

DIPLOMARBEIT

zur Erlangung des akademischen Grades Magister rer. nat.

an der Fakultät für Geowissenschaften, Geographie und Astronomie der
Universität Wien

Titel der Diplomarbeit:

**´Die Hydrogeographie der Thaya innerhalb der Grenzen des
„Nationalpark Thayatal“, unter besonderer Berücksichtigung
der Flussmorphologie und der Inselvegetation´**

Verfasser:

Ronald Pöppl

Matrikel- Nr.:

0006423

Studienrichtung(en):

A 192 / 456 / 445 LA- Geographie und Wirtschaftskunde / UF- Biologie und
Umweltkunde

Beurteiler:

Ao. Univ.- Prof. Dr. Berthold Bauer

Ich versichere,

dass ich die Diplomarbeit selbstständig verfasst, andere als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt und mich auch sonst keiner unerlaubten Hilfe bedient habe.

dass ich dieses Diplomarbeitsthema bisher weder im In- noch im Ausland (einer Beurteilerin/einem Beurteiler zur Begutachtung) in irgendeiner Form als Prüfungsarbeit vorgelegt habe und dass diese Arbeit mit der vom Begutachter beurteilten Arbeit übereinstimmt.

Ort / Datum:

Unterschrift:

Inhaltsverzeichnis

<u>Inhaltsverzeichnis</u>	<u>3</u>
<u>Danksagung</u>	<u>6</u>
<u>1. Einleitung</u>	<u>7</u>
<u>2. Gebietsbeschreibung – „Nationalpark Thayatal / Národní park Podyjí“</u>	<u>8</u>
2.1 Verortung und naturräumliche Gegebenheiten	8
2.2 Geschichte des „Nationalpark Thayatal“ und Definitionen	12
<u>3. Hydrologische und hydraulische Grundlagen des fluvialen Systems</u>	<u>14</u>
3.1 Eigenschaften des Wassers	14
3.2 Wasserkreislauf	15
3.3 Abfluss	16
3.4 Abflussregime und Abflussganglinien	19
3.5 Abfluss und Fließgeschwindigkeit	22
3.6 Fließzustände	25

4. Flusserosion und Flusstransport	28
4.1 Fluviale Prozesse und Landformen	28
4.2 Geschiebe und Schwebstoffe	28
4.3 Flusserosion	31
4.4 Korngrößenanalysen	32
5. Morphologische Gewässerstrukturen	40
5.1 Flussbettbildung als vernetztes System	40
5.2 Erscheinungsformen des Grundrisses	41
5.3 Fluviale Akkumulationsformen der Thaya und deren Vegetationsbedeckung	54
Inseln 1.) „Untere Bärenmühle“	54
Inseln 2.) „Šobes- Süd“	59
Inseln 3.) „Šobes- Ost“	65
Inseln 4.) „Šobes- West“	71
Spornbänke 5.) „Kajabachmündung“	75
5.4 Das Flusslängsprofil und seine Formung	80
5.4.1 Längsprofil	80
5.4.2 Gefälle	82
5.5 Querschnitt	84
5.5.1 Prozesse der Talbildung und Talformen	84
5.5.2 Zusammenwirken von Flussarbeit und Hangentwicklung	85
5.5.2 Das „Thayatal“	87
5.5.2 Flussquerschnittsformen	95
5.5.3 Flussterrassen	96

<u>6. Morphometrische und ökomorphologische Eigenschaften des Gewässernetzes</u>	<u>102</u>
6.1 Gewässertypologie und Ökomorphologie	102
6.2 Morphometrische Eigenschaften des Gewässernetzes	106
6.2.1 <i>Gestalt des Gewässernetzes</i>	106
6.2.2 <i>Gabelungsfaktor (bifurcation ratio)</i>	107
6.3 Gewässergüte	108
<u>7. Mesohabitatkartierung</u>	<u>110</u>
<u>8. Abbildungs- und Tabellenverzeichnis</u>	<u>113</u>
<u>9. Quellenverzeichnis</u>	<u>122</u>

Danksagung

Für das Zustandekommen dieser Arbeit soll hier der Rahmen gegeben sein, um einigen Personen meinen Dank für deren Unterstützung und Mithilfe auszusprechen.

Dank an Ao. Univ.- Prof. Dr. Berthold Bauer für seine Arbeit als Diplomarbeitsbetreuer.

Besonderes Lob und Dankeschön für die Mithilfe an den Forschungsarbeiten soll folgenden Personen zuteil werden: Astrid Pöpl, Stefan Appl, B.Sc. Thomas Höchtl, Nicolas Fedrigotti, Dr. Mag. Robert Peticzka und Christa Herrmann.

Weiters ein herzliches Danke für die Unterstützung an die Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen des „Nationalpark Thayatal / Národní park Podyjí“, insbesondere an Christian Übl.

Meinem Vater, OStR Dr. Mag. Erwin Pöpl soll hier der meiste Dank zukommen. Vielen Dank für die mentale Unterstützung sowie für die Finanzierung meines Studiums.

1. Einleitung

Im Rahmen dieser Arbeit sollen zentrale Aspekte der Flussforschung (Potamologie) aufgegriffen werden, welche stets anhand der Thaya innerhalb der Grenzen des „Nationalpark Thayatal“ ihre Erklärung und Anwendung finden.

Fließgewässer, so auch die Thaya, sind offene Ökosysteme mit einer engen Verbindung zu den Landökosystemen. In diesem Zusammenhang wird hier weiters Rücksicht genommen auf Energie- und Stoffumsatz innerhalb des Flusses, sowie auf deren Einfluss auf die Flussmorphologie und die Inselvegetation.

Die Morphologie einer Landschaft steht außerdem in unmittelbarem Zusammenhang mit zahlreichen Einflussfaktoren. Dazu zählt auch der geologische Untergrund, welcher eine der Rahmenbedingungen der Flussbildung und der Flussentwicklung darstellt, weshalb immer wieder auf diesen Bezug genommen wird.

Außerdem soll hier auf den Praxisbezug dieser Arbeit sowie deren Relevanz, auch wenn es sich hierbei nur um einen kleinen Beitrag handelt, für den Natur- und Umweltschutz hingewiesen werden. Diese entstand in Zusammenarbeit mit der Nationalparkverwaltung des „Nationalpark Thayatal“ – eingebettet in wissenschaftliche Projekte, wie einem INTERREG-Projekt mit dem Thema: „Fischökologische Untersuchung der Thaya im Bereich des Nationalparks Thayatal - Erhebung vom Laichhabitaten der Bachforelle (*Salmo trutta fario*)“, sowie einer Mesohabitatkartierung des gesamten österreichischen Flusslaufs der Thaya innerhalb der Nationalparkgrenzen.

Weiters versichere ich hiermit, nach bestem Wissen und Gewissen im Sinne des nachhaltigen Natur- und Umweltschutzes gehandelt zu haben.

2. Gebietsbeschreibung – „Nationalpark Thayatal / Národní park Podyjí“

2.1 Verortung und naturräumliche Gegebenheiten

Der Národní park Podyjí erstreckt sich zwischen Vranov und Znojmo auf einer Flusslänge von 45 km.

Der österreichische Teil des Nationalparks umfasst 1.330 ha, 1.260 ha sind Naturzone, auf 70 ha Naturzone mit Management werden dauerhafte Eingriffe zum Schutz des Ökosystems gestattet. Die Außenzone beträgt weniger als ein Hektar.

Der tschechische Teil des Nationalparks ist 6.260 ha groß, 2.220 ha sind Kernzone, 2.260 ha Pflegezone und 1.780 ha Außenzone.

Die Thaya bildet auf 25 km Flusslänge die gemeinsame Staatsgrenze. Allerdings weicht die Flusslänge stark von der Luftlinie ab, welche lediglich 10km beträgt.

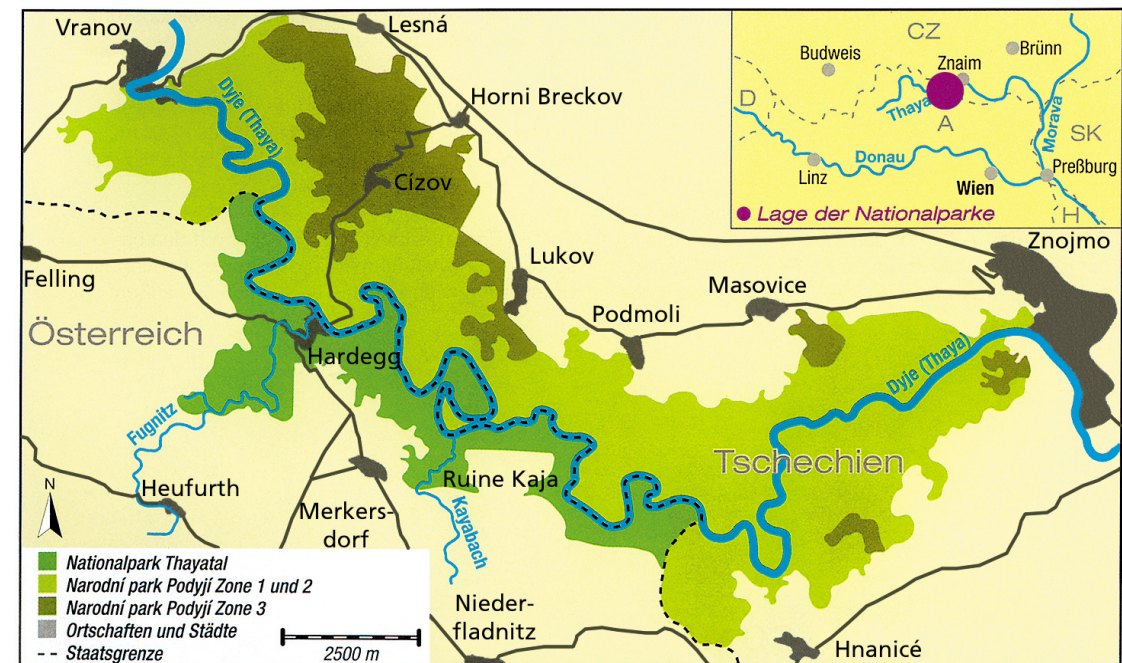


Abb. 1 – Verortung des Untersuchungsgebietes

Oberhalb der Stadt Vranov liegt ein Speicherkraftwerk, dessen Betrieb derzeit das größte ökologische Problem im Thayatal darstellt. Im Zuge dieser Arbeit wird auf dieses Problem und dessen Auswirkungen auf die Flussmorphologie oftmals hingewiesen. Bei den täglichen Schwallspitzen steigt der Durchfluss von mind. $1\text{m}^3/\text{s}$ auf $30\text{-}40\text{ m}^3/\text{s}$ an. Außerdem wird ein kleinerer Stausee oberhalb Znojmos zur Trinkwasseraufbereitung genutzt.

Auf der österreichischen Seite ist Hardegg der einzige Ort, der direkt im „Nationalpark Thayatal“ liegt.

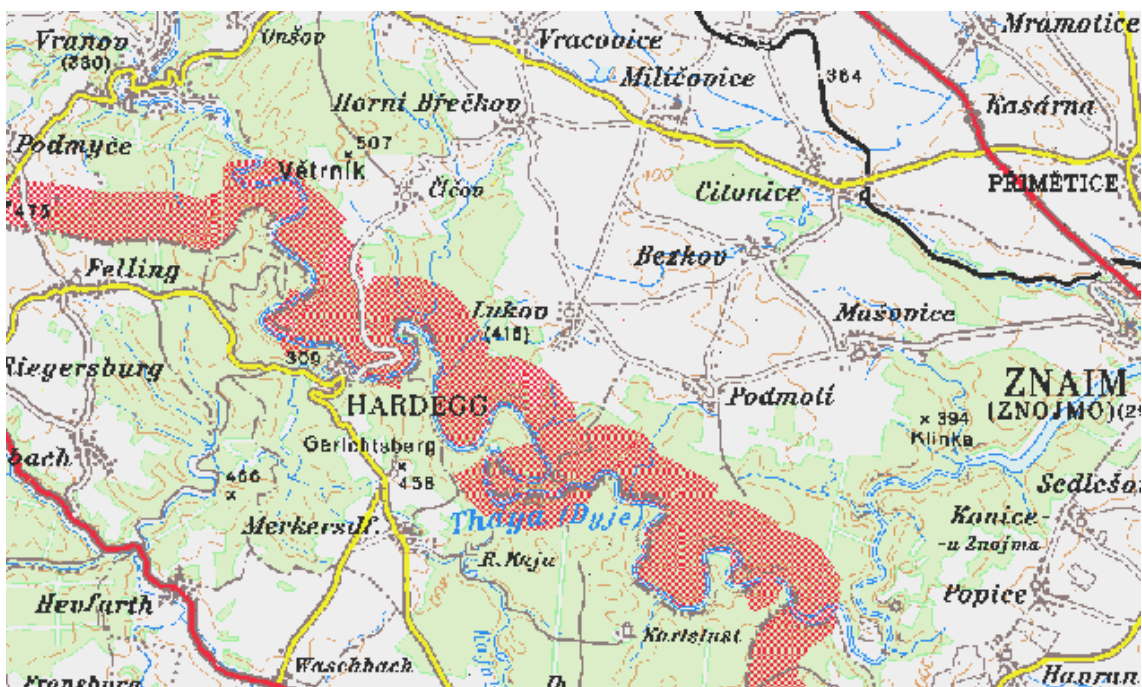


Abb. 2 – Gebietsübersicht – Österreichische Karte 1 : 200.000

Der Nationalpark befindet sich an einer ausgeprägten Klimagrenze. Während vom Osten her das trockene pannonische Klima wirkt, dominiert auf den Hochflächen des Waldviertels das feuchtere atlantische Klima, weshalb sich im Nationalpark kontinentale und mitteleuropäische Flora und Fauna mischen.

Bis zu 150 m tief hat sich die Thaya in die geologischen Formationen des Waldviertels eingetieft. Im Laufe der Jahrtausende bildeten sich charakteristische Talmäander, welche heute das Thayatal prägen.

Die Unzugänglichkeit und die Randlage zu Tschechien verschonte das Tal weitgehend vor menschlichen Eingriffen. So konnte eines der prägnantesten Durchbruchstäler Europas in seiner Ursprünglichkeit bewahrt bleiben. [Vgl. ThPod; S.1-9]

Im Allgemeinen stellt das Gebiet eine flachwellige Mittelgebirgslandschaft dar, wobei die höchsten Erhebungen, meist sanfte Kuppen, eine Seehöhe von knapp 500 m erreichen.

Die Entwässerung erfolgt zur Gänze durch die Thaya, deren wichtigsten Zubringerbäche im Untersuchungsgebiet die Fugnitz, der Kajabach und der Tiefenbach sind.

Am Ostrand des Böhmisches Massivs gelegen, ist das Untersuchungsgebiet dem Moravikum, das den östlichen Teil des Waldviertels aufbaut, zuzuordnen. Im Gegensatz zum westlich daran anschließenden Moldanubikum, das hauptsächlich Granite aufweist, herrschen im Moravikum Gneise vor (Bittescher Gneis, Weitersfelder Stängelgneis, Tonalitgneis,...).

Eine geologische Besonderheit stellt der aus Granit bestehende Thayabatholith dar, der sich als schmaler Streifen nord- süd- streichend von Znaim bis zum Manhartsberg erstreckt.

Das Nationalparkgebiet bietet größtenteils das Bild einer flachwelligen Rumpflandschaft mit sanften Kuppen. Die Hangneigung übersteigt selten 10°. Das Flussgebiet der Thaya und ihrer Zubringerbäche unterbrechen jedoch dieses gleichmäßige Landschaftsbild.

Die hier steilwandig ausgebildeten, in die Hochfläche eingesenkten Talmäander der Thaya haben eine Breite von über 500 m bis 1000 m und eine durchschnittliche Tiefe von über 100 Metern. Die Seitenbäche Fugnitz, Kajabach und Tiefenbach weisen stellenweise ebenfalls schluchtartige Steilufer auf. Stark ausgeprägt ist außerdem die Ausbildung von Prall- und Gleithängen.

Die auf dem kristallinen Gestein der Böhmisches Masse entstandenen Böden sind meist Ranker mit hohem Grobanteil.

An anschließenden flachen Hängen liegen meist Felsbraunerden.

An Grabenhängen und in Mulden mit Grundwassereinfluss treten Hanggleye auf. Außerdem kommen in einigen Mulden kalkhaltige Anmoorböden vor.

Die Wiesen entlang der Thaya und der Fugnitz befinden sich auf vergleyten Auböden.

Betrachtet man die Niederschlagsverhältnisse, so weist der Raum Hardegg knapp 600 mm Jahresniederschlag auf.

Um die Temperaturverhältnisse zu charakterisieren, muss auf die westlich des Nationalparks gelegene meteorologische Messstelle in Langau zurückgegriffen werden, welche sich in 465 m Seehöhe befindet. Der Jahresmittelwert der Temperatur beträgt 7,6°C.

Pflanzengeographisch ist das Gebiet dem Unteren Baltikum zuzurechnen, welches sich gegenüber dem Oberen Baltikum (westlicheres Waldviertel) durch weniger Niederschläge, mehr Sonnenscheinstunden und höhere Temperatursummen auszeichnet.

[Vgl. IrFi; S. 4-9]

2.2 Geschichte des „Nationalpark Thayatal“ und Definitionen

Vorläufer des „Nationalpark Thayatal“ waren die Naturschutzgebiete Thayatal I und Thayatal II, welche 1988 bzw. 1991 eingerichtet wurden.

Die Einrichtung des Národní park Podyjí 1991, kurz nach dem Fall des Eisernen Vorhangs, war ein weiterer wichtiger Schritt.

Mit der Unterzeichnung des Staatsvertrages zwischen dem Bund und dem Land Niederösterreich wurde 1997 der „Nationalpark Thayatal“ paktiert und mit dem Inkrafttreten der Verordnung am 1. Jänner 2000 wurde er Realität.

Im Sommer 2001 haben Experten der Weltnaturschutzorganisation festgestellt, dass der „Nationalpark Thayatal“ die Kriterien für Nationalparks erfüllt. Internationale Anerkennung: 18. August 2001.

Die Weltnaturschutzorganisation (IUCN) bezeichnet als Nationalparks natürliche Gebiete, in denen die ökologische Unversehrtheit von Ökosystemen für lebende und zukünftige Generationen bewahrt wird, Nutzungen, die den Schutzziele widersprechen, ausgeschlossen werden und die eine Grundlage für geistig-seelische Erfahrungen, Forschungs- Bildungs- und Erholungsangebote für Besucher bilden. Alle Zielsetzungen und Maßnahmen müssen umwelt- und naturverträglich sein. Weiters muss in Nationalparks die wirtschaftliche Nutzung von Naturgütern auf Dauer unterbleiben. Eingriffsmöglichkeiten räumen der Gesetzgeber und die Weltnaturschutzorganisation nur dann ein, wenn die Maßnahmen den Schutzziele des jeweiligen Gebietes dienen.

Die Nationalparkverwaltung hat ihre Aufgaben nach Maßgabe eines Planes durchzuführen. Dieser Plan wird als Managementplan bezeichnet.

Die Zonierung des Nationalparks soll mithelfen, Maßnahmen des Naturschutzes und der Besuchereinrichtungen klar zuzuordnen. Österreich hat im „Nationalpark Thayatal“ drei Zonen ausgewiesen:

- 1.) Die Naturzone, in der auf über 90% der Gesamtfläche auf Dauer jeder wirtschaftliche Eingriff verboten ist.

- 2.) Die Naturzone mit Managementmaßnahmen, in der auf Wiesen und in den strukturreichen Waldrändern auch in Hinkunft naturschutzkonforme Maßnahmen durchgeführt werden können, wie z.B. das Mähen von Wiesen.

- 3.) Die Außenzone mit Bauwerken wie der historischen Anlage der Ruine Kaja, um den Erhalt solcher Objekte zu sichern.

[Vgl. ThPod; S.1-9]

3. Hydrologische und hydraulische Grundlagen des fluvialen Systems

3.1 Eigenschaften des Wassers

Unter Normalbedingungen kommt Wasser an oder nahe der Erdoberfläche in gasförmigem, flüssigem und festem Zustand vor. Es findet sich in der Erdkruste als Kristallwasser und frei beweglich, an der Erdoberfläche, in der Atmosphäre und ist maßgeblich am Aufbau organischer Substanzen beteiligt. Wasser ist das am weitesten verbreitete Lösungsmittel auf der Erde, es ist unersetzbar für Stofftransporte in natürlichen und anthropogenen Systemen und spielt die entscheidende Rolle bei den irdischen Energieumsetzungen zum Ausgleich des Temperaturgefälles zwischen Äquatorial- und Polargebieten.

Wasser ist in reinem Zustand bei Normalbedingungen eine farb-, geruch- und geschmacklose Flüssigkeit (flüssige Phase). Sie erstarrt bei 0°C zu Eis (feste Phase) und siedet bei 100°C (gasförmige Phase).

Die temperaturabhängige Volumens- und damit Dichteänderung des Wassers weicht von der anderer Stoffe ab. Unter Dichteanomalie des Wassers bezeichnet man den Sachverhalt, dass seine maximale Dichte mit $1000 \text{ kg} \cdot \text{m}^3$ bei 3,98 °C eintritt und sowohl bei Temperaturzu- als auch -abnahme eine Volumenzunahme (Abnahme der Dichte) erfolgt. Beim Übergang von Wasser in Eis bei 0 °C tritt ein Dichtesprung von 1/11 des Volumens oder von 9% auf.

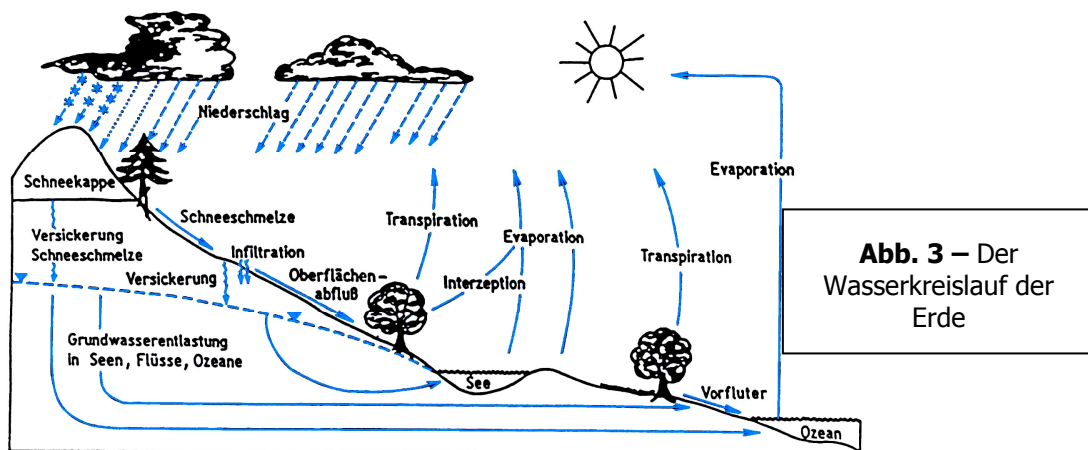
Die Temperaturanomalie der Dichte ist durch die Molekülstruktur des Wassers bedingt. Es bildet einen Dipol. So können sich Wassermoleküle zu Molekülaggregaten zusammenschließen.

Reines Wasser steht im Dissoziationsgleichgewicht mit H^{+} - und OH^{-} - Ionen. Der negative dekadische Logarithmus der Wasserstoffionen- Konzentration ist als pH- Wert definiert. Neutrales Wasser hat daher den pH- Wert 7. Infolge seiner schwachen elektrolitischen Dissoziation reagiert Wasser sowohl als schwache Säure als auch als schwache Base (amphoterer Verhalten). Es vermag Salze starker Säuren mit schwachen Basen oder schwacher Säuren mit starken Basen hydrolytisch zu spalten. Dieser Vorgang nimmt bei der chemischen Verwitterung einen bedeutenden Rang ein. [vgl. FrWi S.7- 9]

Alle diese zuvor genannten Eigenschaften des Wassers werden im Zuge dieser Arbeit eine wesentliche Rolle spielen, denn Wasser ist das entscheidende Formungsmedium der Morphologie eines Flusses.

3.2 Wasserkreislauf

Als Wasserkreislauf versteht man den Transport und die Speicherung von Wasser auf globaler wie regionaler Ebene. Hierbei wechselt das Wasser mehrmals seinen Aggregatzustand und durchläuft die einzelnen Sphären wie Hydrosphäre, Lithosphäre, Biosphäre und Atmosphäre der Erde. Die Zirkulation des Wassers vollzieht sich in der Regel zwischen Meer und Festland. Im Wasserkreislauf geht kein Wasser verloren, es ändert nur seinen Zustand. Diese Zustände werden durch die Wasserhaushaltsgrößen vertreten und folglich im Wasserhaushalt bilanziert. [Vgl. Wiki1*]



Der globale Wasserkreislauf und somit Austauschprozesse zwischen den Speichern, in denen das Wasser auf der Erde vorliegt, nimmt eine Schlüsselstellung im Erde- Atmosphäre- System ein. Gleichzeitig überträgt der oberirdische Abfluss einen Teil der letztlich aus der Solarstrahlung stammenden Energie in Erosions- und Denudationsarbeit. Über den Meeren übertrifft die Verdunstung den Niederschlag, über dem Festland ist der Niederschlag größer als die Verdunstung; dies bedeutet, dass im globalen Mittel der Abfluss meist als Oberflächenabfluss in Flüssen von den Landflächen ins Meer gerichtet ist. Gemessen an den großen Wasservorräten in den Meeren, im Grundwasser und in den Polargebieten machen das Oberflächenwasser und das nahe der Erdoberfläche bevorratete Boden- und Grundwasser mit kurzen Verweildauern nur einen geringen Teil aus, der jedoch für die Ausgestaltung der Meso- und Mikroreliefformen entscheidend ist. [Vgl. Zepp; S.113 - 114]

<u>Speicher</u>	<u>Anteil (%)</u>	<u>„Typische“ Verweilzeit (Jahre)</u>
Ozeane	96,5	40.000
Grundwasser	1,7	5.000
Gletscher, Schnee	1,74	10.000
Seen	0,013	100
Flüsse	0,0002	1
Atmosphäre	0,001	0,1

[Tab.1] – Wasservorkommen auf der Erde

3.3 Abfluss

Der Abfluss, das ist das Wasservolumen, das aus einem Einzugsgebiet unter dem Einfluss der Schwerebeschleunigung in der Zeiteinheit abfließt, setzt sich aus zwei Hauptkomponenten zusammen, nämlich einem direkten und einem verzögerten Anteil.

Der direkte Abfluss erzeugt Hochwässer, der verzögerte Abfluss formt den Niedrigwasserabfluss.

Der Direktabfluss, der nach Regen oder Schneeschmelze die oberirdischen Gewässer, Seen und Flüsse, unmittelbar ansteigen lässt, setzt sich aus dem Oberflächen- und dem Zwischenabfluss zusammen. Der Oberflächenabfluss (overland flow) fließt dem Vorfluter unmittelbar zu, ohne dass das Wasser vorher in den Boden eingedrungen ist. Der Zwischenabfluss (Interflow), unterirdisches Wasser, gelangt mit nur geringer Verzögerung zum Gerinneabfluss. [Vgl. FrWi; S.58– 59]

Aus dem Bodenspeicher wird zu einem erheblichen Teil das Grundwasser neu gebildet. Von Grundwasser spricht man, wenn das Wasser sämtliche Hohlräume (Poren, Klüfte) zusammenhängend ausfüllt und seine Bewegungsmöglichkeit ausschließlich durch die Schwerkraft bestimmt wird. Deswegen wird der Grundwasserbereich auch als gesättigte Zone (phreatischer Bereich) bezeichnet. Darüber liegt die ungesättigte Zone (Sickerzone, vadoser Bereich). Wenn in die ungesättigte Zone relativ geringdurchlässige Schichten oberflächenparallel eingeschaltet sind, kann am Hang lateraler Abfluss (Hangwasserabfluss) auftreten.

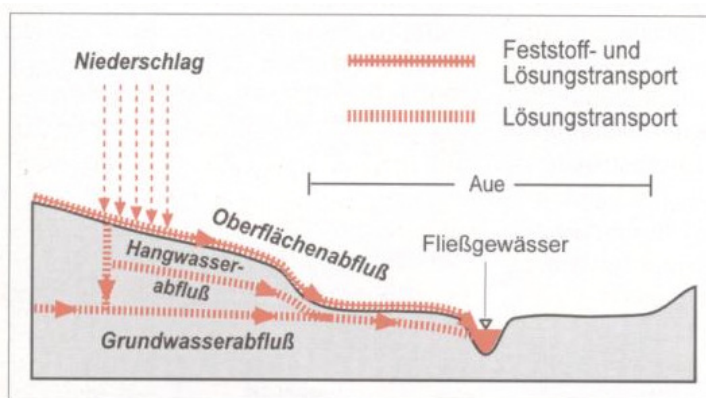


Abb. 4 - Abflussarten

Entsprechend der Neigung der Grundwasseroberfläche strömt das Grundwasser in der Regel dem tiefer liegenden Fluss zu. Die wichtigsten Größen des Wasserhaushaltes werden – auf ein umgrenztes Gebiet

(Wassereinzugsgebiet) und meist auf ein hydrologisches Jahr (November bis Oktober) bezogen – in der Wasserhaushaltsgleichung zusammengefasst [Vgl. Zepp; S. 114 – 115]

$$A = N - E_{\text{int}} - E_{\text{bod}} - T$$

A = Abfluss (mm)

N = Niederschlag (mm)

E_{int} = Interzeptionsverdunstung (mm)

E_{bod} = Verdunstung von der Bodenoberfläche (mm)

T = Transpiration (mm)

Zu Beginn des Niederschlages wird durch Infiltration zunächst die Bodenwasserkapazität aufgefüllt. Dann nähert sich die Infiltrationsrate einem konstanten Wert. Nach M. J. KIRKBY (1969) liegen die Werte für ebene Flächen bei Tonen um 0-4, Schluff 2-8 und Sanden 3-12 $\text{mm} \cdot \text{h}^{-1}$. [Vgl. FriWi; S. 59]

Somit werden die Infiltrationsraten maßgeblich von der Beschaffenheit des Untergrundes (Korngrößenverteilung, etc.) bestimmt.

Oberflächenabfluss tritt auf, wenn die Niederschlagsrate größer ist als die Wasseraufnahmefähigkeit des Bodens, die als maximale Infiltrationsrate ($I_{r \text{ max}}$ in mm/min) bezeichnet werden kann. Die maximale Infiltrationsrate wird häufig als Infiltrationskapazität bezeichnet.

Aufgrund ungünstiger physikalischer Bodeneigenschaften, wie zum Beispiel Verschlammung und Aggregatzerstörung an der Bodenoberfläche, oder bei Wassersättigung des Bodens tritt Oberflächenabfluss auf, so genannter Sättigungsabfluss. [Vgl. Zepp; S. 115]

Die Infiltrationsrate ist ferner von der Bodenbedeckung abhängig. Sie wird Null in voll versiegelten städtischen Bereichen. Ferner dringt Niederschlagswasser bei bewachsenem Boden leichter als auf Brachflächen ein. Vor allem in Wäldern sind die Bedingungen für hohe Infiltrationsraten, bedingt durch die Bodendurchwurzelung der Pflanzen, sehr günstig.

3.4 Abflussregime und Abflussganglinien

Über einen längeren Zeitraum gemittelt hat jeder perennierende Fluss, zu welchen auch die Thaya zu zählen ist, eine bestimmte Abflussganglinie, welche die geographischen Merkmale des Einzugsgebietes widerspiegelt. So ist es möglich Flüsse nach hydrologischen Typen zu ordnen, deren Grundlage die so genannten Abflussregime bilden. [Vgl. MaSch; S. 198]

Das Abflussregime der Thaya wird wesentlich vom Wasserkraftwerk Frain (Vranov) beeinflusst. Das Wasser dieser Stauanlage wird im Schwallbetrieb

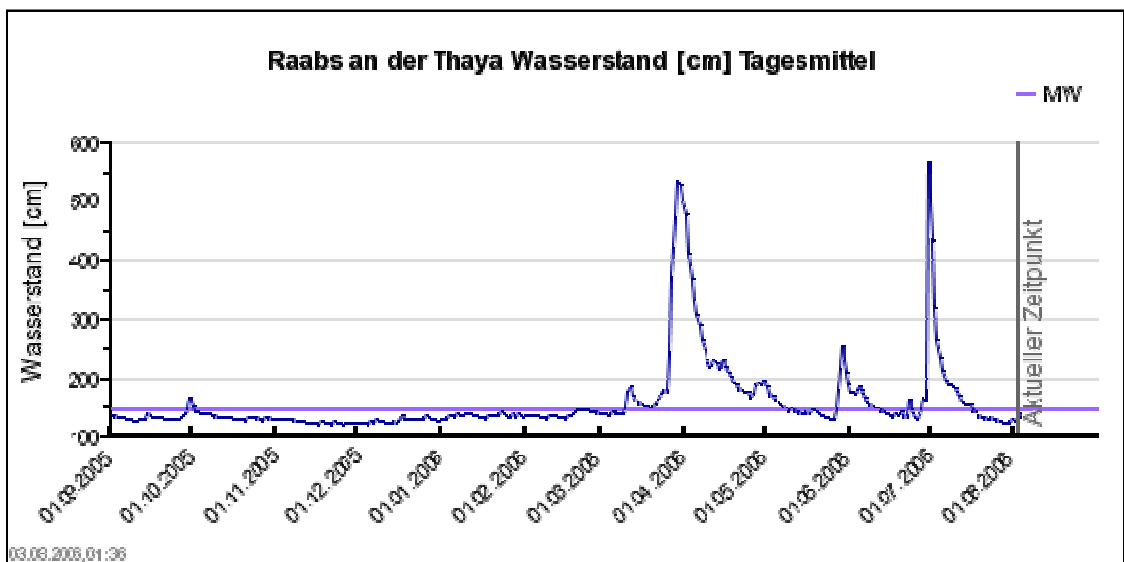


Abb. 6 – Mittlere Monatsabflüsse der Thaya 2006

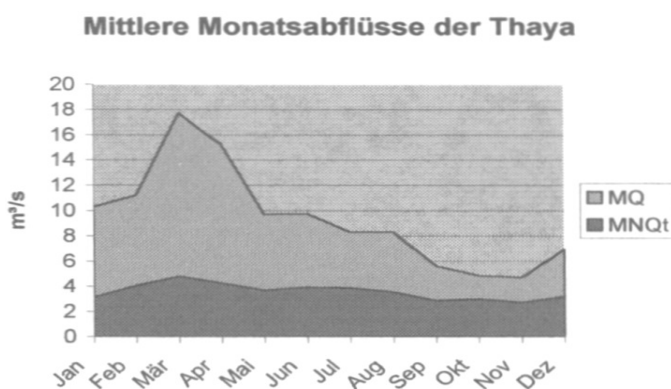


Abb. 5 – Mittlere Monatsabflüsse der Thaya 1992

abgearbeitet. Je nachdem, mit wie vielen Turbinen gearbeitet wird, sind entsprechende Wasserstandsschwankungen in der Thaya zu beobachten. Zumeist liegen diese Schwankungen im Bereich von 60 oder 90 cm. Der Schwall wird für durchschnittlich 2

Stunden gehalten und 2- bis 3-mal pro Tag abgelassen. Die Abflusswerte der Thaya schwanken dabei durchschnittlich zwischen 0,9 und 15,8 bzw. 32,7 m³/s. [Vgl. Spi, S.2]

Alle Faktoren, die den Jahrgang des Abflusses steuern, werden Regimefaktoren genannt. Neben den bekannten Komponenten des Wasserkreislaufs Niederschlag, Verdunstung, Rücklage und Aufbrauch kommt den morphologischen Eigenschaften des Flussgebietes, der Untergrundbeschaffenheit und Bodenbedeckung große Bedeutung zu. [Vgl. MaSch; S. 198]

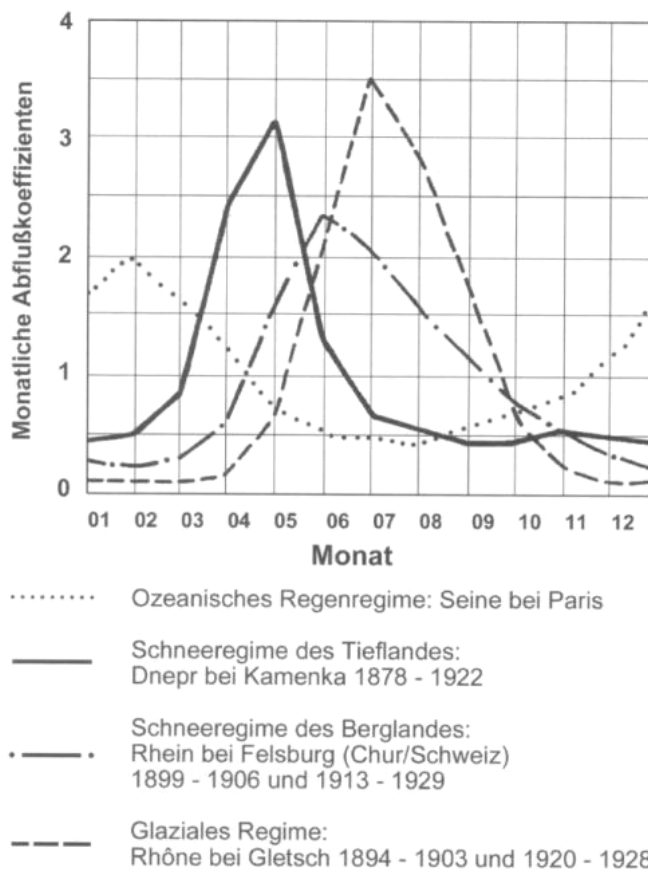


Abb. 7 – Klassifizierung von Abflussregimes

Die Thaya entspricht im Nationalparkbereich von Hardegg einem collinen (Vgl. [ELL], S.114) Gewässer aus der Böhmisches Masse in einem Durchbruchstal mit einem so genannten pluvialen Übergangsregime (PUE 3 nach PARDÉ, 1947). Das heißt, dass eine abflusswirksame Schneedecke einen Teil der Winterniederschläge bindet. Sie verhindert ein Maximum im Winter und bewirkt meist gemeinsam mit Frühjahrsniederschlägen ein Abflussmaximum im März und

April. Nach dem Ansteigen der Verdunstung und Aufbrauchen des in der Schneedecke gebundenen Niederschlages nehmen die Abflüsse bis zum

Sommer hin ab. Das Abflussminimum hat sich vom Winter zum Spätsommer bzw. Frühherbst verlagert (MADER et al., 1996). [Vgl. Spi; S.1]

Wenn man nun die beiden Abflussganglinien (Abb. 5; Abb. 6) vergleicht, fällt auf, dass es im Jahr 2006 (Abb. 5) eine deutliche Abweichung vom Durchschnitt (Abb. 5) gab. Diese Abweichung ist durch starke Niederschlagsereignisse im Einzugsgebiet zu erklären.

Die Thaya ist nach diesem Schema dem Schneeregime des Tieflandes zuzuordnen, welches folgendermaßen definiert ist: „Es beherrscht die Flüsse der kontinentalen Ebenen, die regelmäßig eine winterliche Schneedecke bei tiefen Temperaturen tragen. Dem raschen Temperaturanstieg im Frühjahr folgen die Schmelzhochwässer, die gelegentlich durch Regenfälle verstärkt werden. Im Gegensatz zum Gebirge, wo die Schneeschmelze von den tieferen Lagen langsam zu den höheren voranschreitet, setzt die Schneeschmelze im Tiefland plötzlich ein und erzeugt deshalb besonders kräftige Hochwässer.“ [Vgl. MaSch;

S. 200]

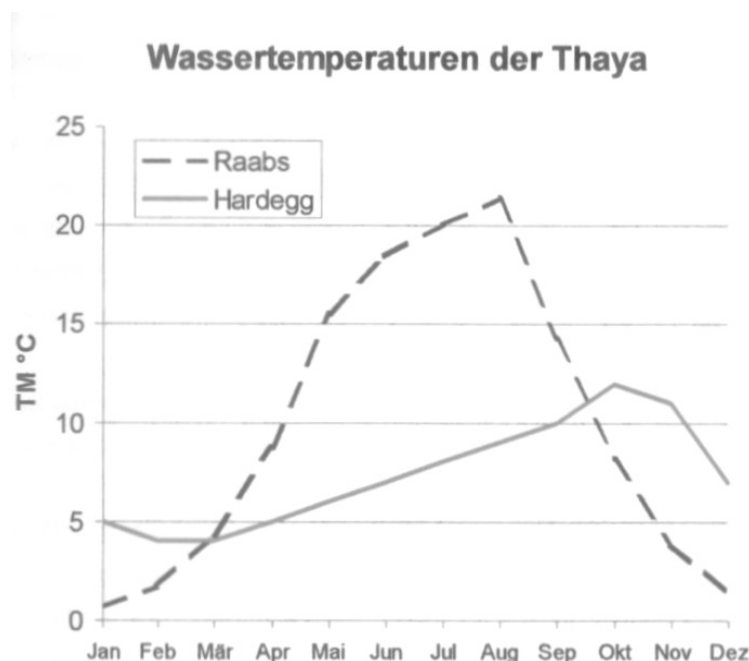


Abb. 8 –
Wassertemperaturen der Thaya - Jahresdurchschnitt

Neben dem Abflussregime wird auch das Temperaturregime der Thaya durch das Kraftwerk nachhaltig beeinflusst. Durch das

Kraftwerk Frain (Vranov) wird die Temperaturamplitude deutlich verringert und beträgt nur mehr rund 10°C. Die Wassertemperatur steigt kaum über 13°C. [Vgl. Spi; S. 3]

Abflussganglinien geben Aufschluss über die hydrologische Gesamtreaktion eines Wassereinzugsgebietes auf Niederschläge und Verdunstung. Die typische Ganglinie eines Hochwasserereignisses besitzt einen kurzen steilen Anstieg; nach dem Abflussmaximum setzt der längere Abflussrückgang ein, die Steigung der Abflussganglinie wird immer geringer. Das während einer Hochwasserwelle abfließende Wasser wird, da es direkt nach dem Niederschlagsereignis den Abflussquerschnitt am Pegel passiert, als Direktabfluss bezeichnet. Der mit einiger Verzögerung nachfließende Abflussanteil wird Zwischenabfluss genannt. Vor und nach dem Durchgang der Hochwasserwelle fließt der so genannte Basisabfluss. Dieser wird überwiegend aus dem Grundwasser gespeist. Der Direktabfluss enthält große Teile des Oberflächenabflusses und des oberflächennah abfließenden Hangwassers. [Vgl. Zepp; S.115]

3.5 Abfluss und Fließgeschwindigkeit

Der oberirdische Abfluss in Gerinnen wird an Pegeln gemessen. Erfasst werden Wasserstand und Durchflussgeschwindigkeit. Ist die Gerinnebettgeometrie bekannt, so lässt sich aus Abflussquerschnitt (A) und mittlerer Querschnittsgeschwindigkeit (V) der Durchfluss (Q) folgendermaßen berechnen:

$$Q [m^3*s^{-1}] = A [m^2] * V [m*s^{-1}]$$

Die Form des Gerinnebettes wird bei seichteren Bächen mit der Peilstange, sonst mit Echographen ausgemessen. Die Wasserstände werden mit Pegeln erfasst. Eine einfache Form ist der Lattenpegel, eine Holz-, Metall- oder Plastikplatte mit Zentimetereinteilung, bei der der Wasserstand ein- oder auch mehrmals täglich abgelesen wird.

Für die Messung des Abflusses gibt es viele Möglichkeiten. Bei geringen Mengen kann das Wasser mit einem Eimer während einer fixierten Messzeit aufgefangen werden (Gefäßmessung). Einen ersten, einfachen Anhalt über

Abflussgeschwindigkeiten erhält man durch Schwimmkörper (Holzstücke, Korken usw.). [Vgl. FrWi; S.61 – 62]

Die Fließgeschwindigkeit ist maßgeblich vom Gefälle (I) des Flusses abhängig (siehe Kapitel 5.4.2).

Messungen, welche von tschechischen Kollegen in Hardegg an der Thaya (Messstation: 700m unterhalb der zweiten Hardegger Wehr – Flusskilometer 163) durchgeführt wurden, haben folgende Ergebnisse geliefert: [Vgl. Fol; S. 15]

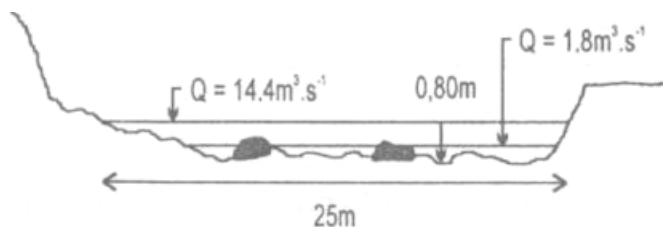


Abb. 9 – Durchfluss und Fließgeschwindigkeit der Thaya

maximale Flussbreite: 25m Wassertiefe: 20 – 60cm - Spitzen mit 100cm
 mittlerer Durchfluss: 9,8 m³/s
 Fließgeschwindigkeit: 0,3 – 1m/s
 Gewässersohlenbeschaffenheit: 5:4:1 (Verhältnis – Psephite: Psammite: Pelite)

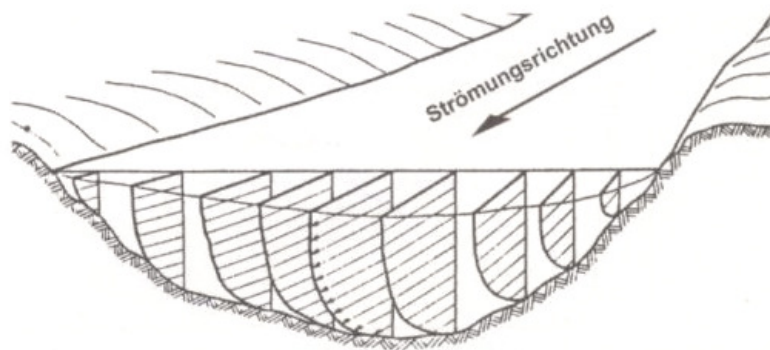
Für überschlägige Berechnungen der Fließgeschwindigkeit eignen sich nachstehende Erfahrungswerte, welche in Abhängigkeit der Beschaffenheit des Flussbettes berechnet wurden (Einteilung der Fließgeschwindigkeit (k_s) nach MANNING – STRICKLER): [Vgl. MaSch; S. 23]

<u>Beschaffenheit des Flussbettes</u>	<u>k_s</u>
Erdprofil, regelmäßig, ohne Geschiebe	40
Kiesbetten aus größerem Material, regelmäßig	37
Flüsse mit mäßigem Geschiebe, grober Kies	33 - 35

Unregelmäßige Flussbetten mit Geröll	30
Gebirgsflüsse mit grobem Geröll, Geschiebe ruhend	25 - 28
Gebirgsflüsse mit grobem Geröll, Geschiebe in Bewegung	19 - 22

[Tab. 2] – Berechnung der Fließgeschwindigkeit

Die genauere Betrachtung der Geschwindigkeitsverteilung in einem geradlinigen Gerinne zeigt, dass die höchsten Geschwindigkeiten in der Mitte nahe der Oberfläche auftreten. In Richtung der Gewässersohle nehmen sie wegen der Reibung ab und gehen gegen 0. In der Geomorphologie bezeichnet man die gedachte Linie, welche die Punkte höchster Oberflächengeschwindigkeiten



verbindet, als Stromstrich. Dieser schwingt bei gewundenen Flussläufen jeweils an die außenseitigen Ufer der Flussbiegungen.

Abb. 10 – Geschwindigkeitsverteilung im Flussbett

[Vgl. Zepp; S.118 – 119]

Wie bereits oben erwähnt, unterliegt die Strömung in Mäandern anderen Bedingungen als in der Geraden.

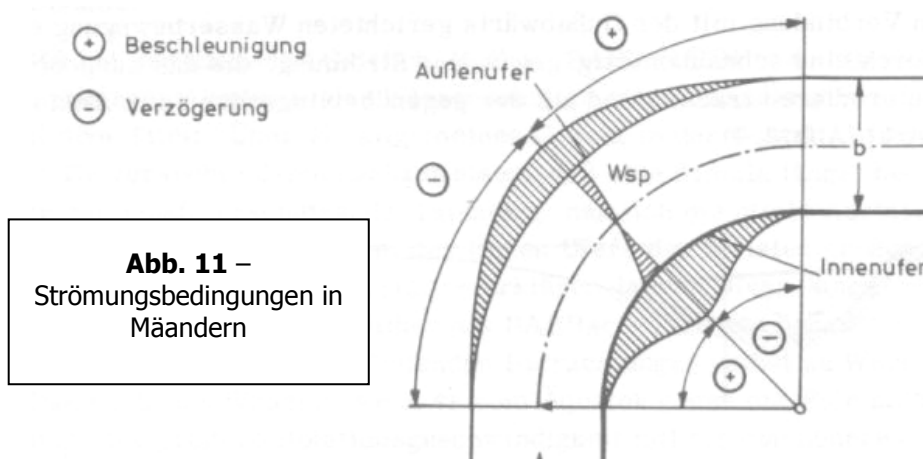


Abb. 11 – Strömungsbedingungen in Mäandern

Bei regelmäßiger Bettform und im Verhältnis zur Breite wird die Strömung in Krümmungen am Innenufer beschleunigt, am Außenufer verzögert.

An der Kurvenaußenseite stellt sich somit eine größere Druckhöhe als an der Kurveninnenseite ein. [Vgl. MaSch; S. 26]

3.6 Fließzustände

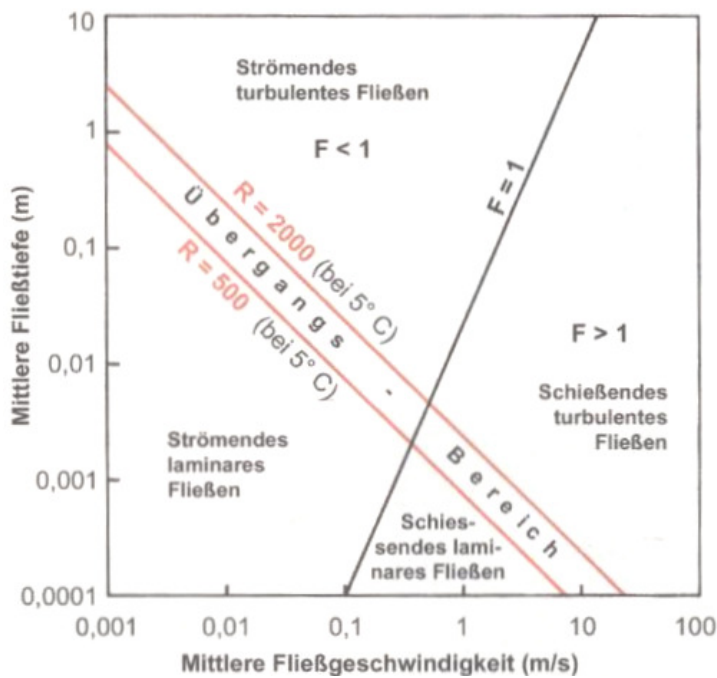


Abb. 12 – Fließzustände in Abhängigkeit der FROUDE-Zahl und der Fließtiefe

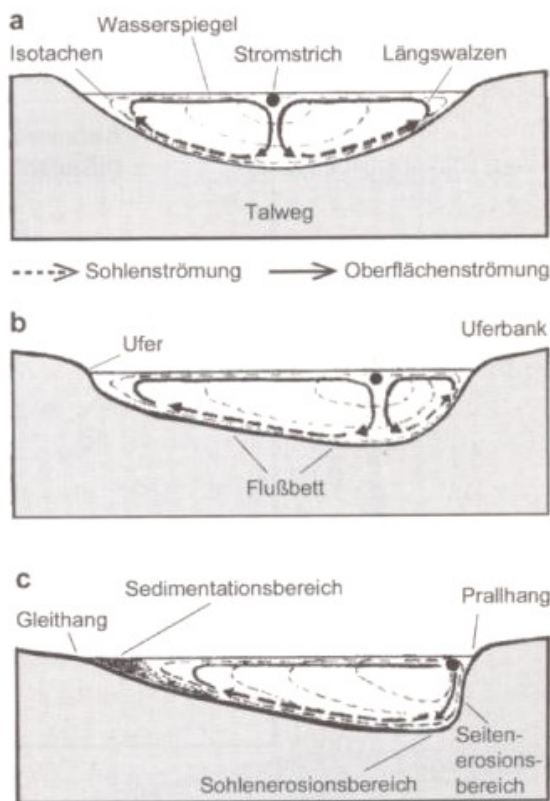
Laminarer Fluss tritt bei flachem, langsam bewegtem Wasser über glatten Oberflächen auf. Analog zu parallel übereinander gleitenden Glasplatten strömt das Wasser in Schichten, ohne dass Verwirbelungen von Stromfäden auftreten. Die Geschwindigkeit nimmt von oben nach unten ab. Die Reibung ist auf eine vernachlässigbar dünne Schicht an der

Gewässersohle beschränkt. Bei höheren Fließgeschwindigkeiten geht das laminare in das turbulente Fließen über. Dabei entstehen unregelmäßig wirbelnde Mischbewegungen, die die allgemeine Fließrichtung überlagern. Sichtbarer Ausdruck des Übergangs ist die Veränderung von einer glatten zu einer unruhigen Wasseroberfläche. Bei einer Reynoldszahl zwischen 500 und 2500 findet dieser Übergang statt.

Sprunghafte Veränderungen des Fließzustandes treten bei Einengungen des Fließquerschnitts und bei abrupten Gefällswechseln der Gewässersohle auf. Ein

so genannter kritischer Zustand ist erreicht, wenn der strömende Abfluss – z.B. an Stromschnellen oder künstlichen Wehren – in den schießenden Abfluss übergeht.

Mit dem schießenden Abfluss sind besonders große Erosionswirkungen verbunden. Der Übergang tritt bei Froude- Zahlen um 1 auf. [Vgl. Zepp; S.122 – 126]



- a...geradliniger
- b...leicht gekrümmter
- c...stark gekrümmter Flusslauf

Abb. 13 – Walzenbildungen in Abhängigkeit des Flusslaufes

Turbulentes Fließen ist wesentlich für die Ablösung von Partikeln von der Gewässersohle, denn die von der allgemeinen Fließrichtung abweichenden Geschwindigkeitsvektoren verursachen zusätzliche Saug- und

Druckkräfte. Bei größeren Gewässern bilden sich auf geraden Laufstrecken spiralförmige Doppelwalzen.

Auch vor und nach Hindernissen kommt es zu Walzenbildungen. [Vgl. Zepp; S. 123]

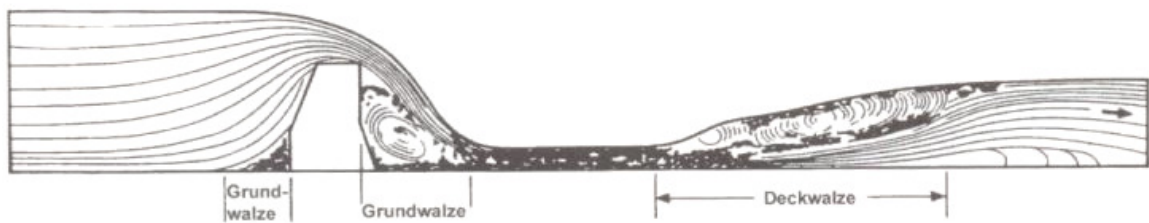


Abb. 14 – Grund- und Deckwalzen vor und nach Hindernissen

Man unterscheidet hier zwischen Grund- und Deckwalzen.

In weit kleinerem Maßstab kommt es auch nach Rippeln, Dünen und Antidünen ebenfalls zu walzenähnlichen Verwirbelungen.

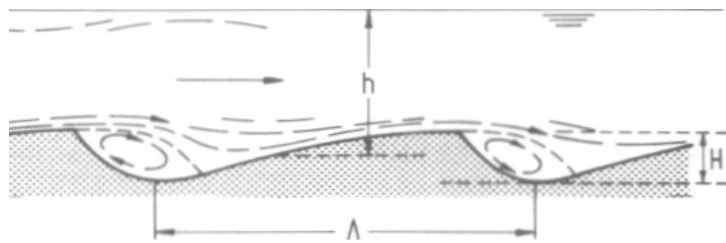


Abb. 15 – Walzenbildung nach Rippeln und Dünen

Im Bereich Hardegg und Merkersdorf wurden Schusswehre zur Ableitung von Mühlgängen angelegt. Ansonsten tritt im Bereich des Nationalparks hauptsächlich strömendes laminares und strömendes turbulentes Fließen auf.

4. Flusserosion und Flusstransport

4.1 Fluviale Prozesse und Landformen

Fluviale Landformen werden durch die fluvialen Prozesse des Oberflächenabflusses und des Gerinneabflusses geformt. Verwitterung und die langsameren Arten der Massenbewegungen wie z.B. das Bodenkriechen wirken gemeinsam mit dem Oberflächenabfluss und können deshalb nicht von den fluvialen Prozessen getrennt werden.

Fluviale Prozesse bewirken die Erosion, den Transport und die Ablagerung von Gesteinsmaterial. Infolgedessen gibt es zwei große Gruppen von fluvialen Landformen: Abtragungsformen und Ablagerungsformen.

Die Arbeit des fluvialen Systems beginnt auf den hoch liegenden Teilen der Einzugsgebiete. Durch seine Scherkraftwirkung nimmt der Oberflächenabfluss Mineralpartikel vom Boden auf, deren Größe von winzigen kolloidalen Tonkörnern bis zu grobem Sand oder Kies reichen kann, je nach der Fließgeschwindigkeit und dem Ausmaß, in dem die Partikel von den Wurzeln der Pflanzen oder von einer Blattstreudecke festgehalten werden.

Zu diesem Transport von Feststoffen kommt der Transport gelöster Mineralstoffe in Form von Ionen, welche durch Säurereaktionen oder durch direkte Lösung im Wasser aufgenommen werden. [Vgl. Stra; S.377- 378]

4.2 Geschiebe und Schwebstoffe

Alle Beimengungen des Wassers – außer dem Lösungsgehalt – werden mit dem Sammelbegriff „Feststoffe“ bezeichnet. Sie setzen sich aus Gesteinskomponenten verschiedener Herkunft, Dichte, Korngröße und Form zusammen. Die so genannten „Schwimmstoffe“ mit vorwiegend organischer Herkunft gehören streng genommen auch zu den Feststoffen, schlagen jedoch

aufgrund ihrer geringen Masse bei flussmorphologischen Untersuchungen nicht zu Buche.

Die Feststoffe werden nach der Art ihrer Fortbewegung unterteilt, nämlich erstens in das Geschiebe, das rollend, gleitend oder springend an der Flusssohle zu Tal wandert; zweitens in die Schwebstoffe, die im Wasser schwebend dahin treiben.

Teilchen, welche Geschiebeeigenschaften besitzen, können bei zunehmender Turbulenz auch aufgewirbelt und zeitweilig im Wasser schwebend mitgeführt werden, bis sie später wieder in ihren Ausgangszustand zurückkehren. [Vgl. MaSch; S. 39]

Um nun die vom Fluss notwendige Energie für die Bewegung von Teilchen zu errechnen, bedient man sich einer Formel, mit welcher die so genannte kritische Scherspannung (T_{crit}) errechnet werden kann:

$$T_{crit} = \eta * g * (\rho_s - \rho) * (\pi/6) * D * \tan \varphi$$

η = Dichtelagerung der Körner = Partikelanzahl je Flächeneinheit ($1/m^2$) *
quadrierter Durchmesser (m^2)

ρ_s = Dichte des Kornes (g/m^3)

ρ = Dichte des Wassers (g/m^3)

φ = Winkel zwischen der Lotrechten und den Kornmittelpunkten

D = Korndurchmesser

Diese Formel kann jedoch leider nicht für Korngrößengemische angewendet werden. Der folgenden Tabelle sind nach DIN 19 661 zulässigen Grenzscherspannungen aufgeführt, welche im Wasserbau angewendet werden: [Vgl. Zepp; S. 139]

<u>Sohlenbeschaffenheit</u>	<u>TO [N/m²]</u>
Feinsand, Korngröße 0,063 bis 0,2 mm	1,0
Mittelsand, Korngröße 0,2 bis 0,63 mm	2,0
Grobsand, Korngröße 0,63 bis 1 mm	3,0
Grobsand, Korngröße 1 bis 2 mm	4,0
Grobsand, Korngröße 0,36 bis 2 mm	9,0
Kies- Sand- Gemisch, Korngröße 0,36 bis 6,3 mm, festgelagert, lang anhaltend überströmt	12,0
Mittelkies, Korngröße 6,3 bis 20mm	15,0
Grobkies, Korngröße 20 – 63 mm	45,0
Plattiges Geschiebe, 1 bis 2 cm, 4 bis 6 cm lang	50,0
Lehmiger Sand	2,0
Lehmhaltige Ablagerungen	2,5
Lockerer Schlamm	2,5
Lehmiger Kies, lang anhaltend überströmt	15,0
Lehmiger Kies, vorübergehend überströmt	20,0
Lockerer Lehm	3,5
Festgelagerter Lehm	12,0
Ton	12,0
Festgelagerter Schlamm	12,0
Rasen, lang anhaltend überströmt	15,0
Rasen, vorübergehend überströmt	30,0

[Tab. 3] – Grenzscherspannungswerte nach Substraten

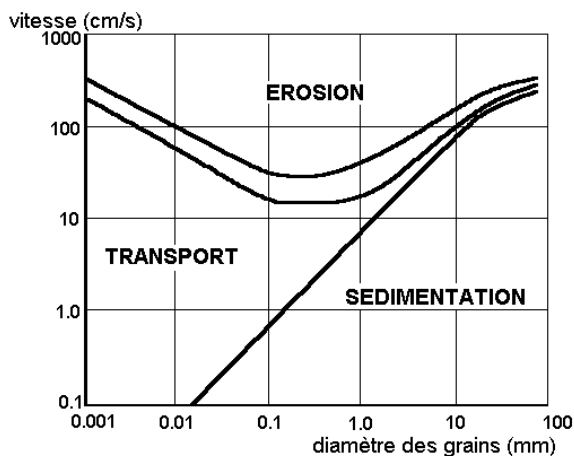


Abb. 16 – HJULSRÖM- Diagramm

Die links angeführte Grafik zeigt Erosion, Transport und Ablagerung in Abhängigkeit von der Korngröße und der mittleren Fließgeschwindigkeit (nach HJULSRÖM)

Demnach ist ebenfalls Mittelsand am leichtesten, d.h. mit der geringsten Geschwindigkeit zu

mobilisieren [Vgl. Zepp; S. 141].

Das Sohlsubstrat ist wohl zufolge des Schwellbetriebes überwiegend grobkörnig (Mesolithal) und verfestigt. Sedimentumlagerungen sind nur sehr begrenzt möglich. Es handelt sich hier um eine „natürliche“ Sohlpflasterung, welche durch Erosion von feinerem Material bei fehlendem Geschiebe entsteht. Kiesig-sandiges Substrat findet sich nur kleinräumig bzw. im Rückstau oberhalb der alten Wehranlagen. [Vgl. Spi; S.4]

4.3 Flusserosion

Die geologische Arbeit der fließenden Gewässer besteht, wie bereits obig erwähnt aus drei eng miteinander verknüpften Vorgängen: Erosion, Transport und Ablagerung.

Die Flusserosion ist die fortschreitende Abtragung mineralischen Materials vom Boden und von den Seiten des Flussbetts.

Flüsse erodieren auf verschiedene Weise je nach der materiellen Beschaffenheit des Flussbetts und den Erosionswerkzeugen, die der Flusströmung zur Verfügung stehen. Die Kraft des fließenden Wassers kann durch Druck- und Zugwirkung auf den Flussbettboden und die Ufer lockeres oder gering verfestigtes alluviales Material erodieren. Dieser durch hydraulische Wirkung bedingte Erosionsprozess ist imstande, große Mengen von Lockermaterial in einer kurzen Zeit aus dem Flussbett herauszuschürfen.

Die Unterschneidung der Ufer führt dazu, dass große Massen von Alluvium in den Fluss abrutschen, wo die Partikel schnell voneinander getrennt werden und Teil der Flussfracht werden.

Wenn von schneller Strömung mitgeführte Gesteinspartikel gegen die Wandungen eines in anstehenden Fels eingeschnittenen Flussbetts prallen, werden Gesteinsbrocken losgeschlagen. Das Rollen von Steinen und größeren Blöcken auf dem Boden des Flussbetts zerdrückt und zerreibt kleinere

Fragmente, sodass eine Mischung von Korngrößen entsteht. Diese Prozesse der mechanischen Abnutzung bilden insgesamt die Abrasion.

Auch die chemischen Prozesse der Gesteinsverwitterung – Säurereaktionen und Lösung – sind wirksame Agenzien für die Abtragung von Gestein aus dem Flussbett; sie können unter dem Begriff Korrosion zusammengefasst werden. [Vgl. Stra; S.382- 383]

Bei mittleren und niedrigen Abflüssen verhindert vielfach eine Sohlenpanzerung die Erosion feineren Materials. Sohlenpanzerung entsteht, wenn sich bei einer ablaufenden Hochwasserwelle größere, plattige Gerölle strömungsdynamisch günstig, dachziegelartig übereinander schichten und so eine eher glatte Gewässersohle bilden. [Vgl. Zepp; S. 144]

4.4 Korngrößenanalysen

Die folgende Korngrößenanalyse habe ich im Rahmen eines INTERREG-Projektes mit dem Thema: „Fischökologische Untersuchung der Thaya im Bereich des „Nationalpark Thayatal“ - Erhebung vom Laichhabitaten der Bachforelle (*Salmo trutta fario*)“ durchgeführt.

Ziel der Untersuchung war die Erhebung eventuell vorhandener spezifischer Korngrößenzusammensetzungen, welche ein Abtauchen der Bachforelle ermöglichen. Die Probenstandorte wurden anhand der Ergebnisse der Mesohabitatkartierung gewählt. Untersucht wurden jene Flussabschnitte, die wegen ihrer Sohlenstruktur ein erfolgreiches Ergebnis vermuten ließen.

Weiters spiegelt die Analyse im Rahmen der Thematik dieser Arbeit sehr gut die Sohlenbeschaffenheit der ruhigeren Flussabschnitte wieder.

Es gab 5 Probennahme- Standorte:

→ *graphische Verortung*: siehe 'Mesohabitat- Kartierung'

→ *geographische Verortung*:

Standort 1: 15° 52' 03" Ö.L. / 48° 51' 11" N.B.

Standort 2: 15° 52' 20" Ö.L. / 48° 51' 37" N.B.

Standort 3: 15° 52' 53" Ö.L. / 48° 51' 05" N.B.

Standort 4: 15° 53' 05" Ö.L. / 48° 50' 35" N.B.

Standort 5: 15° 53' 41" Ö.L. / 48° 51' 00" N.B.

Es wurden pro Standort 2 Proben entnommen:

Probe 1: „obere Substratschicht“ (0 - 10cm Tiefe) – jeweils ca. 1500g (trocken)

Probe 2: „untere Substratschicht“ (10cm – 30cm Tiefe) – jeweils ca. 3000g (trocken)

Zur Ermittlung der Korngrößenanteile (in Massen- %) wurden 6 Maschensiebe mit verschiedenen Öffnungsweiten (63µm; 200µm; 0,63mm; 2mm; 4mm; 8mm) verwendet.

Auf die genauere Bestimmung der kleinsten Korngrößen wurde aus Relevanzgründen verzichtet. Ermittelt wurde lediglich der Massenanteil der Korngrößen mit einer Größe unter 63µm.

In den folgenden Korngrößendiagrammen ist, trotz gezielter Auswahl der Standorte (kiesige bis sandige Substrate) deutlich zu erkennen, dass der Anteil der großen Korngrößen (>8mm) (Kristallinblöcke) mit Ausnahme der Probe 5/2 stets deutlich überwiegt.

Weiters ist sichtbar, dass die Proben der unteren Substratschicht stets mehr Massenprozent in den kleineren bis mittleren Korngrößen (200µm-8mm) aufweisen als die der oberen Substratschicht.

Die Ergebnisse zeigen den starken Einfluss des Schwallbetriebes zwischen den Kraftwerken Frain und Znaim, welcher aufgrund der Verursachung täglicher Hochwasserereignisse eine längerfristige Ablagerung der kleineren Korngrößen verhindert. Lediglich in Staubereichen (siehe Mesohabitatkartierung), wie etwa vor den alten Wehranlagen sowie nach Verwerfungen (Kristallinblöcken) kommt es zu Sohlsubstrat- Akkumulationserscheinungen der kleineren Korngrößen. Doch auch hier ist der Anteil dieser als verhältnismäßig gering einzustufen.

Ergebnisse im Korngrößendiagramm:

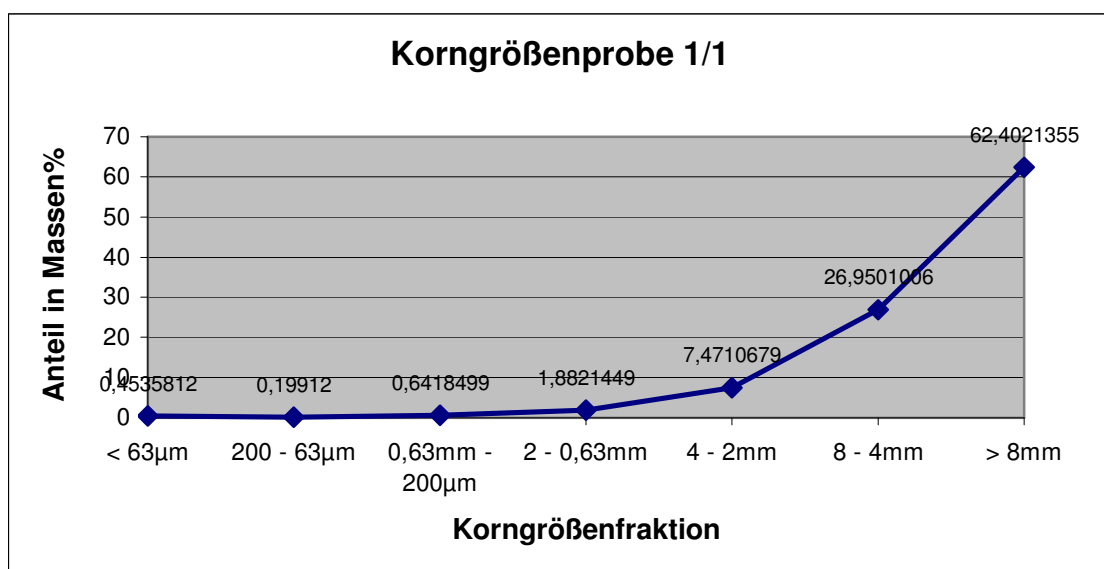


Abb. 17 – Korngrößenprobe 1/1

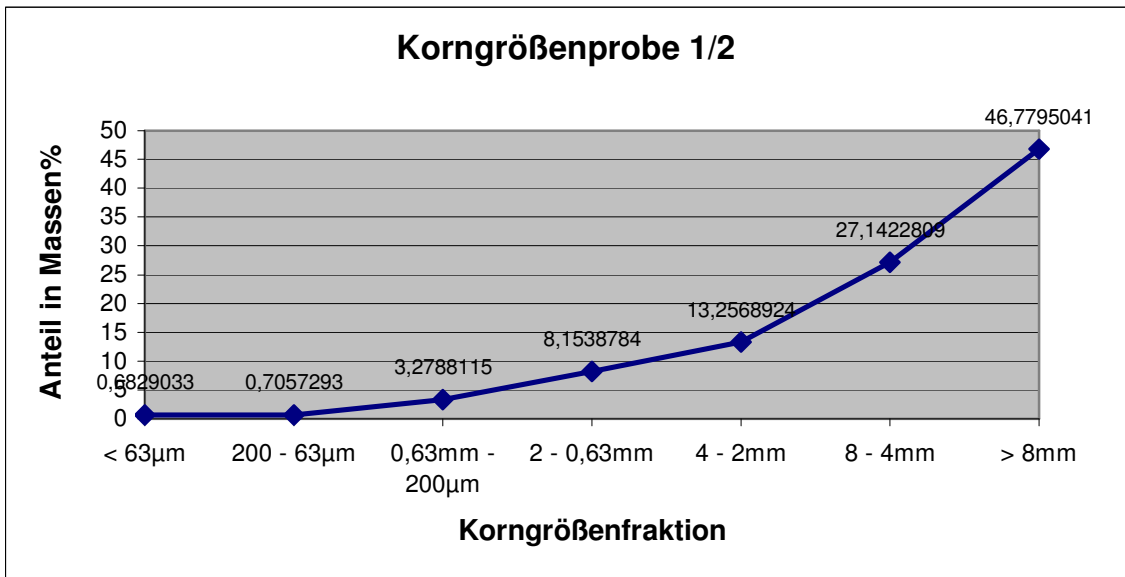


Abb. 18 – Korngrößenprobe 1/2

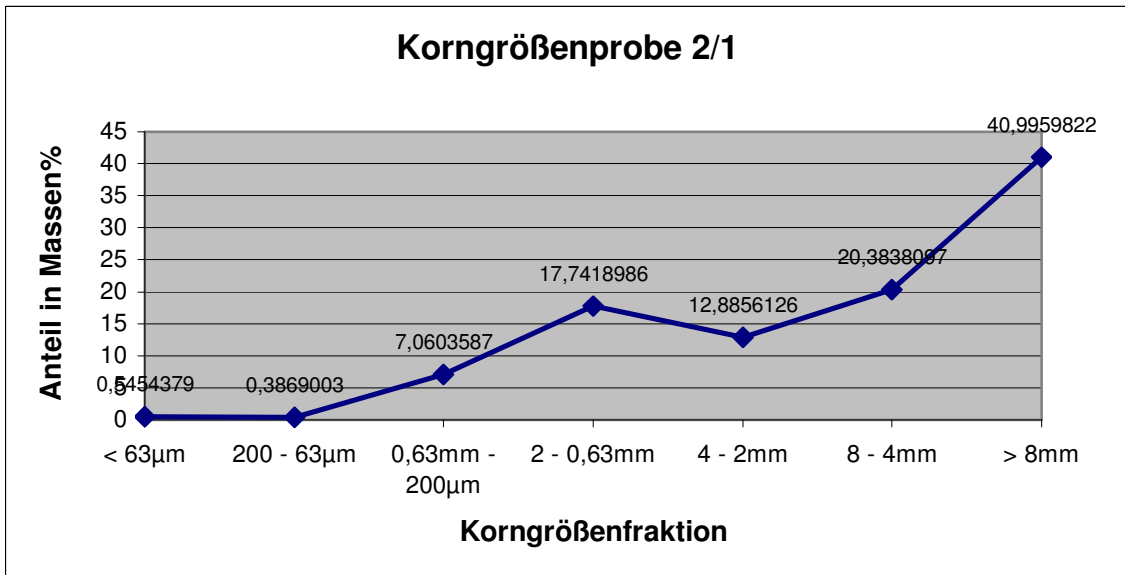


Abb. 19 – Korngrößenprobe 2/1

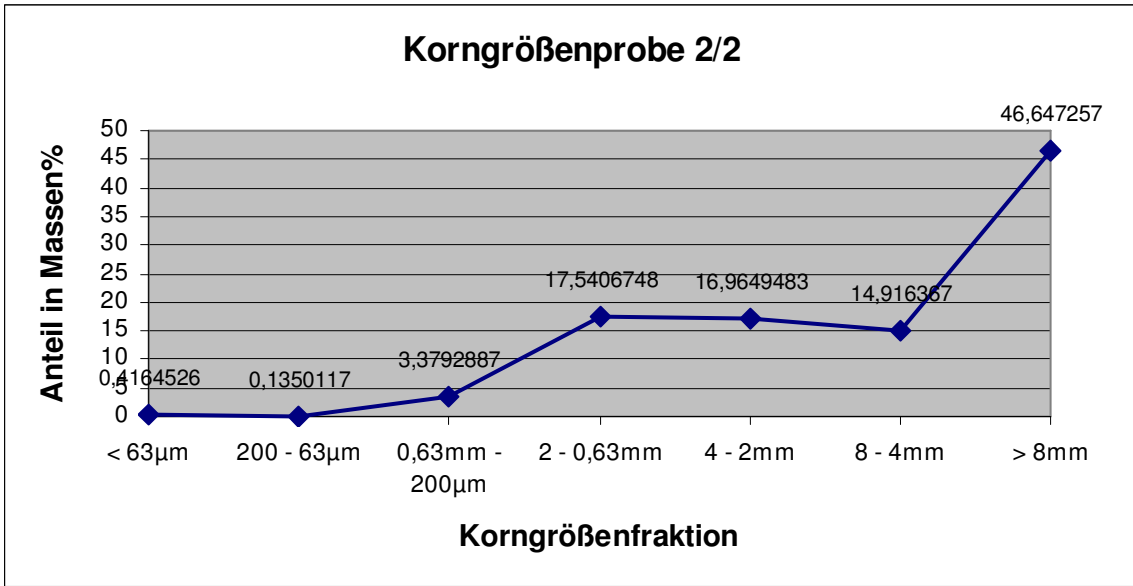


Abb. 20 – Korngrößenprobe 2/2

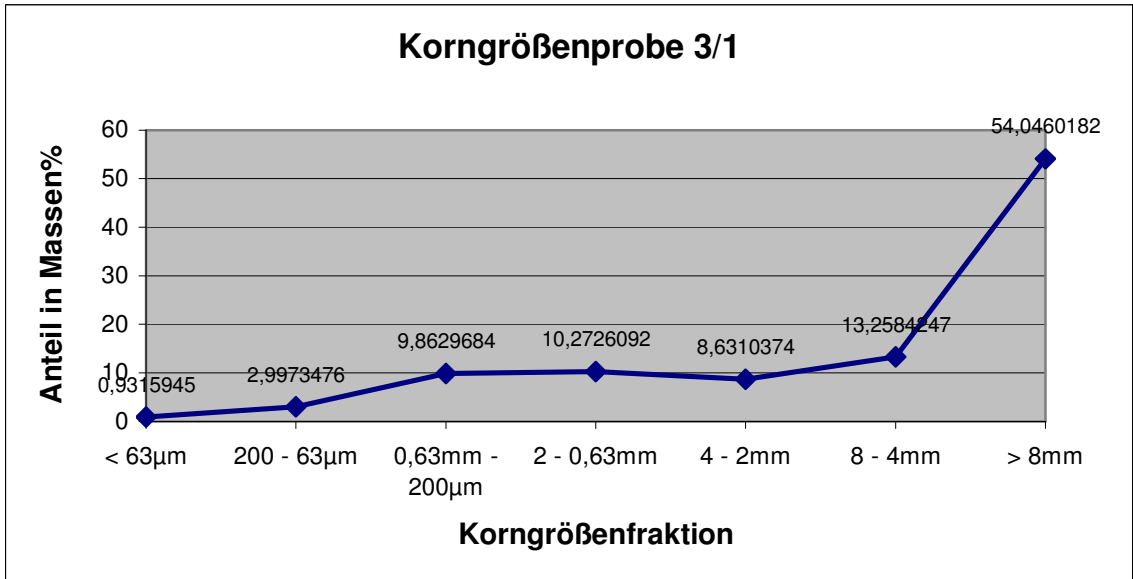


Abb. 21 – Korngrößenprobe 3/1

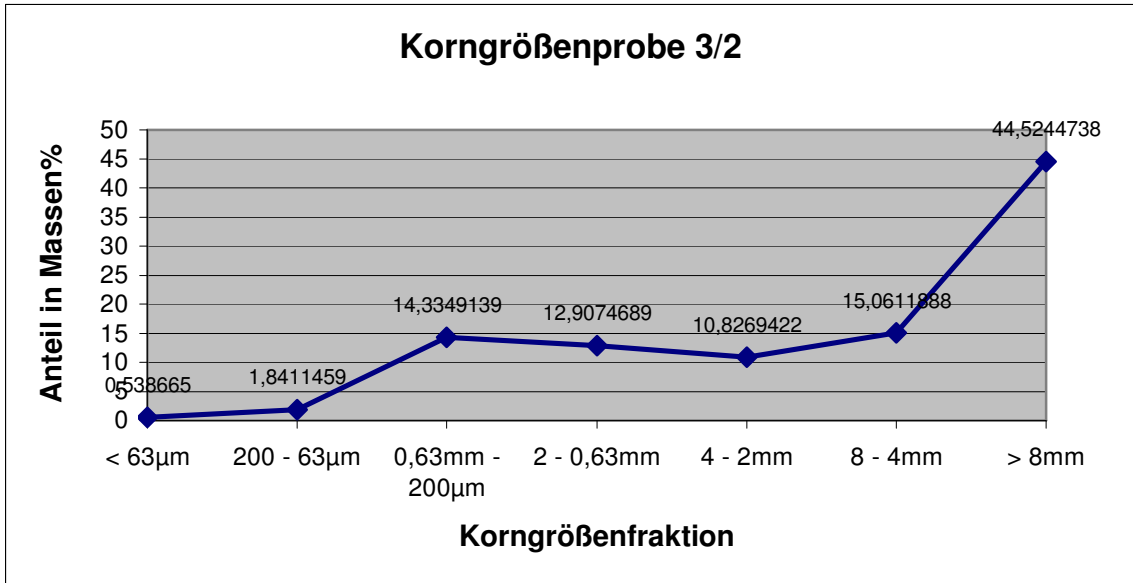


Abb. 22 – Korngrößenprobe 3/2

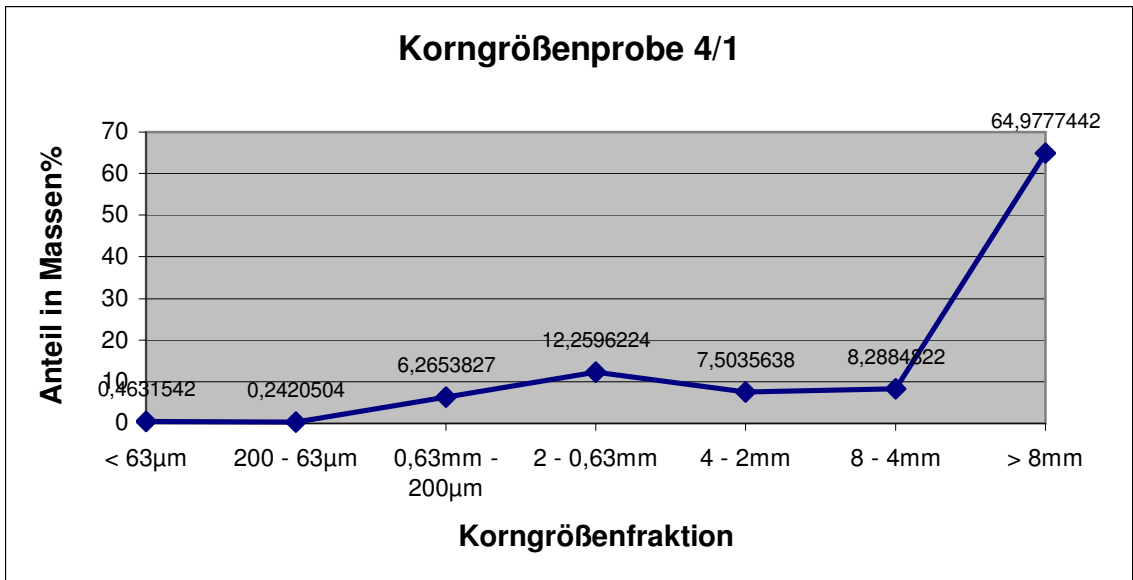


Abb. 23 – Korngrößenprobe 4/1

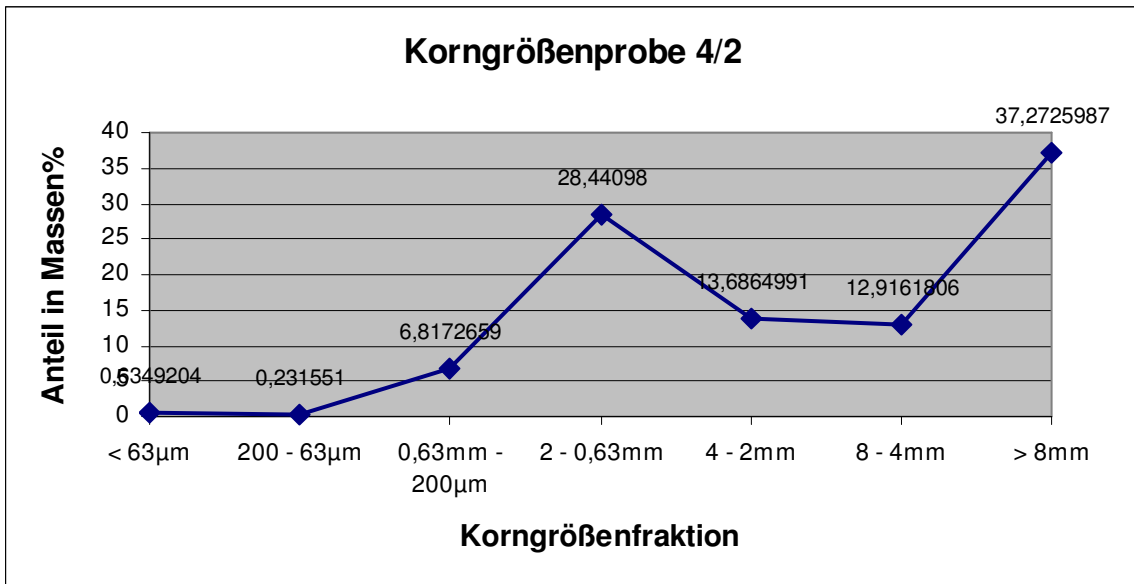


Abb. 24 – Korngrößenprobe 4/1

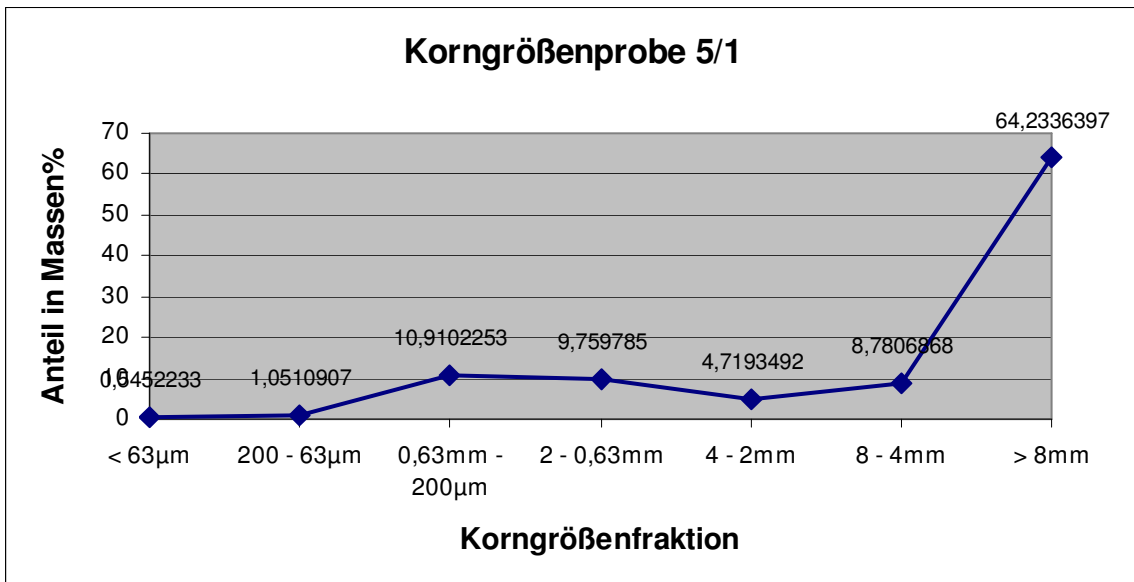


Abb. 25 – Korngrößenprobe 5/1

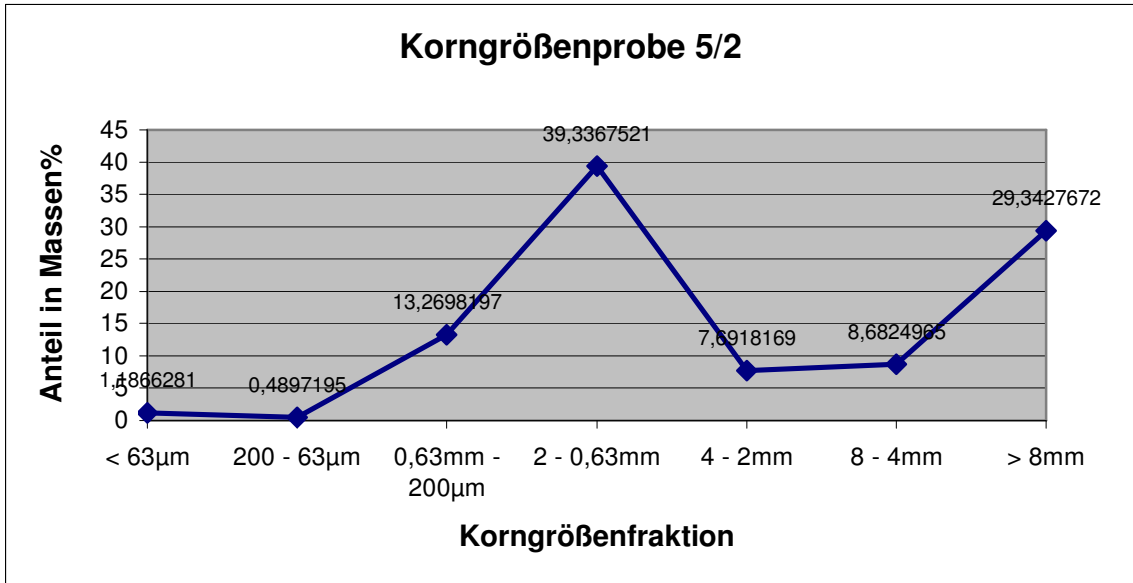


Abb. 26 – Korngrößenprobe 5/2

5. Morphologische Gewässerstrukturen

5.1 Flussbettbildung als vernetztes System

Vier große Komplexe bilden die naturräumlichen Grundlagen für die Ausformung der Flussbette:

- Die Tektonik als Gesamtheit der aus dem Erdinneren gesteuerten Bewegungen der Erdkruste in horizontaler und vertikaler Richtung,
- die Gesteine als Sammelbegriff für die mineralische Zusammensetzung der Landoberfläche der Erde einschließlich der Böden,
- das Klima als Summe aller atmosphärischen Erscheinungen,
- die Vegetation.

[Vgl. MaSch; S. 106]

Jeder Bach und jeder Fluss spiegelt somit die geologischen, klimatischen und reliefbedingten Eigenschaften seines Einzugsgebietes wider. Da kein Einzugsgebiet in allen Details einem anderen gleicht, ist streng genommen jedes Fließgewässer ein Individuum. Bei aller Verschiedenheit ist es freilich möglich, in bestimmter Hinsicht ähnliche Gewässer in Gruppen zusammenzufassen und durch vorgegebene Merkmalsgrenzen voneinander zu unterscheiden. [Vgl. KlaK; S.46]

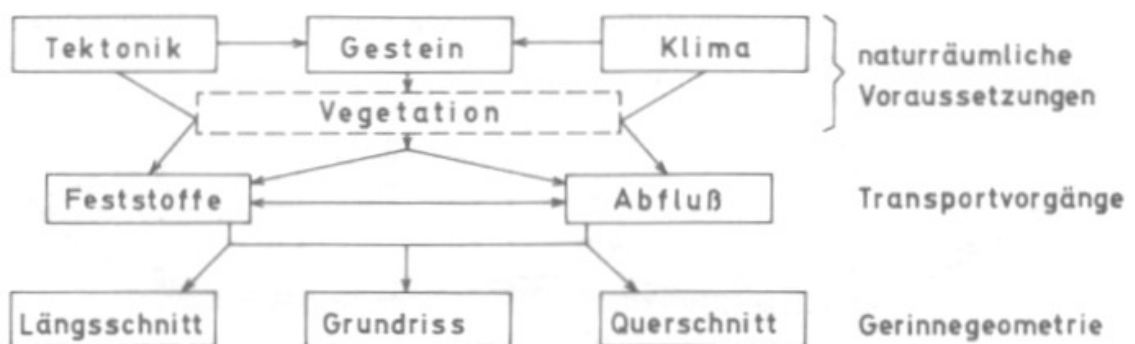


Abb. 27 – Einflussfaktoren für die Flussmorphologie

Jeder Fluss ist ein dreidimensionales Gebilde. Um in die Gesetze der Bettbildung einzudringen, ist es notwendig, die Elemente der Gerinnegeometrie, nämlich Grundriss, Längsschnitt und Querschnitte als Teile des Ganzen zu sehen und in ihren Wechselwirkungen zu begreifen. [Vgl. MaSch; S. 106]

5.2 Erscheinungsformen des Grundrisses

5.2.1 Flussentwicklung

Aus der Anpassung des Fließgewässers an das geologische Substrat und die Morphologie seines Gebietes einerseits und der aktiven Mitgestaltung dieses Gebietes durch Erosion und Akkumulation andererseits ergibt sich die Anlage des Flusslaufes.

Mit Hilfe von Verhältniszahlen kann man die Beziehungen zwischen Einzugsgebiet und Flusslauf sowie dessen Gesamterstreckung umreißen. Dazu wird von der Länge des Flusslaufes l_F die Strecke der Luftlinie c von der Quelle bis zur Mündung abgezogen und durch c dividiert:

$$e_F = l_F - c / c$$

Der Ausdruck e_F wird als Flussentwicklung bezeichnet. Diese für die ganze Länge des Flusses gültige Beziehung ist auch für die Teilstrecken verwendbar, dann steht c für die Strecke zwischen zwei Punkten A und B.

Die Flussentwicklung ist groß bei Wasserläufen, die weit im Bogen ausgreifen, und unabhängig von der Größe des Einzugsgebietes. Sie wird kleiner, je mehr sich der Fluss einer Geraden angleicht.

Für die gesamte Länge der Thaya innerhalb des Nationalparks ergibt sich für e_F folgender Wert:

$$e_F = (45 - 17,075) / 17,075 = \underline{1,6354}$$

Es hat sich eingebürgert, Flüsse in gestreckte, verzweigte und gewundene Läufe einzuteilen. [Vgl. MaSch; S. 107 - 108]

5.2.2 Gestreckte Flüsse

Einen geraden Fluss im geometrischen Sinne gibt es in der Natur nicht. Als gerade oder gestreckte Gerinne bezeichnet man daher solche, die über kürzere oder längere Abschnitte eine sehr kleine Flussentwicklung aufweisen und insgesamt den Eindruck einer starken Streckung vermitteln. [Vgl. MaSch; S. 109]

5.2.3 Verzweigte Flüsse

Der Typ der verzweigten Flüsse ist weit verbreitet und hauptsächlich bei kräftig entwickeltem Geschiebetrieb anzutreffen. Er setzt mittleres und größeres Gefälle voraus.

Im Gegensatz zu den gestreckten Gerinnen gibt es bei verzweigten kein

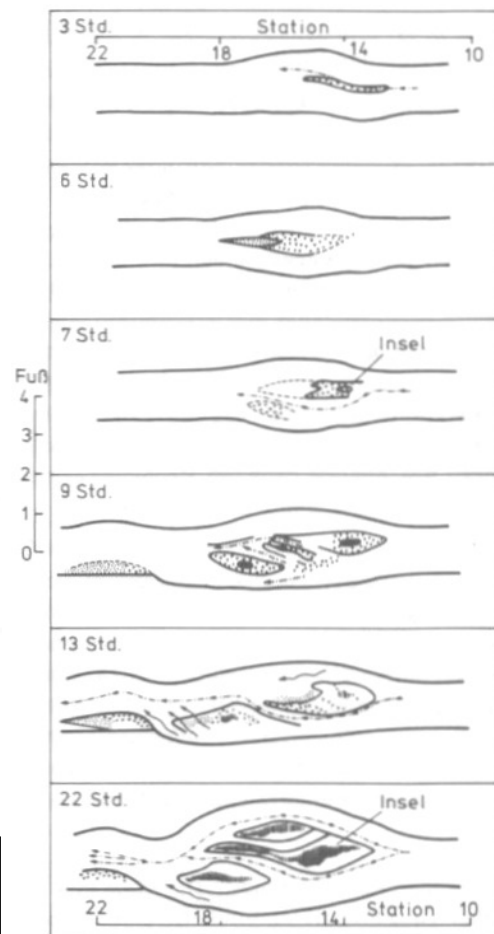
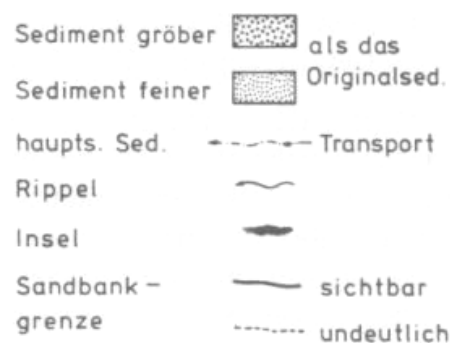


Abb. 28 – Entstehung von Flussverzweigungen

begrenztes Bett mit wenig veränderlichen Ufern. Der Fluss ist in zahlreiche Rinnen zerspalten, die auseinander streben, sich wieder zusammenfinden und bei jeder größeren Anschwellung ihre Gestalt ändern. [Vgl. MaSch; S. 111]

Verzweigte Flüsse zeigen Abflussdivergenz, der Abfluss teilt sich auf mehrere Stromfäden auf. Abflussverzweigung tritt, wie bereits obig erwähnt, häufig bei stark sedimentführenden Flüssen auf, nachdem diese bei sinkendem Wasserstand Sand- oder Kiesbänke absetzen, die dann als Hindernis umflossen werden. [Vgl. Zepp; S.148]

Große Gebiete von verzweigten Flüssen, wie etwa in Gletschervorfeldern, sind in vielerlei Weisen den verzweigten Läufen in kleinräumigen sandigen Substraten, wie sie etwa an Straßenrändern zu beobachten sind, ähnlich. Ein sehr wichtiges Merkmal von verzweigten Flussläufen ist die Bildung von zentralen und lateralen Bänken. [Vgl. LeWoMi; S. 284]

Die Entwicklungsreihe solcher Erscheinungen (siehe Abb. 28) wurde von LEOPOLD & LANGBEIN (1957) im Experiment nachvollzogen.

Im Querschnitt präsentieren sich die Ergebnisse folgendermaßen: siehe Abb. 29.

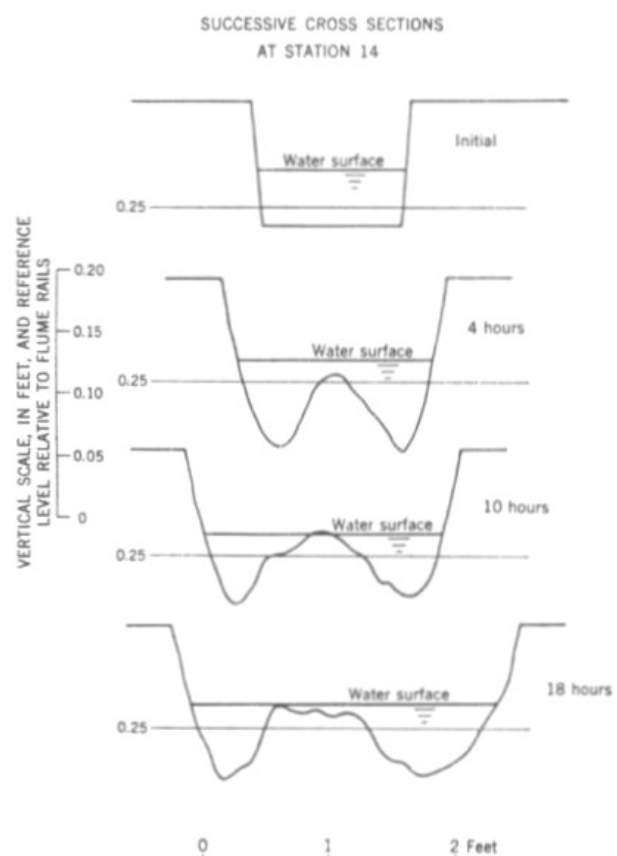
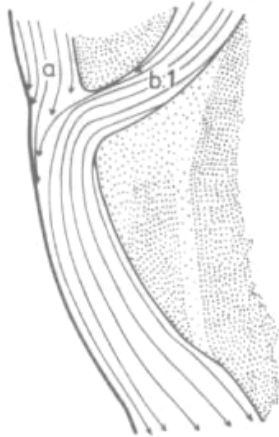


Abb. 29 – Entwicklungsreihe von Sand- bzw. Kiesbänken

In der Natur sind diese Vorgänge natürlich wesentlich komplexer.

Kies- oder Sandbänke wachsen zunächst an ihren Außenseiten schneller und haben somit vorübergehend Pfeilspitzenform, aus der Zug um Zug ein spindelförmiger Stromlinienkörper wird (spoolbar).



Ähnliche Formen wurden beim Zusammenfluss zweier Gerinne beobachtet. Es entstehen so genannte „Spornbänke“.

Abb. 30 -
Spornbankentstehung

Nicht selten werden diese „Spornbänke“ wie auch alle auf der konvexen Seite einer Flusskrümmung angelandeten Bänke weiter in den Flusslauf hineingezogen.

Sie bilden dann sehr charakteristische, Schräg- Über-Teile oder, bei viel Geschiebe, über die gesamte Flussbreite ausgedehnte Barren, oft die nächste Spornbank schon berührend. Sie sind in der Lage, die Sohle flussaufwärts beachtlich zu stützen. [Vgl.

MaSch; S. 111 – 116]

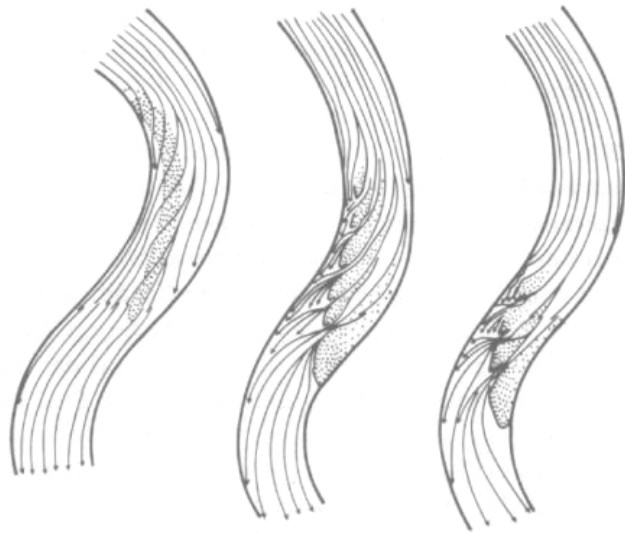


Abb. 31 – Spornbank in Flusskrümmung

Vergleicht man ein nicht verzweigtes geschlossenes Gerinne mit einem gleich großen, aber verzweigten, so hat das verzweigte das steilere Gefälle. [Vgl. MaSch; S.117]

5.2.4 Gewundene (mäandrierende) Flüsse

Gewundene Flussstrecken werden gewöhnlich als Mäander bezeichnet. Es gibt mehrere Arten von Mäandern, die auf ungleiche Entstehungsursachen hinweisen. In der Regel teilt man sie ein in freie oder Flussmäander, die sich in der eigenen Alluvion entwickeln können, und in eingeschnittene oder Talmäander, deren gewundener Weg vom Relief des Geländes abhängig ist.

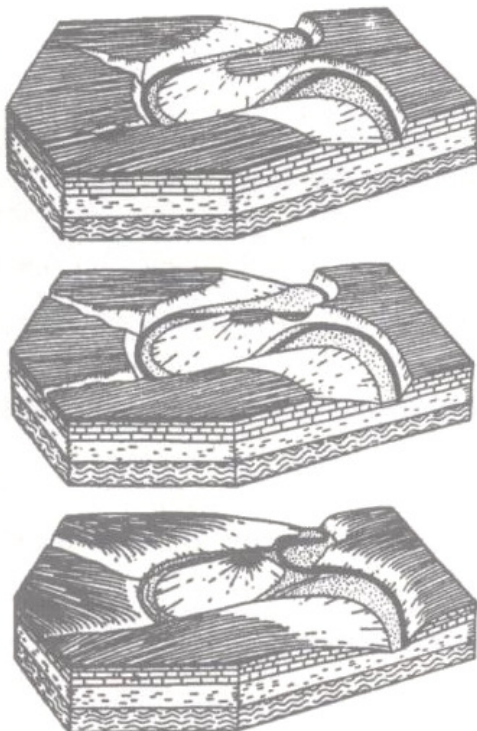


Abb. 32 – Mäanderabschnürung - Inselbergbildung

Die Thaya im „Nationalpark Thayatal“ weist fast ausschließlich Talmäander auf:

Die großen, tief in das Gelände eingeschnittenen, gewundenen Täler sind eines der auffallendsten gewässermorphologischen Phänomene der humiden oder ehemals humiden Klimabereiche. Sie sind zweifellos aus Flüssen hervorgegangen, wenn auch die Bildungsbedingungen längere Zeit hindurch sehr verschieden gedeutet wurden. Eine davon ist die so genannte Vererbungstheorie. Die Franzosen de la NOE und de MARGERIE sprachen 1888 erstmals den Gedanken an, dass eingesenkte Mäander durch Hebung des

Geländes entstanden sind. Die Vererbungstheorie setzt die Talmäander den Flussmäandern gleich, sie seien lediglich durch Landhebung fixierte Flussschlingen, die sich nicht mehr weiter frei entfalten konnten. PHILIPPSON nannte sie daher „Zwangsmäander“. [Vgl. MaSch; S. 122 – 123]

Eine weitere Theorie ist „Gesteinsmäandertheorie“. Ihr zufolge verändern sich die Formen der Talmäanderschlingen beim Wechsel der Gesteinsschichten von hart nach weich und umgekehrt. [Vgl. MaSch; S. 125]

Eine erneute Eintiefung kann dazu führen, dass Mäander in das anstehende Gestein eingesenkt werden. Zwar sind Talmäander nicht so frei, sich wie die freien Mäander zu verlagern, doch können sie ihre Bögen langsam vergrößern und auch abschnüren. Die Abschnürung eines Talmäanders hinterlässt einen hohen, runden Hügel, den so genannten Umlaufberg, der größtenteils von dem nun verlassenen Flussbett der alten Mäanderschleife umgeben ist. [Vgl. Stra; S. 396]

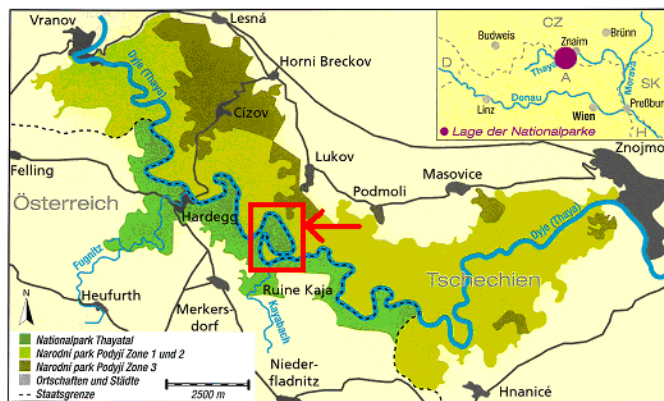


Abb. 33 – Verortung - Umlaufberg

Im Nationalparkgebiet (zwischen Hardegg und der Ruine Kaja – siehe Abb. 33) gibt es einen sehr prominenten Umlaufberg, dessen Geologie im folgenden Text genauer beleuchtet werden soll.

Auf dem Talboden können sich jedoch bei geringen Abflüssen auch neue Mäander mit kleinerer Wellenlänge bilden, die einen auffälligen Kontrast zur Geometrie der großen Talmäander zeigen (misfit streams). [Vgl. Zepp; S.164]

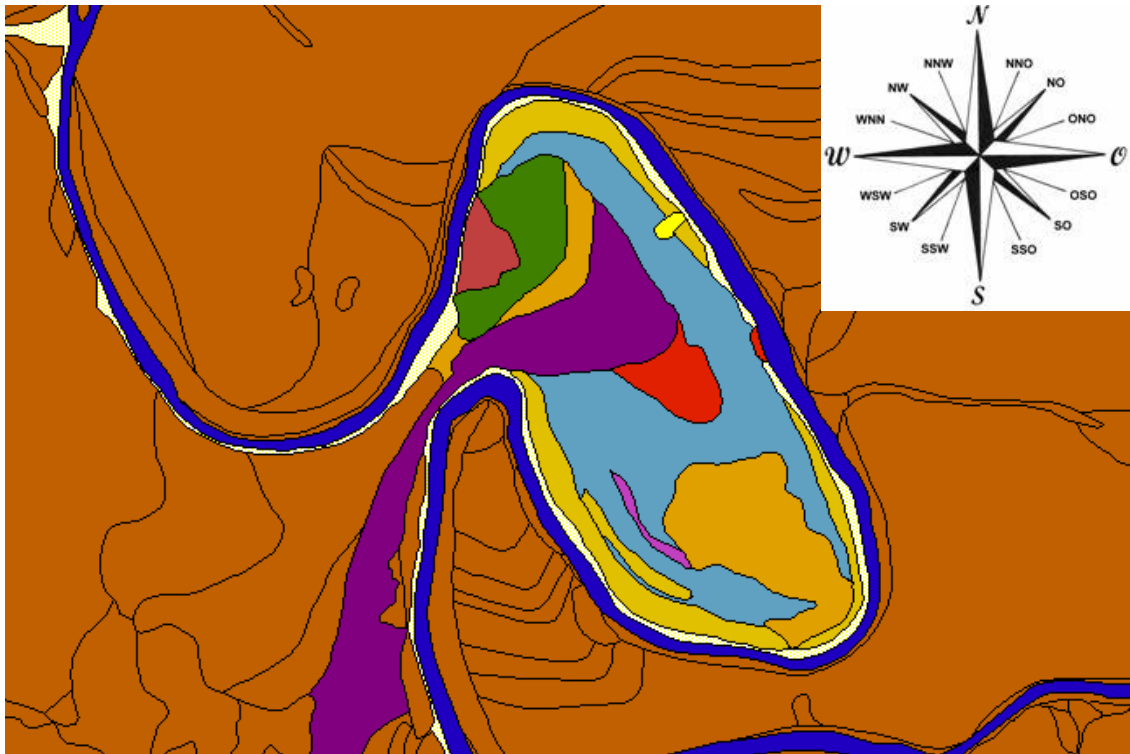


Abb. 34 – Geologie des „Umlaufbergs“

	Gewässer
	Kies, Sand – fluvial; z.T. lehmig
	Kies, Sand – fluvial; z.T. lehmig, mit Kristallinblöcken (Oberkante 2-3m über Flussniveau)
	Abrisskante von Rutschungen
	Terrassenschotter (12 – 15m über Flussniveau)
	Zweiglimmerschiefer, feinkörnig, überwiegend chloritisiert
	Quarzit, Muskowit führend
	Orthogneis
	Kristallinschutt (deluvial)
	Granitgneis
	Kristallinschutt in Verbindung mit Lehm
	Nichtausgewiesene Bereiche

Legende 1 – Geologie des „Umlaufbergs“

Bei der geologischen Betrachtung des Umlaufberges fällt im Vergleich zur restlichen Geologie im Gebiet auf, dass es hier zu einem inselartigen Auftreten von Orthogneisen und so genannten Weitersfelder Stängelgneisen (Granitgneis) [Vgl. Geo9] kommt. Diese Gesteine sind aus sauren bis intermediären Magmatiten hervorgegangen. Metamorphosebedingungen: Hauptsächlich Amphibolit bis Granulitfazies bzw. mittlerer bis hoher Metamorphosegrad. [Vgl. MaMe; S. 226]

Sie sind äußerst harte, erosionsresistente Gesteine, weshalb sie auch von der Thaya weitgehend umflossen werden, und somit den geologischen Grundstock des Umlaufberges bilden.

Das Ausmaß des Mäandrierens kann mittels des Sinuositätsindex (P) nach SCHUMM (Vgl. [SchU]; S.151-153) erhoben werden. Je näher P der Zahl 1 ist, desto geradliniger verläuft der Fluss. [Vgl. Für das Laufmuster der Thaya im gesamten Nationalparkgebiet (Österreich und Tschechien) ergibt sich für P folgender Wert:

$$P = L_F / L_T$$

$$P = 45 \text{ km} / 40 \text{ km} = \underline{1,125}$$

L_F... Länge des mäandrierenden Flusses

L_T... Länge des entsprechenden durchflossenen Talabschnittes

Vergleicht man nun den errechneten Wert P mit der in der folgenden Karte deutlich erkennbaren Mäandrierung des Flusses wird klar, dass es sich bei den Mäandern im Nationalparkgebiet eindeutig um Tal- oder Zwangsmäander handeln muss. Weiters wird diese Tatsache durch die Diskrepanz beim Vergleich von P mit dem zuvor errechneten Wert von e_f verdeutlicht.

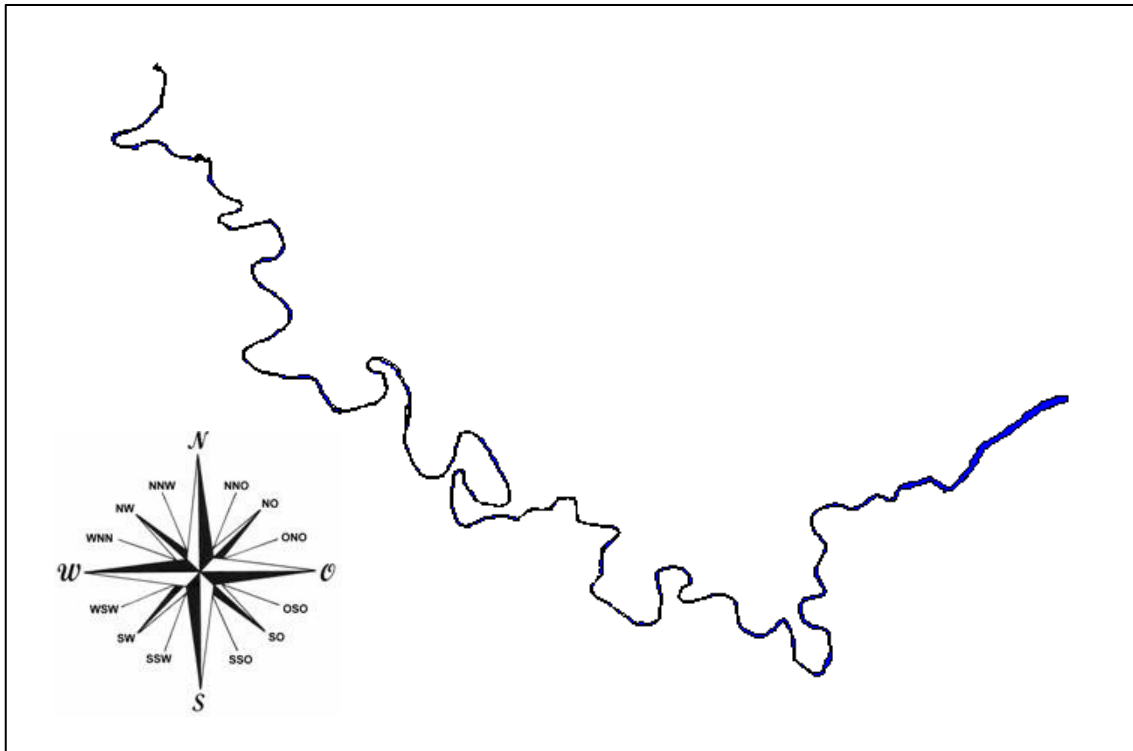


Abb. 35 – Flusslauf der Thaya

Die Thaya entspricht im Bereich des Nationalparks einem gewundenen (mäandrierenden) Flusslauf nach MUHAR et al. (1996). Dies ist ein Übergangstyp zwischen Furkation (Verzweigung) und Mäander, wobei der Flusslauf Mäanderbögen zeigt, lokal aber immer wieder Aufweitungen mit Inselbildungen und Aufzweigungen vorhanden sind. [Vgl. Spi; S. 3]

3.2.5 Mäandergeometrie

Neben der Naturbeobachtung werden auch Modellversuche zur Überprüfung der Mäandergeometrie herangezogen. Mittels der folgenden Gebrauchsformeln für die Grundparameter der Mäanderbögen in Anlehnung an ZELLER sollen einzelne dieser näher beleuchtet werden. [Vgl. Masch; S. 138 – 139]

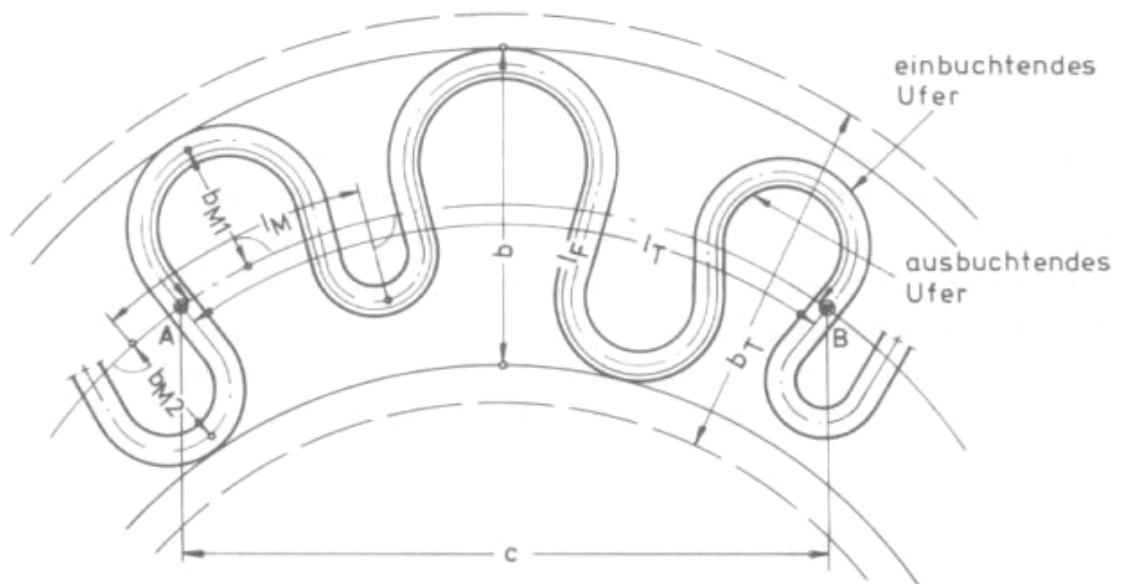


Abb. 36 – Grundparameter von Mäanderbögen

b...	Breite des Mäandergürtels
bM = bM1 + bM2...	Mäanderschwingungsbreite
IM...	Mäanderlänge
bT...	Breite der Talsohle
IF...	Flusslänge zwischen A und B
IT...	Tallänge zwischen A und B
c...	Abstand zwischen A und B (Luftlinie)

In Anlehnung an die obige Abbildung 35 wird im folgenden Abschnitt eine Flusschlinge nahe Šobes (siehe Abb. 37) eingehender beschrieben.

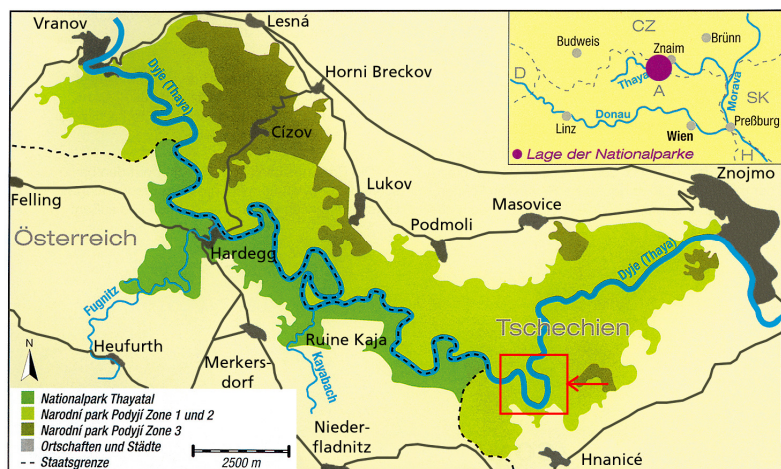


Abb. 37 – Verortung – „Šobesmäander“

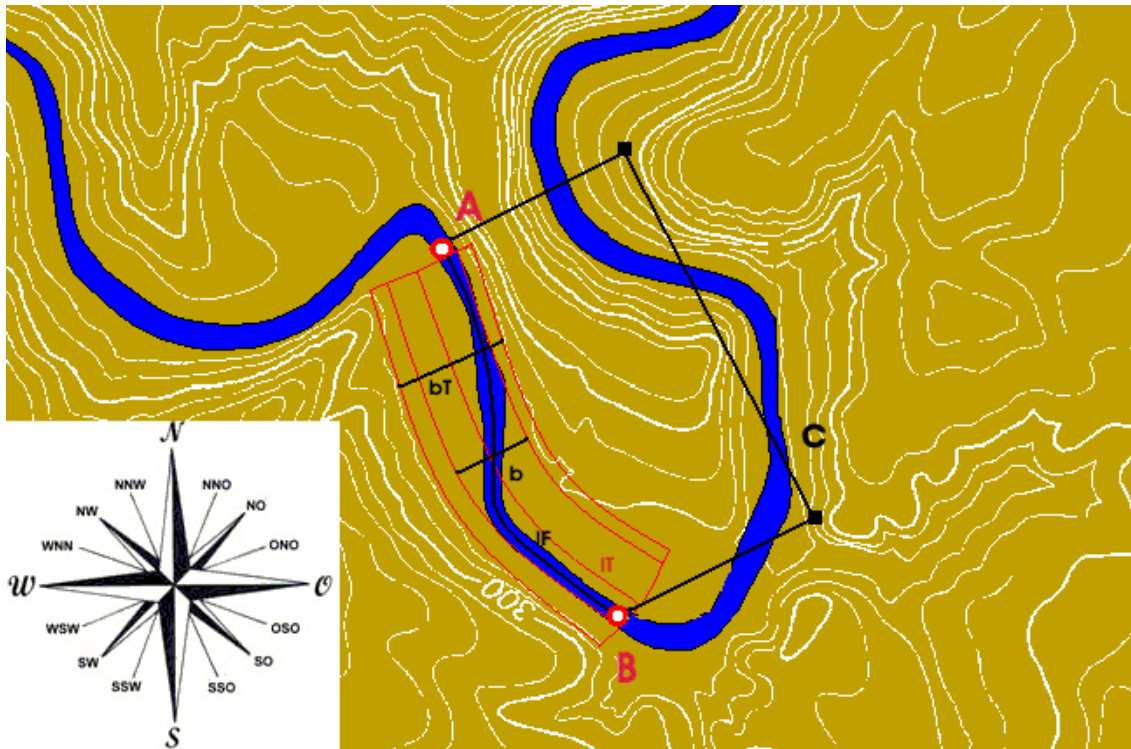




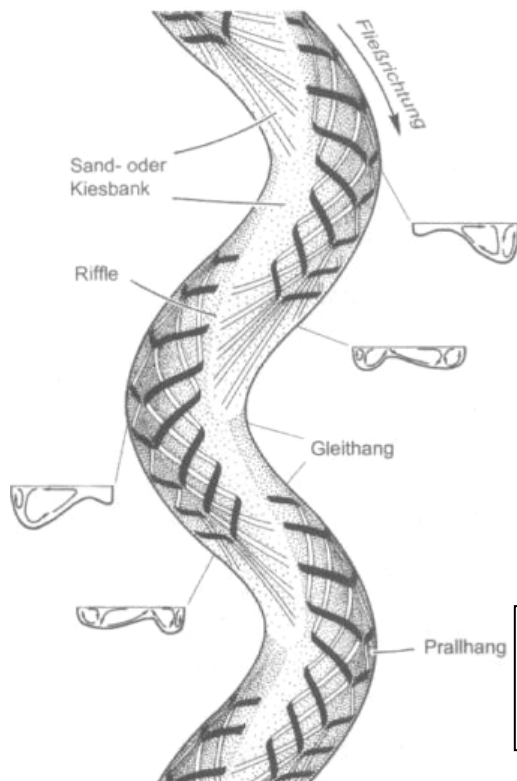
Abb. 38 – Berechnung – „Šobesmäander“

b...	208m
bT...	268m
IF...	1067m
IT...	919m
c...	936m
	Gewässer
	Höhenlinienmodell

Legende 2 – Berechnung – „Šobesmäander“

Beim Betrachten der Ergebnisse fällt auf, dass die Flusslänge (IF) deutlich größer ist als die Tallänge (IT). Dies weist auf eine deutliche Flussmäandrierung innerhalb des Tales hin, welche vom ursprünglichen Talmäander abweicht (misfit stream).

Das Wachstum freier Mäander hinterlässt deutliche Spuren in der Talsohle. In einem Mäanderbogen ist der Fluss an der Außenseite des Bogens, dem so



genannten Prallufer, besonders tief. Hier wird das Ufer unterschritten und bricht ab, so dass sich der Radius des Mäanderbogens vergrößert. Diese tiefste Stelle des Mäanders wird auch als Pool bezeichnet. Beim Weiterfließen in den nächsten Mäanderbogen schwingt die Linie der höchsten Fließgeschwindigkeit, der Stromstrich in der Strecke zwischen

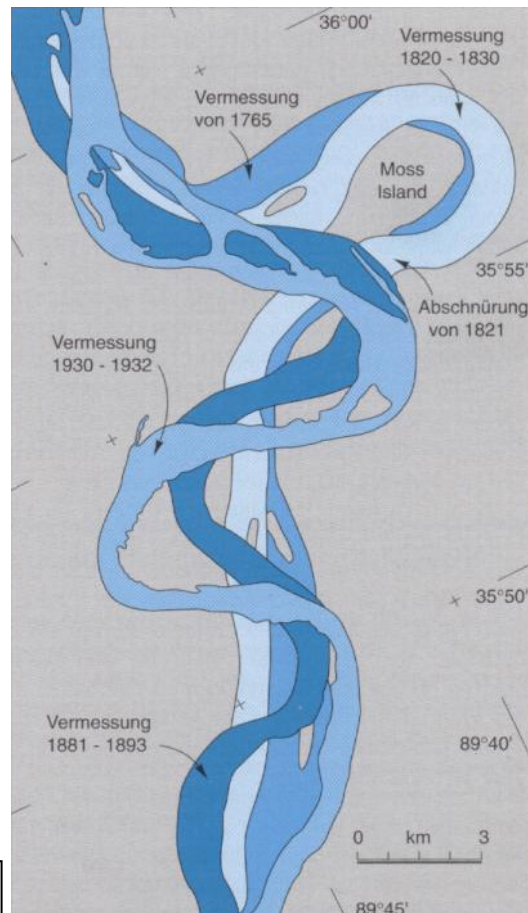
Abb. 39 – Riffle- Pool- Abfolgen in einem mäandrierenden Fluss (Oberflächenströmungen: schwarz)

den Bögen diagonal zur anderen Seite des Flusses. Dieser Bereich, in dem der Stromstrich das Flussbett quert, ist seicht mit Sand- oder Schotterbänken, die sich verlagern. Dieser Bereich wird Riffle genannt. Im Flusslauf wechseln so entsprechend der Abfolge der Mäanderschlingen Pools und Riffles alternierend ab.

Der Mäander wächst nicht nur seitwärts, sondern verschiebt sich auch flussabwärts (siehe Abb. 40 – Bsp. Mississippi- River).

[Vgl. Stra; S.392]

Abb. 40 – Mäanderwanderung (Mississippi- River; USA)



Das strömungsdynamische Bild an der Wasseroberfläche ist Ausdruck der Sohlbeschaffenheit; über den Riffles ist eine unruhige Wasseroberfläche und über den Pools ist eine ruhige, glatte Oberfläche zu beobachten.

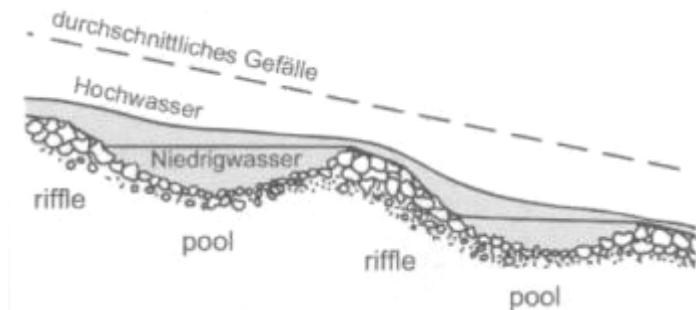


Abb. 41 – Riffle- Pool- Abfolgen in einem Fluss

Über Rückkoppelungseffekte können kleine Gewässerstrukturen wie Pools und Riffles auch skalenmäßig übergeordnete

Phänomene wie den Grundriss beeinflussen. So

hat KELLER (1972; zitiert in MORISAWA 1985, 89) ein Fünf- Phasen- Modell entwickelt, wie aus Riffle- Pool- Sequenzen als Folge konvergenter und divergenter Fließbewegungen schräg zur allgemeinen Fließrichtung Mäanderbögen entstehen können. [Vgl. Zepp; S. 145]

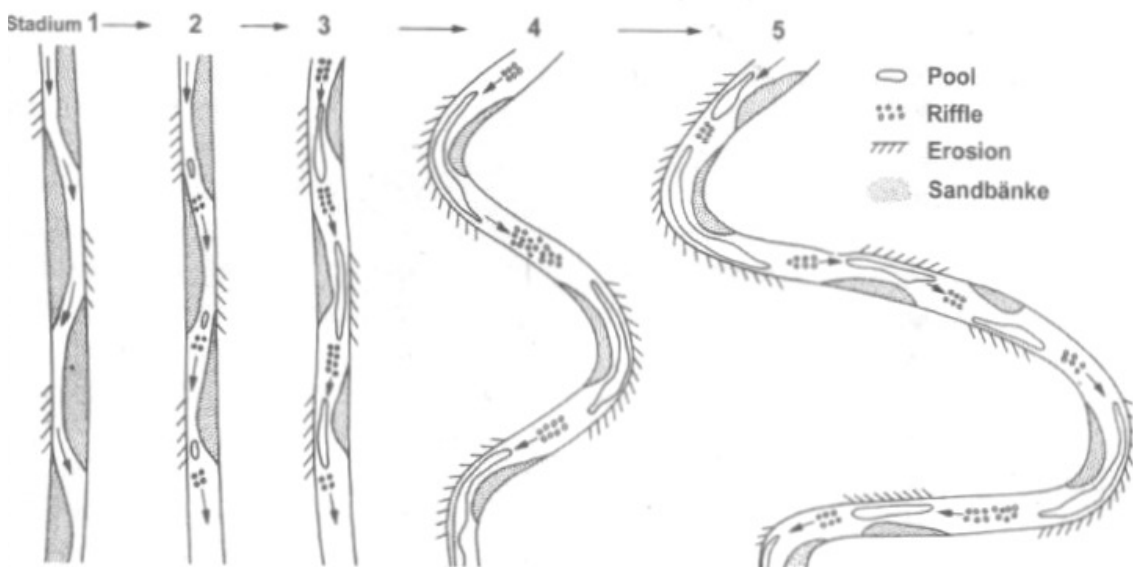


Abb. 42 – Fünf- Phasen- Modell nach KELLER

5.3 Fluviale Akkumulationsformen der Thaya und deren Vegetationsbedeckung

Inseln 1.) „Untere Bärenmühle“

Die Insel „Untere Bärenmühle“ ist die größte aller Inseln innerhalb des Nationalparks. Sie befindet sich direkt neben dem Thayatalweg 1 (15° 52´ 54“ Ö.L. / 48° 51´ 10“ N.B.), erstreckt sich in beinahe exakter N-S- Richtung, und hat eine Länge von 365m.

An der Nordspitze ist sie deutlich stumpfer als an der Südspitze, und sie weist eine lanzettliche Form auf.

Die Flussbreite ist an der Westseite deutlich geringer als an der Ostseite, wobei bei Niedrigwasser der Ostteil der Thaya einige kleinere Sandbänke freigibt.

Weiters wird sie im Norden zweimalig vom Fluss durchbrochen. Bei Hochwasser werden außerdem regelmäßig zwei Rinnen an der Südspitze der Insel geflutet.

Oberflächennaher geologischer Untergrund: Ton, Sand, Kies, lehmig; mit Kristallinbruchstücken und –blöcken, wobei der Korngrößendurchmesser von Norden nach Süden deutlich im Abnehmen begriffen ist. Kristallinbruchstücke und –blöcke sind beinahe ausschließlich im nördlichen Teil der Insel „Untere Bärenmühle“ zu finden, was auf korngröbenselektive Vorgänge schließen lässt.

Die Vegetation betreffend finden wir von Süden nach Norden eine deutliche Zunahme der Baumschicht gegenüber der Krautschicht. Das Baumwachstum setzt im Süden überhaupt erst nach 52m ein, wobei im Norden unmittelbar an der Inselspitze, welche der größten Strömungsenergie ausgesetzt ist, das Baumwachstum bereits unmittelbar an der Uferlinie einsetzt.

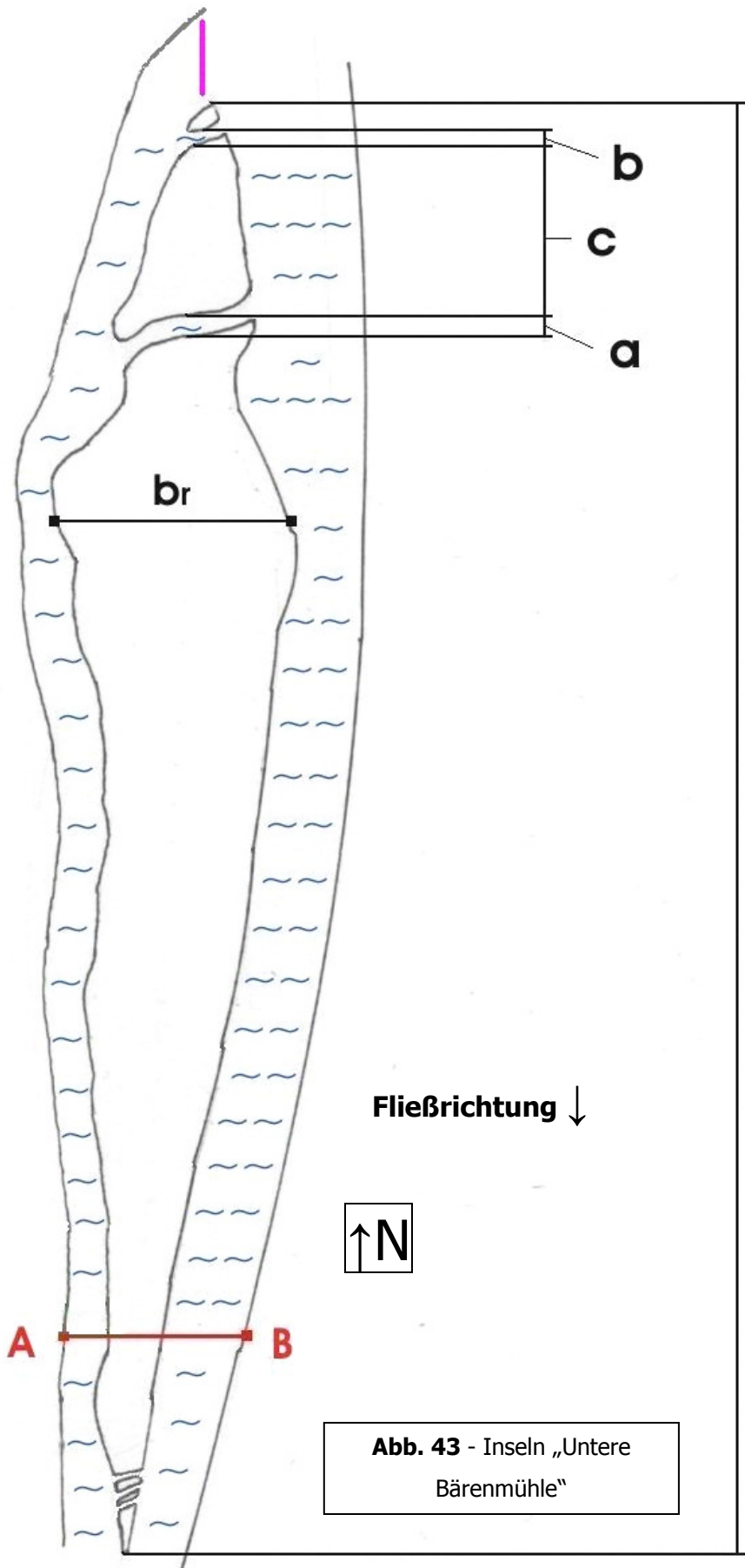


Abb. 43 - Inseln „Untere Bärenmühle“

Maßstab 1 : 2000	
l... 365m	
br... 61m	
a... 5,2m	
b... 3,1m	
c... 43,9m	
A... Querprofil- Startpunkt	
B... Querprofil- Endpunkt	
—	Verortung: „Nehrung“
~	Wasserfläche

Legende 3 – Insel „Untere Bärenmühle“

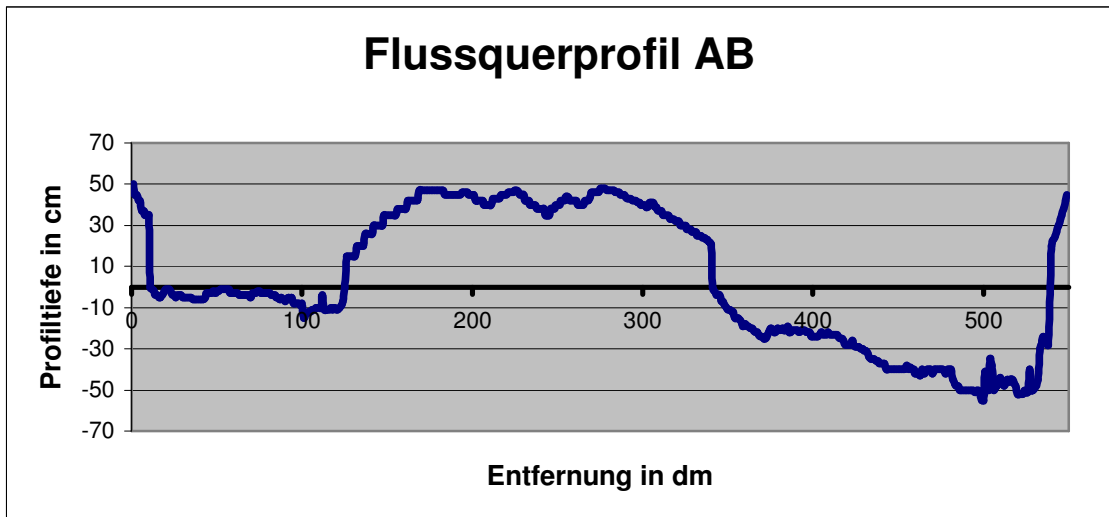


Abb. 44 – Flussquerprofil AB („Untere Bärenmühle“) – (Ufer- und Inselhöhe gerundet) –
Datenerhebung: 23. 8. 2006 – 10:00 bis 11:10 Uhr

Arten - Südhälfte:

Gehölze: *Alnus glutinosa* (Schwarzerle), *Acer campestre* (Feldahorn), *Acer pseudoplatanus* (Bergahorn), *Tilia cordata* (Winterlinde), *Sambucus nigra* (Schwarzer Holunder), *Salix alba* (Silberweide), *Acer negundo* (Eschenahorn), *Ulmus carpinifolia* (Feldulme)

Krautige: *Urtica dioica* (Brennnessel), „Schilf“ (Ufernähe), versch. Ampferarten (Gattung: *Rumex*), *Impatiens parviflora* (Kleinblütiges Springkraut), *Galeopsis speciosa* (Bunter Hohlzahn), *Lamium maculatum* (Gefleckte Taubnessel), *Pulmonaria officinalis* (Echtes Lungenkraut), *Asarum europaeum* (Haselwurz), Gattung: *Stellaria* (Sternmiere), *Arctium lappa* (Große Klette), *Polygonum hydropiper* (Pfeffer- Knöterich), *Arum maculatum* (Gefleckter Aronstab)

Arten- Nordhälfte:

Gehölze: *Alnus glutinosa* (Schwarzerle), *Acer campestre* (Feldahorn), *Acer pseudoplatanus* (Bergahorn), *Sambucus nigra* (Schwarzer Holunder), *Salix alba* (Silberweide), *Carpinus betulus* (Hainbuche), *Betula pubescens* (Moor- Birke), *Fraxinus excelsior* (Esche), *Acer platanooides* (Spitzahorn)

Krautige: *Urtica dioica* (Brennnessel), „Schilf“ (Ufernähe), versch. Ampferarten (Gattung: *Rumex*), *Pulmonaria officinalis* (Echtes Lungenkraut), *Arctium lappa* (Große Klette), *Polygonum hydropiper* (Pfeffer- Knöterich)

Querprofil **AB**:

Bei der Betrachtung des obigen Flussquerprofils fällt zunächst auf, dass der westliche Flusszweig deutlich schmaler (11,4 m) und seichter (max. Tiefe: 15 cm) ist als der östliche (19,85 m / max. Tiefe: 55 cm) und somit eine Abflussdivergenz aufweist.

Dies ist vermutlich auf die Tatsache zurückzuführen, dass der östliche Zweig entlang eines Prallufers und der westliche Zweig entlang eines Gleitufers eines ursprünglich vermutlich unverzweigten Flusses münden. Weiters wird wahrscheinlich die Erosionsleistung des Flusses durch die Insel am Westufer zusätzlich verringert.

Jedoch wird die Insel auch zweimal im Norden von Querverbindungen (a, b) (Vgl. Abb. 43) zwischen West- und Ostzweig durchbrochen (somit handelt es sich streng genommen um drei Einzelinseln), welche den Westzweig zusätzlich mit Wasser versorgen. Außerdem kommt es bei Hochwasser zur Flutung von zwei Überlaufrinnen im Süden der Insel.

Weiters fiel bei der Untersuchung im Norden der Insel eine linienhafte, als Verlängerung der Uferlinie verlaufende Schwelle mit geringerer Wassertiefe auf, was eventuell als Haken- oder Nehrungsbildung zu deuten ist, wodurch es an dieser Stelle im Laufe der Zeit zu einer Abschnürung des Westzweiges kommen könnte. [Vgl. Zepp; S.270]

Inseln 2.) „Šobes- Süd“

Im Falle der Inseln „Šobes- Süd 1 / Šobes- Süd 2 / Šobes- Süd 3“ handelt es sich um drei Einzelinseln, wobei Insel 2 bei Hochwasser in der Mitte vom Fluss durchbrochen wird. Allesamt befinden sie sich im tschechischen Teil des Nationalparks an der Südspitze des bereits in *Kapitel 3.2.5* beschriebenen „Šobes- Mäanders“. Genauso, wie „Untere Bärenmühle“ sind auch sie lanzettlicher in Strömungsrichtung spitz zulaufender Form. Dies hat den Grund, dass an der Stirn der Inseln die unmittelbare Strömungsenergie des Flusses auftrifft, und somit unabgelenkt und ungeschwächt angreifen kann, und somit zu einer Abstumpfung der Inselfront führt.

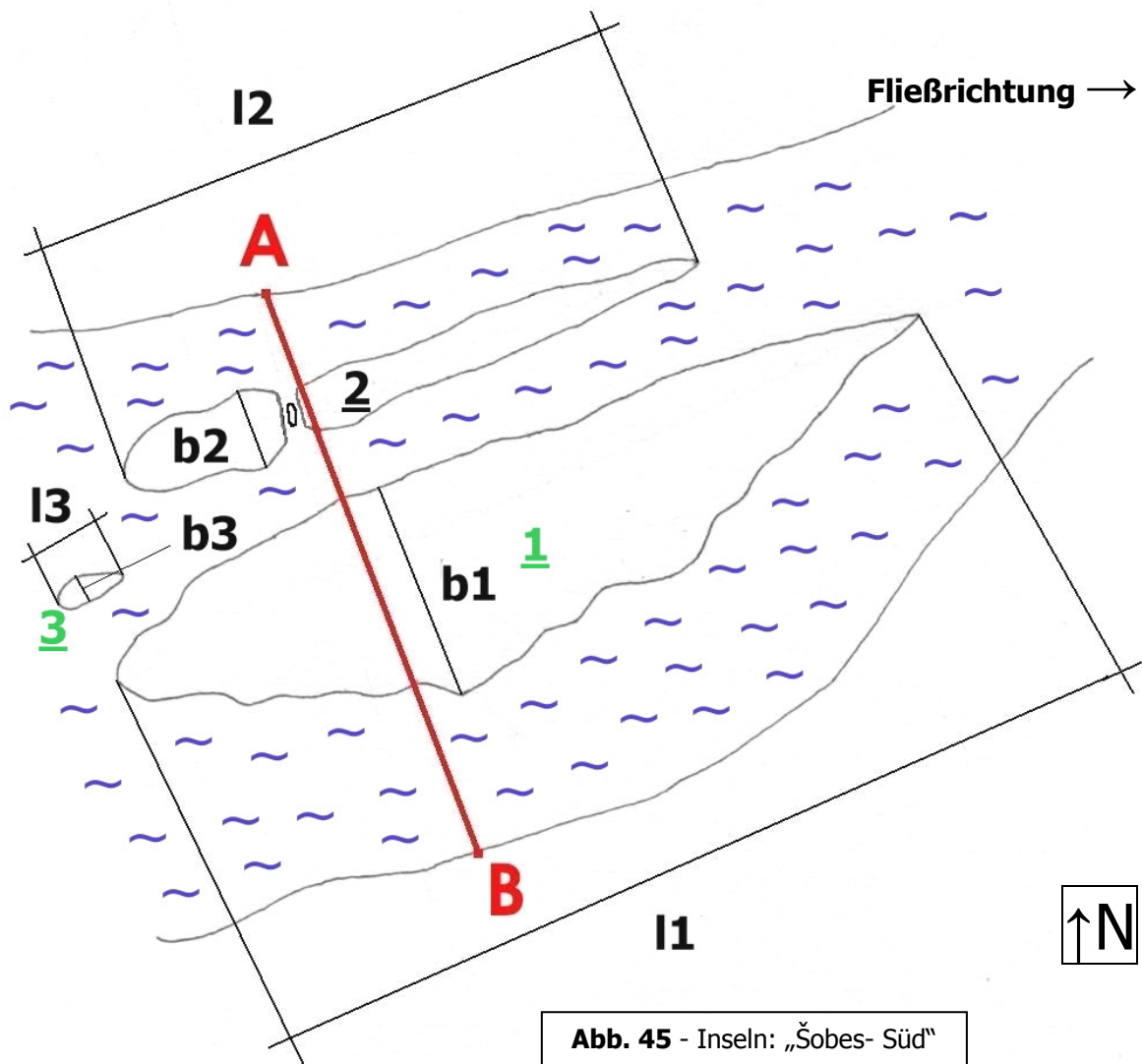


Abb. 45 - Inseln: „Šobes- Süd“

Maßstab 1 : 1000		
l1... 130m	l2... 90m	l3... 10,5m
b1... 32,5m	b2... 12,3m	b3... 3,1m
<u>1</u> ... Insel 1	<u>2</u> ... Insel 2	<u>3</u> ... Insel 3
A ... Querprofil- Startpunkt		
B ... Querprofil- Endpunkt		
~	Wasserfläche	
Legende 4 – Inseln: „Šobes- Süd“		

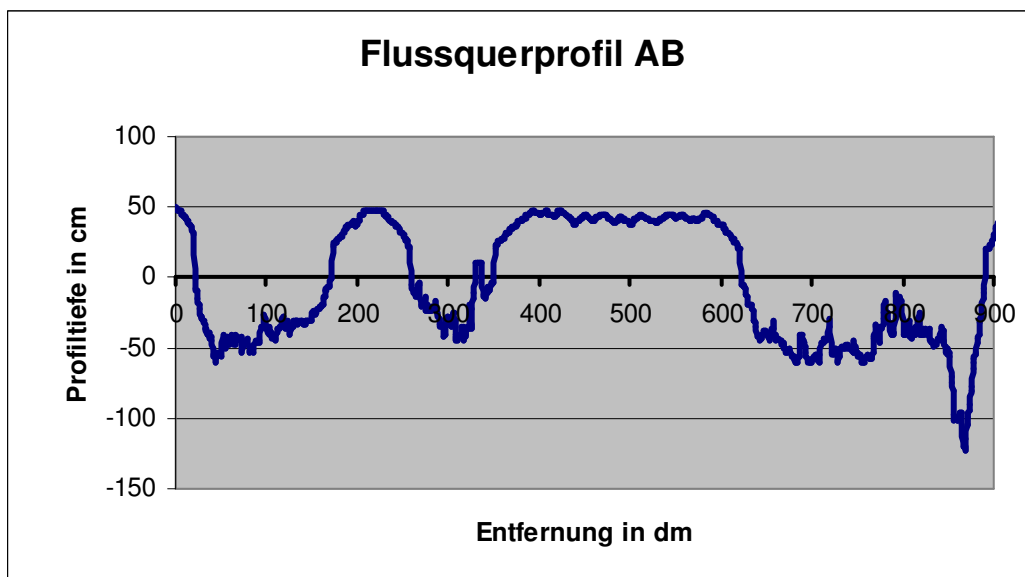


Abb. 46 - Flussquerprofil AB („Šobes - Süd“) – (Ufer- und Inselhöhe gerundet) –
Datenerhebung: 24. 8. 2006 – 11:50 bis 12:30 Uhr

Aus Gründen der Übersichtlichkeit wird jede der drei Insel einzeln besprochen:

Insel 1: Diese ist die größte aller 3 Inseln (Vgl. Legende 4). Den geologischen Untergrund betreffend besteht diese an der Stirn aus Grobkies, Kristallinschutt und Sand, im Mittelteil aus Feinkies und Sand, und am Hinterende aus Sand und Feinsand.

Hierbei fällt abermals die kontinuierliche Abnahme der Korngrößen von der Stirn bis hin zum Hinterende auf, was wiederum auf Korngrößenselektive Vorgänge schließen lässt. Jedoch befindet sich an der Stirnseite auch kleinere Korngrößen, was vermutlich auf die unmittelbare Nähe einer vorgeschalteten Wehr zurückzuführen ist, welche den Geschiebetrieb dahingehend beeinflusst, dass ein Teil der größeren Bestandteile zurückgehalten wird.

Die Vegetation betreffend bietet sich uns ein ähnliches Bild, wie bei „Untere Bärenmühle“, bis auf die Tatsache, dass an der Stirnfront, vermutlich aufgrund der Korngrößenzusammensetzung nicht unmittelbar das Baumwachstum einsetzt:

Arten- Inselstirn:

Gehölze: *Alnus glutinosa* (Schwarzerle), *Acer campestre* (Feldahorn), *Robinia pseudacacia* (Robinie), *Acer negundo* (Eschenahorn), *Acer platanoides* (Spitzahorn), *Corylus colurna* (Baum- Hasel), *Ulmus carpinifolia* (Feldulme), *Euonymus europaea* (Pfaffenhütchen), *Rubus caesius* (Kratzbeere), *Sambucus nigra* (Schwarzer Holunder)

Krautige: *Urtica dioica* (Brennnessel), „Schilf“ (Ufernähe), versch. Ampferarten (Gattung: *Rumex*), *Pulmonaria officinalis* (Echtes Lungenkraut), *Aegopodium podagraria* (Giersch)

Arten- Inselmitte:

Gehölze: *Alnus glutinosa* (Schwarzerle), *Acer campestre* (Feldahorn), *Robinia pseudacacia* (Robinie), *Acer negundo* (Eschenahorn), *Acer platanoides* (Spitzahorn), *Corylus colurna* (Baum- Hasel), *Ulmus carpinifolia* (Feldulme), *Rubus caesius* (Kratzbeere), *Sambucus nigra* (Schwarzer Holunder), *Carpinus betulus* (Hainbuche), *Salix alba* (Silberweide), *Prunus padus* (Echte Traubenkirsche)

Krautige: *Urtica dioica* (Brennnessel), „Schilf“ (Ufernähe), versch. Ampferarten (Gattung: *Rumex*), *Aegopodium podagraria* (Giersch), *Lamium maculatum* (Gefleckte Taubnessel), *Glechoma hederacea* (Gundelrebe)

Arten- Inselhinterende:

Gehölze: *Alnus glutinosa* (Schwarzerle), *Acer campestre* (Feldahorn), *Acer negundo* (Eschenahorn), *Acer platanoides* (Spitzahorn), *Corylus colurna* (Baum- Hasel), *Ulmus carpinifolia* (Feldulme), *Sambucus nigra* (Schwarzer Holunder), *Salix alba* (Silberweide), *Fraxinus excelsior* (Esche), *Rubus idaeus* (Himbeere)

Krautige: *Urtica dioica* (Brennnessel), „Schilf“ (Ufernähe), versch. Ampferarten (Gattung: *Rumex*), *Aegopodium podagraria* (Giersch), *Lysimachia vulgaris*

(Gewöhnlicher Gilbweiderich), *Lythrum salicaria* (Blut- Weiderich), *Galeopsis speciosa* (Bunter Hohlzahn), Gattung: *Stellaria* (Sternmiere), Gattung: *Lepidum* („Kresse“)

Insel 2: Diese ist die zweitgrößte der 3 Inseln (Vgl. Legende 4). Der oberflächennahe geologische Untergrund entspricht im Wesentlichen dem von Insel 1.

Weiters wird sie durch Hochwässer regelmäßig „durchbrochen“. Zurück bleibt eine kleine Sandbank, welche bei sinkendem Wasserpegel im Zentrum des „Durchbruchgerinnes“ akkumuliert wird.

Die Vegetation betreffend bietet sich uns folgende Artenzusammensetzung:

Arten- Inselstirn:

Gehölze: *Alnus glutinosa* (Schwarzerle), *Acer campestre* (Feldahorn), *Acer pseudoplatanus* (Bergahorn), *Ulmus carpiniifolia* (Feldulme), *Salix alba* (Silberweide), *Rubus caesius* (Kratzbeere), *Corylus colurna* (Baum- Hasel)

Krautige: *Urtica dioica* (Brennnessel), „Schilf“ (Ufernähe), versch. Ampferarten (Gattung: *Rumex*)

Arten- Inselmitte:

Gehölze: *Alnus glutinosa* (Schwarzerle), *Acer campestre* (Feldahorn), *Ulmus carpiniifolia* (Feldulme), *Sambucus nigra* (Schwarzer Holunder), *Fraxinus excelsior* (Esche), *Rubus caesius* (Kratzbeere), *Carpinus betulus* (Hainbuche)

Krautige: „Schilf“ (Ufernähe), versch. Ampferarten (Gattung: *Rumex*)

Arten- Inselhinterende:

Gehölze: *Alnus glutinosa* (Schwarzerle), *Acer campestre* (Feldahorn), *Corylus colurna* (Baum- Hasel), *Ulmus carpinifolia* (Feldulme), *Sambucus nigra* (Schwarzer Holunder), *Rubus caesius* (Kratzbeere), *Rubus idaeus* (Himbeere)

Krautige: *Urtica dioica* (Brennnessel), „Schilf“ (Ufernähe), versch. Ampferarten (Gattung: *Rumex*), *Aegopodium podagraria* (Giersch), Gattung: *Lepidum* („Kresse“), *Glechoma hederacea* (Gundelrebe), *Asarum europaeum* (Haselwurz), Gattung: *Lepidum* („Kresse“)

Insel 3: Sie ist die drittgrößte der 3 Inseln (Vgl. Legende 4). Der oberflächennahe geologische Untergrund entspricht im Wesentlichen ebenfalls dem von Insel 1.

Zum Zeitpunkt der Vegetationsbestimmung war diese Insel vom Hochwasser überflutet.

Der nördlich der Insel 2 verlaufende Flusszweig (12,3m) sowie der zentrale Zweig (3,1m) sind deutlich schmaler als jener im Süden (32,5m). Jedoch ist die Wassertiefe in allen drei Flusszweigen annähernd gleich. Aber der Südzweig weist eine deutliche Poolbildung zum Südufer hin auf, was in Abb. 45 als deutlicher Peak erkennbar wird und wiederum ein eindeutiges Merkmal für ein Prallufer ist.

Doch ein ähnlicher Sachverhalt ist auch am Nordzweig zu beobachten, wo die Profiltiefe zum Nordufer hin zunimmt. Hier kam es ebenfalls zur Bildung eines Prallufers, vermutlich durch den Einfluss der Inseln auf die Strömungsverhältnisse, was zu einer eigenständigen Mäandrierung des nördlichen Flusszweiges führte.

Inseln 3.) „Šobes- Ost“

Bei den Inseln „Šobes- Ost“ handelt es sich um fünf Einzelinseln, welche sich an der Ostseite des „Šobes- Mäanders“ befinden (Vgl. *Kapitel 3.2.5*) ($15^{\circ} 59' 00''$ Ö.L. / $48^{\circ} 48' 51''$ N.B.)

Genauso wie die Inseln „Šobes- Süd“ befinden sich alle im tschechischen Teil des Nationalparks.

Sie weisen durchgehend wiederum einen in Strömungsrichtung hin spitzer werdenden Grundriss auf.

Eine Ausnahme bildet Insel 1, welche eine spornartige Verlängerung an der Stirnfront bildet, was vermutlich auf den Einfluss der unmittelbar vorgelagerten Wehr (Abstand: 4,8m) zurückzuführen ist. Diese bewirkt einen Rückstau des groben Geschiebes, sowie eine Veränderung der Strömungsverhältnisse. Bei der Geländebegehung fiel in diesem Bereich eine deutliche Ablenkung der Strömungslinie nach Osten, sprich zum „Hauptfluss“ hin, auf.

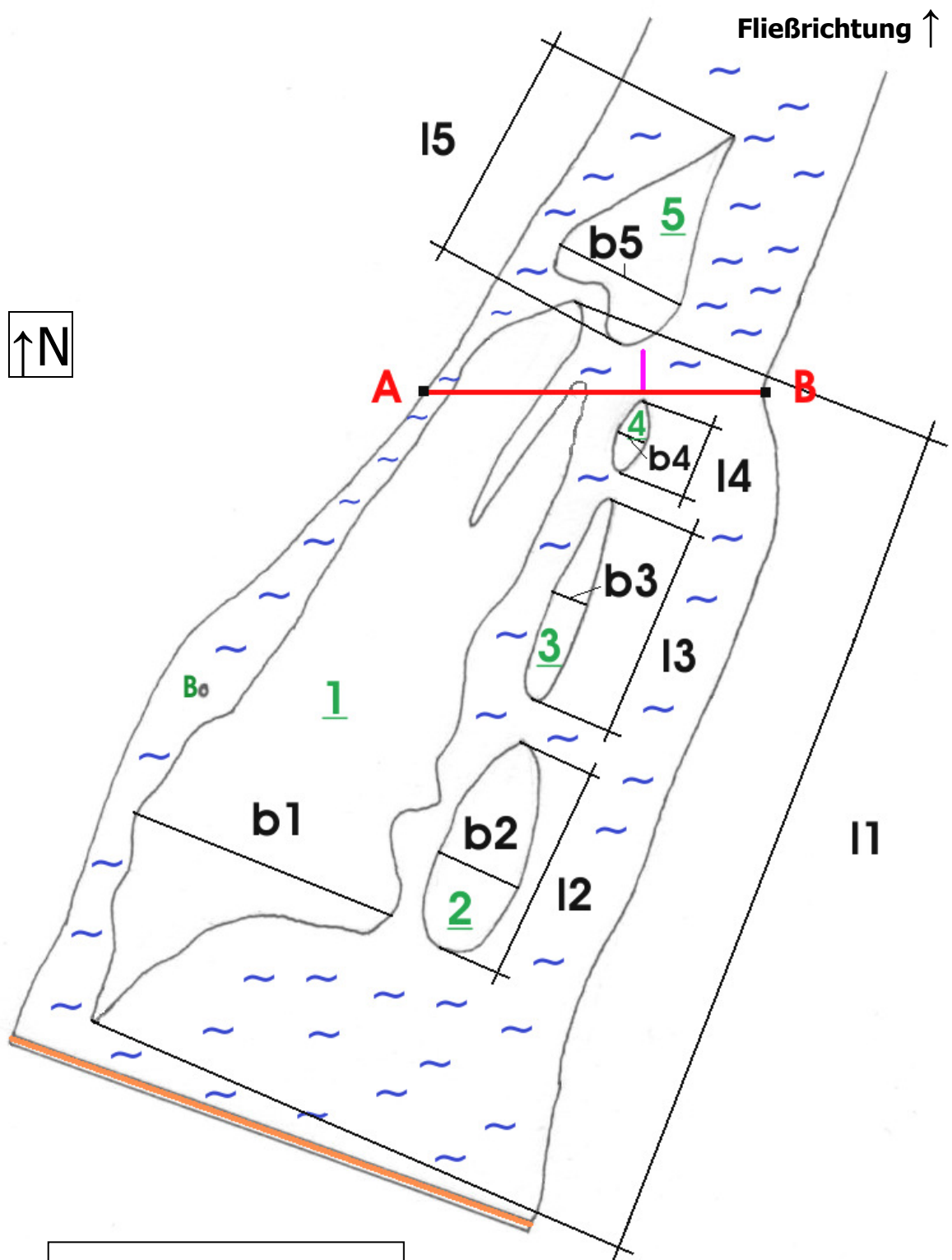





Abb. 47 – Inseln „Šobes- Ost“

Maßstab 1 : 1000				
l1... 116m	l2... 28,5m	l3... 28,6m	l4... 10,1	l5... 30,5m
b1... 35,2m	b2... 11m	b3... 4,4m	b4... 4,2m	b5... 17,2m
<u>1</u> ... Insel 1	<u>2</u> ... Insel 2	<u>3</u> ... Insel 3	<u>4</u> ... Insel 4	<u>5</u> ... Insel 5
A ... Querprofil- Startpunkt				
B ... Querprofil- Endpunkt				
B ... Bauminsel				
	Verortung: „Nehrung“			
	Verortung: „Wehr“			
	Wasserfläche			

Legende 5 – Inseln: „Šobes- Ost“

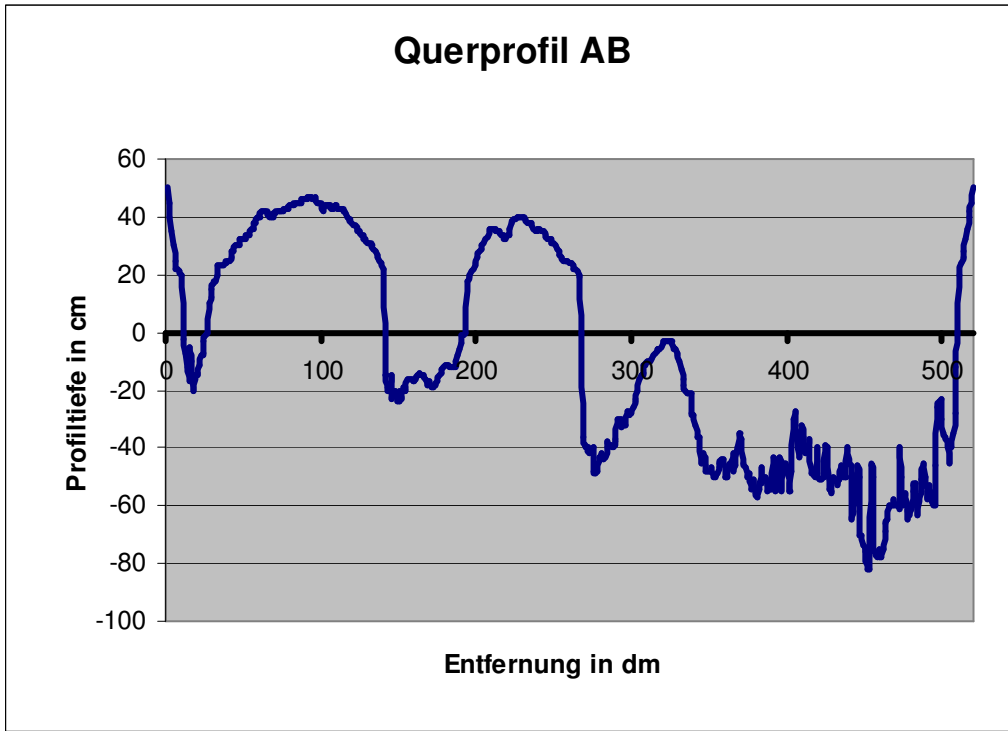


Abb. 48 - Flussquerprofil AB („Šobes - Ost“) – (Ufer- und Inselhöhe gerundet) – Datenerhebung: 5. 9. 2006 – 10:00 bis 10:45 Uhr

Insel 1: Diese größte aller fünf Inseln besteht am Vorderende aus Grobkies, Kies und Sand und ist die ersten 10m frei von Vegetationsbedeckung.

Ab der Mitte wird ihr geologisches Spektrum durch Kristallinblöcke erweitert.

Die Korngrößenselektiven Vorgänge innerhalb der Insel präsentieren sich hier anders als in Insel 2), da hier die unmittelbare Nähe zur Wehr zum Tragen kommt.

Am Hinterende ist ein deutlicher Einschnitt (Länge: 10m) zu erkennen, welcher vermutlich durch die unmittelbar nachgelagerte Insel 5 zustande kam, die bei Hochwasserereignissen eine gewisse Staufunktion aufweisen könnte und somit das Wasser in Richtung Insel 1 ablenkt, was zu deren rinnenhaften Überflutung entlang der Hinterendes führen könnte.

Arten - Inselstirn:

Gehölze: *Alnus glutinosa* (Schwarzerle), *Acer campestre* (Feldahorn), *Robinia pseudacacia* (Robinie), *Acer platanoides* (Spitzahorn), *Ulmus carpinifolia* (Feldulme), *Rubus caesius* (Kratzbeere), *Tilia cordata* (Winterlinde), *Salix alba* (Silberweide)

Krautige: *Urtica dioica* (Brennnessel), „Schilf“ (Ufernähe), versch. Ampferarten (Gattung: *Rumex*), *Aegopodium podagraria* (Giersch), *Impatiens parviflora* (Kleinblütiges Springkraut), *Symphytum officinale* (Echter Beinwell), *Lunaria rediviva* (wildes Silberblatt)

Arten - Inselmitte:

Gehölze: *Alnus glutinosa* (Schwarzerle), *Acer campestre* (Feldahorn), *Rubus caesius* (Kratzbeere), *Salix alba* (Silberweide), *Corylus colurna* (Baum- Hasel)

Krautige: *Urtica dioica* (Brennnessel), „Schilf“ (Ufernähe), versch. Ampferarten (Gattung: *Rumex*), *Aegopodium podagraria* (Giersch), *Pulmonaria officinale* (Echtes Lungenkraut), *Lamium maculatum* (Gefleckte Taubnessel)

Arten – Inselhinterende:

Gehölze: *Alnus glutinosa* (Schwarzerle), *Rubus caesius* (Kratzbeere), *Corylus colurna* (Baum- Hasel)

Krautige: *Urtica dioica* (Brennnessel), „Schilf“ (Ufernähe), versch. Ampferarten (Gattung: *Rumex*), *Aegopodium podagraria* (Giersch)

Insel 2: Ist aus Sand, Kies, Grobkies sowie aus Kristallinblöcken aufgebaut.

Arten:

Gehölze: *Salix alba* (Silberweide)

Krautige: *Urtica dioica* (Brennnessel), „Schilf“ (Ufernähe), versch. Ampferarten (Gattung: *Rumex*)

Insel 3: Eine schmale, relativ lange Insel bestehend aus Sand, Kies und Grobkies.

Arten:

Gehölze: *Alnus glutinosa* (Schwarzerle), *Rubus caesius* (Kratzbeere), *Prunus padus* (Echte Traubenkirsche)

Krautige: „Schilf“ (Ufernähe), versch. Ampferarten (Gattung: *Rumex*), *Aegopodium podagraria* (Giersch)

Insel 4: Die kleinste der fünf „Šobes- Ost“, bestehend aus Sand und Kies. Auffällig ist eine zwischen Insel 4 und Insel 5 verlaufende Untiefe, welche auch im Flussquerprofil deutlich zu erkennen ist, und auf eine Nehrungsbildung hindeutet.

Arten:

Gehölze: *Alnus glutinosa* (Schwarzerle)

Krautige: „Schilf“ (Ufernähe), versch. Ampferarten (Gattung: *Rumex*)

Insel 5: Eine zum Inselende hin stark spitz verlaufende Insel. Oberflächennaher geologischer Untergrund: Grobkies, Kristallinblöcke.

Arten:

Gehölze: *Alnus glutinosa* (Schwarzerle), *Fraxinus excelsior* (Esche), *Ulmus carpinifolia* (Feldulme)

Krautige: *Urtica dioica* (Brennnessel), „Schilf“ (Ufernähe), versch. Ampferarten (Gattung: *Rumex*), *Aegopodium podagraria* (Giersch), *Lamium maculatum* (Gefleckte Taubnessel)

Interessant beim in Abb.48 dargestellten Flussquerprofil ist eine Konzentration des Flusses im Osten, wo dieser wiederum in ein Prallufer mündet. Das Gerinne im Westen stellt eine Verlängerung bzw. das Gleitufer des Flusses dar (Mäandrierung). Im Zentrum ist der bereits in der Einleitung erwähnte Kanal, welcher Insel 1 einschneidet, zu erkennen. Etwa bei Entfernung 300 wird dann die Nehrung zwischen Insel 4 und 5 sichtbar.

Inseln 4.) „Šobes- West“

Bei den Inseln „Šobes- West“ handelt es sich wiederum um fünf Einzelinseln, welche sich diesmal an der Westseite des „Šobes- Mäanders“ befinden (Vgl. Kapitel 3.2.5) ($15^{\circ} 58' 00''$ Ö.L. / $48^{\circ} 49' 05''$ N.B.)

Allesamt befinden sich im tschechischen Teil des Nationalparks.

Sie weisen durchgehend wiederum einen in Strömungsrichtung hin spitzer werdenden Grundriss auf.

Eine Ausnahme bildet jedoch Insel 2, welche eine relativ einheitliche Form aufweist, was vermutlich auf den Einfluss der vorgelagerten Inseln 3, 4 und 5 zurückzuführen ist, die für die Inselspitze eine Abschwächung der Strömungsintensität und somit der Erosionsleistung des Wassers bewirken.

Weiters auffällig ist, dass sich östlich der Inselgruppe nur Flachwasserbereich, durchsetzt von zahlreichen Kristallinblöcken, befindet. Der Hauptfluss verläuft ausschließlich westlich der Inseln.

Im Vergleich zu den bisher besprochenen Inseln fällt hier auf, dass es hier vor allem in Wehrnähe zu einer Anhäufung der kleineren Inseln kommt (Flachwasserbereich).



Fließrichtung ↓

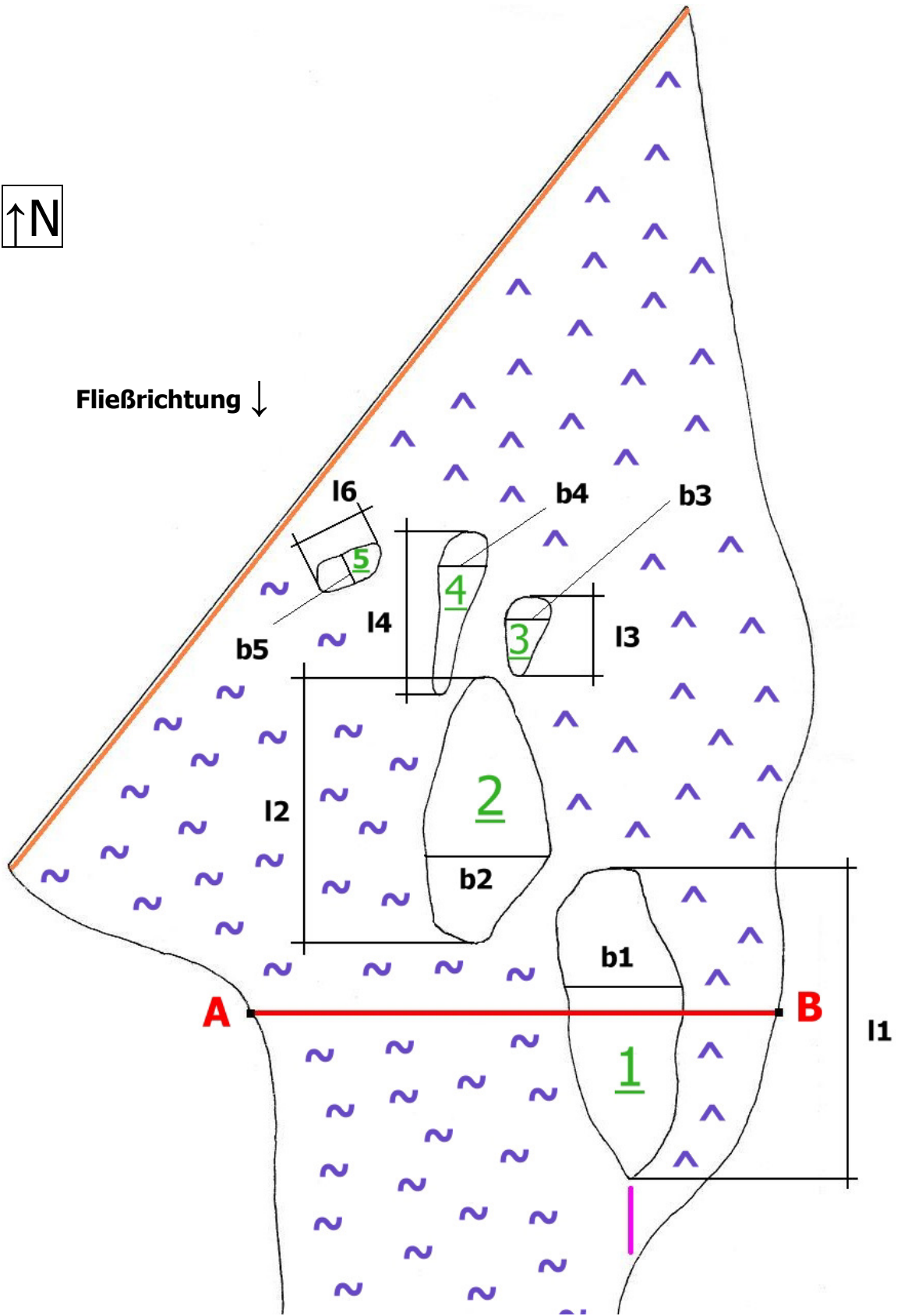






Abb. 49 – Inseln „Šobes- West“

Maßstab 1 : 500				
l1... 25m	l2... 22m	l3... 6,3m	l4... 13,6m	l5... 5,6m
b1... 9,6m	b2... 9,8m	b3... 3,6m	b4... 4,5m	b5... 2,4m
<u>1</u> ... Insel 1	<u>2</u> ... Insel 2	<u>3</u> ... Insel 3	<u>4</u> ... Insel 4	<u>5</u> ... Insel 5
A ... Querprofil- Startpunkt		B ... Querprofil- Endpunkt		
	Verortung: „Nehrung“			
	Verortung: „Wehr“			
	Wasserfläche			
	Verortung: Flachwasserbereich			

Legende 6 – Inseln: „Šobes- West“

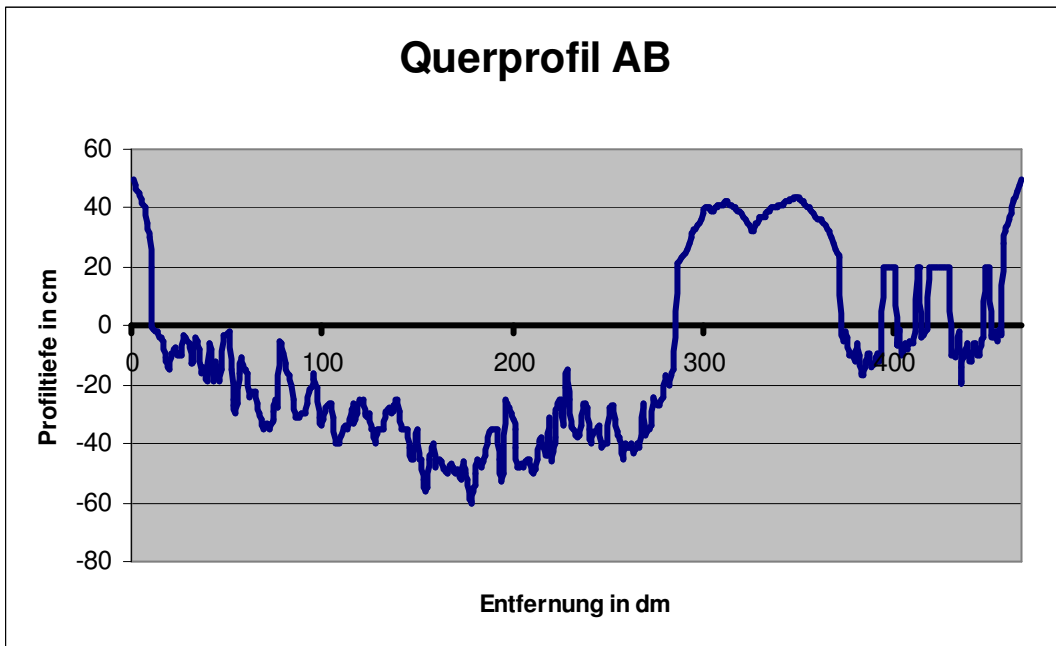


Abb. 50 - Flussquerprofil AB („Šobes - West“) – (Ufer- und Inselhöhe gerundet) –
Datenerhebung: 7. 9. 2006 – 11:45 bis 13:20 Uhr

Insel 1: Oberflächennaher geologischer Aufbau: Sand, Kies, Grobkies, Kristallinblöcke. Besonders auffällig ist wiederum eine fluviale Akkumulationserscheinung am Hinterende der Insel, welche abermals auf eine Nehrungsbildung hindeutet.

Arten:

Gehölze: *Ulmus carpinifolia* (Feldulme), *Salix alba* (Silberweide)

Krautige: *Urtica dioica* (Brennnessel), „Schilf“ (Ufernähe), versch. Ampferarten (Gattung: *Rumex*), *Aegopodium podagraria* (Giersch)

Insel 2: Geologie: Sand, Kies, Grobkies, Kristallinblöcke, wobei die feineren Bestandteile hier auch bis zur Inselstirn reichen (Vgl. Einleitung).

Arten:

Gehölze: *Salix alba* (Silberweide)

Krautige: *Urtica dioica* (Brennnessel), „Schilf“ (Ufernähe), versch. Ampferarten (Gattung: *Rumex*), *Symphytum officinale* (Echter Beinwell), *Polygonum hydropiper* (Pfeffer- Knöterich), *Bidens tripartita* (Dreiteiliger Zweizahn), *Capsella bursa-pastoris* (Hirtentäschelkraut), Gattung: *Stellaria* (Sternmiere), (*Bryonia dioica*) (Rote Zaunrübe)

Inseln 3, 4, 5: Oberflächennaher geologischer Untergrund: Kies, Grobkies, Kristallinblöcke.

Arten:

Krautige: „Schilf“ (Ufernähe)

In Abb. 50 fällt eine deutliche Eintiefung des Profils zu den Inseln hin auf (Prallufer). Östlich der Inseln ist der von Blockmaterial durchsetzte Flachwasserbereich deutlich zu erkennen.

Spornbänke 5.) „Kajabachmündung“

Der Kajabach liefert als geschiebeführender Zufluss vor allem bei Hochwässern Erosionsmaterial, welches im Vorfluter als Spornbank 1 akkumuliert wird. Durch die zusätzliche Beeinflussung des Stromstriches hat die Thaya unmittelbar in der Zone der Einmündung nicht mehr genügend Transportkraft, wodurch ebenfalls Spornbank 2 entsteht.

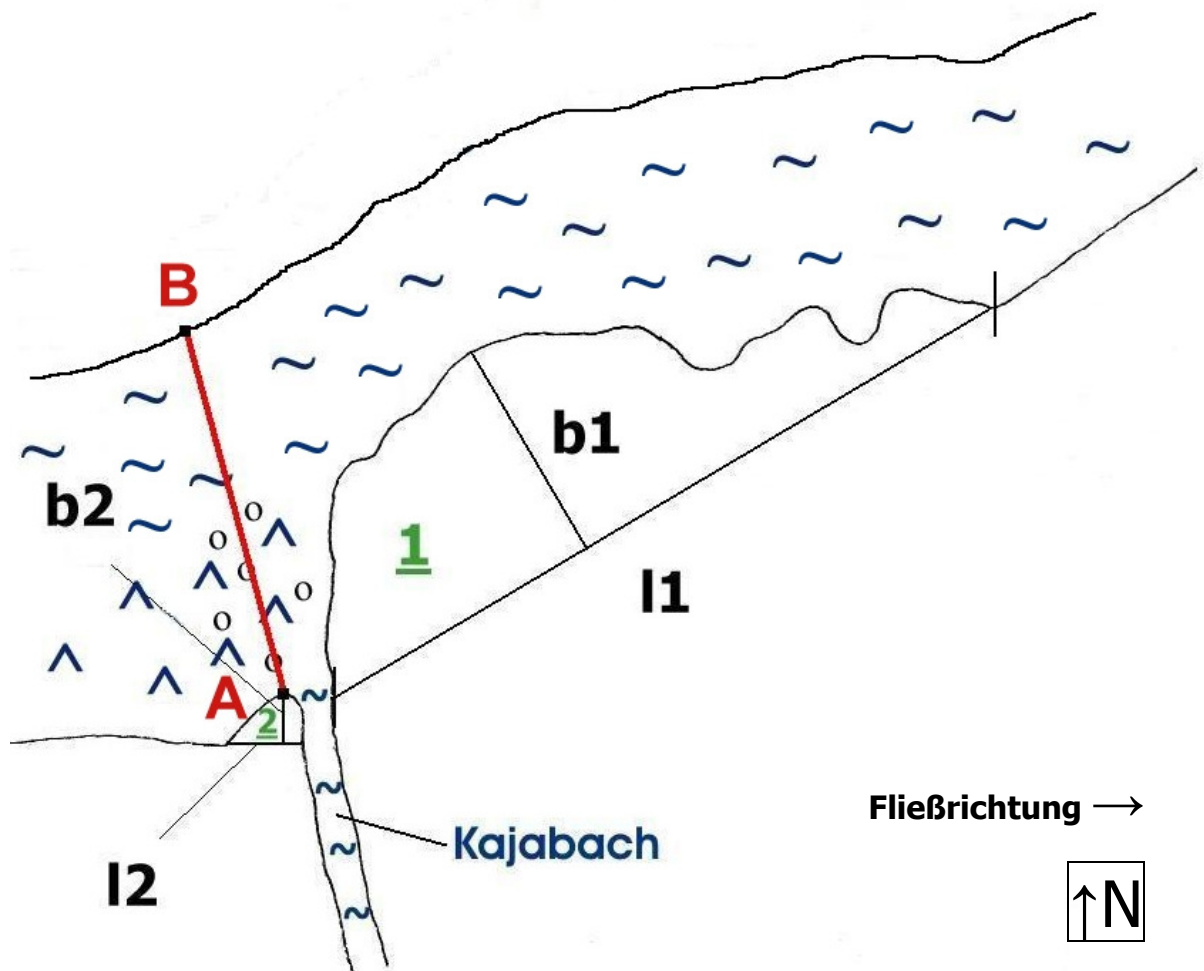


Abb. 51 – Spornbänke „Kajabachmündung“

Maßstab 1 : 500	
l1... 47m	l2... 4,2m
b1... 14m	b2... 2,9m
<u>1</u> ... Spornbank 1 <u>2</u> ... Spornbank 2	
A ... Querprofil- Startpunkt B ... Querprofil- Endpunkt	
~	Wasserfläche
^	Verortung: Flachwasserbereich
O	Verortung: Kristallinblöcke

Legende 7 – Spornbänke „Kajabachmündung“

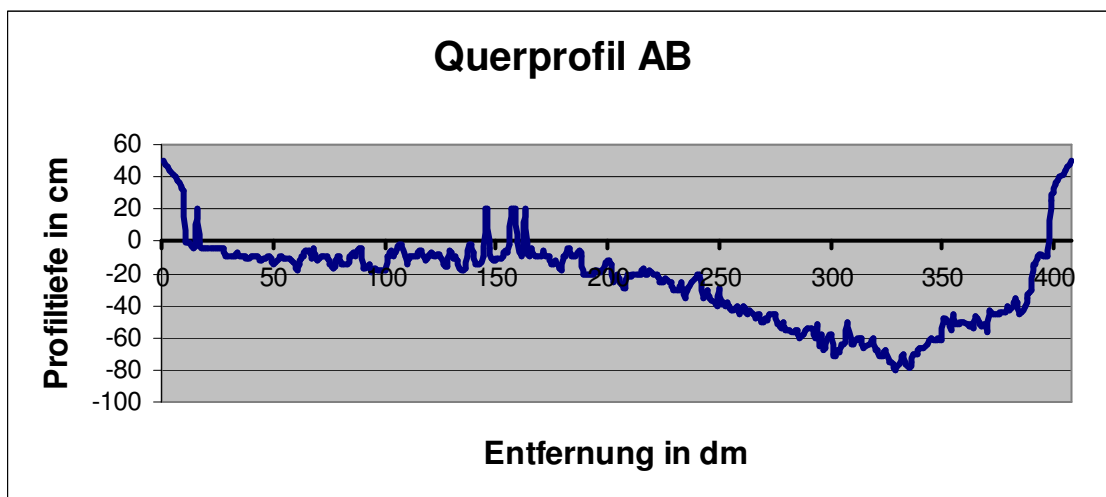


Abb. 52 - Flussquerprofil AB („Spornbänke Kajabachmündung“) – (Uferhöhe gerundet) – Datenerhebung: 28. 9. 2006 – 10:00 bis 10:45 Uhr

Spornbank 1: bestehend aus: Ton, Sand, Kies, Grobkies, Kristallinblöcke (Spornbankmitte)

Arten:

Gehölze: *Alnus glutinosa* (Schwarzerle), *Acer campestre* (Feldahorn), *Ulmus carpinifolia* (Feldulme), *Rubus caesius* (Kratzbeere), *Salix alba* (Silberweide), *Sambucus nigra* (Schwarzer Holunder), *Acer platanoides* (Bergahorn), *Corylus colurna* (Baum- Hasel), *Fraxinus excelsior* (Esche), *Cornus mas* (Kornelkirsche),

Cornus sanguinea (Blutroter Spindelstrauch), *Euonymus europaea* (Pfaffenhütchen)

Krautige: *Urtica dioica* (Brennnessel), „Schilf“ (Ufernähe), versch. Ampferarten (Gattung: *Rumex*), *Pulmonaria officinalis* (Echtes Lungenkraut), *Aegopodium podagraria* (Giersch), *Lamium maculatum* (Gefleckte Taubnessel)

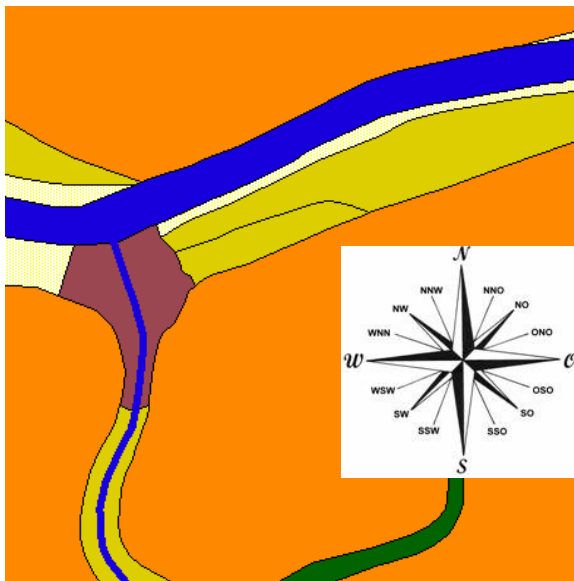


Abb. 53 – Geologie - Kajabachmündung

	Gewässer
	Kies, Sand – fluviatil; z.T. lehmig
	Kies, Sand – fluviatil; z.T. lehmig, mit Kristallinblöcken
	Schwemmfächer (Pleistozän – Holozän)
	Zweiglimmerschiefer, feinkörnig, überwiegend chloritisiert
	Metagabbro - Metadiorit

Legende 8 – Geologie „Kajabachmündung“

Fließgewässer, die Schwemmfächer aufbauen, in unserem Fall der Kajabach, transportieren aus ihrem „gebirgigen“ Einzugsgebiet reichliche Mengen an Geröllen [Vgl. Stra; S.406].

Sie entstehen beim Austritt des Baches in die flache Talsohle eines Flusses. Als Ursache für die Akkumulation tritt zum abrupten Gefällswechsel die plötzliche Verbreiterung des Tal- und Fließquerschnitts auf. An dem Gefällsknick beim Eintritt in die Talsohle lässt die Fließgeschwindigkeit plötzlich nach. Somit ist der „Gebirgsbach“ gezwungen, einen großen Teil der mitgeführten Gerölle liegen zu lassen, beginnend mit den gröbereren. Dadurch verbaut er sich selbst seinen Weg, er muss seitwärts ausbrechen. So verändert er ständig seinen Lauf und sorgt für eine nahezu gleichmäßige Aufschotterung des Kegels [Vgl. Zepp; S.153].

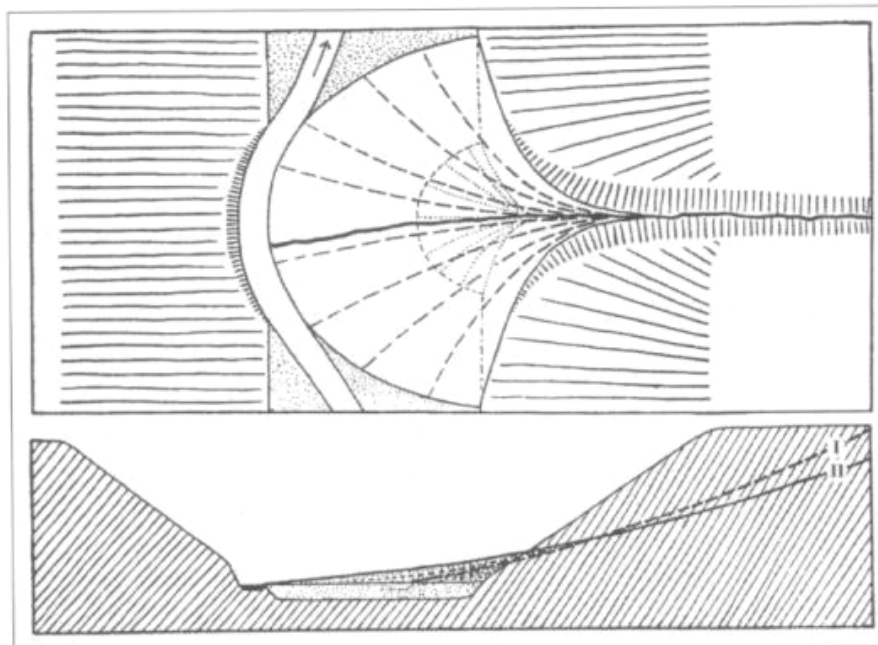


Abb. 54 – Schwemmkegel im Grund- und Aufriss

Bei der Betrachtung der Geologie im Umfeld des Schwemmkegels (Abb.53) wird der abrupte Abfall des Gefälles deutlich. Der Kajabach führt im Bereich oberhalb des Schwemmkegels eine große Menge an Geröllfracht, welche Korngrößenselektiv im Schwemmkegel akkumuliert wird. Bei Hochwasserereignissen wird Geröll bis in den Vorfluter (Thaya) transportiert, welches zum Großteil von diesem flussabwärts weitertransportiert wird,

wodurch es zu einer Spornbankbildung kommen kann und in unserem speziellen Fall auch kommt.

In Abb.52 sind sowohl der Flachwasserbereich als auch Kristallinblöcke im Entfernungsbereich von 0 – 200 dm deutlich zu erkennen, welche hauptsächlich auf den Geschiebeeintrag des Kajabaches zurückzuführen sind. Somit konzentriert sich der „Hauptfluss“ auf das Nordufer. Dadurch kommt es zu einer Eintiefung des Gerinnebettes in diesem Bereich, wodurch dieser zu einem Prallufer wird.

5.4 Das Flusslängsprofil und seine Formung

5.4.1 Längsprofil

Die Aufrisslinie eines Flusses ist eines der wichtigsten Formelemente der Landoberfläche. Die Läufe der Fließgewässer sind die Leitlinie der Erosion in allen humiden Klimaten. Von ihrer Entwicklung hängt im gewissen Sinn der morphologische Charakter einer Landschaft ab, weil in allen humiden und teilhumiden Klimabereichen die rinnenhafte Erosion vorherrscht. [Vgl. MaSch; S.144]

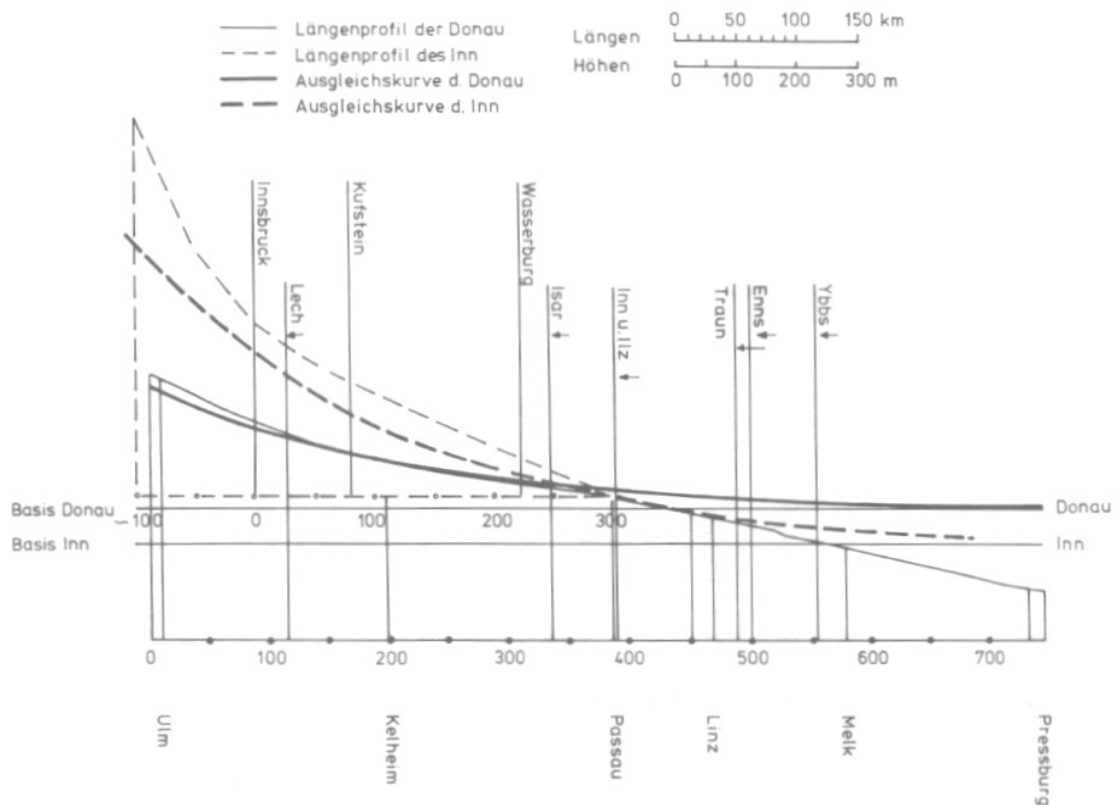


Abb. 55 – Flusslängsprofile von Donau und Inn

Die gängige Einteilung von Flusssystemen in einen erodierenden Oberlauf, einen ausgeglichenen Mittellauf und einen akkumulierenden Unterlauf geht nach LOUIS (1879) bereits auf A. HEIM (1878) zurück. PHILIPPSON (1886) ging davon aus, dass jeder Fluss in jedem Punkt ein Endgefälle anstrebe, die so

genannte Erosionsdeterminante, worauf die Tiefenerosion schließlich zum Stillstand komme. Dieser Gedanke verstößt unter anderem gegen das Prinzip der allmählichen Einebnung der Erdoberfläche bei Außerachtlassen tektonischer Vorgänge. Die Idealvorstellung von einem Flusslauf mit stetig abnehmendem Gefälle, d.h. konkaven Längsprofil, stetig anwachsenden Abflüssen und einem entsprechenden Geschiebehaushalt trifft in vielen Fällen mit kleineren Abweichungen zu. Nach geomorphologischen Erkenntnissen wird das Längsprofil durch tektonische, lithologische und klimatische Einflüsse bestimmt und weicht daher meistens mehr oder weniger vom Idealprofil ab. [Vgl. Klak; S. 31 – 32]

Je länger ein Flusssystem existiert, desto mehr wird es sich den vom Klima gesteuerten morphologischen Verhältnissen anpassen, d.h. sich dem zugehörigen Ausgleichsgefälle nähern, sofern das Einzugsgebiet nicht in geologisch unruhigen Zonen liegt.

So entwickelte WAGNER (1960) ein Modell, welche die Stadien der Erosion von Flüssen charakterisiert. Diese Längsprofile sind jedoch eigentlich Flusstypen, nämlich mit Ursprung im Hochgebirge, im Mittelgebirge und im Flachland, unabhängig von der starren Einteilung in Ober- Mittel- und Unterlauf.

Aus dieser Skizze geht weiters hervor, dass die Flachlandflüsse kaum echte Oberläufe

im eigentlichen Sinn haben und entweder

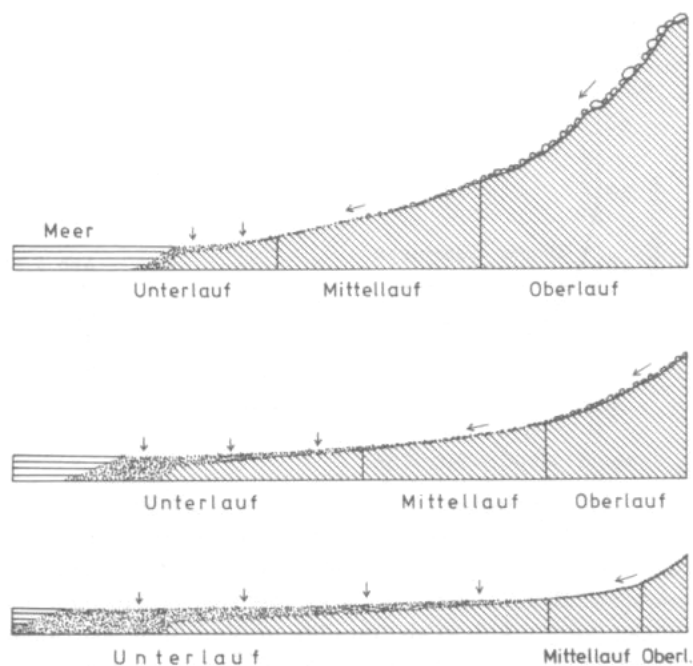


Abb. 56 – Flusslängsprofile nach WAGNER

der Mittel- oder der Unterlauf wesentlich länger ist. [Vgl. MaSch; S. 146]

Für die Thaya ergibt sich folgendes Längsprofil [Siehe Abb. 57]:

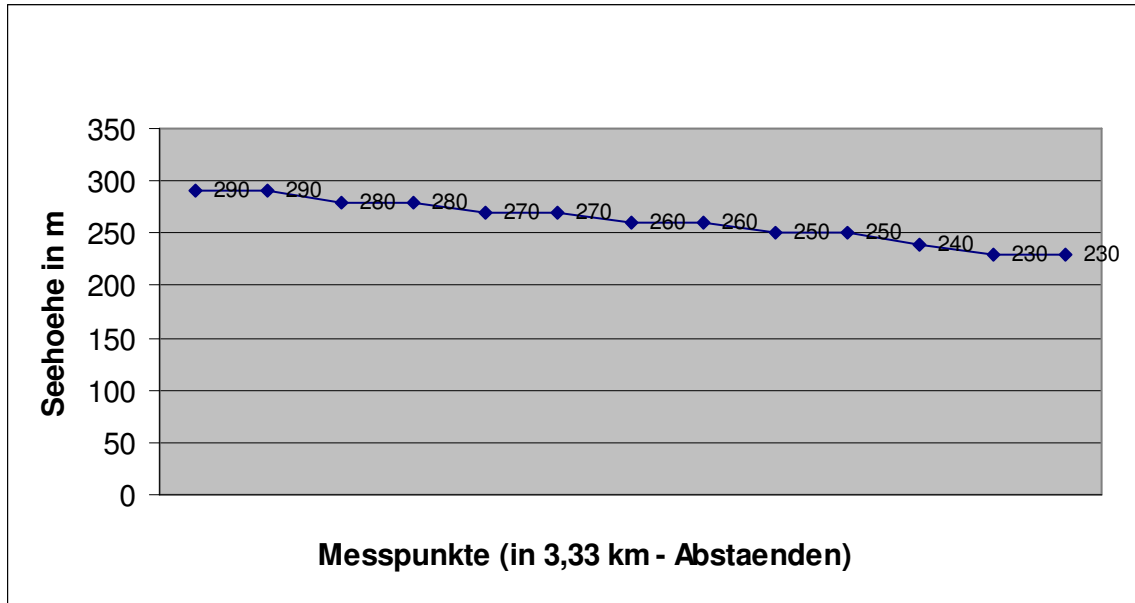


Abb. 57 – Flusslängsprofil der Thaya innerhalb der Nationalparkgrenzen

Wie in Abb. 57 deutlich ersichtlich ist, folgt die Thaya (innerhalb der Nationalparkgrenzen) einem mehr oder weniger „konkaven“ Längsprofil mit relativ ausgeglichenem Gefälle. Jedoch gibt es abschnittsweise Unterschiede im Gefälle.

5.4.2 Gefälle

Das Gefälle eines Flusses variiert auch innerhalb eines einzelnen Flusses oft sehr stark (Oberlauf vs. Unterlauf,

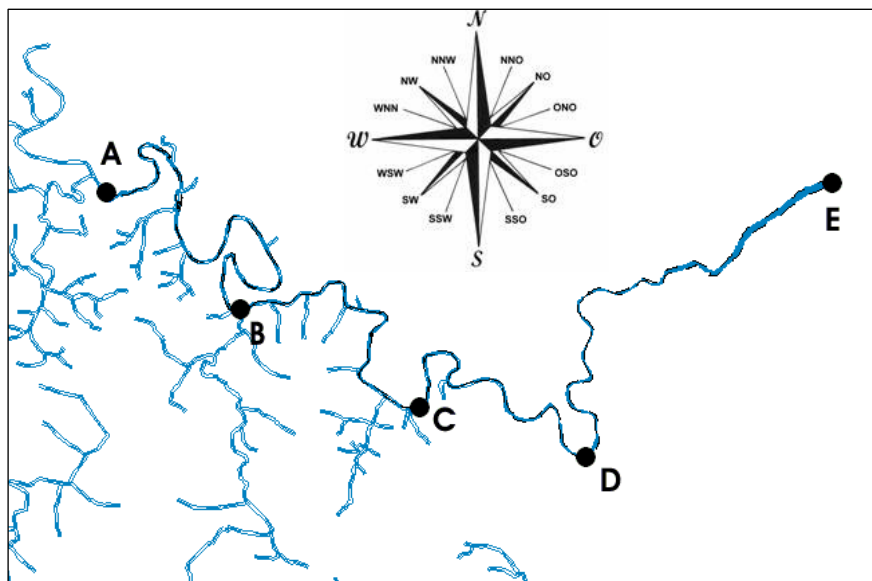


Abb. 58 – Verortung der Gefällemesspunkte

wechselnde Geologie).

Die Gefälleberechnung erfolgt folgendermaßen:

$$I = H / L(u)$$

L(u)... Länge des Talabschnitts

H... Höhenunterschied zwischen Anfangs- und Endpunkt der Messung

Für die im gesamten Nationalparkgebiet verlaufende Thaya ergibt sich folgender Wert:

$$I = 60\text{m} (290\text{m} - 230\text{m}) / 40000\text{m} = \underline{0,0015}$$

Nun soll der Thayafluss ab Hardegg in Subabschnitte unterteilt werden, für welche ich das Gefälle separat berechnen werde.

A... Hardegg (15° 51' 50" Ö.L. / 48° 51' 12" N.B.)

B... Mündung Kajabach (15° 53' 47" Ö.L. / 48° 50' 7" N.B.)

C... 632m nach der Mündung Tiefenbach (15° 56' 23" Ö.L. / 48° 49' 11" N.B.)

D... Südspitze „Šobes- Mäander“ (15° 58' 50" Ö.L. / 48° 48' 42" N.B.)

E... Znaim – Nationalparkgrenze (Staumauer) (16° 2' 23" Ö.L. / 48° 51' 20" N.B.)

L(AB)... 9292m

H(AB)... 290m – 270m = 20m

$$I(AB) = 20 / 9292 = \underline{0,002152389 \%}$$

L(BC)... 5417m

H(BC)... 270m – 250m = 20m

$$I(BC) = 20 / 5417 = \underline{0,00369208 \%}$$

L(CD)... 5602m

H(CD)... 250m – 240m = 10m

I(CD)... $10 / 5602 = \underline{0,0017885077 \%}$

L (DE)... 8914m

H(DE)... 240m – 230m = 10m

I(DE)... $10 / 8914 = \underline{0,001121831 \%}$

Von den Gefällsverhältnissen her entspricht die Thaya dem Unterlauf eines großen Flusses der Barbenregion nach HUET (1946). Durch das anthropogen veränderte Temperaturregime der Thaya infolge der Stauhaltung bei Frain (Vranov) stellt sich dieser Abschnitt nunmehr als hyporhithrales Fließgewässer mit Schwalleinfluss dar. [Vgl. Spi; S.1]

5.5 Querschnitt

5.5.1 Prozesse der Talbildung und Talformen

Täler sind durch fließendes Wasser (auch in Form von Gletschern) entstandene, länglich gestreckte Hohlformen. Talsohlen besitzen ein gleichsinnig geneigtes Gefälle. Die Talformen werden durch das Zusammenwirken der fluvialen Prozesse im Gerinnebett mit den Prozessen der Hangformung geprägt.

Die Tiefenerosion ist dabei gewissermaßen der Motor der Talentwicklung. [Vgl. Zepp; S.158]

Die Wirksamkeit von Denudation und linearer Erosion ist ausschlaggebend für die Talform. Klammtäler können nur dann entstehen, wenn ausschließlich Einschneidung, z.B. durch rückschreitende Erosion, stattfindet und die Denudation durch die Verwitterungsresistenz des Gesteins unwirksam bleibt; bei Kerbtälern werden die Hangschuttmassen sofort weitertransportiert,

während Muldentäler gebildet werden, wenn die Transportkraft des Gewässers nicht ausreicht, den angelieferten Hangschutt weiterzutransportieren.

Sohlentäler wiederum entstehen durch Überlast an transportiertem Geschiebe, das in der Talsohle abgelagert wird, wobei Seitenerosion vorherrscht. [Vgl. Klak; S.17]

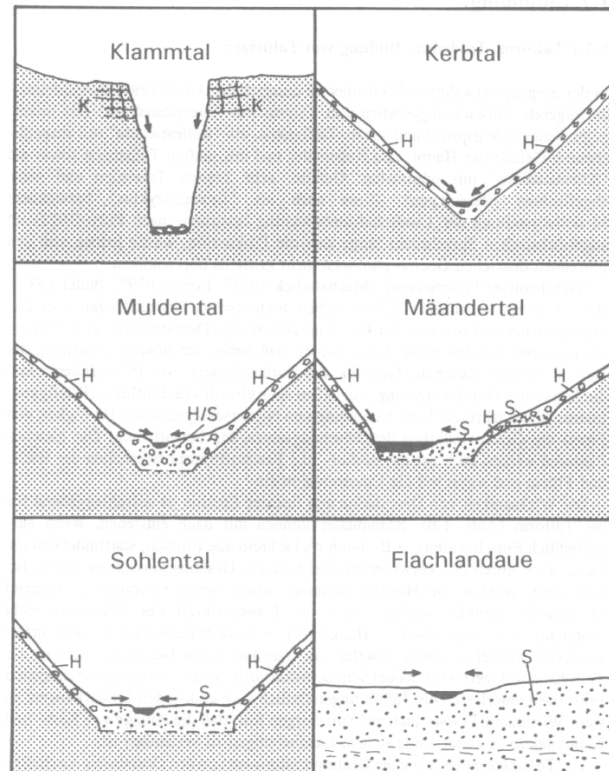


Abb. 59 – Talformen (H... Hangschutt S... alluviale Sedimente K... Klüfte)

5.5.2 Zusammenwirken von Flussarbeit und Hangentwicklung

Bei der fluvialen Denudation nimmt an einem geraden Hang die Oberflächenabtragsleistung mit wachsender Hanglänge zu. Dazu einige Modellannahmen:

1.) Wenn das am Hangfuß angelieferte Material durch einen Fluss vollständig abtransportiert wird, dann wird im Verlauf einer längeren Entwicklung der Hang immer steiler.

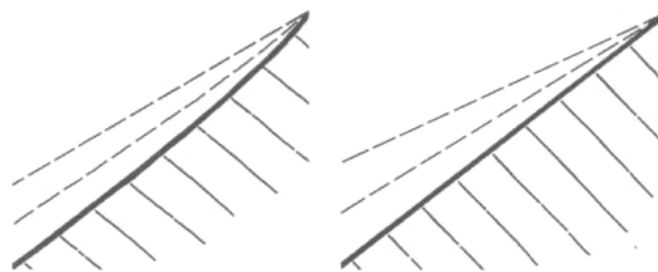


Abb. 60 - Hangversteilung

2.) Wenn die Tieferschaltung des Gerinnebetts nicht mit der Abtragungsrate am Hangfuß Schritt halten kann, dann bilden sich konkave Abtragungshänge mit rückwärts wanderndem Hangknick.

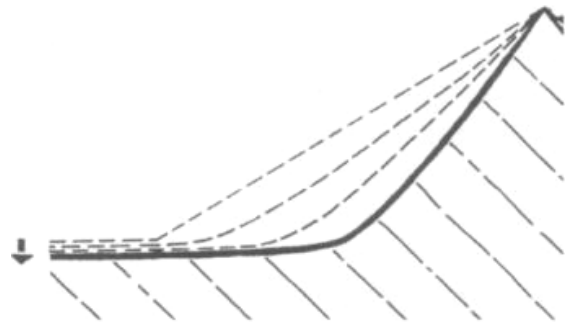


Abb. 61 – gleich geformter Hang

3.) Ein gleich geformter Hang entsteht, wenn das Fließgewässer auf der Talsohle akkumuliert. Das Material des oberflächennahen Untergrundes besteht in diesem Fall aus Flussablagerungen, die seitlich mit Hangfußsedimenten verzahnt sind.

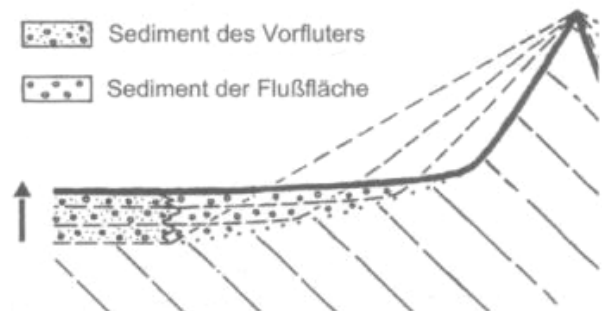


Abb. 62 – konkaver Hang mit Hangknick

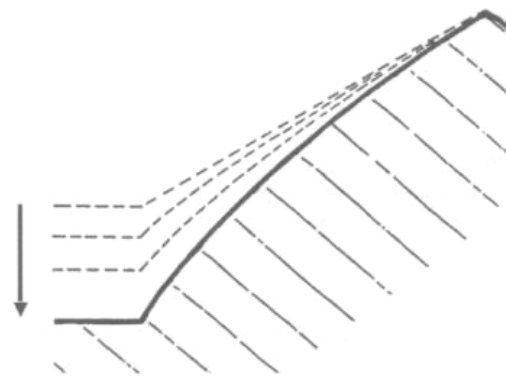


Abb. 63 – versteilender Unterhang

4.) Wenn die Tiefenerosion der Abtragungsrate am Hangfuß vorseilt, dann entsteht ein sich versteilender Unterhang.

Die Einflussfaktoren für gravitative Massenbewegungen (solifluidale Formung), sowie die daraus resultierenden Formen bewirken im Gegensatz zur fluvialen Denudation eine Erniedrigung der Wasserscheide:

1.) Die fluviale Akkumulation am Hangfuß ergibt ein konvex- konkaves Hangprofil. Dies stimmt mit der Form bei ausschließlich solifluidaler Umlagerung überein, doch der Substrataufbau am Hangfuß ist verschieden.

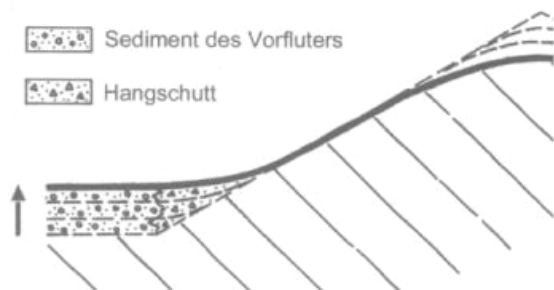


Abb. 64 – konvex- konkaves Hangprofil

2.) Die fluviale Eintiefung am Hangfuß führt zur Ausbildung eines durchgehend konvexen, am Unterhang versteilten Hanges. [Vgl. Zepp; S. 158 – 161]

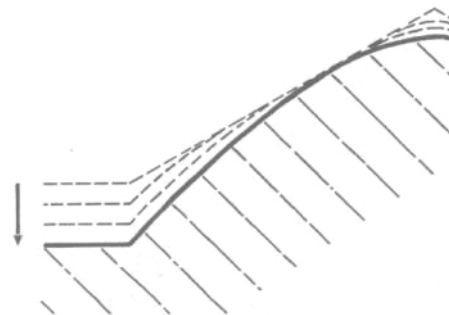


Abb. 65 – konvexer, am Unterhang versteilter Hang

5.5.2 Das „Thayatal“

Die Thaya fließt innerhalb der Grenzen des Nationalparks in einem Kerbtal bzw. Sohlenkerbtal. Dementsprechend ist die morphologische Ausgestaltung abwechselnd von steil abfallenden, anstehenden Felsufern und flachen Alluvialufern geprägt. [Vgl. Spi; S.4]

Bei nachlassender Transportkapazität des Gewässers (z.B. infolge tektonisch verursachter Gefällsverminderung oder klimatisch bedingter Änderung des Abflussregimes) werden zuvor angelegte Erosionsformen durch fluviale Aufschüttung umgebildet (Aufschüttungssohlentäler). Derartige Gewässer mäandrieren in der Regel und besitzen somit die Tendenz zur fluvialen Umgestaltung des gesamten Talbodens. [Vgl. Zepp; S.163]

Das Mändertal selbst, als eigens ausgewiesene Talform, ist am Prallufer durch starke Eintiefung und am Gleitufer durch die Akkumulation alluvialer Sedimente charakterisiert. Bei Hochwässern werden diese auch in höheren Lagen des Gleithanges akkumuliert.

Es werden nun typische Tal- Querprofile des Thayatals sowie deren Geologie vorgestellt:

Tal- Querprofil 1

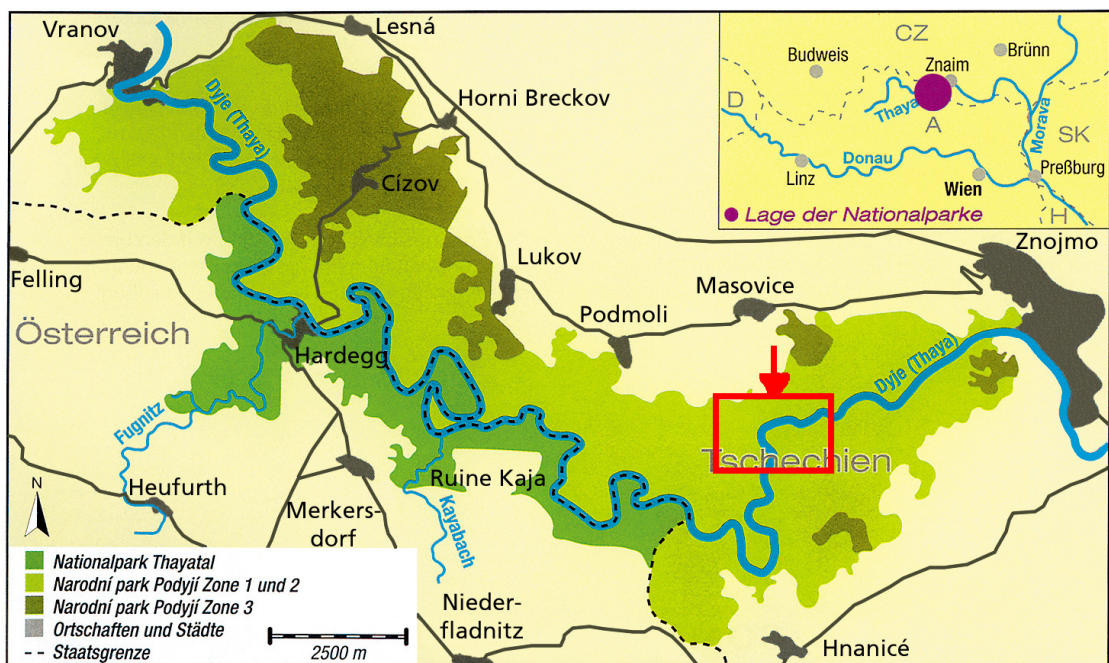


Abb. 66 – Verortung: Tal- Querprofil 1

Die Position des ersten Tal- Querschnittes befindet sich auf tschechischer Seite des Nationalparks, zwischen zwei kleinen Erhebungen (372m / 371m).

A... 372m (15° 58' 27" Ö.L. / 48° 50' 13" N.B.)

B... 371m (15° 50' 11" Ö.L. / 48° 50' 11" N.B.)

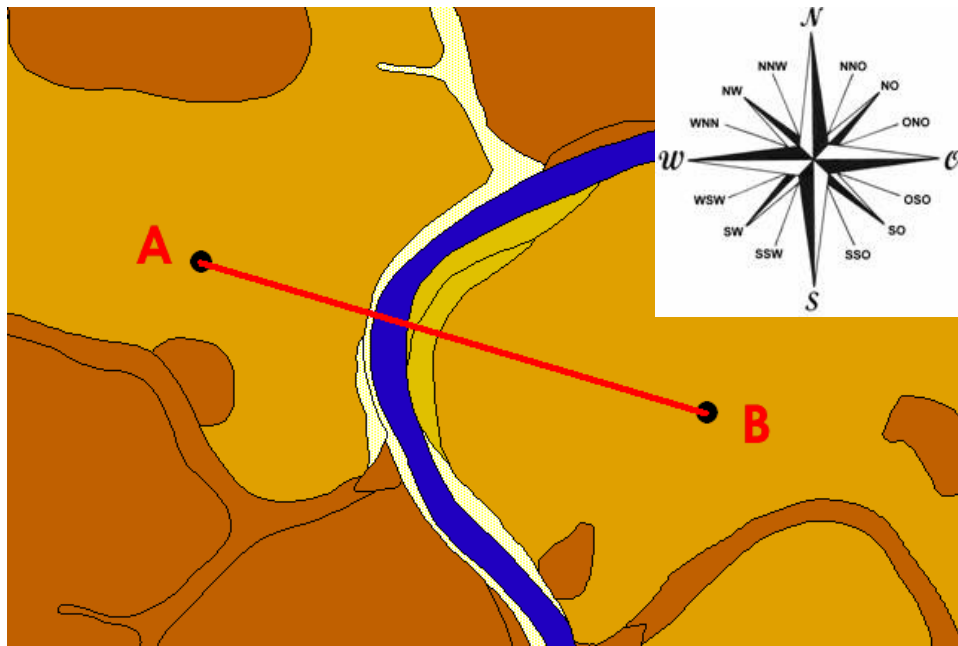
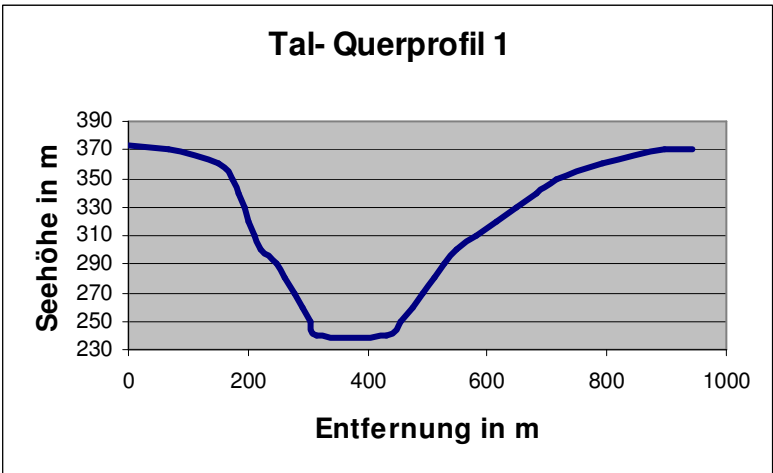


Abb. 67 – Geologie: Tal- Querprofil 1

	Gewässer
	Kies, Sand – fluviatil; z.T. lehmig
	Kies, Sand – fluviatil; z.T. lehmig (Oberkante 2-3m über Flussniveau)
	Zweiglimmerschiefer, feinkörnig, überwiegend chloritisiert
	Nichtausgewiesene Bereiche

Legende 9 – Geologie: Tal- Querprofil 1

Abb. 68 – Tal- Querprofil 1



Das Tal- Querprofil [Abb. 68] präsentiert sich als eine Übergangsform zwischen Sohlenkerbtal und Mäandertal. Es weist zwar eine starke Ähnlichkeit zu dem typischen V- Profil eines Kerbtals auf, jedoch sind ein eindeutiger Akkumulationsüberschuss am Gleithang sowie eine steilere Talflanke am Prallufer festzustellen, was eindeutige Merkmale von Mäandertälern sind.

Die steilere Hangform des Prallhanges weist außerdem auf eine stärkere Transportleistung des Flusses entlang des Prallufers hin. Hier kann das am Hangfuß angelieferte Material durch den Fluss vollständig abtransportiert werden, wodurch im Verlauf einer längeren Entwicklung der Hang immer steiler wird.

Bei der Betrachtung der Geologie in diesem Flussabschnitt bietet sich uns ein relativ homogenes Bild. Die Thaya hat sich hier ihr Bett in einem Biotit-Zweiglimmerschiefer geschaffen.

Glimmerschiefer sind mittel- bis grobschuppige Gesteine mit deutlicher Paralleltexur, die beim Anschlagen in millimeter- zentimeterdicke Platten zerfallen. Vorherrschender Biotit führt zu braunen bis schwarzen Farbtönen.

Als Glimmer werden wasserhaltige Schichtsilikate, mit einer Härte von 2,5 - 3 bezeichnet. Bei Verwitterung werden daraus Tonminerale.

Aufgrund des hohen Glimmeranteils sind Glimmerschiefer eher leicht erodierbare Gesteine.

[Vgl. MaMe; S.220]

Tal- Querprofil 2

Die Position des zweiten Tal- Querprofils befindet sich wieder in unmittelbarer Nähe des „Umlaufbergs“.

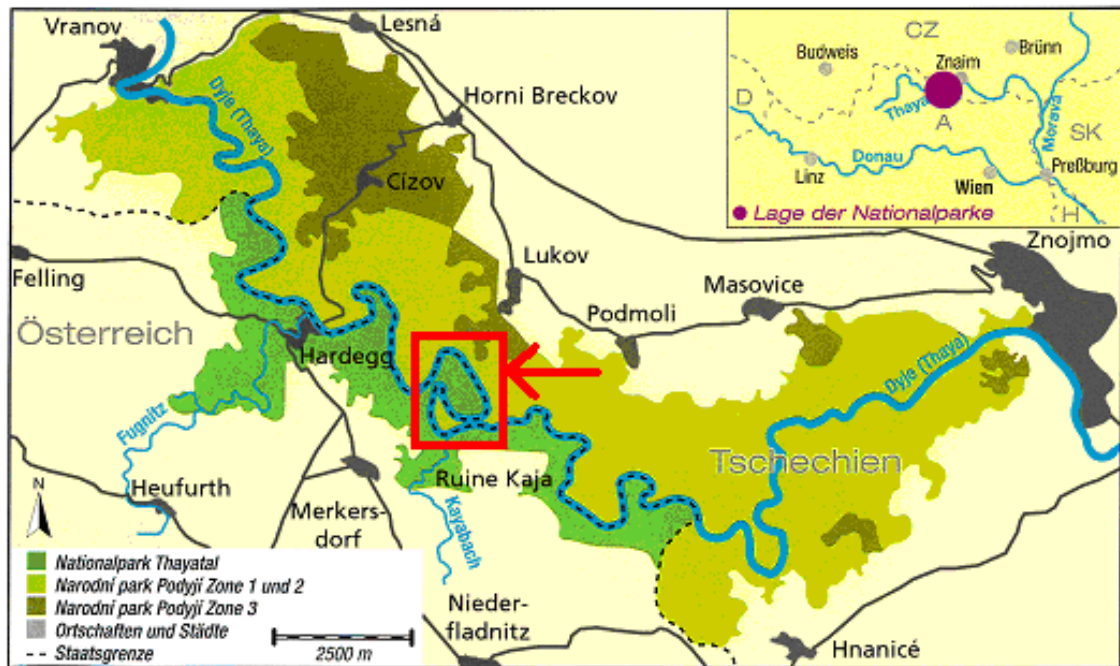


Abb. 69 – Verortung: Tal- Querprofil 2

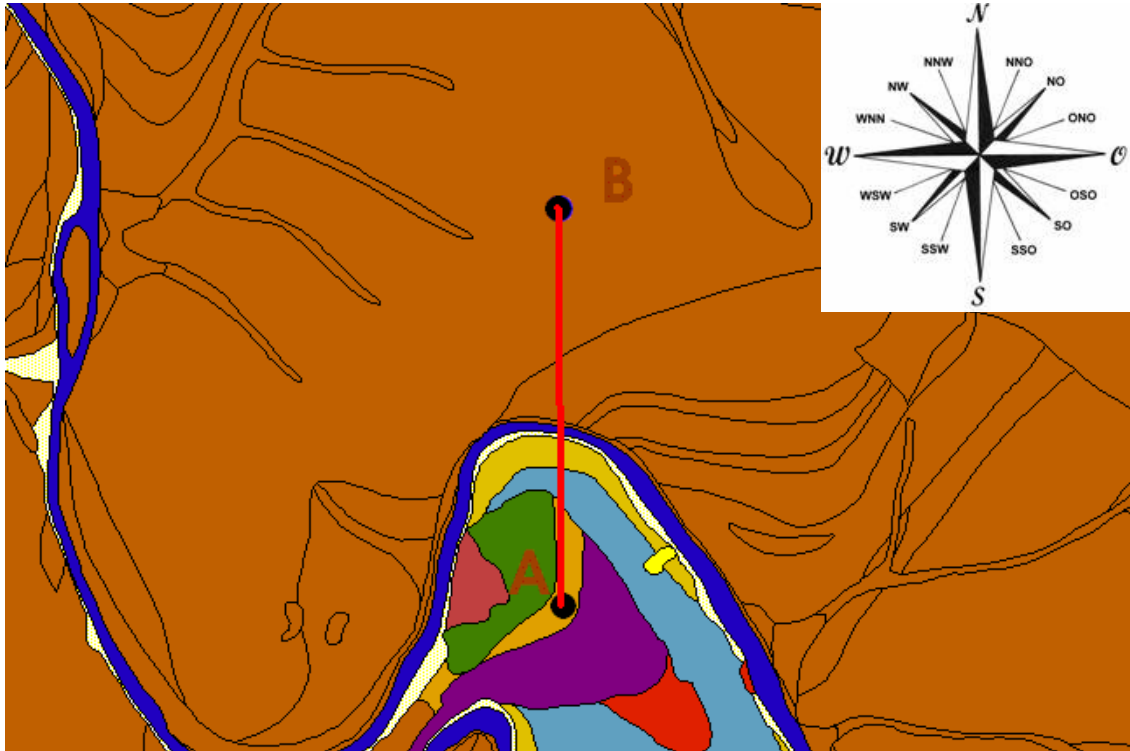


Abb. 70 – Geologie: Tal- Querprofil 2

	Gewässer
	Kies, Sand – fluviatil; z.T. lehmig
	Kies, Sand – fluviatil; z.T. lehmig, mit Kristallinblöcken (Oberkante 2-3m über Flussniveau)
	Abrisskante von Rutschungen
	Terrassenschotter (12 – 15m über Flussniveau)
	Zweiglimmerschiefer, feinkörnig, überwiegend chloritisiert
	Quarzit, Muskowit führend
	Orthogneis
	Kristallinschutt (deluvial)
	Granitgneis
	Kristallinschutt in Verbindung mit Lehm
	Nichtausgewiesene Bereiche

Legende 10 – Geologie des „Umlaufbergs“

A... 378m (15° 53' 51" Ö.L. / 48° 50' 44" N.B.)

B... 411m (15° 53' 48" Ö.L. / 48° 51' 15" N.B.)

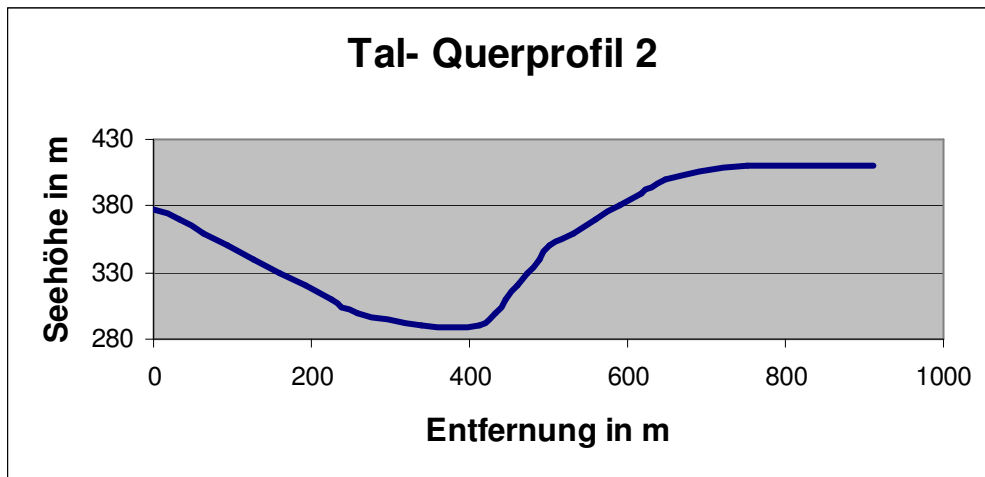


Abb. 71 – Tal- Querprofil 2

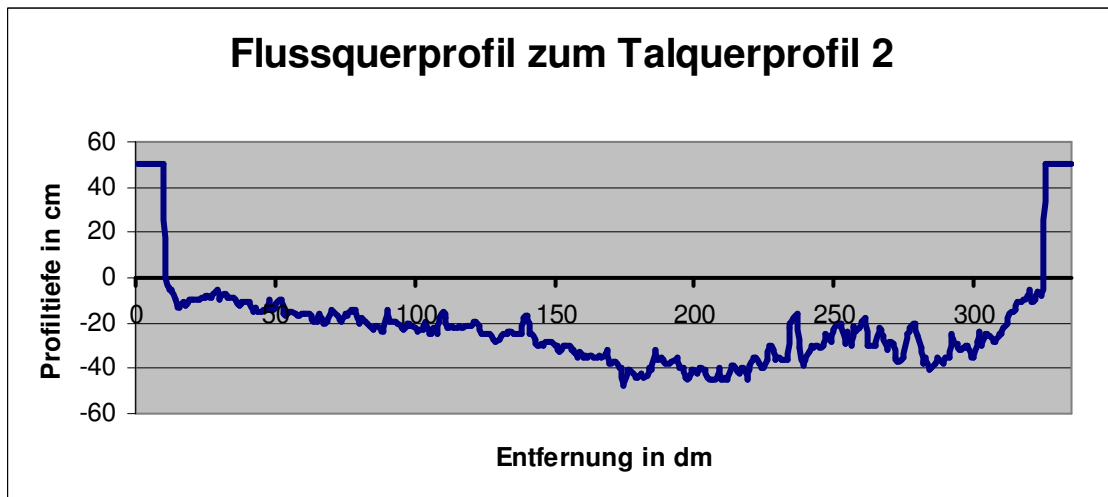


Abb. 72 - Flussquerprofil zum Talquerprofil 2 – (Uferhöhe auf 50cm gerundet) – Datenerhebung: 28. 9. 2006 – 12:15 bis 12:45 Uhr

Das Tal- Querprofil 2 in Abb. 71 präsentiert sich als typisches Mäandertal. Es sind ein eindeutiger Akkumulationsüberschuss am Gleithang sowie eine steilere Talflanke am Prallhang festzustellen, was eindeutige Merkmale von Mäandertälern sind.

Die steilere Hangform des Prallhanges weist wiederum auf eine stärkere Transportleistung des Flusses entlang des Prallufers hin. Hier kann das am Hangfuß angelieferte Material durch den Fluss vollständig abtransportiert

werden, wodurch im Verlauf einer längeren Entwicklung der Hang immer steiler wird.

In Abb. 72 ist deutlich erkennbar, dass das dargestellte Flussquerprofil etwas von dem eines „typischen“ Mäanders abweicht. Es ist zwar eine deutliche Eintiefung zum Nordufer (Prallufer) hin erkennbar, jedoch kommt es in diesem Bereich zum regelmäßigen Eintrag von Kristallinblöcken vom unmittelbar anstehenden Fels, welcher dort zu einer Auffüllung des Gerinnebettes führt.

Bei der Betrachtung der Geologie fällt nun auf, dass sich die Gesteinsverhältnisse von denen des Tal- Querprofils 1 deutlich unterscheiden.

An das Prallufer schließen unmittelbar, bis auf einen kleinen Saum von fluviatilen Akkumulationsmaterial, das Festgestein (Granitgneis gefolgt von Zweiglimmerschiefer und Orthogneis im Osten) an, wohingegen am Gleithang breite Akkumulationsfluren anzutreffen sind.

Jedoch setzt sich anschließend der Festgesteinszug beinahe identisch fort, welchen die Thaya offensichtlich im Laufe der Zeit durchbrochen hat.

Ein Durchbruchstal ist ein senkrecht zum Streichen der Gesteine verlaufendes Tal, das diese Barriere durchbrochen hat. Durchbruchstal nennt man jene engen Talabschnitte, in denen ein Fluss einen Gebirgszug durchquert.

In unserem Fall handelt es sich um ein so genanntes epigenetisches Durchbruchstal.

Ein Fluss fließt über eine Ebene

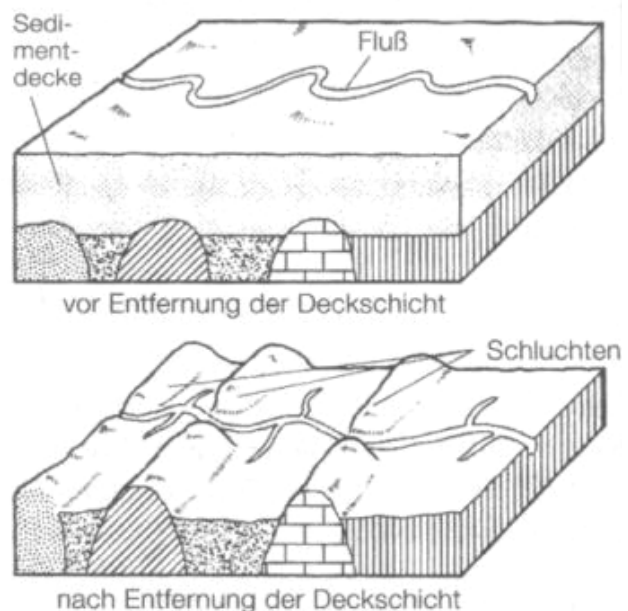


Abb. 73 – Genese eines epigenetischen Durchbruchstals

und schneidet sich ein. Mit der Erosion der Oberfläche stößt der Fluss auf einen Härtling und, anstatt ihn zu umfließen, fängt er an, diesen erosiv anzugreifen. Das Gestein ändert sich nicht, der Fluss schnitt sich ein und erodierte den schon lange vorhandenen Gesteinsblock. Beim epigenetischen Durchbruchstal ist keine Tektonik unmittelbar als genetische Bedingung notwendig. [Vgl. Wiki2*]

5.5.2 Flussquerschnittsformen

Die Querschnittsform ist eine Funktion der Strömungskräfte, die auf den benetzten Umfang wirken, sowie des Erosionswiderstands, den dieser den Angriffen entgegensetzt. Daneben können auch nichtfluviale Einwirkungen die Profilform beeinflussen. SCHUMM untersuchte die Querschnittsform von 25

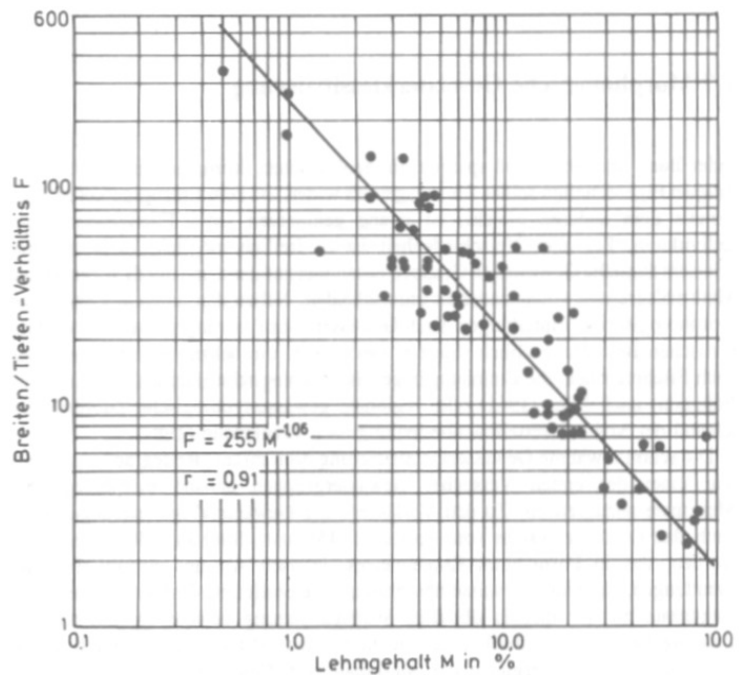


Abb. 74 – Querschnittsformen in Abhängigkeit der Sedimenteigenschaften

alluvialen Flusssystemen in Abhängigkeit von den Sedimenteigenschaften. Er setzte dabei das Breiten- Tiefenverhältnis in Beziehung zum gewichteten Anteil der Feinsedimente Schluff und Ton ($d < 0,074\text{mm}$) in der Sohle und im Uferbereich.

Je höher der Feinanteil im Boden, desto mehr überwiegen die molekularen Bindungskräfte über die Schwerkraft und die Strömungskräfte. Kohäsive Sedimente bieten deshalb eine erheblich höhere Erosionsresistenz als kohäsionslose Sande und Kiese. Sand- und kiesführende Flüsse, die in ihren

eigenen Aufschüttungen verlaufen, sind deshalb breit und flach. Auenlehmflüsse dagegen haben schmale und tiefe Betten, zumal bei kohäsionslosem Sohlenmaterial der Tiefenschurf durch die Einengung gefördert wird. [Vgl. Klak; S 43-44]

Die Wasserbewegung in gekrümmten Flussstrecken, also Mäanderbögen, bedingt einen charakteristischen Wechsel im Querschnitt. Das Flussbett ist jeweils in den Übergangsstrecken breiter und flacher (Furten), in den Kolkstrecken der Krümmungen entsprechend schmaler und tiefer und zudem asymmetrisch (Prallufer- Gleitufer).

ZELLER (1967) weist darauf hin, dass gewundene Gerinne allgemein breiter sind als gerade. [Vgl. Masch; S. 160 – 161]

5.5.3 Flussterrassen

Flussterrassen sind Reste ehemaliger Talböden, die nach weiterer Eintiefung des Tals am Hang zurückblieben. Sie wurden direkt vom Fluss geschaffen und zeigen an, dass während der Talentwicklung die Tiefenerosion von einer Phase der Seitenerosion oder der Aufschüttung unterbrochen wurde.

Die Entwicklung einer Flussterrasse setzt die vorherige Bildung eines Talbodens voraus. Entsprechend den zwei Typen von Talböden, dem Felssohlen- Talboden und dem Aufschüttungstalboden, gibt es auch zwei Typen von Flussterrassen: die Felssohlenterrasse und die Aufschüttungsterrasse. [Vgl. FrAhn; S. 242]

Felssohlenterrassen besitzen eine relativ dünne Schotterdecke und liegen auf einer flachen, ursprünglich durch Seitenerosion gebildeten Verebnung des anstehenden Gesteins, der Felssohle. Die Seitenerosionsphase war einer Phase der Tiefenerosion gefolgt, in der das Tal bis zum Niveau der Felssohle eingeschnitten wurde. Eine erneute Phase der Tiefenerosion zerschnitt dann den neu gebildeten Felssohlen- Talboden. Dessen Reste blieben dann als Felssohlenterrasse am Seitenhang des nun tieferen Tales stehen.

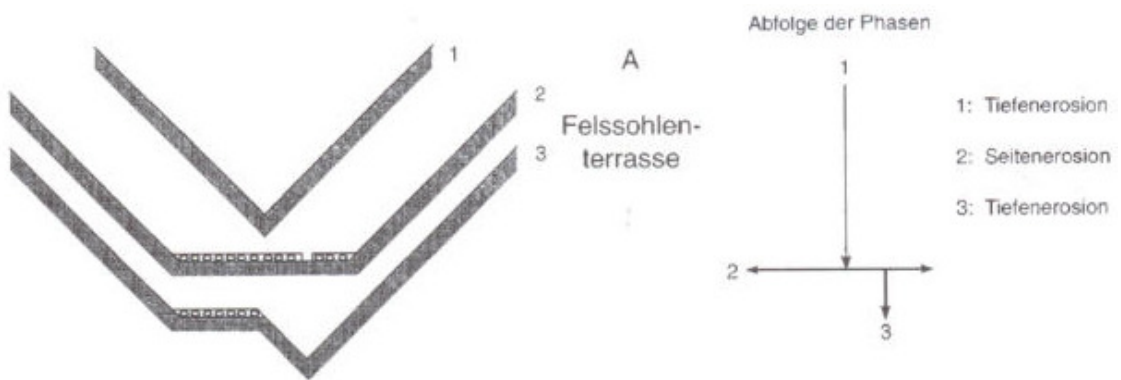


Abb. 75 – Bildung einer Felssohlenterrasse

Aufschüttungsterrassen sind Reste des Aufschüttungstalbodens. In der ersten Tiefenerosionsphase wird das Tal überhaupt erst einmal geschaffen. In der darauf folgenden Aufschüttungsphase löst Schotterablagerung die Tiefenerosion ab, der Talgrund wird aufgehöhht und die Schotteroberfläche bildet einen breiten Aufschüttungstalboden. In diese Fläche schneidet sich nun der Fluss erneut ein, der alte Talboden bleibt in Resten als Terrasse zurück.

[Vgl. FrAhn; S. 243]

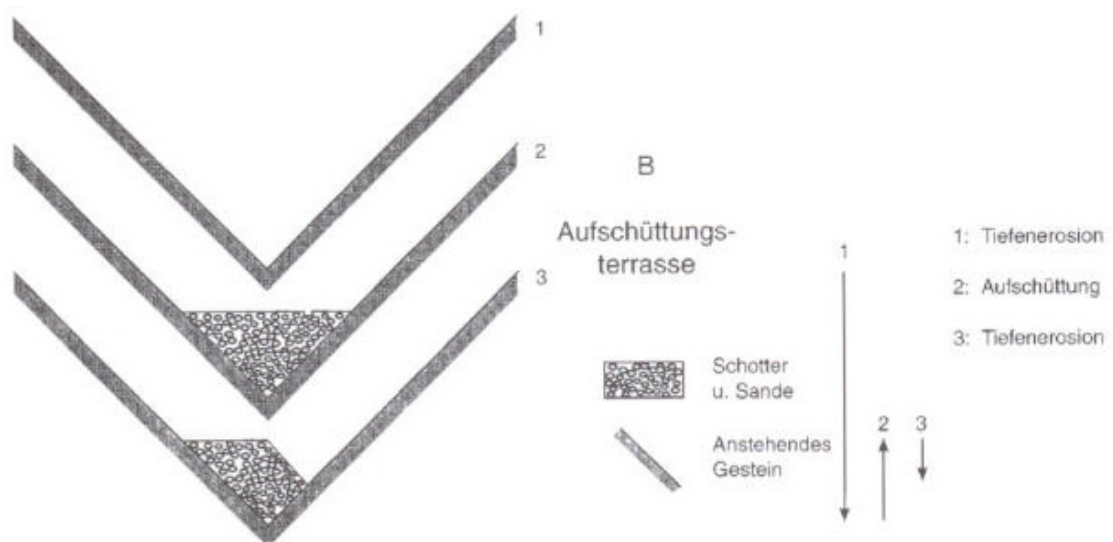


Abb. 76 – Bildung einer Aufschüttungsterrasse

Im Fall der Thaya innerhalb der Grenzen des Nationalparks handelt es sich fast ausschließlich um Felssohlenterrassen. Dies ist auf den relativ harten geologischen Untergrund zurückzuführen und ist auch der Grund dafür, dass diese Terrassenform lange erhalten bleibt.

Dennoch kommt es natürlich zu gravitativ bedingten Aufschüttungen, welche die Terrassen nach der eigentlichen Terrassenbildung überprägen.

Wenn an den Seiten eines Tals Flussterrassen in verschiedenen Höhen auftreten, dann sind die höchsten die ältesten, die untersten die jüngsten. Im Allgemeinen sind ältere Terrassen weniger gut erhalten als jüngere.

Außerdem gibt es relativ geschützte Lagen an den Talhängen, wo Terrassen besser erhalten bleiben als an anderen Stellen. Einen solchen Lagevorteil bieten die Gleithänge von Talmäandern. Da der Fluss, während er sein Tal eintieft, vom Gleithang weggerichtet abgelenkt wird, wird dort ein Talbodenrest nicht von der Flusserosion unterschritten wie am gegenüberliegenden Prallhang. Zudem ist der Gleithang flacher als andere Hänge desselben Tales, sodass auch die denudative Hangabtragung geringer bleibt.

Andere günstige Stellen für die Terrassenerhaltung sind die Ecksporne der Hänge an der stromaufwärtigen Seite der Einmündung von Nebentälern, wo Haupttal- und Nebentalhang aneinandergrenzen. Der Stromstrich des einmündenden Nebenflusses wird von der Strömung des Hauptflusses zur stromabwärtigen Seite der Mündung gezogen. Die stromaufwärtige Seite bleibt daher von Seitenerosion und Hangunterschneidung verschont, und somit auch von der Hangversteilung, welche durch denudative Prozesse, die zur Abtragung der Terrasse beitragen könnten. [Vgl. FrAhn; S. 244-245]

Eine notwendige Voraussetzung für die Terrassenbildung ist der Eintiefungsimpuls, der unter anderem durch tektonische Hebung, durch Meeresspiegelabsenkung oder durch einen abflusswirksamen Klimawechsel ausgelöst werden kann. [Vgl. Zepp; S.165]

In den folgenden Abbildungen werden Felssohlenterrassen der Thaya gezeigt, welche aufgrund ihrer günstigen Lage für die Terrassenbildung exemplarisch ausgewählt wurden.

Es handelt sich hierbei um Terrassenbildung entlang eines stark ausgeprägten Gleithangs, welcher sich an der Spitze des so genannten „Einsiedlers“ befindet.

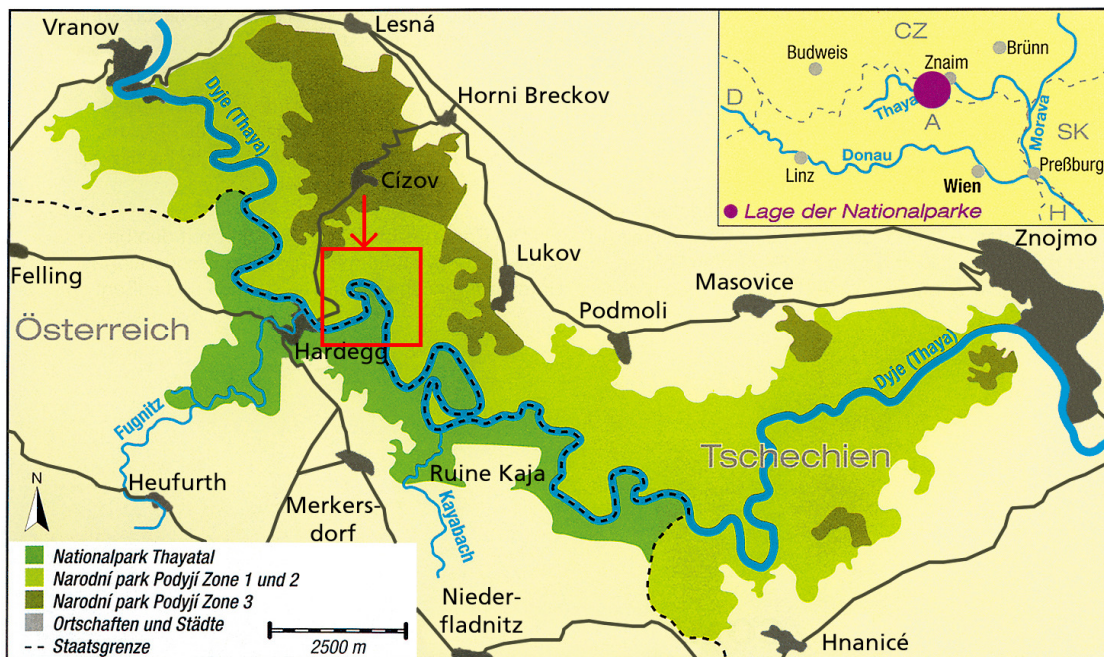


Abb. 77 – Verortung „Einsiedler“

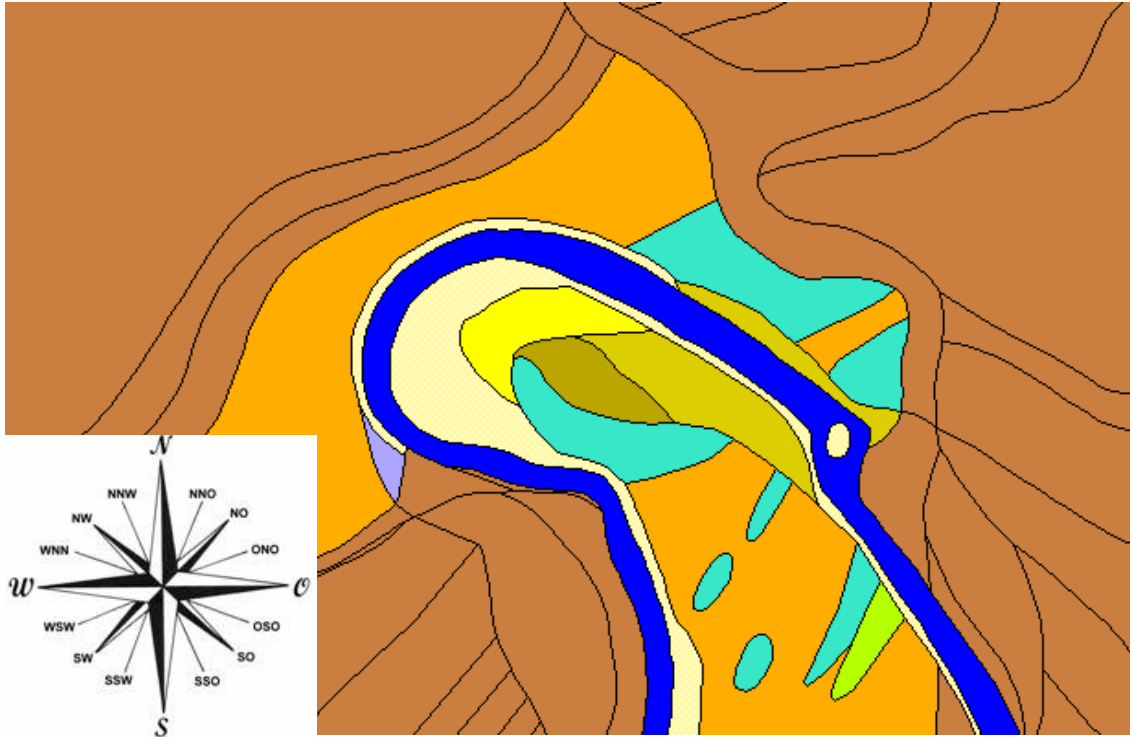


Abb. 78 – Terrassenbildung „Einsiedler“

	Gewässer
	Ton, Sand, Kies (fluviatil; „rezent“)
	Kies, Sand, Lehm (fluviatil; 2-3 m über Flussniveau)
	Kies, Sand (fluviatil; 3-4 m über Flussniveau)
	Kies, Sand, Lehm (fluviatil; 5-7m über Flussniveau)
	Zweiglimmerschiefer
	Marmor
	Kalksilikatgneis
	Deluviale Ablagerungen
	Nichtausgewiesene Bereiche

Legende 11 – Terrassenbildung „Einsiedler“

Anhand der Abbildung 78 ist deutlich zu erkennen, dass sich die Terrassenbildung fast ausschließlich auf den Gleithang beschränkt, wobei die höchsten Fluren der fluviatilen Ablagerung in einer Höhe von 5-7 Metern über dem heutigen Flussniveau zu finden sind.

Außerdem auffällig ist eine Korrelation mit dem geologischen Untergrund. Am Prallhang löst kurzfristig eine Marmorader den sonst vorherrschenden Zweiglimmerschiefer ab, was aufgrund der geringeren Verwitterungsbeständigkeit sowie einer höheren Löslichkeit des Gesteins zu einer deutlichen Terrassenbildung führt.

6. Morphometrische und ökomorphologische Eigenschaften des Gewässernetzes

6.1 Gewässertypologie und Ökomorphologie

Die Thaya entspricht im Nationalparkbereich von Hardegg einem collinen (Vgl. ELLENBERG, 1986) Gewässer aus der Böhmisches Masse in einem Durchbruchstal mit einem so genannten pluvialen Übergangsregime (PUE 3 nach PARDE, 1947).

Die Thaya bei Hardegg wird von WIMMER & MOOG (1994) als Fluss der 6. Ordnung (HORTON, 1945; STRAHLER, 1957) ausgewiesen. [Vgl. Spi; S. 1]

HORTON und STRAHLER gehen davon aus, dass den Flussnetzen eine erkennbare hierarchische Ordnung innewohnt: kleine Bäche vereinigen sich zu größeren, diese wiederum zu Flüssen usw. Das Ordnungssystem gibt Auskunft über die Stellung eines bestimmten Flussabschnitts in der Hierarchie des jeweiligen Flussnetzes. [Vgl. FrAhn; S.267]

Methode nach STRAHLER (1957) – siehe Abb. 79:

Oberläufe erhalten die Ordnungszahl 1. Vereinigen sich zwei Abschnitte gleich hoher Ordnungszahlen, dann erhält der anschließende Abschnitt eine Ordnungszahl, welche um 1 erhöht ist. Bei Vereinigung zweier Abschnitte unterschiedlicher Ordnungszahl erhält der daran anschließende Abschnitt die höhere der beiden Ordnungszahlen.

Innerhalb der Grenzen des österreichischen Teils des Nationalparks münden zwei kleinere Zubringer in die Thaya. Die Fugnitz und der Kajabach, welche beide Flussordnungszahl 3 aufweisen, wobei die Abflussmenge der Fugnitz weitaus größer als die des Kajabaches ist. Die ökomorphologische Bewertung

der Thaya nach der 7- stufigen Skalierung nach WERTH (1987) erbrachte im Bereich von Hardegg eine Einstufung eine Einstufung der Zustandsklasse von II- III (wesentlich beeinträchtigt), im Bereich des Kirchenwaldes dagegen eine Zustandsklasse von I- II (geringfügig beeinträchtigt).

Die Fugnitz ist dagegen von der Heufurther Brücke bis zur Fellingner Brücke der Zustandsklasse I (natürlich, naturnahe) zuzuordnen. [Vgl. Spi; S.4]

Auf der tschechischen Seite des Nationalparks gibt es deutlich weniger Zubringer. Jener mit größtem Abfluss ist Klaperův p., welcher jedoch nur die Ordnungszahl 2 (STRAHLER) erreicht.

Methode nach SHREVE (1966) – siehe Abb. 80:

Dieses additive Flussordnungskonzept ist weitaus aussagekräftiger, was die Wasserführung betrifft. Hierbei erhalten Quellbäche die Flussordnungszahl 1. Die Flussordnungszahl von einmündenden Gewässern wird zu der jeweiligen Flussordnungszahl des sie aufnehmenden Flusses addiert.

Bei der Betrachtung der Flussordnungszahlen nach dem Konzept von SHREVE fällt nun deutlich der Unterschied zwischen den beiden Zubringern auf österreichischer Seite auf, was die Wasserführung anbelangt. Die Fugnitz weist hier eine Flussordnungszahl von 20 auf, wohingegen der Kajabach lediglich die Ordnungszahl 6 erreicht.

Jener Zubringer mit größtem Abfluss auf tschechischer Seite des Nationalparks (Klaperův p.) erreicht nach SHREVE die Ordnungszahl 5.



Abb. 79 - Flussordnungszahlen nach STRAHLER
(Gewässernetz – Thaya)

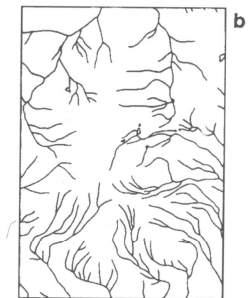
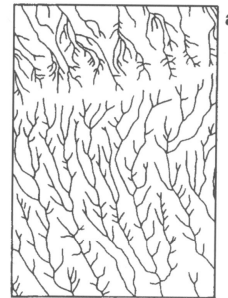
6.2 Morphometrische Eigenschaften des Gewässernetzes

6.2.1 Gestalt des Gewässernetzes

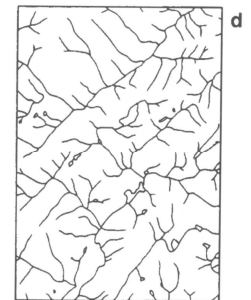
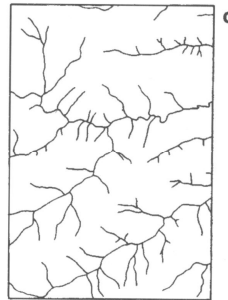
THORNBURY (1954) unterscheidet 6 Flussnetztypen. Diese sind freilich nur Fixpunkte in einem Kontinuum; es gibt in Wirklichkeit alle Übergänge zwischen ihnen. Manche der Typen lassen sich relativ eng mit bestimmten Entstehungsursachen verknüpfen.

Folgende Flussnetztypen werden nach THORNBURY (1954) unterschieden [Vgl. FrAhn; S.270- 272]

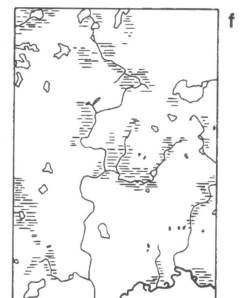
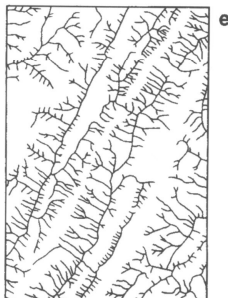
a) *parallel* – tritt vor allem auf jungen Landoberflächen mit gleichsinnigem Regionalgefälle auf



b) *radial* – entsteht, wenn die ursprüngliche Abdachung von einem zentralen Gipfel oder Gewölbescheitel nach allen Seiten gerichtet ist



c) *dendritisch* – kennzeichnend für die Abwesenheit starker struktureller oder lithologischer Einflüsse; besitzen einen hohen Grad der Integration zu größeren Systemen und sind deswegen relativ alt



d) *rechtwinklig* – zeichnen sich dadurch aus, dass ihre Flussläufe aus geraden Strecken und mehr oder weniger scharfen

Abb. 81 - Flussnetztypen

rechtwinkligen Biegungen bestehen; Ursache ist meist die Kontrolle der Flusseintiefung durch stark entwickelte Kluftsysteme (stark tektonisch bestimmt), die gewöhnlich aus rechtwinklig zueinander verlaufenden Kluftscharen bestehen; auch Verwerfungen können zu diesem Muster beitragen; die Klüfte und Verwerfungen schwächen den Erosionswiderstand des Gesteins und werden so zu Leitlinien der Eintiefung

e) *spalierartig* – ebenfalls meist von geologischen Strukturen beeinflusst; die widerständigen Gesteine ragen als lange Rücken, Schichtkämme auf; in den schwachen Gesteinen haben sich parallel dazu Längstälzonen entwickelt

f) *chaotisch* – jegliche Abwesenheit klarer räumlicher Organisation; meist junge noch unentwickelte Flussnetze

Im Fall der Thaya (siehe Abb.79) handelt es sich um einen Übergangstyp. Es sind sowohl dendritische als auch rechtwinkelige Abschnitte zu erkennen. Die rechtwinkligen Bereiche deuten, wie obig erwähnt, auf starken tektonischen Einfluss hin.

6.2.2 Gabelungsfaktor (*bifurcation ratio*)

Als ein kennzeichnender Parameter eines Flussnetzes wird häufig sein Gabelungsverhältnis benutzt. [Vgl. FrAhn; 268]

HORTON zeigte die geometrischen Beziehungen zwischen Flussordnung und der zugehörigen Anzahl der Gerinne. Dazu führte er als Maß den Gabelungsfaktor (*bifurcation ratio*) ein. Er ist der Quotient aus der Anzahl der Gerinne einer Ordnung zur Anzahl der Gerinne der nächst höheren Ordnung. [Vgl. MaSch; S.182]

$$R_b = n_k / n_{k+1}$$

R_b... Gabelungsverhältnis
 n_k... Flusszahl der Ordnung K
 n_{k+1}... Flusszahl der Ordnung K+1

Im Allgemeinen liegt der R_b – Wert zwischen 2 und 4. Generell gilt: je lang gestreckter ein Einzugsgebiet, desto höher der Gabelungsfaktor, sowie je höher die Ordnungszahl, desto geringer die Anzahl der Gewässer.

Zur Berechnung des R_b – Wertes wurde in unserem Fall als höchste Flussordnungszahl 4 (Thaya) angenommen, da es sich nur um einen Teilabschnitt des Einzugsgebietes handelt:

Ordnungszahl	Anzahl der Gewässer	R _b
1	55	
2	15	3,66
3	2	7,5
4	1	2
Summe	73	13,166
Durchschnittliche R _b		4,388

[Tab.4] - Gabelungsverhältnissberechnung

Der hohe R_b – Wert von 4,388 ist einerseits auf das lang gestreckte Einzugsgebiet der Fugnitz, andererseits auf die in unserem Fall mit der Zahl 4 angenommene Flussordnungszahl der Thaya zurückzuführen.

6.3 Gewässergüte

Innerhalb der Nationalparkgrenzen (Messung: Hardegg) wurde im Jahre 2001 die biologische Gewässergüte der Thaya mit der Güteklasse II beurteilt

(Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, 2001).

Güteklasse II: mäßig verunreinigt (Farbe: grün) Gewässerabschnitte mit mäßiger organischer Belastung. Gehobenes Nährstoffangebot. Gute Sauerstoffversorgung. Pflanzliche und tierische Besiedlung weist einen großen Arten- und Individuenreichtum auf. Bestände mit höheren Wasserpflanzen. Ertragreiche Fischgewässer mit verschiedensten Fischarten. Sediment hell bis dunkel, aber nicht schwarz, Steinunterseiten ohne Reduktionsflecken. Die eingebrachte organische Substanz wird noch vollständig mineralisiert. [Vgl. UmBu]



7. Mesohabitatkartierung

Dem Kartenanhang ist eine „Mesohabitatkartierung“ des gesamten Flusslaufes der österreichischen Thaya innerhalb der Grenzen des „Nationalpark Thayatal“ zu entnehmen, welche ich im Auftrag der Nationalparkverwaltung durchgeführt habe.

Diese Kartierung war außerdem Grundlage für die Probennahme der von mir durchgeführten Korngrößenanalyse, welche im Rahmen eines INTERREG-Projektes mit dem Thema: „Fischökologische Untersuchung der Thaya im Bereich des „Nationalpark Thayatal“ - Erhebung vom Laichhabitaten der Bachforelle (*Salmo trutta fario*)“ benötigt wurde [Vgl. Kapitel 4.4].

Da diese Kartierung sowohl einen guten Überblick über den gesamten Flusslauf bietet, als auch wichtige Forschungsaspekte meiner Arbeit abdeckt, ist die Relevanz dieses Kapitels bzw. Anhangs an dieser Stelle gegeben.

Zur Datenaufnahme bin ich im September 2006 die gesamte Thaya (österreichischer Teil des Nationalparks) inmitten des Flusses abgegangen, und habe anhand von Kartierungsbögen nach folgenden Kriterien erhoben:

b... Blockwerk
d... Dünen und Rippel
f... deutlich ausgeprägter Flachwasserbereich
i... Insel – Korngrößen: von der Stirn zum Hinterende hin abnehmend
kg... Grobkies
kf... Feinkies
p... Prallufer ohne Häufung von Blockwerk und Stauwirkung
s... Sande
st... Staubereich
sp... Spornbank
sw... Schwemmkegel

ts... Tone und Schluffe	
v... Verwerfung durch Blockwerk	
w... Wehr	
—	Staatsgrenze
	natürliche Verwerfung
	künstliche (anthropogene) Verwerfung (Wehr,...)
•	Standort: Korngrößenprobe
„keine Signatur“ innerhalb des Flusses: „relativ geradlinig“, meist Sohlenpanzerung (Blockwerk, Kristallinschutt, Grobkies – in Staubereichen: Akkumulationserscheinungen von Sanden, Schluffen, Tonen und Feinkies)	

Legende 12 – Ausgewiesene Bereiche - Mesohabitatkartierung (siehe Kartenanhang – CD-Rom)

Die Ergebnisse der Kartierung dienten außerdem als Auswahlgrundlage für die in dieser Arbeit behandelten Themen bzw. Standorte.

Einzelne Karten 1 – 96 → siehe Kartenanhang (CD-Rom).

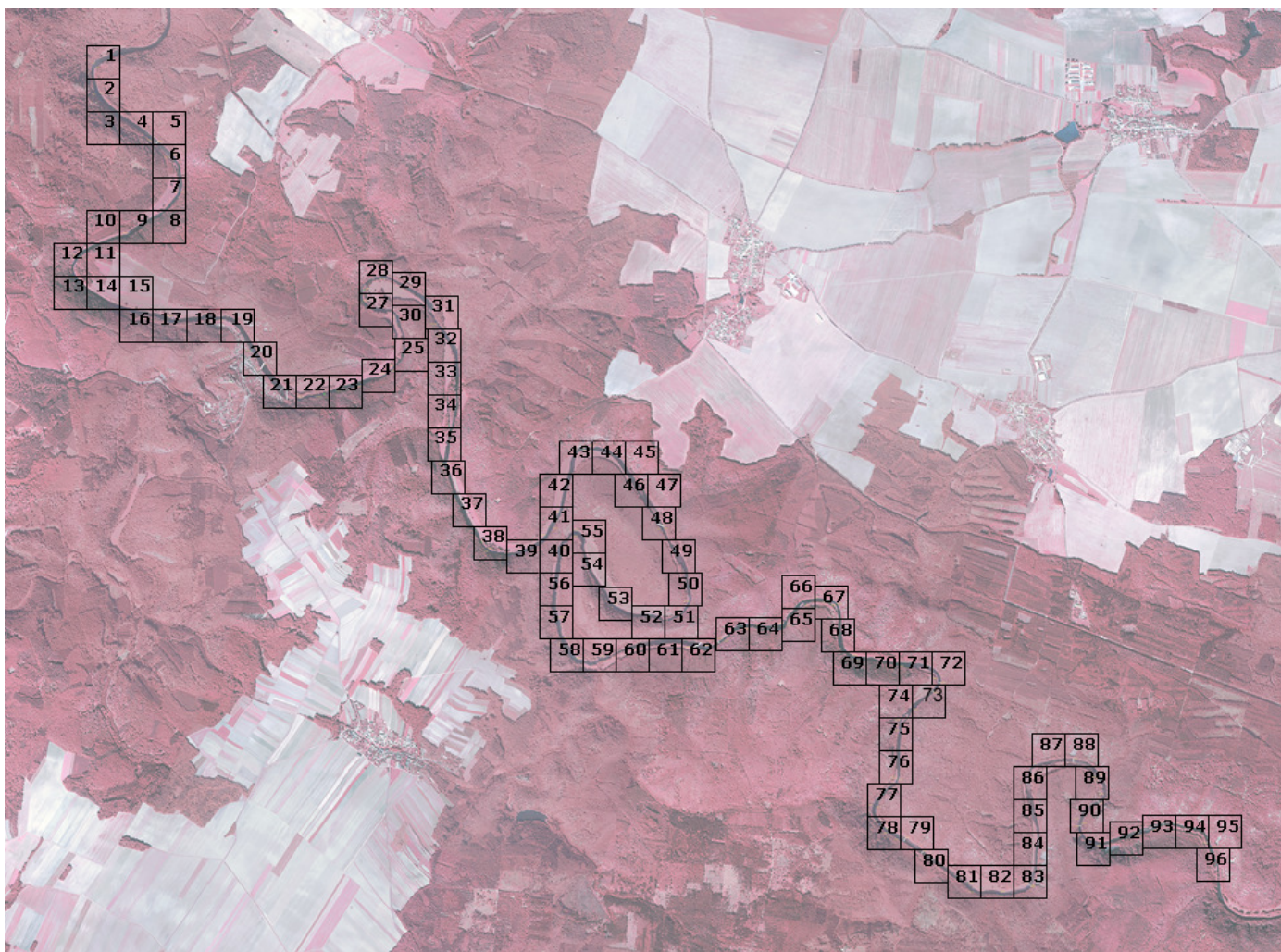


Abb. 83 – Übersichtskarte – Mesohabitatkartierung (Karten 1 bis 96) (Kartenanhang – CD-Rom)

8. Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

ABBILDUNGEN

Abb. 1 – Verortung des Untersuchungsgebietes – Quelle: http://www.np-thayatal.at/docs/az_d.pdf

Abb. 2 – Gebietsübersicht – Österreichische Karte 1 : 200.000 – Quelle: 'Österreichische Übersichtskarte 1:200.000', Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen, Wien 2000

Abb. 3 – Der Wasserkreislauf der Erde – Quelle: http://www.chemiedidaktik.ipn.uni-kiel.de/1992_umweltbelastung/wasser1.htm

Abb. 4 – Abflussarten – Quelle: [Zepp]; S. 114

Abb. 5 – Mittlere Monatsabflüsse der Thaya 2006 – Quelle: http://www.noe.gv.at/service/wa/wa5/wiskiwebpublic/stat_43332.htm

Abb. 6 – Mittlere Monatsabflüsse der Thaya 1992 – Quelle: [Spi]; S.2

Abb. 7 – Klassifizierung von Abflussregimes – Quelle: [Zepp]; S.118

Abb. 8 – Wassertemperaturen der Thaya – Jahresdurchschnitt – Quelle: [Spi]; S.3

Abb. 9 – Durchfluss und Fließgeschwindigkeit der Thaya – Quelle: [Fol]; S.15

Abb. 10 – Geschwindigkeitsverteilung im Flussbett – Quelle: [Zepp]; S.119

Abb. 11 – Strömungsbedingungen in Mäandern – Quelle: [MaSch]; S.25

Abb. 12 – Fließzustände in Abhängigkeit der FROUDE- Zahl und der Fließtiefe –
Quelle: [Zepp]; S.124

Abb. 13 – Walzenbildungen in Abhängigkeit des Flusslaufes – Quelle: [Zepp];
S.123

Abb. 14 – Grund- und Deckwalzen vor und nach Hindernissen – Quelle:
[Zepp]; S.125

Abb. 15 – Walzenbildung nach Rippeln und Dünen – Quelle: [MaSch]; S.77

Abb. 16 – HJULSRÖM- Diagramm – Quelle: <http://www.u-picardie.fr/beauchamp/cours.qge/du-5.htm>

Abb. 17 – Korngrößenprobe 1/1 – Grafik: Ronald Pöppl

Abb. 18 – Korngrößenprobe 1/2 – Grafik: Ronald Pöppl

Abb. 19 – Korngrößenprobe 2/1 – Grafik: Ronald Pöppl

Abb. 20 – Korngrößenprobe 2/2 – Grafik: Ronald Pöppl

Abb. 21 – Korngrößenprobe 3/1 – Grafik: Ronald Pöppl

Abb. 22 – Korngrößenprobe 3/2 – Grafik: Ronald Pöpl

Abb. 23 – Korngrößenprobe 4/1 – Grafik: Ronald Pöpl

Abb. 24 – Korngrößenprobe 4/1 – Grafik: Ronald Pöpl

Abb. 25 – Korngrößenprobe 5/1 – Grafik: Ronald Pöpl

Abb. 26 – Korngrößenprobe 5/2 – Grafik: Ronald Pöpl

Abb. 27 – Einflussfaktoren für die Flussmorphologie – Quelle: [MaSch]; S.106

Abb. 28 – Entstehung von Flussverzweigungen – Quelle: [MaSch]; S.112

Abb. 29 – Entwicklungsreihe von Sand- bzw. Kiesbänken – Quelle: [LeMoWi]; S.287

Abb. 30 – Spornbankentstehung – Quelle: [MaSch]; S.116

Abb. 31 – Spornbank in Flusskrümmung – Quelle: [MaSch]; S.117

Abb. 32 – Mäanderabschnürung – Inselbergbildung – Quelle: [Zepp]; S.165

Abb. 33 – Verortung – Umlaufberg – Quelle: http://www.np-thayatal.at/docs/az_d.pdf

Abb. 34 – Geologie des „Umlaufbergs“ Quelle: ´Geologische Karte der Republik Österreich 1:50.000, 9- Retz´; Geologische Bundesanstalt, Wien 1999; Grafik: Ronald Pöpl

Abb. 35 – Flusslauf der Thaya – Quelle: ´Geologische Karte der Republik Österreich 1:50.000, 9- Retz´; Geologische Bundesanstalt, Wien 1999; Grafik: Ronald Pöpl

Abb. 36 – Grundparameter von Mäanderbögen – Quelle: [MaSch]; S.108

Abb. 37 – Verortung – „Šobesmäander“ - Quelle: http://www.np-thayatal.at/docs/az_d.pdf

Abb. 38 – Berechnung – „Šobesmäander“ – Quelle: -) ´Österreichische Karte 1:50.000, 9- Retz´, Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen, Wien 2000; Grafik: Ronald Pöpl

Abb. 39 – Riffle- Pool- Abfolgen in einem mäandrierenden Fluss (Oberflächenströmungen: schwarz) – Quelle: [Zepp]; S.148

Abb. 40 – Mäanderwanderung (Mississippi- River; USA) – Quelle: [Stra]; S.392

Abb. 41 – Riffle- Pool- Abfolgen in einem Fluss – Quelle: [Zepp]; S.145

Abb. 42 – Fünf- Phasen- Modell nach KELLER - Quelle: [Zepp]; S.145

Abb. 43 - Inseln „Untere Bärenmühle“ – Grafik: Ronald Pöpl

Abb. 44 – Flussquerprofil AB („Untere Bärenmühle“) – (Ufer- und Inselhöhe gerundet) – Datenerhebung: 23. 8. 2006 – 10:00 bis 11:10 Uhr – Grafik: Ronald Pöpl

Abb. 45 - Inseln: „Šobes- Süd“ – Grafik: Ronald Pöpl

Abb. 46 - Flussquerprofil AB („Šobes - Süd“) – (Ufer- und Inselhöhe gerundet) – Datenerhebung: 24. 8. 2006 – 11:50 bis 12:30 Uhr – Grafik: Ronald Pöpl

Abb. 47 – Inseln „Šobes- Ost“ – Grafik: Ronald Pöpl

Abb. 48 - Flussquerprofil AB („Šobes - Ost“) – (Ufer- und Inselhöhe gerundet) – Datenerhebung: 5. 9. 2006 – 10:00 bis 10:45 Uhr – Grafik: Ronald Pöpl

Abb. 49 – Inseln „Šobes- West“ – Grafik: Ronald Pöpl

Abb. 50 - Flussquerprofil AB („Šobes - West“) – (Ufer- und Inselhöhe gerundet) – Datenerhebung: 7. 9. 2006 – 11:45 bis 13:20 Uhr – Grafik: Ronald Pöpl

Abb. 51 – Spornbänke „Kajabachmündung“ – Grafik: Ronald Pöpl

Abb. 52 - Flussquerprofil AB („Spornbänke Kajabachmündung“) – (Uferhöhe gerundet) – Datenerhebung: 28. 9. 2006 – 10:00 bis 10:45 Uhr – Grafik: Ronald Pöpl

Abb. 53 – Geologie – Kajabachmündung – Quelle: ‘Geologische Karte der Republik Österreich 1:50.000, 9- Retz’; Geologische Bundesanstalt, Wien 1999; Grafik: Ronald Pöpl

Abb. 54 – Schwemmkegel im Grund- und Aufriss – Quelle: [Zepp]; S.154

Abb. 55 – Flusslängsprofile von Donau und Inn – Quelle: [MaSch]; S.153

Abb. 56 – Flusslängsprofile nach WAGNER – Quelle: [MaSch]; S.147

Abb. 57 – Flusslängsprofil der Thaya innerhalb der Nationalparkgrenzen –
Grafik: Ronald Pöppl

Abb. 58 – Verortung der Gefällemesspunkte – Quelle: 'Österreichische Karte
1:50.000, 9- Retz', Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen, Wien 2000;
Grafik: Ronald Pöppl

Abb. 59 – Talformen (H... Hangschutt S... alluviale Sedimente K... Klüfte) –
Quelle: [KlaK]; S.18

Abb. 60 – Hangversteilung – Quelle: [Zepp]; S.159

Abb. 61 – gleich geformter Hang – Quelle: [Zepp]; S.159

Abb. 62 – konkaver Hang mit Hangknick – Quelle: [Zepp]; S.160

Abb. 63 – versteilender Unterhang – Quelle: [Zepp]; S.160

Abb. 64 – konvex- konkaves Hangprofil – Quelle: [Zepp]; S.161

Abb. 65 – konvexer, am Unterhang versteilter Hang – Quelle: [Zepp]; S.161

Abb. 66 – Verortung: Tal- Querprofil 1 – Quelle: http://www.np-thayatal.at/docs/az_d.pdf

Abb. 67 – Geologie: Tal- Querprofil 1 – Quelle: Quelle: 'Geologische Karte der Republik Österreich 1:50.000, 9- Retz'; Geologische Bundesanstalt, Wien 1999; Grafik: Ronald Pöppl

Abb. 68 – Tal- Querprofil 1 – Grafik: Ronald Pöppl

Abb. 69 – Verortung: Tal- Querprofil 2 - Quelle: http://www.np-thayatal.at/docs/az_d.pdf

Abb. 70 – Geologie: Tal- Querprofil 2 - Quelle: 'Geologische Karte der Republik Österreich 1:50.000, 9- Retz'; Geologische Bundesanstalt, Wien 1999; Grafik: Ronald Pöppl

Abb. 71 – Tal- Querprofil 2 – Grafik: Ronald Pöppl

Abb. 72 - Flussquerprofil zum Talquerprofil 2 – (Uferhöhe auf 50cm gerundet) – Datenerhebung: 28. 9. 2006 – 12:15 bis 12:45 Uhr – Grafik: Ronald Pöppl

Abb. 73 – Genese eines epigenetischen Durchbruchstals – Quelle: [Zepp]; S.166

Abb. 74 – Querschnittsformen in Abhängigkeit der Sedimenteigenschaften – Quelle: [KlaK]; S.45

Abb. 75 – Bildung einer Felssohlenterrasse – Quelle: [FrAhn]; S.242

Abb. 76 – Bildung einer Aufschüttungsterrasse - Quelle: [FrAhn]; S.242

Abb. 77 – Verortung „Einsiedler“ – Quelle: http://www.np-thayatal.at/docs/az_d.pdf

Abb. 78 – Terrassenbildung „Einsiedler“ - Quelle: 'Geologische Karte der Republik Österreich 1:50.000, 9- Retz'; Geologische Bundesanstalt, Wien 1999; Grafik: Ronald Pöppl

Abb. 79 - Flussordnungszahlen nach STRAHLER (Gewässernetz – Thaya) – Quelle: 'Österreichische Karte 1:50.000, 9- Retz', Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen, Wien 2000; Grafik: Ronald Pöppl

Abb. 80 - Flussordnungszahlen nach SHREVE (Gewässernetz – Thaya) – Quelle: 'Österreichische Karte 1:50.000, 9- Retz', Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen, Wien 2000; Grafik: Ronald Pöppl

Abb. 81 – Flussnetztypen – Quelle: [FrAhn]; S.271

Abb. 82 – Gewässergüte Niederösterreichs 2001 (nördlich der Donau) – Quelle: http://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/umweltthemen/wasser/Bioquete/biologisches_guetebild_2001.pdf

Abb. 83 – Übersichtskarte – Mesohabitatkartierung (Karten 1 bis 96) (Kartenanhang – CD-Rom) – Quelle: 'Orthofotos - gesamtes Nationalparkgebiet – 5000 * 5000 Pixel', zur Verfügung gestellt von der Nationalparkverwaltung Thayatal; Grafik: Ronald Pöppl

TABELLEN

[Tab.1] – Wasservorkommen auf der Erde – Quelle: <http://www.uni-ulm.de/LiLL/3.0/D/WASSER/VORKOM.htm> (Daten: gerundet)

[Tab. 2] – Berechnung der Fließgeschwindigkeit Quelle: [MaSch]; S.23

[Tab. 3] – Grenzscherspannungswerte nach Substraten – Quelle: [Zepp]; S.140

[Tab.4] – Gabelungsverhältnissberechnung – erstellt von: Ronald Pöpl

9. Quellenverzeichnis

Printmedien

[Eil]... 'Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen'; von Heinz Ellenberg; 5. Auflage; UTB Verlag Eugen Ulmer & Co., Stuttgart 1996

[Fol]... 'Hydrobiology of the Dyje River in the Nationalpark Podyjí, Czech Republic' von Jan Helesic & Frantisek Kubicek; Masaryk University, Brno 1999

[FrAhn]... 'Einführung in die Geomorphologie'; von Frank Ahnert; 3. Auflage; Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart 2003

[FrWi]... 'Hydrogeographie – Grundlagen der Allgemeinen Hydrogeographie'; 3., verbesserte Auflage (Das Geographische Seminar); von Friedrich Wilhelm; Westermann Schulbuchverlag GmbH, Braunschweig 1997

[IrFi]... 'Landschaftserhebung Thayatal – Geplanter Nationalpark und Umland unter besonderer Berücksichtigung der Wiesen und Trockenrasen'; von Irene Fischer und Monika Paar; Bundesministerium für Umwelt, Wien 1992

[Klak]... 'Grundlagen naturnaher Gewässergestaltung – Geomorphologische Entwicklung von Fließgewässern' von Klaus Kern; 1. Auflage; Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York 1994

[LeWoMi]... 'Fluvial Processes in Geomorphology'; von Luna B. Leopold, M. Gordon Wolman, John P. Miller; Verlag W. H. Freeman and Company, San Francisco und London 1964

[MaMe]... ´Steinbachs Naturführer: Gesteine´; von Walter Maresch, Olaf Medenbach unter Mitarbeit von Hans Dieter Trochim; Mosaik Verlag, München 1987

[MaSch]... ´Flussmorphologie – ein Leitfaden für Naturwissenschaftler und Ingenieure´; von Joachim Mangelsdorf, Karl Scheurmann; R. Oldenbourg Verlag, München Wien 1980

[SchU]... ´River Variability and Complexity´; von Stanley A. Schumm; Verlag Cambridge University Press; 2005

[Spi]... ´Nationalpark Thayatal – Fischökologische Untersuchung Bericht 2000´; von Thomas Spindler; Unterolberndorf, im Auftrag der Nationalparkverwaltung Thayatal GmbH und des Fischereirevierversandes Korneuburg 2000

[Stra]... ´Physische Geographie´; von Alan H. Strahler, Arthur N. Strahler; UTB Verlag Eugen Ulmer GmbH &Co., Stuttgart 1999

[ThPod]... ´Inter- National- Park Thayatal / Podyjí – Infofolder´, von Robert Brunner und Christian Übl; ´Nationalpark Thayatal“ GmbH, 2001

[Zepp]... ´Grundriss Allgemeine Geographie: Geomorphologie´; von Harald Zepp; UTB Verlag Ferdinand Schöningh, Paderborn 2005

Kartenwerke / GIS

-) ´Österreichische Karte 1:50.000, 9- Retz´, Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen, Wien 2000

-) 'Österreichische Übersichtskarte 1:200.000', Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen, Wien 2000
-) 'Geologische Karte der Republik Österreich 1:50.000, 9- Retz'; Geologische Bundesanstalt, Wien 1999
-) 'Geologische Übersichtskarte der Republik Österreich 1: 1.000.000'; Geologische Bundesanstalt, Wien 1986
-) 'Orthofotos - gesamtes Nationalparkgebiet – 5000 * 5000 Pixel', zur Verfügung gestellt von der Nationalparkverwaltung Thayatal

Internetquellen

[Wiki1*]... <http://de.wikipedia.org/wiki/Wasserkreislauf>

[Wiki2*]... <http://de.wikipedia.org/wiki/Durchbruchstal>

[UmBu].....http://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/umweltthemen/wasser/Bioquete/bioquete_text_2001.pdf

Bestimmungsliteratur

-) 'Exkursionsflora von Österreich'; von Wolfgang Adler, Karl Oswald, Raimund Fischer; Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart und Wien 1994
-) 'Der Neue Kosmos Pflanzenführer'; von Wilfried Stichmann, Ursula Stichmann- Marny; Franckh- Kosmos Verlags- GmbH Co., Stuttgart 1999
-) 'Steinbachs Naturführer: Bäume – Heimische und eingeführte Arten Europas'; von Bruno P. Kremer; Mosaik Verlag GmbH, München 1996