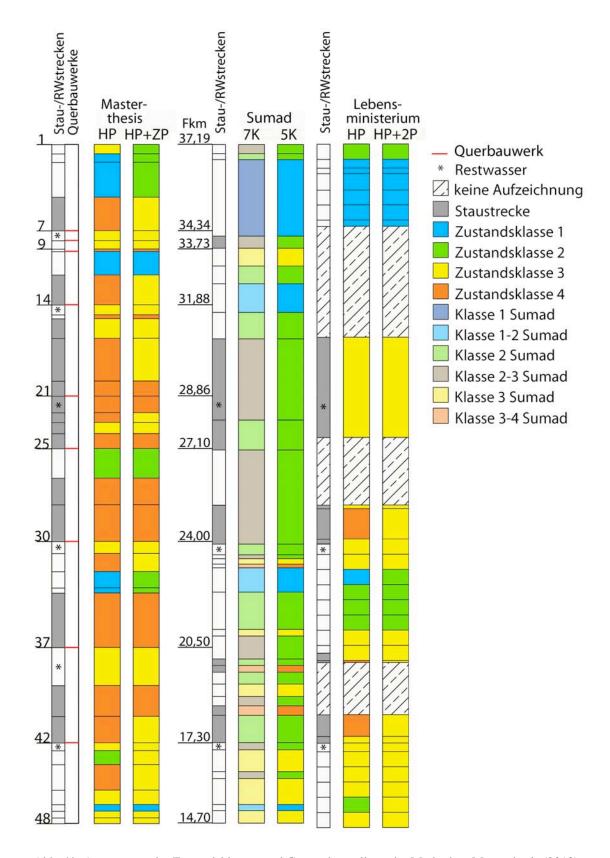


Abb. 49: Auswertung der Zustandsklassen und Gegenüberstellung der Methoden: Masterthesis (2013), Sumad-Studie (2006), Aufnahme Lebensministerium (2009) an der Pinka von Burg bis Moschendorf (HP = Hauptparameter: Ufer- und Sohldynamik, HP+ZP = Haupt- und Zusatzparameter, 7K = 7 Zustandsklassen, 5K = 5 Zustandsklassen, HP+2P = Hauptparameter + Laufentwicklung und Uferbegleitsaum)

In den Informationssäulen über Staustrecke, Restwasser und freie Fließstrecke der Abbildung 49 sind wesentliche Unterschiede zu erkennen. Die Sumad-Studie zeigt im Vergleich zur Masterthesis die Staustrecken unterhalb den Staumauern 7 (Fkm 34,34) und 37 (Fkm 20,50). Das Kraftwerk mit der Staumauer in Abschnitt 14 (Fkm 31,88) ist nicht angeführt. Es wird vermutet, dass das Nichtanführen des Bauwerkes auf dem Umstand der Inaktivität des Kraftwerkes beruht. Dennoch befindet sich am Flusskilometer 31,88 eine Staumauer mit Rückstau als unüberwindbares Bauwerk für Wasserorganismen.

Die Bewertung des Lebensministeriums weist ebenso in Abschnitt 7 und 37 die Staustrecke einerseits nicht und andererseits flussab der eigentlichen Staumauer aus. Eine mögliche Erklärung ist, dass die Erhebungen des Lebensministeriums auf Basis der Sumad-Studie stattgefunden haben. Einige Staustrecken sind nur verkürzt dargestellt, da die Erhebung nur auf österreichischem Staatsgebiet durchgeführt wurde.

In der Bewertung von sehr guten Abschnitten gibt es großteils Überschneidungen der drei Methoden. Der Abschnitt 46 wird in der Masterthesis und Sumad-Studie als eigenständiger Abschnitt kartiert und erhält die Zustandsklasse 1. Das Lebensministerium führt die Erhebung vorwiegend in 500 m-Strecken durch, weshalb der Abschnitt 46 nicht als eigenständig kartiert und nicht als sehr gut ausgewiesen wird. Daran ist zu erkennen, dass eine Kartierung mit einer Streckenbestimmung vor Ort detaillierte Aufnahmen und Zustandsbewertungen zulässt.

Anhand der Kartierung im Rahmen dieser Masterthesis ist zu erkennen, dass eine neuerliche Erhebung der Gegebenheiten an der Pinka-Grenzstrecke notwendig war. In der Sumad-Studie und der Erhebung des Lebensministeriums fehlt so manche Staustrecke, auch wird diese zu kurz oder an falschen Flusskilometern ausgewiesen. Dadurch verschieben sich auch die Zustandklassen.

# 5.3. Wechselbeziehung der erhobenen Parameter

#### 5.3.1 Haupt- sowie Zusatzparameter und Fließgeschwindigkeit

Die folgenden Darstellungen (Abb. 50, 51, 52 und 53) zeigen die sechs erhobenen Parameter (HP+ZP). Es werden jeweils alle Werte einer Zustandsklasse zusammengefasst, um die Parameter untereinander zu vergleichen. Des Weiteren

werden sie der maximalen Fließgeschwindigkeit gegenüber gestellt, um Abhängigkeiten zu prüfen.

Als kritische Fließgeschwindigkeit wird im "Leitfaden zur hydromorphologischen Zustandserhebung von Fließgewässern" (LEBENSMINISTERIUM, 2010) 0,3 m/s angegeben. Diese soll zum Erhalt der Dynamik im Fließgewässer und als Lockströmung für Fische nicht unterschritten werden.

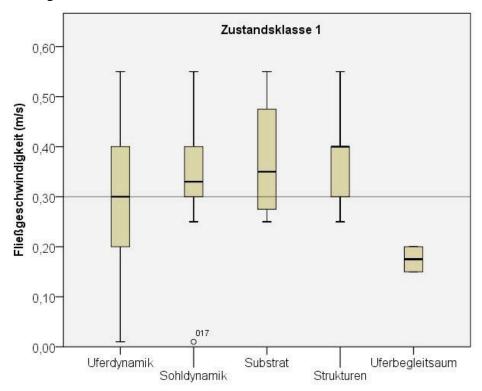


Abb. 50: Zustandklasse 1 der sechs Parameter und Fließgeschwindigkeit (Pinka-Grenzstrecke, August, 2013)

Zustandsklasse 1 zeigt nur fünf Parameter, da im Längsverlauf kein Profil in der Kategorie Laufentwicklung mit sehr gut beurteilt wurde.

Es ist erkennbar, dass der Median von Sohldynamik, Substratzusammensetzung und Strukturen im Bachbett über der 0,3 m/s Marke liegen. Die Werte streuen bis rund 0,55 m/s nach oben und rund 0,27 m/s nach unten. Der Median der Uferdynamik befindet sich genau auf 0,3 m/s und streut von 0,01 bis 0,55 m/s. Der Uferbegleitsaum unterschreitet als einziger die Fließgeschwindigkeit von 0,3 m/s. Dies bedeutet, dass ein gut ausgeprägter Uferbegleitsaum an der Pinka nur bei Fließgeschwindigkeiten unter 0,2 m/s vorkommt. Der direkte Einfluss der Fließgeschwindigkeit auf den Uferbegleitsaum ist aber sehr gering. Maßgeblich ist, dass eine geringe Fließgeschwindigkeit an der Pinka-Grenzstrecke in Verbindung mit einem hohen Wasserstand in den Staustrecken steht.

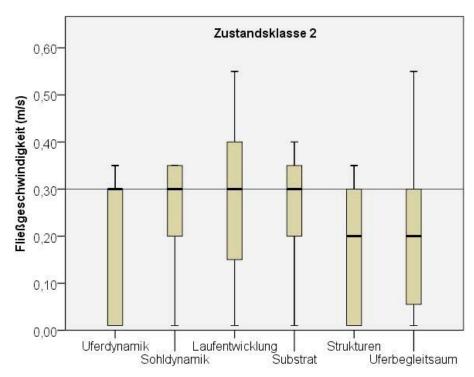


Abb. 51: Zustandsklasse 2 der sechs Parameter und Fließgeschwindigkeit (Pinka-Grenzstrecke, August, 2013)

In Kategorie 2 liegen vier von sechs Parametern mit ihrem Median auf der Geschwindigkeit von 0,3 m/s. Im Vergleich zu Zustandsklasse 1 befindet sich kein Median über der Markierung. Dies bedeutet, dass die Parameter mit guter Bewertung vorwiegend unter 0,3 m/s vorkommen.

Alle bewerteten Kategorien beginnen von oder streuen bis 0,01 m/s. Die Streuung nach oben erstreckt sich von 0,35 m/s bis 0,55 m/s.

Der Median des Uferbegleitsaumes liegt zwar wiederum bei rund 0,2 m/s, allerdings streuen die Werte bereits bis 0,55 m/s nach oben.

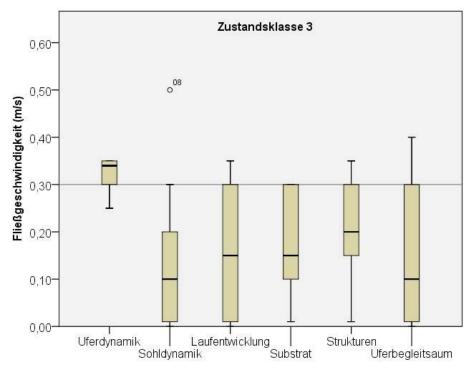


Abb. 52: Zustandsklasse 3 der sechs Parameter und Fließgeschwindigkeit (Pinka-Grenzstrecke, August, 2013)

In Kategorie 3 befindet sich die überwiegende Mehrheit der Mediane deutlich unterhalb dem kritischem Wert. Einzig die Uferdynamik liegt mit 0,35 m/s darüber. Die Streuung aller Parameter nach oben endet bei 0,4 m/s, während sie nach unten bis zum Nullpunkt reicht. Die Darstellung sagt aus, dass die Bewertung 3 vorwiegend bei Fließgeschwindigkeiten kleiner 0,3 m/s vorkommt.

Der Uferbegleitsaum liegt zwar im Vergleich zu Zustandsklasse 2 in allen Werten niedriger. Dennoch weist er in der Zustandsklasse 3 von den sechs Parametern die höchste Streuung nach oben aus.

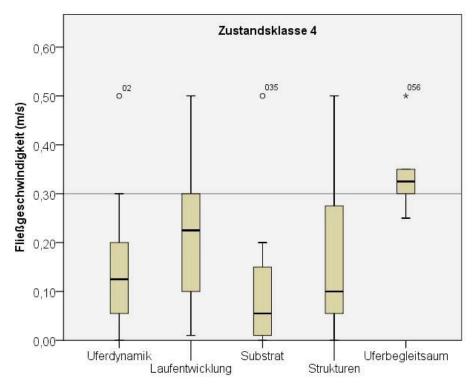


Abb. 53: Zustandsklasse 4 der sechs Parameter und Fließgeschwindigkeit (Pinka-Grenzstrecke, August, 2013)

In Kategorie 4 befindet sich die überwiegende Mehrheit der Mediane ebenfalls deutlich unterhalb des kritischen Wertes. Der Parameter Sohldynamik kommt in dieser Zustandsklasse nicht vor. Die Streuung beziehungsweise Ausreißer aller fünf Kategorien reichen bis 0,5 m/s.

Nur der Uferbegleitsaum liegt mit der Mehrheit seiner Werte über der 0,3 m/s Marke. In dieser Zustandsklasse erreicht er auch zum einzigen Mal einen Median über der Markierung.

Zusammenfassend lässt alle sich sagen, dass Parameter bei sinkender Fließgeschwindigkeit schlechtere Werte ausweisen und niedrigeren Zustandsklassen zugewiesen werden. Die einzige Ausnahme bildet der Uferbegleitsaum, welcher eindeutig bei niedrigeren Fließgeschwindigkeiten besser ausgeprägt ist als bei höheren. Niedrigere Fließgeschwindigkeiten stehen an der Pinka-Grenzstrecke meist mit einem höheren Wasserstand in Verbindung. Die kritische Fließgeschwindigkeit von 0,3 m/s wird vom Großteil der Werte unterschritten. Dies erklärt sich mit dem 54 % Anteil an Staustrecken im Untersuchungsgebiet (siehe Abb. 45, S. 68).

# 5.3.2 Wechselwirkung von Vegetationsparametern, Zustandsklassen und Fließgeschwindigkeit

Im nächsten Schritt werden einzelne Vegetationsparameter dargestellt, welche in der Zusammensetzung des Uferbegleitsaumes eine Rolle spielen. Es wird geprüft, ob die Zustandsklasse die Ausprägung der Vegetationsparameter widerspiegelt. In der Tabelle 15 (S. 81) erfolgt eine Darstellung der Längsabschnitte, welche nach der Zustandsklasse sortiert sind. Als Zusatz werden die kartierten Vegetationsdaten (Artenanzahl, Höhe der Vegetation, Vegetationsbreite am linken und rechten Ufer) angeführt.

ID	Name	ZK	Vegetation Artenzahl	Vegetation Höhe	Vegetation Breite links	Vegetation Breite rechts
2	Schluchtstrecke 2	1	6	15	0	15
3	Schluchtstrecke 3	1	10	15	30	15
10	Felsőcsatár 2	1	5	10	20	50
32	Bildein 2	1	10	15	6	15
33	Bildein 3	1	10	15	6	15
46	Kurve Moschendorf	1	6	15	6	30
25	Pornóapáti 1	2	8	15	7	15
43	Gaas 1	2	5	12	6	40
1	Schluchtstrecke 1	3	7	15	5	15
7	Restwasser Felsőcsatár	3	3	15	15	100
8	Felsőcsatár 1	3	7	15	5	30
14	Restwasser Vaskeresztes	3	3	15	30	5
16	Vaskeresztes 2	3	10	15	7	30
23	Staustrecke Pornóapáti 2	3	16	20	30	20
-	Restwasser Bildein	3	8	12	4	6
37	Restwasser Szentpéterfa	3	8	12	6	15
-	Restwasser Gaas	3	6	15	6	30
45		3	12	15	6	8
$\overline{}$	Moschendorf 1	3	11	10	6	10
48	Pegel Moschendorf	3	12	12	10	10
$\overline{}$	Schluchtstrecke 4	4	7	10	25	100
9	Pegel Felsőcsatár	4	2	4	4	8
	Staustrecke Vaskeresztes	4	7	12	35	5
15		4	5	10	4	4
17	Staustrecke Deutsch Schützen 1	4	9	12	7	7
18	Staustrecke Deutsch	4	9	17	10	10
21	Restwasser Deutsch Schützen	4	14	20	10	10
22	Staustrecke Pornóapáti 1	4	16	20	15	7
24	Staustrecke Pornóapáti 3	4	16	20	30	7
26	Staustrecke Bildein 1	4	9	15	7	20
27	Staustrecke Bildein 2	4	17	15	7	7
31	Bildein 1	4	13	15	10	30
34	Staustrecke Szentpéterfa	4	12	20	10	10
38	Staustrecke Gaas 1	4	10	15	10	10
39	Staustrecke Gaas 2	4	13	15	20	10
44	Gaas 2	4	10	17	6	10

Tab. 15: Zustandsklassen (ZK) und Vegetationsparameter (Pinka-Grenzstrecke, August, 2013)

#### • <u>Vegetationsartenzahl</u>

Eine hohe Vegetationsartenzahl steht für eine hohe Vielfalt der Vegetation am Gewässer. Bei den artenreichsten Längsabschnitten (11-17 Vegetationsarten) belaufen sich die Zustandsklassen auf Klasse 3 und 4. Ab einer Vegetationszusammensetzung von zehn Arten und darunter ist kein Unterschied zwischen den Zustandsklassen mehr zu erkennen.

Werden allerdings die Zustandsklassen 3 und 4 bezüglich der Vegetationsartenanzahl betrachtet, kann nicht gesagt werden, dass alle Abschnitte dieser Klassen zu den artenreichsten Längsabschnitten zählen.

Zusammengefasst heißt das, dass alle artenreichen Abschnitte den Zustandsklassen 3 und 4 angehören, aber die Klassen 3 und 4 nicht automatisch alle artenreich sind.

# Vegetationshöhe

Sieben von 48 Abschnitten weisen eine Vegetationshöhe von 17 bis 20 m auf. Diese befinden sich in der Zustandsklasse 4, während sich Bäume mit einer Höhe von 15 m bereits in allen vier Zustandsklassen wiederfinden. Die größte Gruppe an Profilen bilden bei der Vegetationshöhe jene mit 15 m. Ebenso befindet sich Vegetation mit einer Höhe kleiner oder gleich 10 m in allen Zustandsklassen.

Zustandsklasse 4 angehören, aber bereits 2 m niedrigere Vegetation in allen Zustandsklassen vorkommt. Da zur höchsten Gruppe nur sieben von 48 Abschnitten zählen, kann von keiner Tendenz von hoher Vegetation zu niedrigen Zustandsklassen gesprochen werden.

#### • <u>Vegetationsbreite</u>

Zwischen der Vegetationsbreite (links und rechts) und den Zustandsklassen sind keinerlei Parallelen zu erkennen.

#### 5.3.3 Vegetation in freifließenden Abschnitten und Staustrecken

Als weiteren Schritt wird die Vegetation im Vergleich zur freien Fließstrecke und zum Staubereich betrachtet. Es wurde in den beiden vorangehenden Kapiteln (5.3.1, S. 75 und 5.3.2, S. 80) schon eine leichte Tendenz der guten Vegetationsausprägung zur Zustandsklasse 3 und 4 aufgezeigt. Da sich in der Klasse 4 vorwiegend Abschnitte der Staustrecken befinden, wird nur geprüft, ob es einen Zusammenhang der

Vegetation mit den Staustrecken gibt. Getestet wird die Abhängigkeit mit der ANOVA (Analysis of Variance) Methode.

	Artenanzahl	Vegetation	Vegetation	Vegetation	
	Artenanzam	Höhe	Breite links	Breite rechts	
Freie Strecke	7,59	13,36	9	21,64	
Staustrecke	11,79	16,14	15,93	18,07	

Tab. 16: Vegetationsparameter im Vergleich mit freier und Staustrecke (Pinka-Grenzstrecke, August, 2013)

Im Durchschnitt liegt die Artenanzahl im Staubereich um vier Arten und die Vegetationshöhe um 3 m höher. Die Vegetationsbreite ist am linken Ufer um 6 m breiter, aber am rechten um 4 m schmäler. Bei der Untersuchung der Wechselbeziehung durch die ANOVA Methode wird ein signifikanter Zusammenhang der Staustrecken und der Artenanzahl, Vegetationshöhe und -breite links bestätigt. Die Vegetationsbreite rechts weist keinen signifikanten Bezug zu Staustrecken aus.

Somit bestätigt die ANOVA, dass es eine Tendenz zur besseren Vegetationsausprägung in Staubereichen gibt. Eine Untersuchung der begradigten und natürlich entwickelten Abschnitte, wie in Kapitel 4.3.5 (S. 36) vorgesehen, ist nicht sinnvoll, da es nur noch sehr kurze Reste natürlicher Abschnitte gibt. Die Pinka ist nach dem Verlassen des Hügellandes ab dem ersten ungarischen Abschnitt stark reguliert worden.

# 6. Schlussfolgerungen und Ausblick

der Hauptziele dieser Masterthesis ist die Grundlagendie Zustandserhebung der Pinka-Grenzstrecke. Besonders wichtig bei der Erhebung war es, die Daten in gleicher Weise für Österreich und Ungarn aufzunehmen, um einheitliche grenzüberschreitende Ergebnisse zu erhalten. Die Durchführung der erfolgte Zustandserhebung im Längsverlauf nach dem Leitfaden des LEBENSMINISTERIUMS (2010). Die Ergebnisse der fünfstufigen Skala wurden sowohl den Erhebungen der Sumad-Studie aus 2006 als auch den Erhebungen der österreichischen Gebiete durch das Lebensministerium aus dem Jahr 2009 gegenüber gestellt. Die Darstellung erfolgt jeweils in Prozentangaben, um eine Vergleichbarkeit zu ermöglichen (siehe Abb. 54 und Abb. 55, S. 85). Da die Erhebung des Lebensministeriums nur die österreichischen Gebiete umfasst, werden die Ergebnisse in der Abbildung 55 (S. 85) dargestellt.

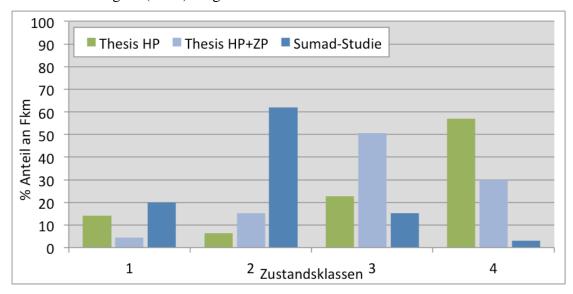


Abb. 54: Hydromorphologischer Zustand nach den Bewertungsmethoden der Masterthesis (2013) und der Sumad-Studie (2006) an der Pinka-Grenzstrecke (HP = Hauptparameter, ZP = Zusatzparameter) (2013)

Es ist eindeutig ersichtlich, dass die Sumad-Studie ihren Schwerpunkt in der Zustandsklasse 2 hat und somit in der Gesamtbetrachtung dem Untersuchungsgebiet die beste Bewertung gibt. Die HP Bewertung der Masterthesis besitzt ihre Mehrheit an Fkm in Klasse 4 und die HP +ZP Bewertung in Klasse 3.

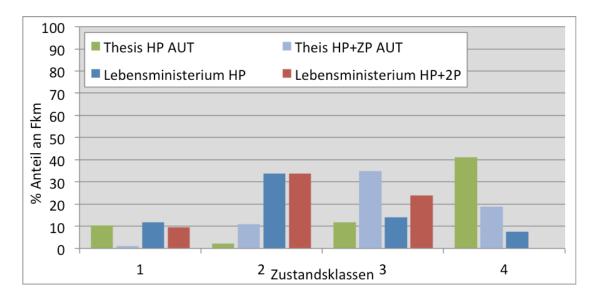


Abb. 55: Hydromorphologischer Zustand der österreichischen Abschnitte nach den Bewertungsmethoden der Masterthesis (2013) und des Lebensministeriums (2009) an der Pinka-Grenzstrecke (2013)(HP = Hauptparameter, ZP = Zusatzparameter, 2P = zwei Parameter, AUT = nur österreichische Abschnitte)

Die HP und die HP+2P Bewertung des Lebensministeriums zeigt ihren Schwerpunkt in Klasse 2. Die Ergebnisse der Masterthesis liegen wiederum in den Klassen 3 und 4. In der Zustandsklasse 1 werden in beiden Abbildungen die niedrigsten Abweichungen zwischen den Kartierungs- und Auswertungsmethoden dargestellt. Damit bestätigt sich, dass das Untersuchungsgebiet nur an wenigen Abschnitten in einem sehr guten hydromorphologischen Zustand ist. Die Daten in den Klassen 2 bis 4 streuen sehr stark und Klasse 5 kommt in keinem Verfahren vor.

Aus der Abbildung 55 geht hervor, dass die HP-Bewertung der Masterthesis sowie die HP-Bewertung des Lebensministeriums jeweils schlechtere Ergebnisse als die Bewertungen mit zusätzlichen Parametern (ZP oder 2P) erzielen. Daraus ist zu schließen, dass sich die Ufer- und die Sohldynamik (HP) in einem schlechterem befinden als die zusätzlichen Zustand Parameter (Laufentwicklung, Substratzusammensetzung, Strukturen im Bachbett und Uferbegleitsaum-Vegetation). Das dritte der drei Hauptziele dieser Masterthesis beinhaltet den Vergleich und die Prüfung von Zusammenhängen zwischen den einzelnen erhobenen Parametern. Besonderes Augenmerk wurde dabei auf das Zusammenspiel von Vegetationsdaten zu hydromorphologischen Daten gelegt. Aus den Untersuchungen ergibt sich, dass der sehr gute und gute Uferbegleitsaum in langsam fließenden Abschnitten, vorwiegend in Staubereichen, vorkommt. Die durchschnittliche Anzahl der Werte in der Zustandsklasse 4 liegt eindeutig in schneller fließenden Flussstrecken (siehe Abb. 53,

S. 79). Dies zeigt, dass schlechter ausgebildete Vegetationsbereiche auf Strecken mit mittlerer bis hoher Fließgeschwindigkeit vorkommen, die meist eine tiefer liegende Wasserspiellage und geringere Bodenfeuchtigkeit im Umland verursachen.

Natürlicherweise gibt es keinen Zusammenhang zwischen hydromorphologischen Daten und der Vegetationsausprägung. Dieses Ergebnis an der Pinka-Grenzstrecke besitzt einen anthropogen bedingten Hintergrund. An den frei fließenden Strecken reichen landwirtschaftliche Nutzflächen und der Siedlungsraum bis an die Böschungsoberkante der Pinka, während in den Staustrecken großteils eine gute Ausprägung der Vegetation das Umland von der Böschungsoberkante trennt.

Aus den Ergebnissen der Kartierung zwischen Burg und Moschendorf ist abzulesen, dass es kaum mehr unberührte Fließstrecken gibt. Staumauern, Sohlschwellen und Ufersicherungen kommen sehr häufig vor. Sechs Längsabschnitte bilden mit rund 3 Fkm (14 %) von insgesamt 22,5 Fkm die kleine Gruppe der unbeeinträchtigten Abschnitte. Es stellt sich aber die Frage, inwieweit eine solche Strecke als ungestört bezeichnet werden kann. Beispielsweise befindet sich flussabwärts des Profils 10 eine Staustrecke, flussaufwärts wird dieses durch eine nicht passierbare Sohlschwelle begrenzt. Somit ist der Abschnitt in sich sehr naturnah, aber ein Austausch der Lebewesen und Sohldynamik ist flussabwärts und -aufwärts kaum bis nicht möglich.

Die potentiell natürliche Laufentwicklung dieser Strecke entspricht einem mäandrierendem Fluss (siehe Kapitel 3.4). Aufgrund der starken Laufbegradigungen finden sich im Untersuchungsgebiet nur mehr wenige vereinzelte Mäanderschleifen. Diese kommen in Stau- als auch freifließenden Bereichen vor.

Die potentiell natürliche Vegetation an der Pinka wäre ein großer Auwaldkomplex (siehe Kapitel 3.3, S. 12). Dieser ist in der ursprünglichen Ausdehnung im Untersuchungsgebiet nicht mehr auffindbar. Auwald-Reste finden sich nur mehr punktuell und vorwiegend in Verbindung mit Staustrecken. In diesen Staustrecken funktioniert die Verbindung Wasser – Umland besser als in frei fließenden Strecken, da diese meist in einem tieferen Wasserbett liegen und die Anbindung zum Umland nur über die Höhendifferenz der Uferböschung möglich ist.

Die Vegetationsparameter bilden bei rückblickender Betrachtung der Aufnahmebögen einen Schwachpunkt. Um noch aussagekräftigere Ergebnisse bei der Untersuchung der Wechselwirkung zwischen Flussmorphologie und Vegetation zu erhalten, sollten die Daten detailliertere Informationen enthalten, wie den Abstand der Pflanzen zum Wasserbett und die Ausprägung der Bereich dazwischen (z. B. Böschungsneigung).

Die Dichte und Höhe spielen eine wesentliche Rolle und sollten sowohl in der Strauch- als auch in der Baumschicht detaillierter aufgenommen werden. In der Darstellung der Wechselwirkungen liegt noch ein wesentliches Potential für die Forschung.

Da diese Masterthesis vorwiegend der ersten Erhebung von Grundlagendaten bei Niederwasser dient, wäre eine weitere Fließgeschwindigkeitsmessung bei noch niedrigerem Wasserstand von Interesse. In dem Jahr der Datenerhebung (2013) führte die Pinka kein extremes Niederwasser. Des Weiteren ist zu empfehlen, mehr Querprofile zu setzen, um die Strömungssituation besser dokumentieren zu können. In den Abschnitten mit Staubereichen der Wasserkraftanlagen würden die zusätzlichen Erhebungen die Datensituation verbessern.

# 7. Quellenverzeichnis

AMT DER BURGENLÄNDISCHEN LANDESREGIERUNG, 2006: SUMAD Vorlandmanagementplan für großflächig eingedeichte Flussauen, Bericht der österreichischen Projektgebiete, Amt der burgenländischen Landesregierung, Eisenstadt.

ATV-DVWK, Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfluss, Arbeitsgruppe Niedrigwasserabflüsse, 2003: Anthropogene Einflüsse auf Niedrigwasserabflüsse, ATV-DVWK, Dt. Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall, Hennef.

BICK, H., 1998: Grundzüge der Ökologie, 3. Auflage, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.

BREUER, L., LEPS, M., LAUER, F., 2010: Hydrologische Messungen im Schwingbachtal, Handbuch über Geräte und Methoden, Institut für Landschaftsökologie und Ressourcenmanagement, Gießen.

BUNDESAMT FÜR UMWELT, WALD UND LANDSCHAFT 1998: Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer [sic] in der Schweiz, Ökomorphologie Stufe F, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern.

FINK, M., MOOG, O., WIMMER, R., 2000: Fließgewässer-Naturräume Österreichs, Monographien Band 128, Umweltbundesamt, Wien.

GIGON, A., MARTI, R., SCHEIWILLER, T., 2004: Kurzpraktikum terrestrische Ökologie, 2. Auflage, Hochschulverlag an der ETH, Zürich.

HERZOG, K., o.J: Sonnenkompass, Information und Benutzeranleitung, Forestree, Wien.

HERZOG: www.herzog-forsttechnik.ch, letzter Zugriff: 3.2.2014.

# HYDROGRAPHISCHE DATEN VON UNGARN 2006:

ftp://152.66.121.2/Vizrajzi%20evkonyvek/2006/fevizek/06\_szombathely/345.pdf, letzter Zugriff: 6.2.2014.

JUNGWIRTH, M., HAIDVOGL, G., MOOG, O., MUHAR, S., SCHMUTZ, S., 2003: Angewandte Fischökologie an Fließgewässern, Facultas Universitätsverlag, Wien.

LANDESANSTALT FÜR UMWELT, MESSUNGEN UND NATURSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG (2008): Gewässerstrukturkartierung in Baden-Württemberg. Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz, Baden Württemberg Karlsruhe.

LEBENSMINISTERIUM 2005: EU Wasserrahmenrichtlinie 2000/60/EG, Österreichischer Bericht über die IST-Bestandsaufnahme, Lebensministerium, Wien.

LEBENSMINISTERIUM 2010: Leitfaden zur hydromorphologischen Zustandserhebung von Fließgewässern, Lebensministerium, Wien.

LEBENSMINISTERIUM 2012: Hydrographisches Jahrbuch von Österreich 2010, Lebensministerium Abteilung VII3 – Wasserhaushalt, Wien.

LEIRER, K., 2002: Darstellung der derzeitigen Verhältnisse des Pinka-Stieberteich-Systems in Oberwart (Burgenland), Diplomarbeit Universität für Bodenkultur, Wien.

#### MAGYAR HIDROLÓGIAI TÁRSASÁG:

http://www.hidrologia.hu/vandorgyules/31/dolgozatok/101\_katona\_laszlone.html, letzter Zugriff: 12.2.2014.

MARSH-McBIRNEY, 1990: FLO-MATE – Model 2000 Portable Flowmeter. Instrution manual, Frederick.

MORGENSCHWEIS, G., 2010: Hydrometrie, Theorie und Praxis der Durchflussmessung in offenen Gerinnen, Springer-Verlag, Berlin.

MUHAR, S., KAINZ, M., KAUFMANN, M., SCHWARZ, M., 1996: Ausweisung flußtypspezifisch erhaltener Fließgewässerabschitte in Österreich, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Wasserwirtschaftskataster, Wien.

MUHAR, S., POPPE, M., EGGER, G., SCHMUTZ, S., MELCHER, A., 2004: Flusslandschaften Österreichs, Ausweisung von Flusslandschaftstypen anhand des Naturraums, der Fischfauna und der Auenvegetation, Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur, Wien.

MÜHLMANN, H., Lebensministerium, Referat VII/1b – Gewässerökologie, Marxergasse 2, Wien, persönliches Interview: 28.1.2014.

ÖNORM B 2403 – Durchflußmessung mit dem hydrometrischen Flügel (idF. v. 01.12.1998).

OSWALD, J.M., 2002: Historischer Abriss über die Lauf- und Bettmorphologie der Pinka, der Strem und des Tauchenbaches, Diplomarbeit Universität für Bodenkultur, Wien.

PAPAY, H., Ingenieurbüro Neukirchen – Ziviltechniker Ges.m.b.H., Lederergasse 35, Wien, persönliche Mitteilung: 28.5.2014.

RAINER, G., 2005: Vorarbeiten zum Vorlandmanagementplan an der Pinka, Universität für Bodenkultur, Wien.

STEIDL, T., 1991: Typologie und Abflussverhalten österreichischer Fließgewässer – Hydrologisch – hydrographische Einteilung und regionale Gliederung, Diplomarbeit Universität für Bodenkultur, Wien.

SURFER: http://www.ssg-surfer.com/ssg/product\_info.php?products\_id=135, letzter Zugriff: 26.11.2013.

TRUNKÓ, L., 1969: Geologie von Ungarn, Gebrüder Borntraeger, Berlin Stuttgart.

WALDWISSEN: http://www.waldwissen.net/waldwirtschaft/waldbau/verjuengung/wsl\_horizontoskop/index\_DE, letzter Zugriff: 4.2.2014.

WASSERPORTAL BURGENLAND: http://wasser.bgld.gv.at, letzter Zugriff: 18.4.2014.

WERTH, W., 1990: Gewässerzustandskartierungen in Oberösterreich, Antiesen, Amt der oö. Landesregierung, Linz.

WRG § 8.1 – Wasserrechtsgesetz (idgF. v. 01.08.2013). BGBl Nr. 1959/215.

WRG § 9.1 – Wasserrechtsgesetz (idgF. v. 01.08.2013). BGBl Nr. II 2010/99.

WIESER, D., 2010: Beschattungspotential ingenieurbiologischer Maßnahmen, Bakkalaureatsarbeit Universität für Bodenkultur, Wien.

ZAHN, U., 1997: Diercke Weltatlas Österreich, Georg Westermann Verlagsges.m.b.H., Wien.

ZANKE, U., 2013: Hydraulik für den Wasserbau, 3. Auflage, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg.

#### • Orthofoto:

AMT DER BURGENLÄNDISCHEN LANDESREGIERUNG, LAD-Raumordnung, GIS-Koordinationsstelle, 2010.

WEST-TRANSDANUBISCHE WASSERDIREKTION, 2007.

# 8. Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Überblick zur hydromorphologischen Zustandserhebung des
LEBENSMINISTERIUMs (2010)6
Abb. 2: Verlauf der Zustandsbewertung für sehr guten und guten
hydromorphologischen Zustand eines Gewässerabschnittes
(LEBENSMINISTERIUM, 2010)7
Abb. 3: Pinka vom Ursprung bis zur Mündung (eigene Darstellung auf Basis von
ZAHN, 1997)10
Abb. 4: Pinka Untersuchungsgebiet von Burg bis Moschendorf11
Abb. 5: Pinka-Grenzstrecke mit nummerierten Querprofilen, Staatsgebiet und
Flusskilometerzahl (Orthofotos: Amt der Burgenländischen
Landesregierung, 2010; West-Transdanubische Wasserdirektion, 2007)20
Abb. 6: Hauptvermessungspunkte in der Querprofilkartierung (BOK =
Böschungsoberkante, OL = orographisch links, OR = orographisch rechts),
Pinka-Grenzstrecke21
Abb. 7: Fließgeschwindigkeitsmessung im Querprofil (OL = orographisch links,
OR = orographisch rechts), Pinka-Grenzstrecke22
Abb. 8: links: Flo-Mate Funktionsprinzip (BREUER et al., 2010); rechts: Flo-Mate
2000, Messbox mit digitaler Anzeige, Sensor und Messstange (Ort:
Pornóapáti, 2013)22
Abb. 9: links: Beschattungsaufnahme mittels Sonnenkompass, rechts: Ablesung
von Monaten und Tagesstunden (Ort: Gaas, 2013)24
Abb. 10: Sonnenkompass Auswertung der Aufnahme in Gaas (2013) in AutoCAD
25
Abb. 11: Material zur Querprofilerhebung der Pinka-Grenzstrecke (Ort:
Stadtschlaining, 2013)26
Abb. 12: Prinzip der Durchflussmessung, A1-A6 Flächenberechnung, v <sub>1</sub> -v <sub>5</sub>
Fließgeschwindigkeits-messung (eigene Darstellung nach
MORGENSCHWEIS, 2010)29
Abb. 13: Geschwindigkeitsverteilung in einer Messlotrechten in Abhängigkeit der
Beschaffenheit der Gewässersohle (eigene Darstellung nach ÖNORM B 2403,
1998)30
Abb. 14: Berechnung der Teilflächen der Zweitpunktmessung (OL = orographisch
links, OR = orographisch rechts)30
Abb. 15: Interpolierte Fließgeschwindigkeiten im Querprofil mit
Fließgeschwindigkeitsskala
Abb. 16: Wasserspiegelbreite und durchschnittliche Wassertiefe bei beiden
Messungen an der Pinka-Grenzstrecke (Juli 2013)38
Abb. 17: Querprofil der freien Fließstrecke in Vaskeresztes (Juli, 2013)40
Abb. 18: Querprofil der beginnenden Staustrecke im Pegel Eisenberg (Juli, 2013)
40
Abb. 19: Querprofil der Restwasserstrecke Szentpéterfa (Juli, 2013)40
Abb. 20: Freie Fließstrecke in Vaskeresztes, Blickrichtung flussabwärts (Ort:
Vaskeresztes, 20. Juli, 2013)40
Abb. 21: Beginnende Staustrecke im Pegel Eisenberg, Blickrichtung flussabwärts
(Foto: Hans Peter Rauch, Ort: Eisenberg, 11. Juli, 2013)40

Abb.	. 22: Restwasserstrecke Szentpéterfa, Blickrichtung flussaufwarts (Foto:
	Martin Klein, Ort: Szentpéterfa, 20. Juli, 2013)40
Abb.	23: Durchschnittliche Fließgeschwindigkeit an der Pinka der ersten und
	zweiten Messung (M.), mit maximal und minimal vorkommenden Werten
	(Pinka-Grenzstrecke, Juli, 2013)41
Abb.	24: Durchfluss, durchschnittliche, min. und max. Fließgeschwindigkeit der
	ersten Messung (M.) (Pinka-Grenzstrecke, 12. – 19. Juli, 2013)42
Abb.	25: Durchfluss, durchschnittliche, min. und max. Fließgeschwindigkeit der
	zweiten Messung (M.) (Pinka-Grenzstrecke, 30. – 31. Juli, 2013)42
Abb.	26: Durchfluss, Fließgeschwindigkeit, Wassertiefe, Wasserspiegelbreite der
1100.	21 Querprofile bei der ersten Messung (Pinka-Grenzstrecke, 12. – 19. Juli,
	2013)
Ahh	27: Uferbeschaffenheiten und Fließgeschwindigkeit der ersten Messung
1100.	(M.) (Pinka-Grenzstrecke, Juli, 2013)45
Δhh	. 28: Prozentueller Anteil der Choriotoptypen pro Querprofil (Pinka-
AUU.	Grenzstrecke, Juli, 2013)46
۸hh	29: Choriotopverteilung aller Profile (Pinka-Grenzstrecke, Juli, 2013)47
	. 30: Hauptkorndurchmesser und Fließgeschwindigkeiten der ersten
ADD.	1 0
۸ l. l.	Messung (Pinka-Grenzstrecke, 12. – 19. Juli, 2013)48
ADD.	. 31: Vegetationsbreite und –höhe in den Querprofilen (Pinka-Grenzstrecke,
411	Juli, 2013)
Abb.	32: Beschattung der 21 Querprofile durch Vegetation und Umgebung, sowie
	Lichtstunden pro Jahr (Pinka-Grenzstrecke, Juli, 2013)51
Abb.	. 33: Sonnenkompasswerte für den Juni 2013 mit der Fließrichtung (O =
	Osten, SO = Südosten, S = Süden, SW = Südwesten; Pinka-Grenzstrecke, Juli,
	2013)
	34: Beschattung im Juni 2013 von 10 Uhr bis 14 Uhr (Pinka-Grenzstrecke,
	Juli, 2013)53
Abb.	35: Vegetationshöhe und Wasserspiegelbreite der Querprofile (Pinka-
	Grenzstrecke, Juli, 2013)54
Abb.	36: Abflüsse der ersten Messung nach der Surfer-Methode an der Pinka-
	Grenzstrecke im Zeitraum 12 19. Juli, 201359
Abb.	37: Abflüsse der zweiten Messung nach der Surfer-Methode an der Pinka-
	Grenzstrecke im Zeitraum 30 31. Juli, 201359
Abb.	38: Gegenüberstellung zweier Pegelkurven und einer Zeitpunktmessung in
	Burg an der Pinka (1.1.2013 - 30.9.2013)61
Abb.	39: Gegenüberstellung zweier Pegelkurven und einer Zeitpunktmessung in
	Felsőcsatár an der Pinka (1.1.2013 – 30.9.2013)61
Abb.	40: Gegenüberstellung zweier Pegelkurven und einer Zeitpunktmessung im
	Pegel Moschendorf an der Pinka (1.1.2013 – 30.9.2013)62
Abb.	41: Artenzahl der Vegetation und ihre maximale Höhe (Pinka-Grenzstrecke,
	August, 2013)65
	42: Vegetationsbreite am linken und rechten Ufer (Pinka-Grenzstrecke,
1100.	August, 2013)65
Ahh	43: Abgeschätzte Fließgeschwindigkeiten an der Wasseroberfläche (Pinka-
1100.	Grenzstrecke August, 2013)66
Δhh	. 44: Absturzhöhe von Staumauern (linke y-Achse) und anderen
1100.	Querbauwerken (rechte y-Achse) (Pinka-Grenzstrecke, August, 2013)67
	Querbaavvernen (reente y mense) (rinna urenzsuletne, August, 2013)

Tabellenverzeichnis 94

Abb. 45: Aufteilung der Flusskilometer (Fkm) in Staustrecke und freie
Fließstrecke der Pinka-Grenzstrecke (2013)6
Abb. 46: Zustandsbewertung der Einzelparameter und deren Auswertung an der Pinka-Grenzstrecke (August, 2013)66
Abb. 47: Aufteilung der Zustandsklassen nach der Methode Hauptparameter und Haupt-und Zusatzparameter (Pinka-Grenzstrecke, August, 2013)70
Abb. 48: Einzelparameter der Erhebung des Lebensministeriums (Pinka Burg bis Moschendorf, 2009)
Abb. 49: Auswertung der Zustandsklassen und Gegenüberstellung der Methoden Masterthesis (2013), Sumad-Studie (2006), Aufnahme Lebensministerium (2009) an der Pinka von Burg bis Moschendorf (HP = Hauptparameter: Ufer
und Sohldynamik, HP+ZP = Haupt- und Zusatzparameter,
7K = 7 Zustandsklassen, 5K = 5 Zustandsklassen, HP+2P = Hauptparameter + Laufentwicklung und Uferbegleitsaum)74
Abb. 50: Zustandklasse 1 der sechs Parameter und Fließgeschwindigkeit (Pinka-
Grenzstrecke, August, 2013)
Abb. 51: Zustandsklasse 2 der sechs Parameter und Fließgeschwindigkeit (Pinka Grenzstrecke, August, 2013)7
Abb. 52: Zustandsklasse 3 der sechs Parameter und Fließgeschwindigkeit (Pinka Grenzstrecke, August, 2013)
Abb. 53: Zustandsklasse 4 der sechs Parameter und Fließgeschwindigkeit (Pinka
Grenzstrecke, August, 2013)79
Abb. 54: Hydromorphologischer Zustand nach den Bewertungsmethoden der Masterthesis (2013) und der Sumad-Studie (2006) an der Pinka-
Grenzstrecke (HP = Hauptparameter, ZP = Zusatzparameter) (2013)84 Abb. 55: Hydromorphologischer Zustand der österreichischen Abschnitte nach den Bewertungsmethoden der Masterthesis (2013) und des
Lebensministeriums (2009) an der Pinka-Grenzstrecke (2013)(HP = Hauptparameter, ZP = Zusatzparameter, 2P = zwei Parameter, AUT = nur österreichische Abschnitte)8
9. Tabellenverzeichnis
Tab. 1: Bezeichnung der Choriotope mit Korngrößen (JUNGWIRTH et al., 2003).
Tab. 2: Bewertungsklassen und zugehörige Farbvergebung der sechs Parameter (nach LEBENSMINISTERIUM, 2010)
Tab. 3: Ökomorphologische Zustandsklassen nach W. Werth (nach AMT DER BURGENLÄNDISCHEN LANDESREGIERUNG, 2006)
Tab. 4: Pegelmessstellen für Durchfluss und Wasserstand im
Untersuchungsgebiet an der Pinka (Stand: Oktober, 2013)14 Tab. 5: Einzugsgebiet an den Pegelmessstellen des Untersuchungsgebiets, *
Daten entnommen: Hydrographisches Jahrbuch von Österreich 2010 (LEBENSMINISTERIUM, 2012), ** Daten entnommen: OSWALD (2002),
HYDROGRAPHISCHE DATEN AUS DEM JAHR 2006 VON UNGARN (2014)14 Tab. 6: Jahresabflusswerte an den Pegelstellen im Untersuchungsgebiet, * Daten
entnommen: Hydrographisches Jahrbuch von Österreich 2010 (LEBENSMINISTERIUM, 2012), ** Daten entnommen: HYDROGRAPHISCHE
DATEN AUS DEM JAHR 2006 VON UNGARN (2014)1

Tabellenverzeichnis 95

# 10. Anhang

# 10.1. Erhebungsbogen Querprofilaufnahme

Gewässerstrukturkartierung

Datum/Uhr:	Aufnahmegebiet:								
Bearbeiter:	Flusskilometer:								
Profilnr.:	Wasserführung zum Zeitpunkt: m³/s Burg								
	NQ MQ m³/s Moschendorf								
II.1. Flusstyp	II.2. Flusslauf/Lauftyp II.3. Talform								
Flachlandgewässer	gestreckt Sohlenkerbtal								
Talmäander	verzweigt / geteilt Talebene								
linear	pendelnd								
Ausleitung	gewunden								
Restwasser	mäandrierend								
Nestwasser									
III. Verzahnung Flusssohle	- Böschung								
in verzamang massome	links rechts								
unterschiedliche									
Strömungsbereiche	ja   mäßig   nein   ja   mäßig   nein								
Uferanbrüche	ja mäßig nein ja mäßig nein								
Prallufer	ja mäßig nein ja mäßig nein								
Gleitufer	ja mäßig nein ja mäßig nein								
Totholzansammlung	ja mäßig nein ja mäßig nein								
Makrophytenbestände	ja mäßig nein ja mäßig nein								
Beschattung	ja mäßig nein ja mäßig nein								
Gesamteindruck									
IV. Längsprofil									
IV.1. Abschnitt durch	IV. 1.1. wenn "ja"								
künstl. Stau beeinflusst									
<u> </u>	Name des Wehres								
nein / freifließend	Länge Staubereich								
V. Laufentwicklung									
	lauf im natürlichen, uneingeschränkten Zustand								
=	Gewässerverlauf nicht wesentlich verändert								
=	he, jedoch nicht durchgehende Laufveränderung;								
	nderungen des Gewässertypes kommen								
· —	digung des Gewässerverlaufs;								
	de Änderung des Gewässertyps								
	verrohrt oder liegt in geschlossenem Kastenprofil								
_									
VI. Beschattung									
Horizontoskop/									
Sonnenkompass	Fotonr.:								
I									

# Nivellierbogen

Datum:			Fotonummern:					
Bearbeiter:			Messgerät:					
Profilnr.:								
Skizze oder A								
		Carätahäha						
Mess-	a	Gerätehöhe	A1.1					
punktnr.	Standpunkt	in cm	Ablesung in cm	OF	UF	Gon	Bemerkung	
			1					
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23 Gefälle								
Mess- punktnr.	Standpunkt	Gerätehöhe in cm	Ablesung in cm	OF	UF	Gon	Bemerkung	
1 flussauf								
2 flussab								
3								

# Fließgeschwindigkeit /-verhalten

Datum:						Fotonummern:						
Bearbeit					Messgerät:							
Profilnr.:												
Skizze: Ve	rteilung ir	n Profil										
1												
1												
Messnr.	Abatand	Tiefe	Tiofo (day)	Mort (m/s)								
1	Abstand	v100	Tiefe (dm)	Wert (m/s)		Fließverha	lton	1				
2		v40		+	Stromstrio		iiteii	1				
3		v0	<del> </del>	+		fgelöst						
4	_	v100	<del>                                     </del>	+		heitlich						
5		v40		<del>                                     </del>	Strömung			1				
6		v0		1	variabel							
7		v100										
8		v40										
9		v0			Stromstrich							
10		v100				ungen - im Rh selnder Strom		m Potamal ruhige	er,			
11		v40						gen im Stromstric	h			
12		v0				g, Vergleichn	näßigung) ıbare Unregelmäí	Rigkeiten				
13		v100					uptstromstrich	signetteri,				
14		v40		+			lge massiver fluss	baulicher Eingriff	e			
15		v0		-	Strömungsn - nat. Auspr		ithral rasches Str	ömen mit hoher 1	Turbulenz.			
16 17		v100 v40		<del>                                     </del>	im Potama	l Kehrströmu	ng, Ruhigwasserb	ereich, Aufwallur				
18		v0		+		ge Beeinträch bild deutlich						
19		v100	<del>                                     </del>	++	z.B. im Rhit	hral nur durc	h Profilrauigkeit	noch gewisse Tur	bulenzen			
20		v40		1	- Strömungs	muster stark	verändert oder v	ereinheitlicht				
21		v0		1								
22		v100										
23		v40										
24		v0			Messnr.	Abstand	Tiefe	Tiefe (dm)	Wert (m/s)			
25		v100			31		v100					
26		v40			32		v40					
27		v0			33		v0					
28		v100			34		v100					
29		v40		<b>├</b>	35		v40		ļ			
30		v0			36		v0					
1	messen in m											
v0 = Sohle	lor Massart's	fo luor	n)									
I	ier wassertie seroberfläch	efe (von unte	11)									
ATOO = MARS	seropernach	e e										

# Choriotope Vegetation

Datum:						Profilnr.:							
Bearbeiter:							Foto	numn	nern:				
								-		nern:			
10 m auf + ab von Pro Choriotope	fil	1	2	3	4	5	6	7	8	9		Sonderfall: angesp	
Pelal < 0,063mm										Ш		Mächtigkeit: (Abm	essung)
Psammal 0,063 - 2	! mm												
Akal 0,2 - 2 cm										Ш			
Mikrolithal 2 - 6,3													
Mesolithal 6,3 - 20													Sohle:
Makrolithal 20 - 4													natürlich
Megalithal > 40 cm	n												künstlich
Blockwurf										$\vdash$			Verbindung:
auffallend viel organische Wasserpflanzen -	r Anteil		Toth	olz.		<u> </u>	Hai	ıfen		l Inmerk	ung	1	hyp. Intersitial
Art	(%)*		100	a		zel- mm	110	ileli		WIIII CIK	ung		ja nein
		Ш		b	H		H					1	
		III		c	Ħ		H					1	
		IV		d								1	
		V		е								1	
		VI										1	
		VII	1	nicht, 2	- vere	inzelt, 3	3 - verm	ehrt, 4	- große	Anhäufu	ıngen		
		VIII	Besch	attun	g		Lichtr	aum (	m)	Überl	nang (W	asseranschlaglinie)	Uhrzeit, Anmerk.
		ΙX	geschl	ossen						links:		rechts:	
		Х	< ½ of	fen						links:		rechts:	
		ΧI	> ½ of	fen						links:		rechts:	
* Bedeckungsgrad Wa	sserfläche	;	keine	Besch	attun	g 🔲				links:		rechts:	
bei Choriotopen: Anga wenn vorhanden (Flus Mächtigkeit: Länge, Bi Choriotope werden in	s sichtbar reite, Höh	e (über	Wassers	piegel)	, Chori	otope				d. (nicht	nur im scl	nmalen Profil)	

# Choriotope Vegetation

_		
Uferpflanzen	links	rechts
Ufersaumbreite		
einreihig		
mehrreihig Meter		n ja nein
Höhe		
Bedeckung		
0-5%		
6-25%		
26-50% 51-75%		
76-100%		
Baumschicht	ja nei	ja nein
Strauchschicht	ja neir	1 <b>—</b> 7 <b>—</b>
Krautschicht	ja neir	n ja nein
Leitarten 1		
3		
4		
5		
6	ó	
auf 40m Abschnitt bezo	ogen	
Höhe: durchs. max Höh	ie	
Baumschicht > 5m		
Strauchschicht 0,5-5m		
Krautschicht alles Kraut	tige, egal wie hoch (inkl.	Knöterich), Gehölze bis 0,5m

# 10.2. Erhebungsbogen Längsverlaufaufnahme

# Längsverlauf

Datum		Aufnahi	negel	oiet								
Bearbeiter		Flusskild	omete	er (von	- bis)							
Fotonr.		Wasserführung zum Zeitpunkt							m³/s	Burg		
		Q	M	Q				m³/s	Mosche	endorf		
II.1. Flusstyp		II.2. Flus	sslauf	/Laufty	р		II.3. T	alform				
Flachlandgewässer gestreckt Sohlenkerbtal												
Talmäander verzweigt / geteilt Talebene												
Talebone												
L Ausleit		=										
Restwa	isser	∐ m	iãandi	rierend								
III.Restwasse	r									Fließve	rhalten	
Abschnitt du	rch Wasseren	tnahme	beeir	flusst:		Ja			Strom	nstrich		
						Nein	1		$  \Box  $	aufgel	öst	
Restwasserst	recke trocker	, <u> </u>	Ja							einhei		
			Nein	_					Ström	nungsmu	ster	
Strömungsge	schwindigkeit			m/s						variab	el	
										lamina	ır	
V. Stau												
Abschnitt du	rch künstl. Sta	au beein	flusst									
│			1	Name d	es We	hres						
	:0: 0 1	В	eginn	Stauwı	ırzel (	Fkm)						
Nein/fi	reifließend						Wasser	rschwankı	ıngen aı	m Ufer be	, obachten	
VI. Querbauv	verke											
Anzahl der Q	uerbauwerke			Lage im	Plan ein	zeichn	en					
Welche	Arten von Qu	erbauw	erken									
Abstur	zhöhe (horizo	ontal/vei	tikal)									
	Fi	schpassi	erbar									
VII. Morphol	ogie											
Uferdynamik		1		2	3		4	5		nat.	rest.	
Sohldynamik		□ 1		2	3		4	5				
Laufentwickl	ung	□ 1		2	3		4	5				
Substratzusa	mmen-	$\Box$ 1	$\overline{}$	^ _	_ _		<sub>4</sub> Γ					
setzung			Ш	2 L	3	Ш	4 L	5				
Strukturen in	n Bachbett	1		2	3		4 [	5				
Uferbegleitsa	ium -			_	_		_	_				
Vegetation		∐ 1		2	3	Ш	4 L	5				
VIII. Vegetati	on	Höhe		Bedec	kung		Breite	2	Totho	olz:		
						- 5%	Links			nicht	ı	
				i Fi		25%	ı		lΠ	vereinz	elt	
							Recht	ts:	ΙĦ	vermel		
						75%	ı				äufungen	
					76 - 1		$\overline{}$		, —	-	-	

# Längsverlauf

IX. Beschattung				Lichtraum (m)	Überhang (Wasseranschlaglinie)		Uhrzeit, Anmerk.
geschlossen					links:	rechts:	
< ½ offen					links:	rechts:	
< ½ offen > ½ offen	П				links:	rechts:	
keine Beschatt	ung	$\Box$			links:	rechts:	
X. Fischaufstiegshilfe							
in Bau							
in Betrieb 🔲 funktionierend							
Ī	Ħ			ınktionierend	Grund:		
	_						
XI. Vorkommende Profilformen (Skizzen)							
wenn nicht sichtbar, abschätzen							
Welli Helle Sichtball, abschatzen							