

Wiss. Mitt. Niederösterr. Landesmuseum	21	209-220	St. Pölten 2010
--	----	---------	-----------------

Die Thaya im Nationalpark Thayatal – eine flussmorphologische Analyse auf verschiedenen räumlichen Skalenebenen

Ronald E. Pöpl, Berthold Bauer, Margreth Keiler, Thomas Glade

Zusammenfassung

Die Thaya hat sich im Untersuchungsgebiet in Form von Talmäandern in das Kristallin der Böhmisches Masse eingetieft, verfügt über zahlreiche Inselbildungen und weist direkten menschlichen Einfluss in Form von Wehranlagen und eines Staudammes mit Schwallbetrieb auf. Ziel dieser Arbeit ist es zu ermitteln, ob fluvi-morphologische Prozesse und Formen auf unterschiedlichen räumlichen Skalenebenen im Untersuchungsgebiet Nationalpark Thayatal auf jeweils verschiedene Einflussfaktoren zurückzuführen sind. Um dies zu erreichen wurden flussmorphologische Phänomene auf Makro-, Meso- und Mikroskalenebene mit potentiellen Kausalfaktoren in Beziehung gesetzt. Um die Bedeutung der jeweiligen Einflussfaktoren eruieren zu können, stehen die Mäandergeometrie (Makroskala), Inselbildungen und Gleit-/Prallhangabfolgen (Mesoskala) sowie die Korngrößenbeschaffenheit von Flussbettsedimenten (Mikroskala) ausgewählter Flussabschnitte der Thaya im Zentrum des Interesses. Das verwendete Methodenspektrum reicht von GIS-gestützten flussmorphometrischen Verfahren über geomorphologische Kartierungen bis hin zu Korngrößenanalysen von Flussbettsedimenten. Es konnte gezeigt werden, dass in einem Gewässerabschnitt die Flusslänge bedeutend von der Tallänge abweicht (Makroskala), was vermutlich auf eine tektonische Störung zurückzuführen ist. Inselbildungen treten im Untersuchungsgebiet beinahe ausschließlich in mäandrierenden Flussabschnitten auf. Des Weiteren bewirkt der Geschiebeeintrag von Zubringerbächen eine Ablenkung des Hauptstromstrichs der Thaya, was zu einer lokalen Veränderung der Gleit- und Prallhangabfolgen (Mesoskala) führt. Auf Mikroskalenebene zeigte sich, dass der Schwallbetrieb des Kraftwerks Vranov nad Dyjí erheblichen Einfluss auf die Beschaffenheit der Flussbettsedimente hat. Die Ergebnisse dieser Studie lassen somit darauf schließen, dass ein fluviales System auf seinen unterschiedlichen räumlichen Skalenebenen von jeweils verschiedenen Kausalfaktoren maßgeblich beeinflusst wird.

Abstract

The Thaya River within Thayatal National Park – fluvio-morphological investigations on different spatial scales

The Thaya River deepened into the Crystalline of the Bohemian Massif forming incised meanders, and exhibits numerous fluvial islands. Furthermore, human activities due to river engineering structures (i.e. weirs and a daily flushed hydroelectric dam) directly impact the river. The main objective of this paper is to identify whether fluvial processes and forms on different spatial scales are related to diverging factors of influence within the study area of Thayatal National Park. In order to meet the objectives, fluvio- morphological phenomena on macro-, meso- and micro-scale level had causally been coupled with potential controlling factors. Thus, this survey focuses on meander geometry (macro-scale), fluvial islands and sequences of slip-off and undercut-slopes (meso-scale), and grain size distributions in river bed sediments (micro-scale) in selected river sections of the Thaya River. To investigate these phenomena, GIS-based morphometric surveys, geomorphological mapping methods, and grain size analysis methods were used. Regarding the incised meanders (macro-scale) the analysis shows that on one site channel length significantly deviates from valley length. Fluvial islands occur almost exclusively within meandering channel reaches and bed load input by tributaries causes diversion of the Thaya River main channel line, and in consequence changes the sequences of slip-off and undercut-slopes (meso-scale) locally. At the micro-scale level daily floods of the hydroelectric power plant of Vranov nad Dyjí influence the sediment composition of the surface river bed substantially. These results of this study allow us to conclude that the factors of influence on a fluvial system change substantially with scale.

Keywords: Fluvial processes and forms, Thayatal National Park, spatial scales, meander geometry, fluvial islands, sequences of slip-off and undercut-slope banks, river bed sediments, human impact

Einleitung

Fließgewässer sind offene Systeme, welche mit ihrer Umwelt durch Energie- und Stoffflüsse verbunden sind. Wechselwirkungen zwischen Faktoren wie Lithologie, Pedologie, Topographie, Klima und Vegetationsbedeckung beeinflussen das Sedimenttransportregime sowie das hydrologische Regime eines Fließgewässers und führen zu unterschiedlichen Ausprägungen von fluvialen Prozessen und Formen. Veränderungen im fluvialen System werden jedoch auch wesentlich durch das

Eingreifen des Menschen – direkt (z.B. durch die Errichtung von Staudämmen oder Wehranlagen) oder indirekt (z.B. durch landwirtschaftliche und forstwirtschaftliche Eingriffe im Einzugsgebiet) – hervorgerufen.

Eine Analyse von fluvial-morphologischen Prozessen und Formen kann auf unterschiedlichen räumlichen (und zeitlichen) Skalenebenen erfolgen, von der mikroskaligen Ebene (z.B. Rippelbildungen in einem Flussbett) über die Mesoebene (z.B. Talformen) bis hin zur Makroebene (z.B. Laufmuster eines gesamten Flusssystems).

Ziel dieser Arbeit ist es zu ermitteln, ob fluvial-morphologische Prozesse und Formen auf unterschiedlichen räumlichen Skalenebenen im Untersuchungsgebiet Nationalpark Thayatal auf jeweils verschiedene Einflussfaktoren zurückzuführen sind. Um diese Frage beantworten zu können, wurden folgende flussmorphologische Phänomene auf Makro-, Meso- und Mikroskalenebene mit potentiellen Kausalfaktoren in Beziehung gesetzt: (a) Geometrie von Talmäandern (Makroskala), (b) Fluviale Inselbildungen (Mesoskala), (c) Gleithang- und Prallhangabfolgen (Mesoskala), (d) Korngrößenverteilung der oberflächennahen Flussbettsedimente (Mikroskala).

Untersuchungsgebiet

Der Nationalpark Thayatal befindet sich im nördlichen Grenzgebiet Niederösterreichs zur Tschechischen Republik (Abb. 1), in dem die Thaya über ca. 25 km die gemeinsame Staatsgrenze bildet. Die Fläche des gesamten Nationalparks umfasst 1.330 ha.

Am Ostrand der Böhmischen Masse gelegen, ist das Untersuchungsgebiet dem Moravikum zuzuordnen. Hier dominieren als Gesteinsfazies Gneise, im Gegensatz zu den Graniten im westlich angrenzenden Moldanubikum. Innerhalb dieser lithologischen Großeinheiten kommt es jedoch immer wieder zu lokalen Variationen (vgl. ROETZEL et al. 2005).

Das Nationalparkgebiet befindet sich in einer flachwelligen Rumpfgebirgslandschaft mit geringen Hangneigungen. Die höchsten Erhebungen erreichen eine Höhe von knapp 500 m ü. NN. Dieses flachwellige Landschaftsbild wird lediglich durch die Eintiefung der Thaya in Form von Talmäandern (Gleitmäandern) sowie durch die Talbildung ihrer Zubringerbäche unterbrochen.

Das Untersuchungsgebiet liegt an einer ausgeprägten Klimagrenze zwischen der im Osten gelegenen pannonischen Klimaregion und dem auf den Hochflächen der Böhmischen Masse vorherrschenden atlantischen Klima. Der Raum Hardegg (Abb. 1b) weist durchschnittliche Jahresniederschläge von 600 mm auf. Der

Jahresmittelwert der Temperatur beträgt hier ca. 8° C (FISCHER & PAAR 1992).

Die Vegetationsbedeckung ist geprägt durch großflächige Laubwälder, in welche vereinzelt auch Sonderstandorte (Felsen, Trockenrasen) eingelagert sind. Entlang der Thaya und ihrer Zubringerbäche herrscht begleitende Ufervegetation vor. Zusätzlich befinden sich im Untersuchungsgebiet vereinzelt extensiv genutzte Wiesenflächen und Nadelholzforste (ESSL & HAUSER 2002).

Menschliche Eingriffe durch flussbauliche Maßnahmen sind in Vranov und Znojmo in Form von Staudämmen vorhanden. In Vranov nad Dyjí liegt ein Speicherkraftwerk mit Schwallbetrieb. Bei den täglichen Schwallspitzen steigen die Durchflusswerte der Thaya von mind. 1 m³/s auf 30–40 m³/s an. Des Weiteren befinden sich entlang der Thaya vereinzelt Wehranlagen (PÖPPL 2007).

Methodik

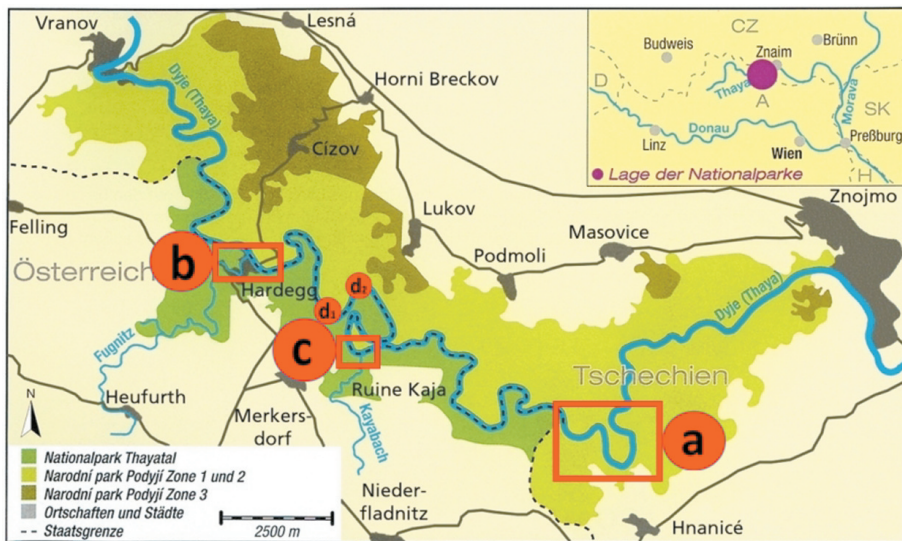


Abb. 1: Verortung des Untersuchungsgebietes, rot: „locations of interest“. Grafik: NP Thayatal, Bearbeitung: R. Pöpl

(a) Mäandergeometrie

Zur Klassifikation der Mäanderbögen wurden Grundparameter der Mäandergeometrie nach ZELLER (1967) herangezogen:

- b Breite des Mäandergürtels
- b_T Breite der Talsohle
- l_F Flusslänge zwischen A und B

- l_T Tallänge zwischen A und B
 c Abstand zwischen A und B (Luftlinie)

Das Ausmaß des Mäandrierens eines Fließgewässers wurde mittels des Sinuositätsindex (P) nach SCHUMM (2005) erhoben. Je näher P der Zahl 1 ist, desto geradliniger verläuft der Fluss.

$$P = l_F / l_T$$

(b) Inselbildungen

Im Zuge einer GIS-gestützten Kartierung wurden alle Inselbildungen sowie potentielle Einflussfaktoren wie Flusslaufmuster, Sedimenteintragsquellen, Sohlstufen und Zubringerbäche im Untersuchungsgebiet erfasst und anschließend im Zuge einer Geländebegehung validiert. Darauf folgend wurden die erhobenen Daten mittels einer statistischen Varianzanalyse miteinander kausal in Beziehung gesetzt.

(c) Gleithang- und Prallhangabfolgen

Im Rahmen einer Geländebegehung wurden Abweichungen von regelhaften Gleithang- und Prallhangabfolgen kartiert. An diesen Lokalitäten wurden Flussbett- und Tal- Querprofile erstellt. Während die Flussbettquerprofile im Gelände aufgenommen wurden, sind die Tal- Querprofile auf Basis eines Digitalen Geländemodells mit der GIS- Software Global Mapper 10 erstellt worden. Eine Ermittlung der Gerinnetiefen in cm erfolgte in 1 dm-Abständen unter Zuhilfenahme eines Messstabes („Stabmethode“). Die Tal-Querprofile wurden auf Basis eines Digitalen Geländemodells mit der GIS-Software Global Mapper 10 erstellt.

(d) Flussbettsedimente

Im Zuge einer mehrtägigen Geländebegehung wurden die mittleren Korngrößen der oberflächlichen Flussbettsedimente sowie Bankbildungen kartiert und in Form einer 'Facies Map' festgehalten (zu Facies Mapping, siehe KONDOLF et al. 2003).

Anschließend wurden an Bankbildungen Flussbett-Sedimentproben aus zwei unterschiedlichen Sohlstiefen entnommen: Surface Layer (0 cm–15 cm) – Probenbezeichnung: x/1, Subsurface Layer (15 cm–30 cm) – Probenbezeichnung: x/2. Die Bestimmung der Mindestmasse der Urprobe sowie die Durchführung des „Siebanalyseverfahrens“ verliefen nach ÖNORM L 1061-1 (2002). Darauf folgend erfolgte eine Serie von „Siebanalysen“ (Maschenweiten: 63 μ m; 200 μ m; 0,63 mm; 2 mm; 4 mm; 8 mm) im physiogeographischen Labor der Universität Wien.

Tab. 1 gibt einen zusammenfassenden Überblick zum verwendeten Methodenspektrum sowie zu den Datengrundlagen, welche für die Analysen herangezogen wurden.

Tab. 1: Methodenspektrum und Datengrundlage

Forschungsobjekt	Ziel	Methode	Datengrundlage
Mäander- geometrie (a)	Ermittlung von Grund- parametern der Mäandergeometrie	GIS-gestützte flussmorphometrische Erhebung und Analyse von Grund- parametern der Mäandergeometrie nach ZELLER (1967), SCHUMM (2005)	Digitales Geländemodell 1 m x 1 m (DGM), Österreichische Karte 1 : 50.000
Inselbildungen (b)	Lageermittlung von Insel- bildungen (i), sowie Ermittlung lokaler Einflussfaktoren auf den Geschiebehalt (ii)	i) GIS-gestützte Kartierung von Inselbildungen ii) GIS-gestützte Kartierung von pot- entiellen Sedimenteintragsquellen, Zubringerbächen und Sohlstufen; GIS-gestützte Methoden der Fluss- morphometrie (Flusslaufmuster)	
Gleit- und Prall- hangabfolgen (c)	Ermittlung von Gleithang- Prallhangabfolgen	Erstellung von Flussbettquerprofilen und GIS-gestützte Ermittlung von Talquerprofilen	
Flussbett- sedimente (d)	Ermittlung der Korngrößenverteilung oberflächennaher Flussbettsedimente	„Facies Mapping“: mittlere Korn- größen oberflächlicher Flussbettsed.; „Siebanalysen“: Korngrößenverteil- ung von Flussbettsedimenten	

Ergebnisse und Diskussion

(a) Mäandergeometrie (Makroskala)

Unter Mäandern versteht man Flussschlingen, die sich in Flussabschnitten mit geringem Sohlgefälle und mittlerem Geschiebetrieb ausbilden. Im Bereich der Krümmung weist das Flussbett einen asymmetrischen Querschnitt auf, mit tiefem Wasser und steiler Unterwasserböschung an der Innenseite der Krümmung (Prallufer) und seichtem Wasser sowie flacher Unterwasserböschung an der Innenseite der Krümmung (Gleitufer) (AHNERT 1999).

Es lassen sich zwei Haupttypen von Flussmäandern unterscheiden: freie Mäander und Talmäander. Freie Mäander liegen vollständig in der Talsohle einer Ebene, deren Material aus den Ablagerungen des Flusses selbst besteht (Alluvium).

Talmäander hingegen entstehen durch die Tiefenerosion eines mäandrierenden Flusses. Das eingetiefte Tal folgt dabei den Krümmungen des Flusses, d.h. der Talverlauf selbst mäandriert. Die Zentrifugalkraft drängt hier wie in freien Mäandern den Stromstrich nach außen und erzeugt hier entsprechend dem Prallufer des freien Mäanders einen so genannten Prallhang. Ihm gegenüber, an der Innenseite liegt der Gleithang (AHNERT 1999).

Für das Laufmuster der Thaya im gesamten Nationalparkgebiet ergibt sich für den Sinuositätsindex P folgender Wert (Gleichung 1):

$$P = 23.406 \text{ m} / 22.491 \text{ m} = 1,041$$

Der berechnete Wert P (1,041), welcher auf einen geradlinigen Flusslauf verweist, ist, nach einem Vergleich mit dem stark mäandrierenden Flusslauf der Thaya im Untersuchungsgebiet (Abb. 1), eindeutig durch eine Talmäanderbildung zu erklären. Würde es sich um freie Mäander handeln, die sich durch die Eigendynamik des Flusses im eigenen Alluvium entwickeln können, wäre l_F um ein vielfaches größer als l_T , was sich in einem hohen P -Wert niederschlagen würde. Es konnten im Untersuchungsgebiet auch Mäanderbögen beobachtet werden (Abb. 2), in denen die Flusslängen bedeutend von den Tallängen abweichen. Um dies zu überprüfen wurden die Grundparameter eines Subabschnittes eines solchen Mäanderbogens nahe dem Untersuchungsgebiet („Šobesmäander“, Abb. 1a) in Anlehnung an ZELLER (1967) (Abb. 2) sowie der Sinuositätsindex P nach SCHUMM (2005) (Gleichung 2) erhoben:

$$P = 1.067 \text{ m} / 919 \text{ m} = 1,161$$

Die Ergebnisse zeigen, dass die Flusslänge (l_F) größer ist als jene der Tallänge (l_T), dies kommt auch in einem höheren Wert für P (1,161) als für den Gesamtflusslauf der Thaya (vgl. Gleichung 1) im gesamten Untersuchungsgebiet P (1,041) zum Ausdruck. Diese Werte weisen auf eine Flussmäandrierung innerhalb des Tales hin, welche vom Talmäander abweicht. Gründe dafür, dass sich hier ein breiteres Tal ausbildete, könnten lokale Eigenschaften des lithologischen Untergrundes oder eine tektonische Störung („Waitzendorfer Störung“), ca. 1 km östlich des „Šobesmäanders“ sein (vgl. ROETZEL et al. 2005).

(b) Inselbildungen (Mesoskala)

Flussinseln sind auch bei Flut- oder Hochwasserereignissen über den Wasserspiegel hinausragende Landmassen, welche vollständig von Wasser umgeben sind und bestehen hauptsächlich aus akkumuliertem Flusssediment.

Die Ergebnisse im Zuge der GIS-gestützten Kartierung von Inselbildungen, Flusslaufmustern, Sohlstufen und Sedimenteintragsquellen und der daran anschließenden statistischen Varianzanalyse werden in Tab. 2 zusammengefasst.

Inselbildungen treten im Untersuchungsgebiet beinahe ausschließlich in mäandrierenden Flussabschnitten auf. Ursache hierfür könnte sein, dass in Gleithangbereichen angelegte Sand- bzw. Kiesbänke nach einer Veränderung des Abflussregimes oder durch eine Laufänderung des Flusses umflossen oder durchbrochen wurden und somit als Flussinseln in der Gewässermitte erhalten blieben. Geschiebeeintrag aus Zubringern sowie gravitative Prozesse (Hangeintrag von

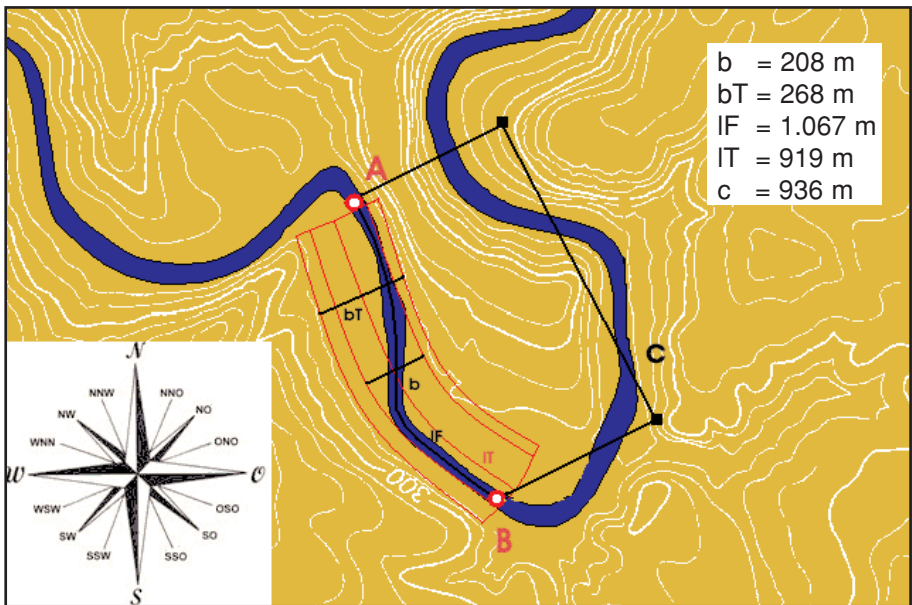


Abb. 2: Mäandergeometrie des „Šobesmäanders“. Grafik: R. Pöpl

Tab. 2: Inselbildungen und potentielle Einflussfaktoren

Insel Nr.	1	2	3	4	5	6	7	Σ
Wehranlage (Sohlstufe)	X							1
Hangeintrag (Felssturz, Rutschung)		X		X		X		3
Zubringerbach			X	X				2
gerader (gestreckter) Flusslauf				X				1
mäandrierender Flusslauf	X	X	X		X	X	X	6

Sedimenten) dürften für die Entstehung von Inseln ein weiteres Einflusskriterium darstellen, was bei Insel Nr. 4 deutlich wird. Des Weiteren kommt es flussabwärts einer Wehranlage im Raum Hardegg (Abb. 1b) zur Ausbildung einer Flussinsel. Bedingt durch Hochwasserwellen kann hier grobes Geschiebe über die Wehranlage (künstliche Sohlstufe) hinweg transportiert und nach Abschwelen des Hochwassers flussabwärts akkumuliert werden. Außerdem kann es flussabwärts von Wehranlagen zu Walzenbildungen sowie zu Auskolkungserscheinungen kommen (Evorsion), wodurch Sediment aus der Flusssohle erodiert und anschließend in Form einer Insel abgelagert wird.

(c) Gleithang- und Prallhangabfolgen (Mesoskala)

Im Mündungsbereich des Kajabaches in die Thaya (vgl. Abb. 1c) kommt es zu einer lokalen Abweichung von regelhaften Gleithang-und Prallhangabfolgen.

Im Tal-Querprofil (Abb.3) ist eine asymmetrische Talform mit linksufrigem Prallhang und rechtsufrigem Gleithang zu erkennen, welche eine analoge Abfolge der Gewässertiefe, mit linksufrigen Flachwasser- und rechtsufrigem Tiefwasserbereich vermuten lässt.

Vergleicht man jedoch dieses Bild mit zugehörigem Flussbett-Querprofil (Abb. 4) wird deutlich, dass die Gewässertiefe linksufrig in Richtung Prallhang bei weitem geringer ist als in Richtung Gleithang. Der Geschiebeeintrag des Kajabaches lenkt hier den Hauptstromstrich der Thaya in Richtung Gleithang ab, welcher durch eine rechtsufrige Konzentration des Abflusses und dadurch bedingte Erosionserscheinungen lokal zum Prallhang abgewandelt wird. Davon kann nun abgeleitet werden, dass es durch hohen Geschiebeeintrag aus Zubringerbächen zu lokal veränderten Gleithang- und Prallhangabfolgen kommen kann.

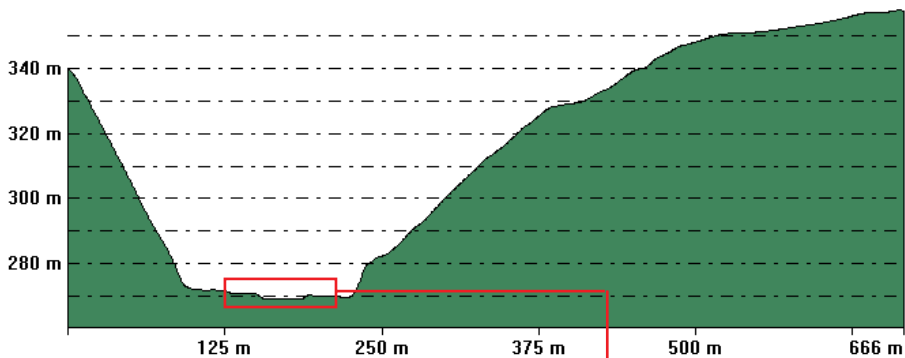


Abb. 3: Tal-Querprofil „Kajabachmündung“. Grafik: R. Pöpl

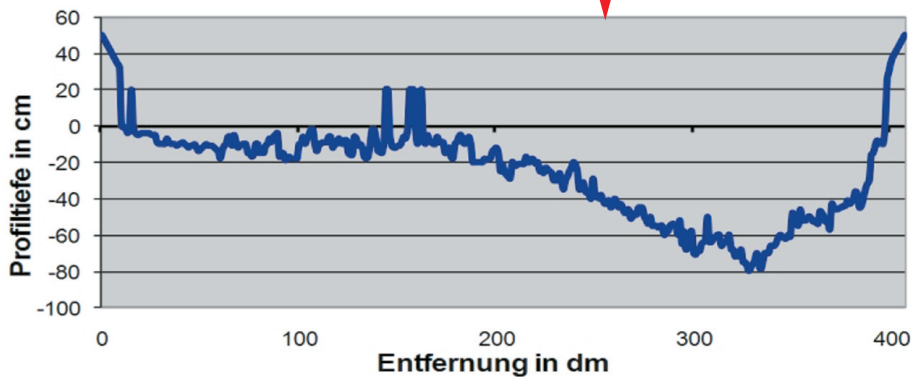


Abb. 4: Flussbett-Querprofil „Kajabachmündung“. Diagramm: R. Pöpl

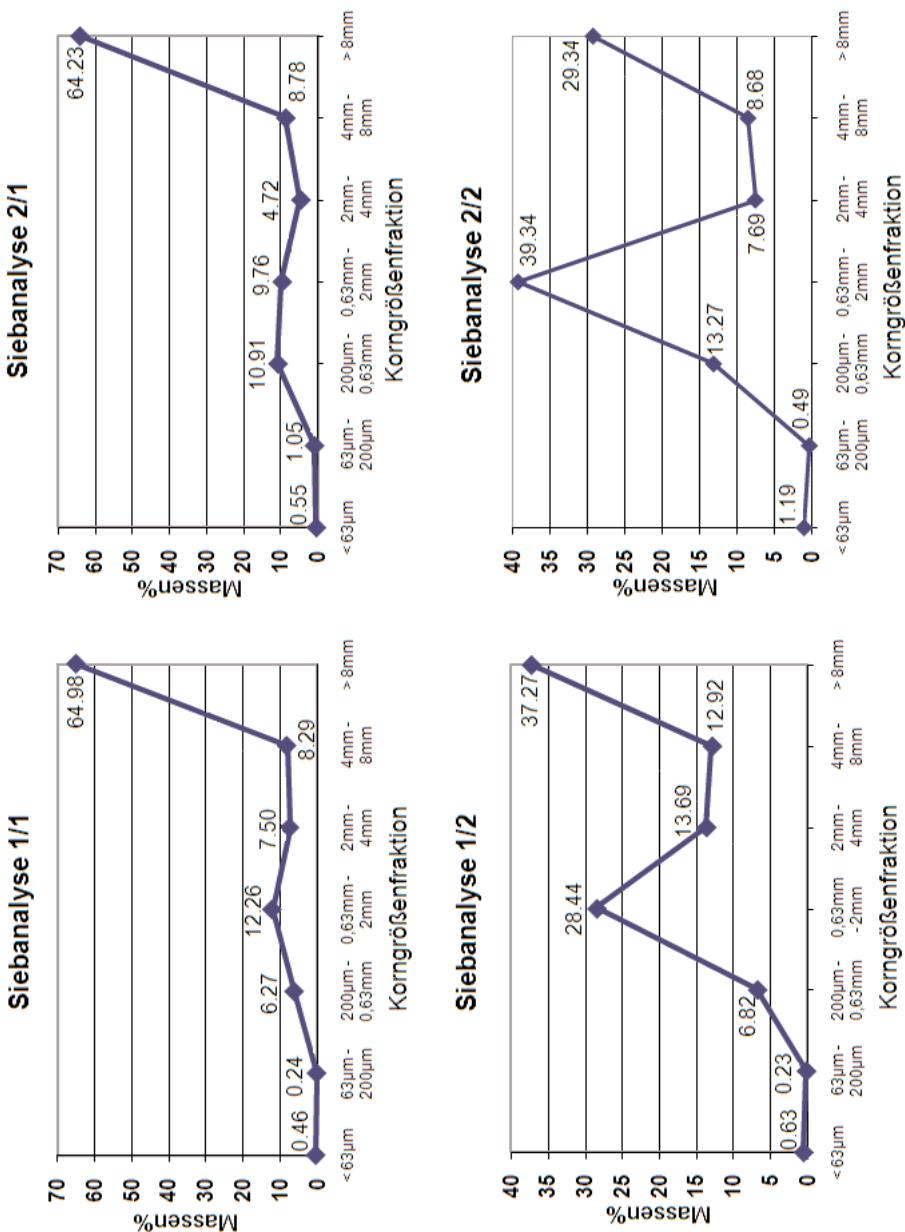


Abb. 5: Korngrößenkurven von Flussbetsedimenten

(d) Flussbettsedimente (Mikroskala)

Das im Untersuchungsgebiet durchgeführte ‚Facies Mapping‘ zeigte, dass die überwiegenden Bereiche der Flusssohle hauptsächlich große Korngrößen (Mittelkies bis Geröll) und Sohlpanzerung aufweisen. Hohe Massenanteile von Korngrößen $< 200 \mu\text{m}$ wurden beinahe ausschließlich in Staubereichen (z.B. flussaufwärts von Wehranlagen) festgestellt.

Die Korngrößenverteilung der Surface Layers 1/1 (Abb. 1 d1), 2/1 (Abb. 1 d2) und deren Subsurface Layers 1/2, 2/2 mittels Siebanalysen zeigt (Abb. 5).

Bei der Betrachtung der Ergebnisse aus den Siebanalysen (Abb. 5) ist festzustellen, dass in den Surface Layers (1/1, 2/1) die Korngrößenfraktionen $> 8 \text{ mm}$ (Mittelkies bis Geröll) deutlich überwiegen, wohingegen in den Subsurface Layers (1/2, 2/2) die Korngrößenfraktionen $0,2 - 4 \text{ mm}$ (Feinsand bis Feinkies) hohe Werte aufweisen. Diese Ergebnisse deuten auf eine durch den Einfluss des Schwallbetriebes zwischen Vranov und Znojmo (Abb. 1) verstärkte Sohlpflasterung hin, denn durch die täglichen künstlich hervorgerufenen Hochwässer werden die Korngrößenfraktionen $< 8 \text{ mm}$ vermehrt aus den Surface Layers abtransportiert, wohingegen diese in den Subsurface Layers längerfristig gespeichert bleiben. Die Anteile der Korngrößenfraktionen $< 200 \mu\text{m}$ (Feinton bis Grobschluff) sind sowohl in den Surface Layers als auch in den Subsurface Layers nur sehr gering ($< 2 \%$) vertreten, dies lässt einen kontinuierlichen Durchtransport dieser Korngrößen vermuten.

Conclusio und Ausblick

Die Ergebnisse dieser Studie zeigen, dass die fluvial-morphologischen Prozesse und Formen der Thaya im Untersuchungsgebiet Nationalpark Thayatal auf unterschiedlichen räumlichen Skalenebenen auf jeweils verschiedene Einflussfaktoren zurückzuführen sind. Auf der Makroskala zeigte sich anhand der Analyse von Grundparametern der Mäandergeometrie, dass vor allem der lithologische Untergrund sowie tektonische Effekte entscheidend sind. Auf der Meso- (Gleithang- und Prallhangabfolgen, Inselbildungen) und Mikroskalenebene (Korngrößenverteilung von Flussbettsedimenten) sind hingegen lokale Sedimenteinträge sowie direkte anthropogene Eingriffe in den Geschiebehaushalt des fluvialen Systems in Form von Wehranlagen und Speicherkraftwerken mit Schwallbetrieb von zentraler Bedeutung. Es ist ein generelles Ziel der Arbeitsgruppe, Interaktionen zwischen fluvialen Systemelementen sowie Koppelungen zwischen Human- und Landschaftssystem im Einzugsgebiet der Thaya näher zu untersuchen.

Danksagung

Folgenden Personen und Einrichtungen, welche die Umsetzung dieser Forschungsarbeit erst ermöglicht haben, sei hiermit unser Dank ausgesprochen: Robert Peticzka, Christa Hermann, Nationalpark Thayatal, Reinhard Roetzel, Kirsten von Elverfeldt, Melanie Kappes, Erwin Pöpl, Astrid Pöpl, Stefan Appl, Nicolas Fedrigotti, Thomas Höchtl und Eva Müller.

Literatur

- AHNERT, F. (1999): Einführung in die Geomorphologie. – Verlag Eugen Ulmer: Stuttgart, 440 pp.
- ESSL, F. & HAUSER, E. (2002): Untersuchung ausgewählter Neophyten im Nationalpark Thayatal: Verbreitung, Lebensräume, Monitoring- und Managementkonzept. – Studie im Auftrag der Nationalparkverwaltung Thayatal, 35 pp. + Anhang
- FISCHER, I. & PAAR, M. (1992): Landschaftserhebung Thayatal. – Geplanter Nationalpark und Umland unter besonderer Berücksichtigung der Wiesen und Trockenrasen. – Bundesministerium für Umwelt, Wien, 4-9
- KONDOLF, G. M., LISLE, T. E., WOLMAN, G. M. (2003): Bed Sediment Measurement. – In: G. M. Kondolf, H. Piégay (eds.), Tools in fluvial geomorphology, 355-356, John Wiley & Sons: Chichester
- ÖNORM (2002): ÖNORM L 1061-1. Physikalische Bodenuntersuchungen–Bestimmung der Korngrößenverteilung des Mineralbodens. Teil 1: Grobboden. – Österreichisches Normungsinstitut
- PÖPL, R. (2007): Die Hydrogeographie der Thaya innerhalb der Grenzen des „Nationalparks Thayatal“ unter besonderer Berücksichtigung der Flussmorphologie und der Inselvegetation. Diplomarbeit (Typoskript), Institut für Geographie und Regionalforschung, Universität Wien, 124 pp. + CD-Rom
- ROETZEL, R., mit Beiträgen von FUCHS, G., HAVLÍČEK, P., ÜBL, CH., WRBKA, TH. (2005): Geologie im Fluss. Erläuterungen zur Geologischen Karte der Nationalparks Thayatal und Podyjí. Geologische Bundesanstalt: Wien, 92 pp.
- SCHUMM, S. A. (2005): River Variability and Complexity. – Cambridge University Press, 151 pp.
- ZELLER, J. (1967): Flussmorphologische Studie zum Mäanderproblem. – Geographica. Helvetica., 22: 57-95

Anschrift der Verfasser:

Institut für Geographie und Regionalforschung, Universität Wien
Ronald E. Pöpl, e-Mail: ronald.poepl@univie.ac.at