

MASTERARBEIT | MASTER'S THESIS

Titel | Title

Der Einfluss von Totholz auf Wasser- und Sedimentkonnektivität
am Beispiel zweier Bachabschnitte des Seebsbaches und des
Thumeritzbaches in Niederösterreich

verfasst von | submitted by

Anna Maria Danzinger BEd

angestrebter akademischer Grad | in partial fulfilment of the requirements for the degree of
Master of Education (MEd)

Wien | Vienna, 2025

Studienkennzahl lt. Studienblatt | Degree
programme code as it appears on the
student record sheet:

UA 199 510 520 02

Studienrichtung lt. Studienblatt | Degree
programme as it appears on the student
record sheet:

Masterstudium Lehramt Sek (AB) Unterrichtsfach
Geographie und wirtschaftliche Bildung
Unterrichtsfach Mathematik

Betreut von | Supervisor:

Mag. Dr. Ronald Pöppl BA

Abstrakt

Totholz hat großen Einfluss auf das Ökosystem eines Baches. Totholz kann durch verschiedene Vorgänge in das Gerinnesystem gelangen und dort nach Ablagerung vielfältige geomorphologische und ökologische Prozesse initiieren. Besondere Auswirkungen können Totholzdepositionen auf die Wasser- und Sedimentkonnektivität in einem Fließgewässer bzw. einen Fließgewässerabschnitt haben, da sie Barrieren im Gerinneverlauf bilden und so zur Sedimentablagerung beitragen können. Die Ersteinschätzung des Ausmaßes der Gerinneblockierung, die durch Totholz verursacht werden kann, oder auch eine Abschätzung wie viel Sediment potenziell durch eine bestimmte Art von Totholzdeposition zurückgehalten werden kann, ist mitunter zeitintensiv. Pöppl et al. (Poeppl et al., 2024) entwickelten zwei Indizes zur Berechnung von Diskonnektivität und Sedimentrückhaltepotenzial durch Totholzdepositionen. Die für diese Berechnung benötigten Daten werden bei einer Feldbegehung entlang des Fließgewässers bzw. Fließgewässerabschnittes erhoben.

Das Ziel dieser Arbeit ist die Untersuchung und Analyse des Totholzvorkommens zweier Bachabschnitte der Bäche Seebach und Thumeritzbach im Waldviertel (Niederösterreich) hinsichtlich der verschiedenen Totholzarten und ihrer potenziellen Einbringungsquellen sowie die Berechnung und Auswertung des Diskonnektivitätsindex und des Index für das Sedimentrückhaltevermögen für die beiden Bachabschnitte. Abgesehen von einer umfassenden Literaturrecherche zur Untersuchung der aktuellen Forschungslage werden eine empirische Erhebung in Form einer Geländebegehung durchgeführt, bei welcher die verschiedenen Totholzablagerungen der Bachabschnitte und deren Einbringungsquellen systematisch kategorisiert und analysiert werden – zusätzlich wird das tatsächlich abgelagerte Sedimentvolumen bachaufwärts der Totholzablagerungen vermessen. Basierend auf den erhobenen Daten werden statistische Auswertungen durchgeführt und Übersichtskarten erstellt. Der Fokus liegt auf der Berechnung der Indizes zur Abschätzung von Diskonnektivität und Sedimentrückhaltepotenzial und deren Analyse.

Bei den Untersuchungen wurden im Seebachabschnitt insgesamt 36 Totholzdepositionen vorgefunden, während im Thumeritzbachabschnitt insgesamt 97 Totholzablagerungen identifiziert wurden: in beiden Bachabschnitten überwogen die *single piece*-Ablagerungen gegenüber den *jam*-Ablagerungen. Es wurden insgesamt acht verschiedene Totholzarten in den Untersuchungsgebieten identifiziert. Als potenzielle Einbringungsquellen wurden sowohl natürliche Prozesse (bspw. Wind, Tieraktivitäten, etc.) als auch menschliche Aktivitäten (bspw.

forstwirtschaftliche Arbeiten) festgestellt. Die Untersuchungen ergaben einen höheren Wert des Diskonnektivitätsindex im Untersuchungsgebiet des Thumeritzbaches, was bedeutet, dass die vorgefundenen Totholzdepositionen die Konnektivität im Thumeritzbachabschnitt stärker einschränken als es die Totholzdepositionen im Seebachuntersuchungsgebiet tun. Auch der Index des Sedimentrückhaltevermögens lieferte für den untersuchten Bachabschnitt des Thumeritzbaches einen höheren Wert als im Untersuchungsabschnitt des Seebaches: damit haben die vorgefundenen Totholzdepositionen im Bachabschnitt des Thumeritzbaches höheres Potenzial Sediment abzulagern bzw. zurückzuhalten als die Totholzdepositionen im Seebachabschnitt. Tatsächlich wurden durch alle Totholzdepositionen im Thumeritzbachabschnitt insgesamt 11,12 m³ Sediment abgelagert, während es im Seebachabschnitt insgesamt 4,62 m³ waren.

Abstract

Large wood (LW) has a major influence on the ecosystem of a stream. Large wood can enter the channel system through various processes and initiate a variety of geomorphological and ecological processes after deposition. Large wood depositions can have a particular impact on water and sediment connectivity in a river/stream (section), as it can form barriers in the channel and thus contribute to sediment deposition. The initial assessment of the extent of channel blockage that can be caused by large wood, or even an estimate of how much sediment can potentially be retained by a particular type of large wood deposition, can be time-consuming. Pöpl et al. (Pöpl et al., 2024) developed two indices for calculating disconnectivity and sediment retention potential due to large wood deposition. The data required for this calculation is collected during a field inspection along the river/stream (section).

The aim of this study is to investigate and analyse the large wood occurrence of two stream sections of the Seebach and Thumeritzbach streams in the Waldviertel (Lower Austria) regarding the different types of large wood and their potential input sources as well as to calculate and evaluate the LW disconnectivity index and the LW sediment retention potential index for the two stream sections. In addition to a literature review to investigate the current research situation, an empirical survey was done in form of a field inspection, during which the various large wood deposits in the stream sections and their sources of input were systematically categorised and analysed – in addition, the volume of sediment actually deposited upstream of the large wood deposits was measured. Based on the collected data, statistical analyses are

made, and overview maps are created. The focus is on calculating the indices for estimating LW disconnectivity and LW sediment retention potential and analysing them.

During the empirical survey, a total of 36 large wood deposits were found in the Seebach section, while a total of 97 large wood deposits were identified in the Thumeritzbach section: in both stream sections, the *single piece* deposits predominated over the *jam* deposits. A total of eight different large wood sorts were identified in the study areas. Both natural processes (e.g. wind, animal activity, etc.) and human activities (e.g. forestry work) were identified as potential sources of introduction. The investigations revealed a higher value of the disconnectivity index in the Thumeritzbach study area, which means that the large wood depositions found restrict connectivity in the Thumeritzbach section more than the large wood depositions in the Seebach study area. The index of sediment retention capacity also provided a higher value for the analysed section of the Thumeritzbach stream than in the Seebach study section: this means that the large wood deposits found in the Thumeritzbach stream section have a higher potential to deposit or retain sediment than the large wood deposits in the Seebach section. In fact, a total of 11.12 m³ of sediment was deposited by all large wood deposits in the Thumeritzbach section, compared to a total of 4.62 m³ in the Seebach section.

Danksagung

Besonders bedanken möchte ich mich bei Mag. Dr. Ronald Pöpl für die umfassende Unterstützung und Betreuung meiner Masterarbeit.

Außerdem bedanke ich mich bei RR Sylvia Rabl-Altrichter, Mag. Barbara Schrötter und meiner Familie für ihre vielfältige Hilfe und Unterstützung während meines gesamten Studiums.

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	1
Tabellenverzeichnis	2
1. Allgemeine Einleitung.....	4
2. Aktueller Forschungsstand & Problemlage.....	7
2.1 Totholzvorkommen in Fließgewässern – Forschungsetappen.....	7
2.2 Mögliche Einbringungsquellen für Totholz in Gewässer	9
2.3 Arten von Totholzdepositionen	12
2.4 Transport und Ablagerung von Totholz in einem Fließgewässer	16
2.5 Der Einfluss von Totholz auf das Ökosystem „Bach“	18
2.6 Wasser- und Sedimentkonnektivität in Fließgewässern	21
2.6.1 Wasser- und Sedimentkonnektivität	21
2.6.2 Der Einfluss von Totholz auf Wasser- und Sedimentkonnektivität.....	23
2.7 Indizes zur Einschätzung der Sedimentkonnektivität und des Sedimentrückhaltepotenzials	24
2.7.1 Der Diskonnektivitätsindex ID_{LW}	25
2.7.2 Der Index des Sedimentrückhaltepotenzials IR_{LW} und $IR_{LW(f)}$	26
3. Zielsetzung & Forschungsfragen	28
4. Untersuchungsgebiet	29
4.1 Standortwahl	29
4.2 Eckdaten zum Untersuchungsgebiet.....	30
4.3 Der Seebsbach.....	31
4.4 Der Thumeritzbach.....	32
4.5 Niederschlagsereignis und Hochwasserereignis im September 2024	34
4.6 Der Biber in Niederösterreich.....	36
5. Methoden.....	37
5.1 Literaturrecherche.....	37
5.2 Empirische Arbeit im Feld	37
5.2.1 Die Begehung.....	37
5.2.2 Das Vorgehen.....	39
5.3 Datenverarbeitung	44
5.3.1 Sedimentspeicherung	46
5.3.2 Die Kartenerstellung	47
6. Analyseergebnisse	48
6.1 Totholzdepositionen in den untersuchten Bachabschnitten.....	48
6.1.1 Der Seebsbach	48
6.1.2 Thumeritzbach.....	50
6.2 Potenzielle Einbringungsquellen von Totholz in die untersuchten Bachabschnitte.....	53

6.2.1 Seebsbach	53
6.2.2 Thumeritzbach.....	53
6.3 <i>Diskonnektivität in den untersuchten Bachabschnitten</i>	54
6.3.1 Der Seebsbach	54
6.3.2 Der Thumeritzbach.....	55
6.4 <i>Das Sedimentrückhaltepotenzial durch Totholzdepositionen in den untersuchten Bachabschnitten</i>	56
6.4.1 Der Seebsbach	56
6.4.2 Der Thumeritzbach.....	60
7. Diskussion der Ergebnisse.....	64
7.1 <i>Totholzdepositionen in den untersuchten Bachabschnitten</i>	64
7.2 <i>Potenzielle Einbringungsquellen von Totholz in die untersuchten Bachabschnitte</i>	68
7.3 <i>Diskonnektivität in den untersuchten Bachabschnitten</i>	70
7.4 <i>Das Sedimentrückhaltepotenzial durch Totholzdepositionen in den untersuchten Bachabschnitten</i>	73
8. Zusammenfassung	80
9. Schlussfolgerungen und Perspektiven.....	85
10. Literaturverzeichnis.....	90
11. Anhang.....	95

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Biberdamm im Untersuchungsabschnitt des Thumeritzbaches, flussaufwärts (Quelle: eigene Aufnahme, 09.02.2025)	11
Abb. 2: Teilweise überschwemmte Wiese flussaufwärts des Biberdamms (siehe Abb. 1) (Quelle: eigene Aufnahme, 09.02.2025)	11
Abb. 3: Channel spanning single piece: bride, flussaufwärts (Quelle: eigene Aufnahme, 01.02.2025)	13
Abb. 4: Channel spanning single piece: collapsed bridge, flussabwärts (Quelle: eigene Aufnahme, 08.02.2025)	13
Abb. 5: Channel spanning single piece: log step, flussabwärts (eigene Aufnahme, 02.02.2025)	14
Abb. 6: Not channel spanning single piece: ramp, flussaufwärts (Quelle: eigene Aufnahme, 07.02.2025)	14
Abb. 7: Not channel spanning single piece: partial log step, flussabwärts (Quelle: eigene Aufnahme, 04.02.2025)	14
Abb. 8: Channel spanning jam: underflowing jam, flussabwärts (Quelle: eigene Aufnahme, 02.02.2025)	15
Abb. 9: Channel spanning jam: dam jam (Biberdamm), flussaufwärts (Quelle: eigene Aufnahme, 09.02.2025)	15
Abb. 10: Not channel spanning jam: partial dam jam, flussaufwärts (Quelle: eigene Aufnahme, 08.02.2025)	16
Abb. 11: Modellhafte Skizze: Eine Rampe im Bach. Die Rampe (braun) nimmt einen bestimmten Anteil an Fläche des Bachbettquerschnitts (blau) ein, A_{LW} . Die Fläche der Rampe blockiert eine bestimmte Fläche des Bachbettquerschnitts, vertikal zur Fließrichtung (Quelle: eigene Darstellung)	25
Abb. 12: Uferkante des Baches mit Vegetationsänderung und Änderung im Oberflächenmaterial, flussabwärts (Quelle: eigene Aufnahme, 08.02.2025)	26
Abb. 13: Uferkante des Baches mit Änderung der Hangneigung, flussabwärts (Quelle: eigene Aufnahme, 09.02.2025)	26
Abb. 14: Der Gerinneverlauf des Seebaches von der Quelle (Nähe Göpfritz an der Wild) bis zur Mündung (Nähe Raabs an der Thaya) in die Thaya, Gesamtlänge: 26,813 km (Datengrundlage: DEM, Orthophoto; eigene Darstellung)	32
Abb. 15: Der Gerinneverlauf des Thumeritzbaches von der Quelle (Nähe Irnfritz) bis zur Mündung (Drosendorf Stadt & Drosendorf Altstadt) in die Thaya, Gesamtlänge: 29,7 km (Datengrundlage: DEM, Orthophoto; eigene Darstellung)	33
Abb. 16: Niederschlagsmenge in Österreich während des Zeitraumes vom 12. September bis zum 16. September 2024 (Quelle: Greilinger et al., 2024, S. 7)	34
Abb. 17: Berechnete Jährlichkeit der Fünftagesniederschlagsmengen (Zeitraum 12. September bis 16. September 2024) von GeoSphere Austria mithilfe EVA+ und der SPARTACUS-Daten (Quelle: Greilinger et al., 2024, S. 19)	35
Abb. 18: Ausbreitung des Bibers in Niederösterreich für den Zeitraum 2021 bis 2023 (Quelle: Leitner et al., 2023, S. 35)	36
Abb. 19: Der untersuchte Bachabschnitt (Länge: 6190 m) des Seebaches (Datengrundlage: DEM, Orthophoto; eigene Darstellung)	38
Abb. 20: Der untersuchte Bachabschnitt (Länge: 5930 m) des Thumeritzbaches (Datengrundlage: DEM, Orthophoto; eigene Darstellung)	38
Abb. 21: Höchsttemperatur Februar 2025, Wetterstation Raabs/Thaya (Quelle: WetterOnline, o.D.a)	39
Abb. 22: Tiefsttemperatur Februar 2025, Wetterstation Raabs/Thaya (Quelle: WetterOnline, o.D.b)	39
Abb. 23: Tagesmittelwerte der Lufttemperatur, Februar 2025, Station Zwettl-Stift (Quelle: GeoSphere Austria, o.D.c)	39
Abb. 24: Erhebungsbogen zur Kategorisierung der Totholzansammlungen (Quelle: Stefanie Chmela, Sarah Diem; eigene Anpassungen) ...	40
Abb. 25: Koordinaten-Auflistung für jede Totholzablagerung (Quelle: eigene Darstellung)	40
Abb. 26: Not channel spanning single piece mit Einbringungsquelle Biber, flussabwärts (Quelle: eigene Aufnahme, 04.02.2025)	43
Abb. 27: Channel spanning jam mit Einbringungsquelle Biber, flussaufwärts (Quelle: eigene Aufnahme, 09.02.2025)	43
Abb. 28: Channel spanning jam mit Einbringungsart Hochwassertransport, flussabwärts (Quelle: eigene Aufnahme, 09.02.2025)	43
Abb. 29: Channel spanning single piece und eines not channel spanning single piece mit Einbringungsart Windbruch, flussaufwärts (Quelle: eigene Aufnahme, 09.02.2025)	43
Abb. 30: Channel spanning single piece mit Einbringungsart Windwurf, flussabwärts (Quelle: eigene Aufnahme, 07.02.2025)	43
Abb. 31: Not channel spanning single piece mit Einbringungsart Ufererosion, flussabwärts (Quelle: eigene Aufnahme, 07.02.2025)	43
Abb. 32: Channel spanning single piece mit Einbringungsart menschliche Aktivitäten, flussaufwärts (Quelle: eigene Aufnahme, 09.02.2025)	43
Abb. 33: Mathematisches Modell des Sedimentkeils in Form eines dreiseitigen rechtwinkligen Prismas (Quelle: eigene Darstellung mittels GeoGebra)	47
Abb. 34: Biberdamm, channel spanning dam jam, flussaufwärts (Quelle: eigene Aufnahme, 01.02.2025)	50
Abb. 35: Biberdamm, channel spanning dam jam, flussabwärts (Quelle: eigene Aufnahme, 04.02.2025)	50
Abb. 36: Biberdamm, channel spanning jam, flussaufwärts (Quelle: eigene Aufnahme, 09.02.2025)	52
Abb. 37: Biberdamm, channel spanning jam, flussaufwärts (Quelle: eigene Aufnahme, 08.02.2025)	52
Abb. 38: Biberdamm, channel spanning jam, flussaufwärts (Quelle: eigene Aufnahme, 09.02.2025)	52

Abb. 39: Totholzdepositionen entlang des untersuchten Bachabschnitts des Seebaches, aufgeschlüsselt nach Typ der Totholzdeposition, Gerinneblockierung (A_{LW} in Prozent), Sedimentrückhaltepotenzial (RP_{LW} mit Werten zwischen 0-3) und tatsächlich gespeichertes Sediment (in m^3) bei einzelnen Totholzdepositionen (Kartengrundlage: DEM, Orthophot; eigene Darstellung).....	59
Abb. 40: Totholzdepositionen entlang des untersuchten Bachabschnitts des Thumeritzbaches, aufgeschlüsselt nach Typ der Totholzdeposition, Gerinneblockierung (A_{LW} in Prozent), Sedimentrückhaltepotenzial (RP_{LW} mit Werten zwischen 0-3) und tatsächlich gespeichertes Sediment (in m^3) bei einzelnen Totholzdepositionen (Kartengrundlage: DEM, Orthophot; eigene Darstellung).....	64

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Kategorien des RP_{LW} basierend auf Bachbettkontakt, Totholztyp und A_{LW} (Quelle: Poepl et al., 2024, S. 2, eigene Darstellung).	27
Tabelle 2: Temperatur-, Niederschlags-, Sonnenstunden und Windgeschwindigkeitsdaten für das Jahr 2024 für die Gebiete Horn (betr. Thumeritzbach) und Raabs an der Thaya (betr. Seebach) (Quelle: GeoSphere Austria, o.D.a, o.D.b; eigene Darstellung).....	31
Tabelle 3: Übersicht der Berechnung der einzelnen Daten und Indizesgrundlagen (Quelle: Poepl et al., 2024, S. 3-5; eigene Darstellung)	45
Tabelle 4: Vorgefundene Totholzdepositionen im untersuchten Abschnitt des Seebaches, Aufschlüsselung „single piece“ vs. „jam“ in Absolutanzahl und Prozent (Quelle: eigene Auswertung)	48
Tabelle 5: Vorgefundene Totholzdepositionen im untersuchten Abschnitt des Seebaches, Aufschlüsselung nach Typ und Art in Absolutanzahl und Prozent (eigene Auswertung)	49
Tabelle 6: Vorgefundene Totholzdepositionen im untersuchten Abschnitt des Thumeritzbaches, Aufschlüsselung „single piece“ vs. „jam“ in Absolutanzahl und Prozent (Quelle: eigene Auswertung)	51
Tabelle 7: Vorgefundene Totholzdepositionen im untersuchten Abschnitt des Thumeritzbaches, Aufschlüsselung nach Typ und Art in Absolutanzahl und Prozent (Quelle: eigene Auswertung)	51
Tabelle 8: Anzahl der vorgefundenen Typen von Totholz im Bachabschnitt des Seebaches und jeweiliger durchschnittlicher A_{LW} -Wert (Quelle: eigene Auswertung).....	54
Tabelle 9: Anzahl der vorgefundenen Typen von Totholz im Bachabschnitt des Thumeritzbaches und jeweiliger durchschnittlicher A_{LW} -Wert (Quelle: eigene Auswertung).....	55
Tabelle 10: Anzahl der vorgefundenen Typen von Totholz, durchschnittliche RP_{LW} -Werte, durchschnittlich gespeichertes Sedimentvolumen des untersuchten Bachabschnitt Seebach (Quelle: eigene Auswertung)	56
Tabelle 11: Anzahl der vorgefundenen Typen von Totholz, durchschnittliche $RP_{LW(f)}$ -Werte, durchschnittlich gespeichertes Feinsedimentvolumen des untersuchten Bachabschnitt Seebach (Quelle: eigene Auswertung)	58
Tabelle 12: Aufschlüsselung der RP_{LW} -Kategorien anhand Totholzdepositionsanzahl je Kategorie, Anzahl der Totholzdepositionen, die tatsächlich Sediment speichern je Kategorie, gespeichertes Sedimentvolumen je Kategorie, Bachabschnitt Seebach (Quelle: eigene Auswertung).....	59
Tabelle 13: Anzahl der vorgefundenen Typen von Totholz, durchschnittliche RP_{LW} -Werte, durchschnittlich gespeichertes Sedimentvolumen des untersuchten Abschnittes des Thumeritzbaches (Quelle: eigene Auswertung)	61
Tabelle 14: Anzahl der vorgefundenen Typen von Totholz, durchschnittliche $RP_{LW(f)}$ -Werte, durchschnittliches gespeichertes Feinsedimentvolumen des Bachabschnittes des Thumeritzbaches (Quelle: eigene Auswertung)	62
Tabelle 15: Aufschlüsselung der RP_{LW} -Kategorien anhand Totholzdepositionsanzahl je Kategorie, Anzahl der Totholzdepositionen, die tatsächlich Sediment speichern je Kategorie, gespeichertes Sedimentvolumen je Kategorie des Bachabschnittes des Thumeritzbaches (Quelle: eigene Auswertung).....	62
Tabelle 16: Vergleich der Typen von Totholzdepositionen der untersuchten Bachabschnitten des Seebaches und des Thumeritzbaches in Prozent (%) der Gesamtanzahl (Quelle: eigene Auswertung)	65
Tabelle 17: Vergleich der Arten von Totholzdepositionen der untersuchten Bachabschnitten des Seebaches und des Thumeritzbaches in Prozent (%) der Gesamtanzahl (Quelle: eigene Auswertung)	66
Tabelle 18: Durchschnittliche A_{LW} in Prozent (%), aufgeschlüsselt nach Typen von Totholzdepositionen und untersuchten Bachabschnitten des Seebaches und des Thumeritzbaches (eigene Auswertung).....	70
Tabelle 19: Durchschnittliche A_{LW} der festgestellten jams in Prozent (%), aufgeschlüsselt nach Typen von Totholzdepositionen und untersuchten Bachabschnitten des Seebaches und des Thumeritzbaches (eigene Auswertung)	72
Tabelle 20: Durchschnittliches Sedimentrückhaltepotenzial (0-3), aufgeschlüsselt nach Typen von Totholzdepositionen und untersuchten Bachabschnitten des Seebaches und des Thumeritzbaches (Quelle: eigene Auswertung).....	74

<i>Tabelle 21: Tatsächlich durchschnittlich gespeichertes Sedimentvolumen in Kubikmeter (m³), aufgeschlüsselt nach Typen von Totholzdepositionen und den untersuchten Bachabschnitten des Seebaches und des Thumeritzbaches (Quelle: eigene Auswertung)</i>	<i>75</i>
<i>Tabelle 22: Anzahl der Totholzdepositionen mit identifizierten Wasserrückstauwirkungen (n_p), aufgeschlüsselt nach Typen von Totholzdepositionen und untersuchten Bachabschnitten des Seebaches und des Thumeritzbaches in Absolutanzahl und Prozent an Gesamtanzahl (%) (Quelle: eigene Auswertung).....</i>	<i>78</i>
<i>Tabelle 23: Durchschnittliches Feinsedimentrückhaltepotenzial (0-3), aufgeschlüsselt nach Typen von Totholzdepositionen und untersuchten Bachabschnitten des Seebaches und des Thumeritzbaches (Quelle: eigene Auswertung).....</i>	<i>79</i>

1. Allgemeine Einleitung

„Water, sediment, and LW are the three keycomponents that provide templates for river-floodplain ecosystems to function.“ (Nakamura et al., 2017, S. 176)

Fließgewässer – wie Flüsse oder Bäche – bilden ein komplexes Ökosystem, welches durch viele unterschiedliche Faktoren und Prozesse beeinflusst wird. Totholz ist einer dieser Einflussfaktoren.

Grundsätzlich versteht man unter Totholz einen Teil eines Baumes, einen Baumstamm, einen Ast, etc. mit einem Durchmesser von mindestens zehn Zentimeter und einer Länge von mindestens einem Meter (z.B. Dixon, 2016, S. 1118; Wallerstein & Thorne, 2004, S. 54). Durch das Zusammenwirken verschiedener Prozesse kann Totholz in das Fließgewässer eingebracht werden, sich dort festsetzen oder gerinneabwärts transportiert werden und kann dabei erheblichen Einfluss auf das Gerinne haben (z.B. Abbe & Montgomery, 2003, S. 84). Bei den Einbringungsquellen kann zwischen natürlichen Einbringungsquellen (bspw. Wind, Ufererosion, Tieraktivitäten) und Einbringung durch den Menschen (bspw. Forstarbeiten) unterschieden werden (z.B. Verdonschot & Verdonschot, 2023, S. 40–41).

Obwohl der Mensch direkt und indirekt Einfluss auf das Totholzvorkommen in Gewässern nimmt, fand das Thema außerhalb der Wissenschaft lange wenig Beachtung in der Gesellschaft (z.B. Swanson et al., 2021, S. 57). Jahrelang wurde Totholz aktiv aus dem Gewässer entfernt, da vorrangig ihre negativen Auswirkungen auf die Schifffahrt oder bei Hochwasserereignissen gesehen wurden (z.B. Parker et al., 2017, S. 1694).

Mittlerweile ist unter bestimmten Voraussetzungen die bewusste Einbringung von Totholz in Fließgewässer im Zuge von Renaturierungsprojekten vorgesehen (z.B. Verdonschot & Verdonschot, 2023, S. 40). Obwohl Totholz und dessen Einfluss in den letzten Jahren in der Forschung immer mehr und umfassender thematisiert wird, gibt es trotzdem immer noch Forschungslücken (z.B. Friedrich et al., 2022, S. 33; Swanson et al., 2021, S. 61).

Totholzablagerungen können anhand verschiedener Kriterien (bspw. Stückanzahl, Ausdehnung, Gerinnebettkontakt) in unterschiedliche Typen und Arten eingeteilt werden (z.B. Wohl et al., 2010, S. 620). Jede dieser Typen bzw. Arten hat bspw. unterschiedliche Auswirkungen auf die Gerinnemorphologie und Gerinnehydraulik (z.B. Jackson & Wohl, 2015, S. 161). Totholz

beeinflusst außerdem wie der Gerinneabschnitt auf Hochwasserereignisse reagieren kann (z.B. Welling et al., 2021, S. 7) und spielt für die Tier- und Pflanzenwelt im Gerinne und im Uferbereich eine wichtige Rolle (z.B. Díez et al., 2000, S. 621).

Besonders zentral ist der Einfluss von Totholz jedoch auf den Sedimenttransport und die Sedimentspeicherung. Totholzdepositionen können eine Art Barriere im Gerinne bilden, die gerinneaufwärts Sedimentablagerungen initiiert (z.B. Jackson & Wohl, 2015, S. 161). Damit wird die Sedimentkonnektivität eingeschränkt (z.B. Fryirs et al., 2007, S. 299). Unter dem Begriff Sedimentkonnektivität in einem Fließgewässer versteht man die Beförderung von Material mittels Wasser zwischen zwei aufeinanderfolgende Gerinneabschnitten und damit u.a. das Potenzial, dass ein Sedimentpartikel durch den gesamten Gerinneverlauf transportiert werden kann (z.B. Bracken et al., 2015, S. 178; Hooke, 2003, S. 79). Das bedeutet, dass sich Sedimentkonnektivität in einem Gerinne stetig verändern kann, je nachdem wie sich die Barrieren im Gerinne verändern (z.B. Hooke, 2003, S. 80).

Das Ausmaß der Auswirkungen von Totholzdepositionen ist u.a. abhängig von ihrer Ausrichtung im Gerinne und von jenem Teil der Fläche, den sie im Vergleich zum Bachbettquerschnitt blockieren (z.B. Wohl & Scott, 2017, S. 8). Bisherige Forschungen legen außerdem einen Zusammenhang zwischen der Menge an Totholz und des Sedimentvolumens nahe, das durch sie abgelagert wird (z.B. Wohl & Scott, 2017, S. 19).

Pöpl et al. (Poepl et al., 2024, S. 3–5) entwickelten zwei Indizes – den Diskonnektivitätsindex und den Index für das Sedimentrückhaltevermögen – die es ermöglichen die Sedimentkonnektivität und das Sedimentrückhaltepotenzial von Totholzdepositionen in einem Fließgewässer auf einfache, übersichtliche Art und Weise einschätzen zu können. Die Datengrundlage für diese Indexberechnung wird bei einer Geländebegehung erhoben und setzt sich aus Daten zusammen, die anhand visueller Kriterien im Feld bestimmt werden.

Im Rahmen dieser Arbeit wird das Totholz in zwei Bachabschnitten der Waldviertler Bäche Seebach und Thumeritzbach untersucht. Alle Totholzdepositionen in den beiden Untersuchungsgebieten werden nach der Methode von Pöpl et al. (Poepl et al., 2024, S. 5–6) systematisch kategorisiert: sie werden den verschiedenen Typen von Totholzablagerungen zugeordnet, das Ausmaß ihrer Gerinneblockierung wird geschätzt und das tatsächlich abgelagerte Sedimentvolumen wird bei jeder Totholzdeposition gemessen.

Mithilfe dieser Daten werden die Indizes von Pöpl et al. (Poepl et al., 2024, S. 3–6) berechnet, es werden systematische Auswertungen durchgeführt und Übersichtstabellen und -karten erstellt. Damit soll die Sedimentkonnektivität und das Sedimentrückhaltepotenzial der Totholzdepositionen in den beiden Bachabschnitten analysiert und untersucht werden.

Im folgenden Kapitel 2 wird der aktuelle Forschungsstand bzw. die Problemlage vorgestellt. Dabei wird ein kurzer Überblick über die Entwicklung dieser Thematik in der Forschung gegeben, anschließend werden die möglichen Rekrutierungsquellen für Totholz in Fließgewässer beschrieben. Im Anschluss daran werden die verschiedenen Typen und Arten von Totholzdepositionen behandelt, Kriterien für Transport und Ablagerung von Totholz in einem Fließgewässer besprochen und schließlich der Einfluss von Totholz auf das Ökosystem „Bach“ thematisiert. Die beiden letzten Unterkapitel widmen sich dem Thema der Wasser- und Sedimentkonnektivität in Fließgewässern und wie diese durch Totholz beeinflusst werden können sowie einer Vorstellung der Indizes zur Einschätzung der Sedimentkonnektivität und des Sedimentrückhaltepotenzials.

In Kapitel 3 werden die Zielsetzung dieser Arbeit präsentiert sowie die Forschungsfragen und Forschungshypothesen definiert.

Kapitel 4 widmet sich der Vorstellung des Untersuchungsgebietes. Dabei werden die Einflussfaktoren für die Standortwahl benannt und die Fließgewässer Seebach und Thumeritzbach beschrieben. Weiters wird das Niederschlagsereignis bzw. Hochwasserereignis des Septembers 2024 behandelt sowie das Bibervorkommen in Niederösterreich überblicksartig dargestellt.

In Kapitel 5 werden die Methoden präsentiert, die angewandt wurden, um die Forschungsfragen möglichst umfassend zu beantworten. Insgesamt kamen drei verschiedene Methoden zum Einsatz: eine umfassende Literaturrecherche zur Feststellung der aktuellen Forschungslage, eine Geländebegehung der Untersuchungsabschnitte samt systematischer Erhebung verschiedener Daten bei jeder vorgefundenen Totholzablagerung und – darauf aufbauend – eine systematische Auswertung mit Indexberechnung, statistischer Auswertung sowie Tabellen- und Kartenerstellung.

Die erhobenen Daten werden in Kapitel 6 vorgestellt und in Kapitel 7 diskutiert bzw. miteinander in Beziehung und Vergleich gesetzt. Der Fokus liegt hier auf den vorgefundenen Typen von Totholzablagerungen, der möglichen Einbringungsquellen, der Sedimentkonnektivität und des Sedimentrückhaltepotenzials.

Kapitel 8 fasst die Analyse- und Diskussionskapitel noch einmal überblicksartig zusammen und in Kapitel 9 werden anschließend Schlussfolgerungen gezogen sowie mögliche Perspektiven für zukünftige Untersuchungen aufgezeigt.

2. Aktueller Forschungsstand & Problemlage

Im folgenden Kapitel wird der aktuelle Forschungsstand rund um Totholz und dessen Einfluss auf das Fließgewässer dargestellt.

Totholz (im Englischen als »Large Wood« (LW) bezeichnet) ist ein mindestens einen Meter langes Holzstück, mit einem Durchmesser von mindestens zehn Zentimeter, das sich (zumindest teilweise) im Gerinnebereich befindet (Dixon, 2016, S. 1118; Galia et al., 2020, S. 2048; Grabowski et al., 2019, S. 367; Tang et al., 2018, S. 2279; Verdonschot & Verdonschot, 2023, S. 39; Wohl et al., 2010, S. 620). Es kann sich dabei um ganze Bäume, Baumstämme aber auch Äste oder anderes organisches Material handeln, welches diese Kriterien erfüllt (Wallerstein & Thorne, 2004, S. 54).

2.1 Totholzvorkommen in Fließgewässern – Forschungsetappen

In den letzten zwei bis drei Jahrzehnten stieg das Forschungsinteresse an der Thematik rund um Totholz und dessen Einfluss und Auswirkungen auf ein Gewässer deutlich an (Swanson et al., 2021, S. 55; Wallerstein & Thorne, 2004, S. 54). Swanson et al. (Swanson et al., 2021, S. 56) untersuchten die Entwicklung der Forschung rund um Totholz – u.a. anhand der Publikationszahlen und -themen über die Jahre: bis in die 1970er Jahre gab es lediglich eine verhältnismäßig geringe Anzahl an Publikationen, die jedoch ab den 2000er Jahren sprunghaft anstieg. Fast 40 Prozent der Publikationen zum Thema kamen dabei aus den Geowissenschaften, gefolgt von den Umwelt- und Ökologiewissenschaften mit etwas mehr als 30 Prozent (Swanson et al., 2021, S. 56).

In der Vergangenheit wurden Totholzdepositionen oft aktiv aus dem Gerinne entnommen, da man sie als problematisch für die Flussschifffahrt bzw. auch deren Navigation ansah, sie als zu große Gefahr bei Hochwasserereignissen einschätzte und ihre Auswirkungen auf die

Gerinnemorphologie als negativ eingestuft wurden (Parker et al., 2017, S. 1694; Verdonschot & Verdonschot, 2023, S. 40). Weitere Gründe für das Entfernen von Totholz kamen aus der Fischerei (bspw. Fischwanderung) oder hatten schlicht optische Gründe, da man Totholz als nicht besonders schön anzusehende Gerinnebestandteile wahrnahm (Díez et al., 2000, S. 621). All dies fällt unter die direkte Entfernung von Totholz.

Eine indirekte Entfernung von Totholz ist ebenfalls menschengemacht und wäre bspw. die Abholzung von Uferwäldern bzw. Baumgruppen im Ufergebiet oder eine Änderung der Landnutzung im Uferbereich – dadurch werden potenzielle Einbringungsquellen eliminiert (Collins & Montgomery, 2002, S. 237; Eloegi et al., 2017, S. 165; Wohl & Scott, 2017, S. 14).

Forschungsexperimente im Feld zeigten bspw. deutliche Ergebnisse: die systematische Entfernung von Totholzablagerungen zogen stärkere Fließgeschwindigkeiten, eine geringere Anzahl von pools, eingeschränkte Uferstabilität und geringere Sedimentablagerungen in Fließgewässerabschnitten als Konsequenzen mit sich (Díez et al., 2000, S. 621). Dennoch muss festgehalten werden, dass jedes Fließgewässer anders auf Totholzentfernung reagiert und nur bedingt Pauschalaussagen getroffen werden können (Díez et al., 2000, S. 621).

Teilweise wurden früher auch Biber und ihre Dämme aus Flusssystemen entfernt (Wohl & Scott, 2017, S. 14). Wohl & Scott (Wohl & Scott, 2017, S. 14) schreiben einer Biberdamm-Entfernung die gleichen Konsequenzen zu wie bei der Entfernung von anderen Totholzdepositionen – zusätzlich kommt es außerdem zu einem Rückgang von Überflutungsbereichen im Ufergebiet und eindimensionale Flussverläufe.

Verdonschot & Verdonschot benennen diese systematische Totholzentfernungen als „*a major cause of river-foodplain decoupling*“ (Verdonschot & Verdonschot, 2023, S. 40) (dt.: »eine der Hauptursachen für die Entkopplung von Flüssen und Auen«), was heute eines der größten Probleme bei Renaturierungsprojekten darstellt.

Seit einigen Jahrzehnten hat sich die Haltung gegenüber Totholzdepositionen jedoch geändert und sie werden mittlerweile bewusst und teilweise auch systematisch wieder in das Fließgewässer eingebracht und integriert – als Bestandteil von eben diesen Renaturierungsprojekten (Osei, Harvey, et al., 2015, S. 33; Parker et al., 2017, S. 1694; Verdonschot & Verdonschot, 2023, S. 40; Wohl & Scott, 2017, S. 18).

Doch auch heute kann es mitunter noch zu Problemen in Verbindung mit Totholz kommen: bspw. wenn Brücken, künstliche Dämme oder Wehren nicht „totholzfremdlich“ gestaltet wurden und es dort im Zuge von Totholzmobilisierung und -transport durch Hochwasser zu Verkeilungen und Ablagerungen von Totholz kommt (Swanson et al., 2021, S. 60). Diese Verkeilungen und Ablagerungen können dann für erheblichen Wasserrückstau sorgen, was zu Überschwemmungen der umliegenden Uferflächen führen und damit z.B. Sachschäden verursachen kann (Friedrich et al., 2022, S. 33; Rickli et al., 2018, S. 542; Ruiz-Villanueva et al., 2016, S. 611; Swanson et al., 2021, S. 60). Verdonshot & Verdonshot (Verdonshot & Verdonshot, 2023, S. 50) nehmen auf eine Studie Bezug, die beschreibt, wie wichtig kontinuierlicher Austausch und Absprachen zwischen den von Renaturierungsprojekten betroffenen Interessensgruppe ist, um die Akzeptanz und den Erfolg von Totholzeinbringung durch den Menschen zu garantieren.

Gerade deshalb braucht es für die Wiedereinbringung von Totholz in Fließgewässern vorab eine genaue Prüfung der Bedingungen (bspw. umwelttechnisch, biologisch, etc.), um einschätzen zu können, wie das Totholz das Gewässer beeinflussen wird und welche Risiken die Einführung mit sich bringen könnte (Verdonshot & Verdonshot, 2023, S. 50–51). Der Einfluss einer Totholzdeposition ist nämlich nicht nur lokal, sondern kann auch gerinneaufwärts oder gerinneabwärts auftreten (Grabowski et al., 2019, S. 371). Gleichzeitig muss bekannt sein, welche mögliche Einflüsse die verschiedenen Totholztypen (Einzelstücke, Ansammlungen, etc.) haben können (Wohl et al., 2010, S. 619–620).

Auswirkungen und Konsequenzen von wiedereingebrachten bzw. neueingebrachten Totholzdepositionen zeigen sich größtenteils jedoch erst nach einiger Zeit, wenn sich die Ablagerung im Gewässer etabliert hat (Verdonshot & Verdonshot, 2023, S. 49). Bei der bewussten Einbringung durch den Menschen im Zuge von Renaturierungsprojekten werden die Totholzablagerungen oder ein einzelner Stamm entweder im Gerinnebett mittels Kabel etc. fixiert, sodass sie nicht abtransportiert werden können oder sie werden ins Gerinne eingebracht und können sich dort frei weiterbewegen (Kail et al., 2007, S. 1152-1153; Verdonshot & Verdonshot, 2023, S. 50).

2.2 Mögliche Einbringungsquellen für Totholz in Gewässer

Es gibt eine Vielzahl unterschiedlicher Einbringungsquellen für Totholz.

Natürliche Rekrutierungsprozesse sind u.a. abhängig vom Baumvorkommen im Uferbereich (Häufigkeit), den verschiedenen Baumarten (Waldbestand) und deren Mortalitätsrate (Ryan et al., 2014, S. 73; Verdonschot & Verdonschot, 2023, S. 40–41). Diese wird durch die Baumart sowie das Baumalter beeinflusst und kann durch andere Einflussfaktoren wie bspw. Schnee, Wind, Feuer oder Lebewesen (z.B. Biber, Borkenkäfer, etc.) verringert werden (Grabowski et al., 2019, S. 367; Jackson & Wohl, 2015, S. 162; Ruiz Villanueva et al., 2014, S. 438; Ruiz-Villanueva et al., 2016, S. 615; Verdonschot & Verdonschot, 2023, S. 40–41).

Einbringungsquellen für Totholz in das Gerinnesystem können geomorphologische Gründe haben: bspw. Hangrutschungen oder Muren in Ufernähe oder Erosionen des Ufergebietes (Pfeiffer & Wohl, 2018, S. 194; Verdonschot & Verdonschot, 2023, S. 41; Wohl & Scott, 2017, S. 11). Überblicksartig zusammengefasst versteht man unter Ufererosion ein Zusammenspiel von Prozessen (u.a. sind die Antriebskräfte des Wassers stärker als die Reibungskräfte des Materials), welche Material aus dem Uferbereich ablösen und damit Veränderungen im Uferbereich initiieren (Zepp, 2008, S. 142).

Eine weitere Einbringungsquelle ist der Wind (Ruiz Villanueva et al., 2014, S. 438; Ruiz-Villanueva et al., 2016, S. 315; Verdonschot & Verdonschot, 2023, S. 41). Dabei kann zwischen Windwurf und Windbruch unterschieden werden. Bei Windwurf wird der Baum mitsamt seines Wurzelstockes aus dem Boden gerissen und damit mitsamt des Wurzelstocks umgeworfen (Deutscher Alpenverein e.V., 2023; Mattheck, 1992, S. 80). Bei Windbruch ist der Wurzelstock fest im Boden verankert, der Baum wird durch die Windgeschwindigkeit so stark gebogen, bis er der Belastung nicht mehr standhält und bricht, der Wurzelstock verweilt weiterhin im Boden (Deutscher Alpenverein e.V., 2023; Mattheck, 1992, S. 80). Besonders sog. Flachwurzler – bspw. Fichten – sind bei Sturmböen für Windwurf und auch Windbruch gefährdet (Mattheck, 1992, S. 79).

Auch Biberaktivitäten können eine mögliche Einbringungsquelle darstellen. Biber zählen zur Gattung der Nagetiere und ernähren sich durch Grünfutter und Rinde (Parz-Gollner & Hölzler, 2018, S. 11). Dabei präferieren Biber frische und safthaltige Rinde – bspw. Zweigrinde – und fällen dafür Bäume in Ufernähe, die oft (zumindest teilweise) im Gerinnebett landen (Parz-Gollner & Hölzler, 2018, S. 11). Der Rindenbedarf eines einzelnen Bibers liegt bei 700 bis 900 Gramm Rinde pro Tag (Parz-Gollner & Hölzler, 2018, S. 12).

Ein weiterer Vorgang mit dem Biber Einfluss auf ein Gewässer ausüben, ist der Dammbau (siehe *Abb. 1* und *Abb. 2*). Biber bauen zwei unterschiedliche Typen von Dämmen: Wohndämme sowie Erntedämme (Parz-Gollner & Hölzler, 2018, S. 35). Dämme stauen das Fließgewässer flussaufwärts auf und sorgen somit für einen Anstieg des Wasserspiegels – damit liegt der Eingang des Baus unter Wasser, was das Gebiet erst für den Biber als Revier attraktiv macht (Parz-Gollner & Hölzler, 2018, S. 34). Das Aufstauen des Gewässers hat direkte Auswirkungen: Flächen in Uferumgebung werden vernässt oder sogar unter Wasser gesetzt – dies kann auch Hauskeller oder Infrastruktur betreffen (Parz-Gollner & Hölzler, 2018, S. 35).

Biber bringen damit aktiv Holz in das Gerinne ein und haben ebenfalls Einfluss auf den Totholztransport im Gewässersystem, da sie ihre Dämme stetig Instand halten und damit auch Totholz im Damm „gespeichert“ wird (Wohl & Scott, 2017, S. 7).



Abb. 1: Biberdamm im Untersuchungsabschnitt des Thumeritzbaches, flussaufwärts (Quelle: eigene Aufnahme, 09.02.2025)



Abb. 2: Teilweise überschwemmte Wiese flussaufwärts des Biberdamms (siehe Abb. 1) (Quelle: eigene Aufnahme, 09.02.2025)

Oft sind es auch Überschwemmungs- und Hochwasserereignisse, die für die Rekrutierung von Totholz verantwortlich sind (Galia et al., 2020, S. 2058). Bei Hochwasserereignissen kann Totholz, das sonst eigentlich keinen Kontakt zum Gerinne aufweist, aus dem Uferbereich durch

die große Wassermenge und deren Kräfte mobilisiert und damit in das Gewässer eingebracht werden (Verdonschot & Verdonschot, 2023, S. 46). Je nach Stärke des Hochwasserereignisses können die Auswirkungen auf Totholztransport und Totholzablagerung noch viele Jahre später beobachtet werden (Galia et al., 2020, S. 2049).

Aber auch menschliche Aktivitäten können die Totholzrekrutierung maßgeblich beeinflussen (Verdonschot & Verdonschot, 2023, S. 40). Einerseits können bspw. Forstarbeiten eine Einbringungsquelle für Totholz darstellen, indem gefälltte Bäume oder Äste im Gerinnebett oder dessen Uferbereich landen und dort verbleiben. Andererseits sind es aber vor allem die forstwirtschaftlichen Aktivitäten, die das Einbringungspotenzial verringern können: Werden die Bäume im Uferbereich durch den Menschen gefällt und abtransportiert, stehen sie nicht mehr für die Rekrutierung aufgrund natürlicher Vorgänge zur Verfügung (Jackson & Wohl, 2015, S. 162; Wohl & Scott, 2017, S. 14). Menschliche Aktivitäten können also auch die Rekrutierung von Totholz in das Gewässer vermindern. Auch im Zuge von Renaturierungsprojekten wird Totholz bewusst in das Gerinne eingebracht (Osei, Harvey, et al., 2015, S. 33; Verdonschot & Verdonschot, 2023, S. 40).

2.3 Arten von Totholzdepositionen

Totholzdepositionen können in den verschiedensten Formen und Größen auftreten. Anhand festgelegter Kriterien können sie in unterschiedliche Gruppen unterteilt werden.

Einerseits können Totholzdepositionen nach der Anzahl der abgelagerten Totholzstücke unterschieden werden: es kann sich um ein *single piece* (dt.: »Einzelstück«) oder um einen *jam* (dt.: »Ansammlung«) handeln (Poepl et al., 2024, S. 4). Ein *jam* ist eine Ansammlung von mindestens drei Totholzstücken, die miteinander in Kontakt stehen (durch Berührungspunkte, Verkeilungen, etc.) (Dixon, 2016, S. 1118; Grabowski et al., 2019, S. 368; Jackson & Wohl, 2015, S. 161).

Andererseits kann unterschieden werden, ob die Totholzablagerung *channel spanning* (dt.: »gerinneüberspannend«) oder *not channel spanning* (dt.: »nicht gerinneüberspannend«) ist. Eine Totholzdeposition wird dann als *channel spanning* kategorisiert, wenn sie mindestens 90 Prozent der Gerinnebreite überspannt (Dixon, 2016, S. 1123).

Aus diesen vier Untergruppen ergeben sich vier verschiedene Typen an Totholzdepositionen:

- 1) *channel spanning single piece* (dt.: »gerinneüberspannende Einzelstück«)
- 2) *channel spanning jam* (dt.: »gerinneüberspannende Ansammlung«)
- 3) *not channel spanning single piece* (dt.: »nicht gerinneüberspannende Einzelstück«)
- 4) *not channel spanning jam* (dt.: »nicht gerinneüberspannende Ansammlung«)

Jeder dieser vier Typen kann abermals in verschiedene Arten unterteilt werden. Jede dieser Arten hat spezielle Merkmale und unterschiedliche Auswirkungen auf das Ökosystem Bach (Abbe & Montgomery, 2003, S. 105).

Im Folgenden werden die unterschiedlichen Arten – die für diese Arbeit von Bedeutung sind – überblicksartig vorgestellt.

Channel spanning single pieces

Bridge

Beide Baumstammenden befinden sich überhalb des Gerinnes und auch die Mitte hat keinen Kontakt zum Gerinne (Jackson & Wohl, 2015, S. 162; Wohl et al., 2010, S. 620).

Durch den fehlenden Kontakt zum Gerinne kommt es nicht zu Sedimentablagerungen oder Rückstauungseffekten des Wassers (Poepl et al., 2024, S. 4).



Abb. 3: *Channel spanning single piece: bridge, flussaufwärts* (Quelle: eigene Aufnahme, 01.02.2025)

Collapsed bridge

Beide Baumstammenden befinden sich überhalb des Gerinnes, die Mitte des Baumstammes ist jedoch eingebrochen und hat damit Kontakt zum Gerinne (Wohl et al., 2010, S. 620).

Bei dieser Deposition kann es lediglich rund um den Kontaktpunkt des Baumstammes mit dem Gerinne zu Sedimentablagerungen oder Wasserrückstau kommen (Poepl et al., 2024, S. 4).



Abb. 4: *Channel spanning single piece: collapsed bridge, flussabwärts* (Quelle: eigene Aufnahme, 08.02.2025)

Log step

Diese Deposition weist für gewöhnlich Gerinnebettkontakt auf und kann sogar teilweise im Gerinnebett vergraben sein (Poeppl et al., 2024, S. 4; Wohl et al., 2010, S. 620)

Ein *log step* bildet damit eine Art Stufe im Gerinne und kann erheblichen Einfluss auf den Sedimenttransport haben, da sich durch den *log step* Wasserrückstau, Sedimentablagerungen und sogar kleine „Wasserfälle“ bilden können (Abbe & Montgomery, 2003, S. 85; Wallerstein & Thorne, 2004, S. 66; Wallerstein & Thorne, 1997, S. 11)



Abb. 5: Channel spanning single piece: log step, flussabwärts (eigene Aufnahme, 02.02.2025)

Not channel spanning single pieces

Ramp

Bei dieser Deposition befindet sich ein Ende des Holzstückes überhalb der Uferkante, während das andere Ende Kontakt zum Gerinne aufweist – oftmals sogar Gerinnebettkontakt (Jackson & Wohl, 2015, S. 162; Wohl et al., 2010, S. 620).

Potenzielle Sedimentablagerungen sind damit auf jene Stelle beschränkt, die Kontakt zum Gerinne aufweist (Poeppl et al., 2024, S. 4).



Abb. 6: Not channel spanning single piece: ramp, flussaufwärts (Quelle: eigene Aufnahme, 07.02.2025)

Partial log step

Wie der *log step*, welcher zu den *channel spanning single pieces* zählt, hat der *partial log step* typischerweise Gerinnebettkontakt, kann teilweise darin vergraben sein und eine Art Stufe im Gerinnelauf bilden (Abbe & Montgomery, 2003, S. 85; Poeppl et al., 2024, S. 4; Wohl et al., 2010, S. 620).

Er ist jedoch nicht gerinneüberspannend (Dixon, 2016, S. 1123).

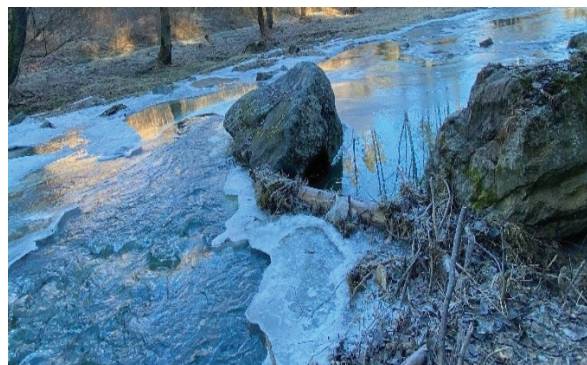


Abb. 7: Not channel spanning single piece: partial log step, flussabwärts (Quelle: eigene Aufnahme, 04.02.2025)

Channel spanning jams

Underflow jam

Es handelt sich um eine Totholzansammlung auf Uferkantenhöhe (Wallerstein & Thorne, 1997, S. 31). Das bedeutet, der *underflow jam* ermöglicht es dem Wasser beinahe ungehindert unterhalb der Struktur durchzufließen (Dixon, 2016, S. 1125; Poepl et al., 2024, S. 4).

Dadurch kommt es nur bei sehr hohen Abflussmengen und -geschwindigkeiten zu Erosion des Gerinnebettes bzw. Sohlenerosion (Dixon, 2016, S. 1125; Wallerstein & Thorne, 1997, S. 31).



Abb. 8: Channel spanning jam: underflowing jam, flussabwärts
(Quelle: eigene Aufnahme, 02.02.2025)

Dam jam

Im Gegensatz zum *underflow jam* weist der *dam jam* Gerinnebettkontakt auf, das Wasser kann also nicht unbehindert unterhalb der Struktur durchfließen (Poepl et al., 2024, S. 4).

Damit verfügt der *dam jam* meist über einen hohen Grad an Gerinneblockierung, einen hohen positiven Einfluss auf die Gerinnestabilität und kann die Wahrscheinlichkeit für Überschwemmungen des Ufergebietes erhöhen (Wallerstein & Thorne, 2004, S. 62, 70).

Zusätzlich kommt es zu Erosion des Uferbereiches und des Gerinnebettes (Wallerstein & Thorne, 2004, S. 70; Wallerstein & Thorne, 1997, S. 31). Es entstehen Rückstauungseffekte des Wassers und Sedimentablagerungen gerinneaufwärts der Ablagerung (Poepl et al., 2024, S. 4; Wallerstein & Thorne, 1997, S. 31).



Abb. 9: Channel spanning jam: dam jam (Biberdamm), flussaufwärts
(Quelle: eigene Aufnahme, 09.02.2025)

Not channel spanning jams

Partial dam jam

Der *partial dam jam* unterscheidet sich vom *dam jam* darin, dass er nicht gerinneüberspannend ist (Dixon, 2016, S. 1123) und damit einen geringeren Grad an Gerinneblockierung aufweist (Wallerstein & Thorne, 1997, S. 32). Dennoch kann er erheblich zu Sedimentablagerung und Wasserrückstau beitragen (Wallerstein & Thorne, 1997, S. 31)



Abb. 10: *Not channel spanning jam: partial dam jam, flussaufwärts*
(Quelle: eigene Aufnahme, 08.02.2025)

2.4 Transport und Ablagerung von Totholz in einem Fließgewässer

Ist das Totholz einmal in das Gerinnesystem gelangt, kann es sich entweder bereits am Einbringungsort festsetzen (bspw. wenn es sich um einen – im Verhältnis zur Gerinnebreite großen – Baum handelt) oder wird gerinneabwärts transportiert (Abbe & Montgomery, 2003, S. 84). Der Transport kann sowohl Einzelstücke als auch ganze Totholzansammlungen betreffen (Abbe & Montgomery, 2003, S. 90). Sofern es die Gegebenheiten zulassen, tendieren Totholzstücke normalerweise dazu, sich im Zuge der Ablagerung in Fließrichtung auszurichten – der Wurzelstock zeigt dabei gerinneaufwärts (Verdonschot & Verdonschot, 2023, S. 50).

Ob und wie weit das Totholz transportiert wird, wird von verschiedenen Faktoren bestimmt. Diese Faktoren sind u.a. Fließgeschwindigkeit und Abflussmenge im Gerinne sowie die Flussbetteigenschaften (Form, Vorhandensein und Ausprägung der Mäander), das Gefälle und auch das Sohlensediment (Elosegi et al., 2017, S. 172; Pfeiffer & Wohl, 2018, S. 194; Rickli et al., 2018, S. 543; Verdonschot & Verdonschot, 2023, S. 43). Aber auch das Verhältnis zwischen Totholzgröße sowie -dicke und Gerinnetiefe sowie -breite sind von zentraler Bedeutung für den Transport – ebenso wie die Form des Totholzes. Galia et al. (Galia et al., 2020, S. 2057) sprechen davon, dass Totholzmobilität genau dann begünstigt wird, wenn das Verhältnis von Gerinnebreite zu Totholzlänge größer als eins ist (Iroumé et al., 2015, S. 682).

Damit gilt für gewöhnlich: Je kleiner das Gerinnesystem, desto niedriger ist die Transportrate von Totholz und desto unwahrscheinlicher sind Totholzdepositionen, die sich aufgrund von Totholztransport durch Strömung bilden (Ryan et al., 2014, S. 73; Wohl & Scott, 2017, S. 6). Dies kann mitunter daran liegen, dass Holzstämmen oder Ästen in Fließgewässern mit größerer

Durchflussmenge leichter transportiert werden können, da sie stärker umspült werden und sich der Strömungseinfluss damit vergrößert (Montgomery et al., 1995, S. 1102).

Mit anderen Worten können die Fließgeschwindigkeit und Abflussmenge in einem kleineren Gerinne zu gering sein, um (größeres) Totholz tatsächlich gerinneabwärts transportieren zu können, während sie in größeren Gerinnen die Totholzablagerung und deren Stabilität negativ beeinflussen können (Pfeiffer & Wohl, 2018, S. 194–195).

Totholzdepositionen können u.a. eine Art hydraulischen Widerstand bewirken. Hierbei kann man unter hydraulischen Widerstand im Allgemeinen jenen Druckunterschied verstehen, welchen das Wasser in Fließrichtung auf die Totholzdeposition im Gerinne ausübt (Manners et al., 2007, S. 2). Erst wenn die Reibungskräfte des Totholzes größer sind als der hydraulische Widerstand, kann es zur Totholzablagerung im Gerinne kommen (Abbe & Montgomery, 1996, S. 212).

Wie bereits erwähnt, kann vor allem Hochwasser eine große Rolle im Transport von Totholz spielen (Verdonschot & Verdonschot, 2023, S. 43). Bei Wasserrückgang lagert sich das mitgeführte Totholz schließlich ab – an Engstellen im Gerinnebett, an Gewässerabschnitten mit niedrigen Durchflusskapazitäten, an Felsen oder an menschengemachten „Hindernissen“ wie Brücken oder Wehren (Verdonschot & Verdonschot, 2023, S. 43, 49). Ein weiterer möglicher Ablagerungsort für Totholz sind bereits bestehende Totholzdepositionen – sog. stabile Totholzablagerungen (Iroumé et al., 2015, S. 682; Verdonschot & Verdonschot, 2023, S. 49).

Abbe & Montgomery (Abbe & Montgomery, 2003, S. 101) definieren stabile Totholzablagerungen als Totholz, das selbst stetig neues Totholz ansammelt und Auswirkungen auf die Gerinnemorphologie hat. Größeres Totholz wird für gewöhnlich mit einer geringeren Geschwindigkeit im Gerinne transportiert und ermöglicht es somit kleineren, beweglicheren Totholzstücken sich an ihnen abzulagern – es kann zu Totholzspeicherung kommen (Abbe & Montgomery, 2003, S. 90).

Es folgt daraus, dass Totholzablagerungen sich über die Zeit verändern: sie können sich durch Ansammlung neuer Totholzstücke vergrößern oder durch den Abtransport bzw. Weitertransport von Totholzstücken verkleinern (Dixon, 2016, S. 1126).

Untersuchungen zufolge treten die größten Totholzdepositionen in kleineren Gerinnen niedriger Ordnung auf, die in bewaldeten Gebieten verlaufen (Ryan et al., 2014, S. 73).

2.5 Der Einfluss von Totholz auf das Ökosystem „Bach“

Der Bach ist ein komplexes Ökosystem, welches von den unterschiedlichsten Faktoren beeinflusst wird. Einer dieser Einflussfaktoren sind Totholzdepositionen.

Der Einfluss von Totholz ist vielfältig und findet auf vielen verschiedenen Ebenen statt: die Fließgeschwindigkeit und Abflussmenge des Wassers, die Gerinnemorphologie und Gerinnehydraulik, Sedimenttransport sowie -speicherung, das Verhalten des Gerinneabschnitts während eines Hochwasserereignisses und auch die Tier- und Pflanzenwelt des Baches sowie des angrenzenden Uferbereichs werden von Totholzablagerungen beeinflusst (Díez et al., 2000, S. 621, 626; Gurnell & Sweet, 1998, S. 1101–1102; Jackson & Wohl, 2015, S. 161; Kail et al., 2007, S. 1146; Manners et al., 2007, S. 1; Nakamura et al., 2017, S. 176; Osei, Gurnell, et al., 2015, S. 77; Parker et al., 2017, S. 1693; Poepl et al., 2024, S. 1; Ryan et al., 2014, S. 73; Tang et al., 2018, S. 2279; Welling et al., 2021, S. 1–2).

Dieser Einfluss, den die unterschiedlichen Totholzablagerungen auf einen Gerinneabschnitt ausüben, ist allerdings nicht endgültig, sondern ändert sich über die Zeit: der Einfluss kurz nach der Einbringung ins Gerinne ist ein anderer als bei bereits stabilen Ablagerungen oder während des Transports durch das Gerinne (Verdonschot & Verdonschot, 2023, S. 39). Des Weiteren ist das Ausmaß des Einflusses auch vom Gerinnetyp selbst abhängig: ein und dieselbe Totholzdeposition könnte in zwei Gerinnen unterschiedlicher Gerinneart verschiedene Prozesse auslösen. Abhängig ist der Einfluss u.a. von der Korngröße des Gerinnesediments sowie von den lokalen geografischen und geomorphologischen Gegebenheiten (Verdonschot & Verdonschot, 2023, S. 40).

Totholzdepositionen können große Auswirkungen auf die Fließgeschwindigkeit in einem Bachabschnitt haben. Totholzdepositionen sorgen u.a. für hydraulischen Widerstand, gerinneaufwärts der Ablagerung kann es damit zu Wasserrückstau kommen, welcher die Fließgeschwindigkeit des Wassers reduziert und damit kann auch Sediment abgelagert werden (Poepl et al., 2024, S. 1, 4; Welling et al., 2021, S. 1-2; Wohl & Scott, 2017, S. 7). Totholzdepositionen können aber auch lokal Einfluss auf die Strömungsrichtung nehmen bzw. die vorherrschende Strömung umlenken (Abbe & Montgomery, 2003, S. 102; Grabowski et al., 2019, S. 368).

Die Gerinnemorphologie wird nachhaltig von Totholzdepositionen beeinflusst, wobei das Ausmaß des Einflusses vor allem von der Ausrichtung der Totholzablagerung, dessen Größe im Vergleich zur Gerinnebreite und einem möglichen Gerinnebettkontakt abhängt (Montgomery et al., 1995, S. 1099; Wohl & Scott, 2017, S. 5).

Größere Totholzdepositionen, die fest im Gerinne verankert und nicht mehr mobil sind, können langfristig großen Einfluss auf die Gerinnemorphologie nehmen: sie können zur Verbreiterung des Gerinnes beitragen oder mitunter das Gerinnegefälle verändern (Abbe & Montgomery, 2003, S. 103). Außerdem können sie auch einen so hohen Blockierungsgrad aufweisen, dass sich der Gerinnelauf selbst verändern kann (Abbe & Montgomery, 2003, S. 103).

Weiters können Totholzdepositionen bspw. die *pool*-Bildung im Gerinne begünstigen (Gurnell & Sweet, 1998, S. 1102; Montgomery et al., 1995, S. 1097). In Schotter- oder Kiesbettgerinnen beträgt der Abstand zwischen zwei *pools* normalerweise fünf bis sieben Gerinnebreiten, Totholzdepositionen können diesen Abstand jedoch verändern (Abbe & Montgomery, 1996, S. 201; Zepp, 2008, S. 149). Weiters konnte bereits festgestellt werden, dass Totholzablagerungen das Ausmaß eines *pool*s beeinflussen können: durch das Vorhandensein von Totholzdepositionen fallen *pools* flächenmäßig tendenziell größer aus (Manners et al., 2007, S. 1).

Montgomery et al. (Montgomery et al., 1995, S. 1097) sprechen außerdem davon, dass Totholzablagerungen in größeren Gerinnen vorrangig Auswirkungen auf die lokale Ufer- und Gerinnebetterosion haben sowie die Entstehung von kleinen Inseln im Gerinne oder von Seitenarmen fördern können. In kleineren Gerinnen konzentrieren sich die Auswirkungen hauptsächlich auf die Speicherung von Sediment gerinneaufwärts der Totholzdeposition und auf die lokale Gerinnebett- und Ufererosion. Gleichzeitig können Totholzablagerungen aber auch zur lokalen Befestigung des angrenzenden Uferbereichs beitragen (Abbe & Montgomery, 2003, S. 102).

Totholzdepositionen können auch erhebliche Auswirkungen auf das Hochwasserverhalten eines Bachabschnitts haben. Bspw. beobachteten Welling et al. (Welling et al., 2021, S. 7) bei ihrer Untersuchung, dass vor allem gerinneüberspannende Totholzablagerungen bei einem Hochwasserereignis Hochwassersspitzen im Gerinne (teilweise) abfangen können, indem sie Wassermengen rückstauen und infolgedessen die angrenzenden Uferbereiche überflutet

werden. Verdonschot & Verdonschot (Verdonschot & Verdonschot, 2023, S. 46) berichten außerdem von einer Studie, die belegt, dass Totholzablagerungen Hochwasserspitzen um bis zu 21 Prozent vermindern können.

Zusätzlich spielen Totholzdepositionen eine große Rolle für die Tier- und Pflanzenwelt des Fließgewässers und des angrenzenden Uferbereichs (Díez et al., 2000, S. 621; Jackson & Wohl, 2015, S. 161). Unterschiedlichste Tierarten finden durch die Totholzablagerungen Unterschlupf, Lebensraum und Nahrungsquellen – bspw. begünstigen Totholzdepositionen die Bildung von *pools*, die kleinen Fischarten während Niedrigwasser den notwendigen Lebensraum bieten können (Díez et al., 2000, S. 621, 628; Montgomery et al., 1995, S. 1103; von Siemens et al., 2009, S. 10).

Auch die Uferzonen des Gerinnesystems sowie das angrenzende Auegebiet werden durch das Vorhandensein von Totholzablagerungen beeinflusst. Verdonschot & Verdonschot (Verdonschot & Verdonschot, 2023, S. 46) zitieren ein Forschungsergebnis, welches bspw. zeigt, dass Totholz die Fließgeschwindigkeit eines Gerinnes um zehn Prozent reduzieren kann, während es gleichzeitig dazu beiträgt, dass die Überschwemmungsfläche im angrenzenden Auegebiet um bis zu 34 Prozent und die Überschwemmungstiefe selbst um 33 Prozent ansteigen können. Damit steigt auch der Grundwasserstand des angrenzenden Auegebietes, was u.a. das Entstehen von neuen Mäandern begünstigen kann.

Die Ausbreitung von Pflanzensamen mittels Wassertransport (Hydrochorie) ist von zentraler Bedeutung für die Flora. Auch auf diesen Pflanzensamentransport können Totholzablagerungen Einfluss nehmen, indem die Pflanzensamen gerinneaufwärts der Totholzdeposition abgelagert werden (Osei, Gurnell, et al., 2015, S. 78).

Totholzdepositionen bzw. die Totholzstücke selbst binden außerdem Kohlenstoff – sie stellen damit einen Kohlenstoffspeicher dar, der über sehr viele Jahre bestehen bleiben und direkte sowie indirekte Auswirkungen auf das Gerinne haben kann (Swanson et al., 2021, S. 59). Das Totholz wird über längere Zeit auch direkt im Gerinne abgebaut und stellt damit auch einen wichtigen Punkt im Nährstoffkreislauf dar (Verdonschot & Verdonschot, 2023, S. 43). Wie lange es dauert, dass ein Holzstück im Gerinne abgebaut wird, hängt von der Baumart ab: Laubbaumarten werden im Durchschnitt schneller abgebaut als Nadelbaumarten (Verdonschot & Verdonschot, 2023, S. 43).

2.6 Wasser- und Sedimentkonnektivität in Fließgewässern

Auch für den Transport und die Speicherung von Sediment und organischem Material sowie für den Wasserhaushalt im Bachabschnitt sind Totholzablagerungen von großer Bedeutung. Der Begriff Konnektivität kommt in vielen verschiedenen Disziplinen zur Anwendung – wie bspw. in der Geologie, Geomorphologie, Hydrologie oder auch in der Ökologie (Keesstra et al., 2018, S. 1558).

2.6.1 Wasser- und Sedimentkonnektivität

Ganz allgemein versteht man unter *Sediment* Material, welches durch Biogen-, Umlagerungs- oder Verwitterungsvorgänge an der Oberfläche der Erde gebildet wird (Zepp, 2008, S. 61). Dieses Sediment kann dann bspw. durch Eis, Wasser oder Wind weitertransportiert werden und lagert sich an einer anderen Stelle (temporär oder endgültig) ab, sobald die Transportkapazität des Transportmittels nachlässt (Zepp, 2008, S. 61, 141). In Gewässern wird die Ablagerung von Sediment vor allem durch die Fließgeschwindigkeit des Wassers und der Größe des Sediments beeinflusst (Zepp, 2008, S. 146). Sediment und dessen Ablagerung haben erheblichen Einfluss auf die Gerinnemorphologie (Nakamura et al., 2017, S. 176).

In Fließgewässerabschnitten lässt sich *Sedimentkonnektivität* (engl.: »sediment connectivity«) dadurch beschreiben, dass Material zwischen zwei unterschiedlichen Zonen – in diesem Fall zwei unterschiedliche Gerinneabschnitte – durch ein Transportmittel – in diesem Fall durch Wasser – transportiert werden kann (Bracken et al., 2015, S. 178). Dabei wird jede Zone durch ihre Morphologie sowie das Transportmittel und Material charakterisiert (Bracken et al., 2015, S. 178). Hooke (Hooke, 2003, S. 79) ergänzt dieses Erklärungskonzept noch dahingehend, dass Sedimentkonnektivität außerdem nach dem Potenzial fragt, dass ein Sedimentpartikel durch das gesamte Gerinne transportiert werden kann. Vereinfacht kann das Konzept der Sedimentkonnektivität auch als eine Art „Sedimentbilanz“ verstanden werden, mit welcher der Sedimenteintrag und der Sedimentaustrag in einem Gerinneabschnitt – aber auch zwischen zwei verschiedenen Gerinneabschnitten – analysiert werden kann (Hooke, 2003, S. 79–80).

Das Ausmaß bzw. der Grad der Sedimentkonnektivität resultiert u.a. durch den Transport von Sediment zwischen der Sedimentquelle/-einbringung, der Transportkapazität und (potenziellen) Sedimentablagerungsstellen im Gerinneabschnitt, deren räumlicher Verteilung sowie die Häufigkeit und Dauer mit der Sediment an diesen verschiedenen Orten abgelagert wird (Fryirs et al., 2007, S. 299; Hooke, 2003, S. 82; Welling et al., 2021, S. 1). Gleichzeitig ist aber auch das Klima, die Gerinnevegetation, der Gerinneverlauf und besonders die Korngröße von

entscheidender Bedeutung für den Konnektivitätsgrad: feines Sediment hat meist einen höheren Konnektivitätsgrad und wird über längere Distanzen transportiert als grobes Sediment (Bracken et al., 2015, S. 178; Hooke, 2003, S. 81).

Konnektivität ist keine fixe Größe, sondern ändert sich laufend (Hooke, 2003, S. 80). Faktoren, die Änderungen auslösen können, sind Veränderungen bei der Sedimentquelle (mehr oder weniger Einbringung von Sediment in den Gerinneabschnitt) oder Gerinneelemente, die den Transport beeinflussen können (Fryirs et al., 2007, S. 299; Hooke, 2003, S. 83). Solche Elemente bezeichnet man als Barrieren (Fryirs et al., 2007, S. 299–300). Totholzdepositionen können bspw. solche Barrieren darstellen. Änderungen im Konnektivitätsgrad hängen in großem Maße von diesen Barrieren – bzw. von deren Größe, Zusammensetzung, Ausrichtung und Position im Gerinne – ab (Fryirs et al., 2007, S. 299–300).

Konnektivität kann auch zu Diskonnektivität werden, wenn das System nicht mehr ausreichend verbunden ist – bspw. wenn Sediment langfristig abgelagert wird und nicht mehr mobilisiert werden kann (Hooke, 2003, S. 82). Fryirs et al. (Fryirs et al., 2007, S. 299) unterscheiden zwischen verschiedenen Arten von Diskonnektivität (engl.: »disconnectivity«). Sie sprechen z.B. von *lateral disconnectivity* (der Sedimenttransport *in* das Gerinne ist eingeschränkt) und *longitudinal disconnectivity* (der Sedimenttransport *im* Gerinne ist eingeschränkt).

Untersuchungen des Grades der Sedimentkonnektivität eines Gerinneabschnittes oder des gesamten Gerinnes können dabei helfen, das komplexe System „Fließgewässer“ besser zu verstehen und seine Entwicklungen zu analysieren (Hooke, 2003, S. 79). Bspw. kann der Grad an Konnektivität direkten Einfluss darauf haben, wie sich Fließgewässer bei auftretenden Veränderungen verhalten: je besser die Konnektivität, desto schneller werden Veränderungen an das gesamte Gerinne weitergegeben (Hooke, 2003, S. 92).

Neben der Sedimentkonnektivität ist auch die *Wasserkonnektivität* für ein Flusssystem von grundlegender Bedeutung. Überblicksartig zusammengefasst versteht man unter Wasserkonnektivität den Transport von Wasser zwischen zwei unterschiedlichen „Landschaftsabschnitt“ – in Fließgewässern demnach der Transport von Wasser zwischen zwei Gerinneabschnitten (Bracken & Croke, 2007, S. 1749).

Bracken & Croke (Bracken & Croke, 2007, S. 1752–1757) beschreiben die wichtigsten Einflussfaktoren für die Wasserkonnektivität als: potenzieller Hangabfluss, Klima, Transportweg, laterale Pufferzonen und Landschaftsposition. Wobei der Faktor Landschaftsposition den Abstand zwischen Quelle und jenem Punkt, wo das Wasser schließlich in das Gerinne gelangt, beschreibt.

Zusammenfassend können verschiedene Faktoren festgestellt werden, die unterschiedlich große Auswirkungen auf die Wasser- und Sedimentkonnektivität in Fließgewässern haben. Während Faktoren wie Niederschlagsintensität und -häufigkeit, Bodenrelief und -sättigung sowie Prozesse der Waldbearbeitung den Konnektivitätsgrad erhöhen können, sorgen Faktoren wie Hangrutschungen, Totholzdepositionen in Form von Dämmen, dichte Vegetationsdecken oder Infiltration für einen geringeren Konnektivitätsgrad (Keesstra et al., 2018, S. 1563).

Grundsätzlich unterscheidet die Forschung zwischen funktionaler und struktureller Konnektivität, wobei die beiden Formen miteinander in einer wechselseitigen Beziehung stehen. Strukturelle Konnektivität beschäftigt sich mit der Beziehung von Landschaftseinheiten auf unterschiedlichen räumlichen Ebenen, während die funktionale Konnektivität nach der Auswirkungen der strukturellen Systemfaktoren auf unterschiedliche Prozesse (z.B. geomorphologische Prozesse, etc.) fragt (Keesstra et al., 2018, S. 1558).

2.6.2 Der Einfluss von Totholz auf Wasser- und Sedimentkonnektivität

Wie bereits erwähnt können Totholzablagerungen Barrieren bzw. sogar Blockaden im Gerinne bilden und damit den Sedimenttransport gerinneabwärts vermindern, da es zu Wasserrückstau oder auch Strömungsänderungen kommen kann – was die oben genannte Transportkapazität einschränkt – und damit Sedimentablagerung bedingen (Manners et al., 2007, S. 1; Parker et al., 2017, S. 1963; Wohl & Scott, 2017, S. 5, 8). Pfeiffer & Wohl (Pfeiffer & Wohl, 2018, S. 194) sprechen bspw. davon, dass 49 bis 81 Prozent der gespeicherten Sedimentmenge in einem Gerinne bei Totholzdepositionen abgelagert wird.

Auch hier spielt die Ausrichtung der Totholzdepositionen – vor allem bei *single pieces* – eine zentrale Rolle: ist das Totholz senkrecht zur Fließrichtung des Gerinnes abgelagert, speichert es typischerweise auch mehr Sediment als in-Fließrichtung-ausgerichtetes Totholz (Wohl & Scott, 2017, S. 8). Verdonshot & Verdonshot (Verdonshot & Verdonshot, 2023, S. 46) sprechen u.a. von einem Experiment, welches zeigte, dass der Transport von Gerinnebettmaterial bereits durch eine geringe Anzahl von Baumstämmen im Gerinne um mehr

als 75 Prozent vermindert werden kann. Dennoch gilt, dass *jams* mehr Sediment zurückhalten – dies gilt vor allem für *channel spanning jams* (Welling et al., 2021, S. 7).

Das Ausmaß des Einflusses von Totholzdepositionen auf den Sedimenttransport und dessen Ablagerung wird von der Korngröße des Sediments sowie der Verteilung der Totholzdeposition im Gerinneverlauf bestimmt (Friedrich et al., 2022, S. 33; Wohl & Scott, 2017, S. 8). Außerdem gilt normalerweise: je größer die Totholzdeposition, desto mehr Sediment wird bei dieser Totholzdeposition gespeichert (Friedrich et al., 2022, S. 33; Welling et al., 2021, S. 1-2). Die Ablagerungseffekte können abermals erhöht werden, wenn sich Totholzablagerungen in Kombination mit z.B. Felsen bilden (Welling et al., 2021, S. 8). Die mitunter größten Auswirkungen auf den Sedimenttransport und die Wasser- sowie Sedimentkonnektivität haben jedoch für gewöhnlich *dam jams* (Poepl et al., 2024, S. 4; Wallerstein & Thorne, 2004, S. 70; Wallerstein & Thorne, 1997, S. 31). *Dam jams* – und damit auch Biberdämme – weisen meist einen hohen Grad an Gerinneblockierung auf, damit kann einerseits Wasser rückgestaut und andererseits Sediment abgelagert werden (Wallerstein & Thorne, 2004, S. 70; Wohl & Scott, 2017, S. 8, 11).

Verschiedene Forschungen legen nahe, dass das größte Totholz- und Sedimentaufkommen in Fließgewässern dritter Ordnung verzeichnet werden kann – während das Speicherausmaß in von Totholz und Sediment in Fließgewässern dritter und vierter Ordnung für gewöhnlich am höchsten ist (Pfeiffer & Wohl, 2018, S. 198; Welling et al., 2021, S. 2).

Werden vorhandene Totholzdepositionen entfernt oder wieder mobilisiert, wird für gewöhnlich auch das gerinneaufwärts gespeicherte Sediment weitertransportiert (Ryan et al., 2014, S. 75; Wohl & Scott, 2017, S. 7). Durch die Entfernung von Totholzdepositionen kann es dann also gerinneabwärts zu einer größeren Sedimentablagerung kommen (Ryan et al., 2014, S. 75). Dies geschieht allerdings nicht sofort, sondern ist ein längerer Prozess – im Gegensatz dazu erhöht sich der Grad der Wasserkonnektivität auf Anhieb: die Wasserrückstaueffekte werden aufgelöst (Keesstra et al., 2018, S. 1568).

2.7 Indizes zur Einschätzung der Sedimentkonnektivität und des Sedimentrückhaltepotenzials

Um Fließgewässer bzw. einzelne Abschnitte auf ihren Grad an (Dis)Konnektivität aufgrund von Totholzablagerungen zu untersuchen und festzustellen, welches Potenzial einzelne

Totholzablagerungen – bzw. alle Totholzablagerungen in einem Gerinneabschnitt – haben Sediment zurückzuhalten, entwickelten Pöppl et al. (Poepl et al., 2024) zwei verschiedene Indizes.

2.7.1 Der Diskonnektivitätsindex ID_{LW}

Der *Diskonnektivitätsindex* (engl.: »LW disconnectivity index«) beschreibt das Ausmaß der Bach-/Gerinneblockierung, welche durch Totholz bzw. die Totholzdepositionen verursacht wird (Poepl et al., 2024, S. 3).

$$ID_{LW} = \frac{\Sigma A_{LW}}{l(m)}$$

Mit anderen Worten beschreibt ID_{LW} , die Summe der Fläche des Totholzes im Verhältnis zur Fläche des Gerinnequerschnitts (A_{LW} in Prozent, siehe Abb. 11) – vertikal zur Fließrichtung des Gerinnes – bezogen auf die untersuchte Bachabschnittslänge (l) in Meter (m) (Dixon, 2016, S. 1118; Manners et al., 2007, S. 6; Poepl et al., 2024, S. 3).

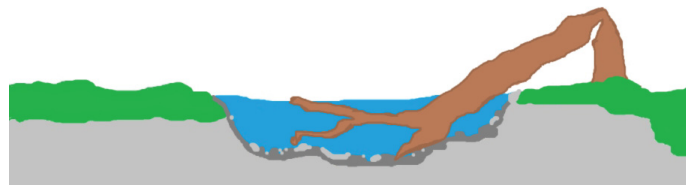


Abb. 11: Modellhafte Skizze: Eine Rampe im Bach. Die Rampe (braun) nimmt einen bestimmten Anteil an Fläche des Bachbettquerschnitts (blau) ein, A_{LW} . Die Fläche der Rampe blockiert eine bestimmte Fläche des Bachbettquerschnitts, vertikal zur Fließrichtung (Quelle: eigene Darstellung)

Das Blockierungsausmaß A_{LW} stellt eine visuell geschätzte Größe dar, die bei der Geländebegehung bei jeder Totholzdeposition in Prozent festgelegt wird. A_{LW} liegt damit zwischen 0 Prozent (das Totholz nimmt keinerlei Fläche im Bachbett ein, Wasser und Sediment können ungehindert bachabwärts transportiert werden) bis maximal 100 Prozent (die Totholzablagerung nimmt 100 Prozent des Bachbettes ein, blockiert damit das Bachbett lückenlos und weder Wasser noch Sediment kann weiter bachabwärts transportiert werden) (Poepl et al., 2024, S. 3). Da *jams* aus mehreren einzelnen Holstücken unterschiedlichster Form und Größe bestehen, spielt die Porosität bei der Schätzung von A_{LW} eine große Rolle (Manners et al., 2007, S. 14).

Um den Wert von A_{LW} visuell abschätzen zu können, muss außerdem die Uferkante des Baches ermittelt werden. Als Kriterium zur Ermittlung der Uferkante gelten eine Änderung der

Vegetation, Änderung der Hangneigung oder auch Veränderungen im Oberflächenmaterial (siehe *Abb. 12* und *Abb. 13*) (Jackson & Wohl, 2015, S. 164; Poepl et al., 2024, S. 5).



Abb. 12: Uferkante des Baches mit Vegetationsänderung und Änderung im Oberflächenmaterial, flussabwärts (Quelle: eigene Aufnahme, 08.02.2025)



Abb. 13: Uferkante des Baches mit Änderung der Hangneigung, flussabwärts (Quelle: eigene Aufnahme, 09.02.2025)

2.7.2 Der Index des Sedimentrückhaltepotenzials IR_{LW} und $IR_{LW(f)}$

Der *Index des Sedimentrückhaltevermögens* (engl.: »LW sediment retention potential index«) beschreibt das Sedimentrückhaltepotenzial der Totholzablagerungen (RP_{LW}) der untersuchten Bachabschnittslänge (l) in Meter (m) (Poepl et al., 2024, S. 4).

$$IR_{LW} = \frac{\Sigma RP_{LW}}{l(m)}$$

Die Größe RP_{LW} wird hierbei für jede Totholzdeposition durch eine Zahl zwischen 0 und 3 ausgedrückt. Daher gibt es vier verschiedene Kategorien, um das Sedimentrückhaltepotenzial zu beschreiben: kein RP_{LW} (0), geringes RP_{LW} (1), mäßiges RP_{LW} (2) und hohes RP_{LW} (3) (Poepl et al., 2024, S. 4–5).

In welche Kategorie das jeweilige Totholz bzw. die jeweilige Totholzablagerung eingeordnet wird, hängt vom möglichen Bachbettkontakt des Totholzes, einer möglichen Gerinneüberspannung und dem A_{LW} ab (siehe *Tabelle 1*).

Tabelle 1: Kategorien des RP_{LW} basierend auf Bachbettkontakt, Totholztyp und A_{LW} (Quelle: Poepl et al., 2024, S. 2, eigene Darstellung)

Hat das Totholz Kontakt zum Bachbett?		Ist das Totholz gerinneüberspannend?		A_{LW}		RP_{LW}
ja	→	ja	→	> 50 %	→	3
ja	→	ja	→	< 50 %	→	2
ja	→	nein	→	> 50 %	→	2
ja	→	nein	→	< 50 %	→	1
nein	→	-		-	→	0

Hat das vorgefundene Totholz beispielsweise Kontakt zum Bachbett („ja“), ist gerinneüberspannend („ja“) und hat im Verhältnis zur Fläche des Bachbettquerschnitts eine Gerinneblockierung von weniger als 50 Prozent („< 50 %“), dann wird dieses Totholz der Kategorie „2 = mäßiges RP_{LW} “ zugeordnet. Das bedeutet, das vorgefundene Totholz hat mäßiges Potenzial Sediment zurückzuhalten.

Als Ergänzung dazu kann auch der Index des Feinsedimentrückhaltevermögens $IR_{LW(f)}$ berechnet werden (Poepl et al., 2024, S. 4–5).

Dieser Index berechnet, wie IR_{LW} , das Sedimentrückhaltepotenzial der Totholzablagerung(en) (RP_{LW}) der untersuchten Bachabschnittlänge (l) in Meter (m) – jedoch mit der Ergänzung, dass hier nur Totholz bzw. Totholzablagerungen berücksichtigt werden, bei welchen bei der Geländebegehung auch Rückstaueffekte des Wassers verzeichnet wurden (Poepl et al., 2024, S. 4). Rückstaueffekte zeigen sich durch einen Rückgang der Fließgeschwindigkeit des Wassers oder durch die Erhöhung des Wasserspiegels gerinneaufwärts der Totholzdeposition (Poepl et al., 2024, S. 5).

$$IR_{LW(f)} = \frac{\Sigma RP_{LW(f)}}{l(m)}$$

Damit kann mit dem $IR_{LW(f)}$ das Feinsedimentrückhaltepotenzial der Totholzdepositionen der untersuchten Bachabschnittlänge (l) in Meter (m) abgebildet werden (Poepl et al., 2024, S. 4–5).

Wichtig hervorzuheben ist, dass es sich bei RP_{LW} und $RP_{LW(f)}$ lediglich um das Sedimentrückhaltepotenzial handelt, nicht jedoch um das tatsächlich zurückgehaltene Sediment (Poepl et al., 2024, S. 4).

3. Zielsetzung & Forschungsfragen

Zielsetzung dieser Arbeit ist die Dokumentation und Analyse der verschiedenen Totholzdepositionen in bestimmten Bachabschnitten der beiden Waldviertler Bäche Seebach und Thumeritzbach, das Identifizieren möglicher Einbringungsquellen und die Analyse ihres Einflusses auf die Sedimentkonnektivität und das Sedimentrückhaltepotenzial.

Aus dieser Zielsetzung ergeben sich – in Kombination mit der aktuellen Forschungslage – die folgenden Forschungsfragen und Hypothesen:

Forschungsfrage 1

Welche Arten von Totholzablagerungen befinden sich in den untersuchten Abschnitten des Seebaches und des Thumeritzbaches?

Hypothese 1: *Im untersuchten Bachabschnitt des Thumeritzbaches befinden sich mehr unterschiedliche Arten von Totholzansammlungen als im untersuchten Bachabschnitt des Seebaches, da der Bachabschnitt des Thumeritzbaches einen höheren Bewaldungsgrad aufweist.*

Forschungsfrage 2

Was sind mögliche Ursachen für Totholzeinbringungen in den untersuchten Abschnitten des Seebaches und des Thumeritzbaches?

Hypothese 2: *In beiden Bachabschnitten überwiegen natürliche Einbringungsquellen, da beide Bäche überwiegend naturnah sind.*

Forschungsfrage 3

Welche Auswirkungen haben die verschiedenen vorgefundenen Typen von Totholzablagerungen auf die Sedimentkonnektivität in den untersuchten Abschnitten des Seebaches und des Thumeritzbaches?

Hypothese 3: *Je mehr jams in einem Bachabschnitt festgestellt werden, desto geringer ist der Grad an Konnektivität in diesem Bachabschnitt, da jams typischerweise einen höheren A_{LW} -Prozentsatz aufweisen.*

Forschungsfrage 4

Welche Auswirkungen haben die verschiedenen vorgefundenen Typen von Totholzablagerungen auf das Sedimentrückhaltevermögen in den untersuchten Abschnitten des Seebsbaches und des Thumeritzbaches?

Hypothese 4: *Je höher der RP_{LW} -Wert der Totholzdeposition eines Typs ist, desto größer ist die tatsächliche Sedimentablagerung bachaufwärts der betroffenen Totholzdepositionen, da die Sedimentablagerung typischerweise von dem Blockierungsmaß und der Größe der Deposition abhängig ist.*

4. Untersuchungsgebiet

Die beiden Bäche Seebsbach und Thumeritzbach befinden sich im Waldviertel, Niederösterreich. Der Bachverlauf des Thumeritzbaches befindet sich im Bezirk Horn, der Bachverlauf des Seebsbaches im Bezirk Waidhofen an der Thaya und Bezirk Zwettl. Die beiden Bezirke Horn und Waidhofen an der Thaya befinden sich an der Grenze zum österreichischen Nachbarstaat der Tschechischen Republik.

Es muss hervorgehoben werden, dass es verhältnismäßig wenig Informationen zum Seebsbach gibt. Selbst auf Anfrage bei Gemeindeämtern, der Bezirkshauptmannschaft Waidhofen an der Thaya und beim Amt der NÖ Landesregierung: Gruppe Wasser - Abteilung Wasserbau konnten kaum Informationen eingeholt werden; anders beim Thumeritzbach, dort konnte die Bezirkshauptmannschaft Horn verschiedene Technische Berichte (teilweise von Hochwasserschutzplänen) zur Verfügung stellen.

4.1 Standortwahl

Die Auswahl der beiden Bäche Seebsbach und Thumeritzbach und deren Bachabschnitte erfolgte unter Berücksichtigung verschiedener Gründe und Kriterien.

Grundvoraussetzungen, um die Indizes zur Untersuchung von Konnektivität und Sedimentrückhaltepotenzial durch Totholz anwenden und berechnen zu können, sind einerseits, dass die Gerinnebreite die Länge der Totholzstämmen nicht übersteigt und andererseits Bäume/Baumansammlungen bzw. bewaldete Flächen in Ufernähe (Poepl et al., 2024, S. 3).

Der Seebsbach und der Thumeritzbach weisen annähernd gleiche Gerinnebreite und Wassertiefe sowie ähnliche klimatische und geologische Bedingungen auf und befinden sich im Hochwassergebiet des Hochwasserereignisses des Septembers 2024.

Für das konkrete Untersuchungsgebiet wurde bei beiden Bächen jeweils ein Bachabschnitt von annähernd gleicher Länge ausgewählt. Beide Bachabschnitte weisen dieselbe Landnutzung in den Uferbereichen auf und sind weder großflächig begradigt, noch verbaut – auch der menschliche Einfluss auf die Bachabschnitte ist als gering einzustufen.

4.2 Eckdaten zum Untersuchungsgebiet

Beide Bäche liegen in einem Gebiet, dass geologisch der Böhmisches Masse zugehört.

Entlang des Flussverlaufes des Thumeritzbaches findet sich vor allem Amphibolit, Granatamphibolit, Zweiglimmerschiefer (mit Granatanteilen und Migmatitenanteilen) und Ultramafitit (Großteils Serpentin) (Batik et al., 2001). Die Grundlage für das Flussbett selbst bilden fluviatile und deluvio-fluviatile Ablagerungen, wie bspw. Kies, Sand und Kristallinbruchstücke (Batik et al., 2001). Der vorherrschende Bodentyp ist Braunerde und auch gewisse Anteile von Pseudogley und Auboden (Hösl et al., 2016a). Im Quellgebiet treten im Bereich des Thumeritzbaches auch Gley und Moor als Bodentypen auf (Hösl et al., 2016a).

Auch entlang des Flussverlaufes des Seebsbaches finden sich geologisch gesehen Amphibolit, und Granatamphibolit, aber auch Augitgneis, Biotitgneis, Metadiorit, Metagabbro und Pyroxenamphibolit – samt deren Mischgesteine (Jencek et al., 1987). Auch das Flussbett des Seebsbaches wird durch fluviatile und deluvio-fluviatile Ablagerungen definiert (Jencek et al., 1987). Der Boden besteht hauptsächlich aus Braunerde mit kleineren Anteilen von Pseudogley und Auboden entlang bestimmter Bachabschnitten (Hösl et al., 2016b).

Zusammenhängende Wälder finden sich hauptsächlich in Form von Nadelwäldern – wobei hier vor allem Fichten (*Picea abies*) und Föhren (*Pinus sylvestris*) dominieren (GEOCONSULT WIEN ZT GmbH, 2008, S. 23). In Ufergebieten sind aber auch Laubbäume wie Eschen (*Fraxinus excelsior*), Schwarz-Erlen (*Alnus glutinosa*) und Gemeine Hainbuchen (*Carpinus betulus*) häufig vertreten, vereinzelt treten auch Birken (*Betula pendula*) und Zitterpappeln (*Populus tremula*) auf (Quelle: eigene Erhebung).

Tabelle 2 zeigt eine Übersicht an Klimadaten (Temperatur, Niederschlag, Sonnenstunden und Windgeschwindigkeit) aus dem Jahr 2024 der Stationen „Horn Wasserwerk“ und „Raabs an der Thaya“. Das Niederschlagsmaximum tritt für gewöhnlich in den Sommermonaten und in der Zeit von Februar bis April auf (GEOCONSULT WIEN ZT GmbH, 2008, S. 56–57).

Tabelle 2: Temperatur-, Niederschlags-, Sonnenstunden und Windgeschwindigkeitsdaten für das Jahr 2024 für die Gebiete Horn (betr. Thumeritzbach) und Raabs an der Thaya (betr. Seebach) (Quelle: GeoSphere Austria, o.D.a, o.D.b; eigene Darstellung)

Gebiet des Thumeritzbaches		Gebiet des Seebaches	
Jahr	2024	Jahr	2024
Stationsname	Horn Wasserwerk	Stationsname	Raabs an der Thaya
Stationskennung	Ho(T)	Stationskennung	Raabs(T)
Temperaturjahresmittel	10,8°C	Temperaturjahresmittel	10,4°C
Jahresmittel der Höchsttemperatur	16,9°C	Jahresmittel der Höchsttemperatur	16°C
absolute Höchsttemperatur	35°C	absolute Höchsttemperatur	34,7°C
Jahresmittel der Tiefsttemperatur	5,5°C	Jahresmittel der Tiefsttemperatur	5,7°C
absolute Tiefsttemperatur	-13,4°C	absolute Tiefsttemperatur	-15,3°C
Niederschlags-jahressumme	573 mm	Niederschlags-jahressumme	684 mm
Jahressumme an Sonnenstunden	1.913 h	Jahressumme an Sonnenstunden	1.947 h
Jahresmittel Windgeschwindigkeit	2,9 m/s	Jahresmittel Windgeschwindigkeit	2,5 m/s

4.3 Der Seebach

Der Seebach entspringt nahe der Marktgemeinde Göpfritz an der Wild (Bezirk Zwettl) und mündet zwischen Raabs an der Thaya und Kollmitzdörfel in die Thaya (Bezirk Waidhofen an der Thaya) (siehe Abb. 14). Die Gesamtlänge des Seebaches beläuft sich damit auf 26,813 km (BML, 2025b). Das Einzugsgebiet des Seebaches beläuft sich auf 116 km² (BMLFUW, 2014, S. 133). Wimmer und Moog (Wimmer & Moog, 1994, S. 282) weisen den Seebach als ein Fließgewässer 4. Ordnung aus.

Der Seebach durchfließt insgesamt vier verschiedene Gemeindegebiete: Marktgemeinde Göpfritz an der Wild, Stadtgemeinde Groß-Siegharts, Marktgemeinde Ludweis-Aigen und Stadtgemeinde Raabs an der Thaya – wobei der Großteil des Flussverlaufs auf dem Gebiet von Ludweis-Aigen liegt (BML, 2025a).

Der Seebach wird von insgesamt 13 kleineren Zubringern gespeist: Almoser Bach, Breitenfeldbach, Leitengraben, Wildgraben, Ellendsbach, Schlaggraben, Edelbach, Ludweiser Graben, Sulzgraben, Burggraben, Schlossgraben, Radlbach und dem Sieghartserbach (BMLFUW, 2014, S. 132).

Entlang des Bachverlaufs des Seebaches finden sich nur einzelne Ortschaften: Aigen bei Raabs, Diemschlag, Seebach, Blumau an der Wild und Kirchberg an der Wild (BML, 2025a).

Die Flächen in Uferumgebung des Seebsbaches sind überwiegend bewaldet oder werden landwirtschaftlich als Wiesen und Ackerland genutzt (Amt der Niederösterreichischen Landesregierung, o.D.).

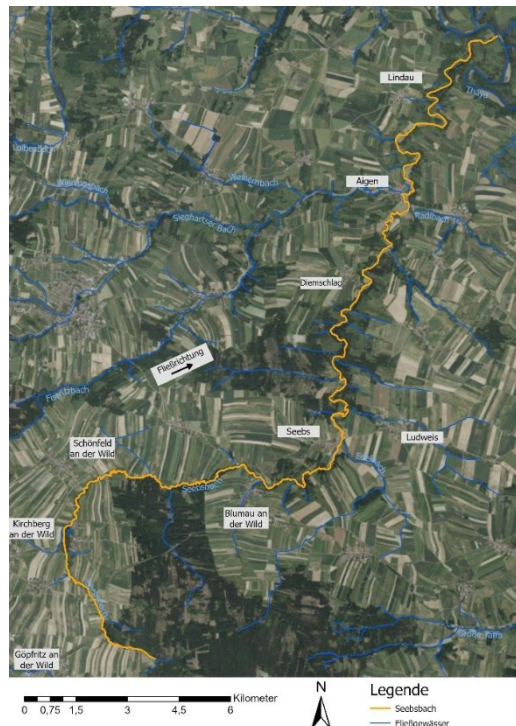


Abb. 14: Der Gerinneverlauf des Seebsbaches von der Quelle (Nähe Göpfritz an der Wild) bis zur Mündung (Nähe Raabs an der Thaya) in die Thaya, Gesamtlänge: 26,813 km (Datengrundlage: DEM, Orthophoto; eigene Darstellung)

4.4 Der Thumeritzbach

Die Quelle des Thumeritzbaches befindet sich auf 560 Meter ü.A. im Gemeinderaum Irnfritz-Messern (Bezirk Horn) (GEOCONSULT WIEN ZT GmbH, 2008, S. 23). Direkt im Stadtgebiet von Drosendorf-Stadt (Bezirk Horn) mündet der Thumeritzbach schließlich in die Thaya (siehe Abb. 15). Die Gesamtlänge des Baches beträgt 29,7 km (GEOCONSULT WIEN ZT GmbH, 2008, S. 5). Der Thumeritzbach wird von Wimmer und Moog als ein Fließgewässer 3. Ordnung eingestuft (Wimmer & Moog, 1994, S. 283).

Das Einzugsgebiet des Thumeritzbaches beläuft sich auf rund 90,5 km² und das Sohlgefälle auf durchschnittlich 6,4 ‰ – an einzelnen, sehr steilen Stellen, weist der Thumeritzbach allerdings ein Sohlgefälle von fast 20 ‰ auf (GEOCONSULT WIEN ZT GmbH, 2008, S. 23, 36).

Ca. 16 Prozent (entspricht 4,697 km) des Thumeritzbaches befinden sich auf dem Gemeindegebiet der Marktgemeinde Irnfritz-Messern, 17 Prozent (entspricht 4,949 km) auf dem Gebiet der Stadtgemeinde Geras, 18 Prozent (entspricht 5,447 km) durchfließen die Marktgemeinde Japons und der größte Anteil des Thumeritzbaches liegt mit 49 Prozent

(entspricht 14,609 km) im Gebiet der Stadtgemeinde Drosendorf-Zissersdorf (GEOCONSULT WIEN ZT GmbH, 2008, S. 28).

Auf seinem Weg durch diese vier Gemeinden wird der Thumeritzbach durch sieben kleinere Zubringergewässer gespeist: Almosengraben in der Nähe von Trabernreith, Gansgraben in der Nähe von Japons, Jodlmoosgraben und Hirschengraben sowie Plegerbach in der Nähe von Geras und der Kottaunerbach und der Bründlbach (GEOCONSULT WIEN ZT GmbH, 2008, S. 23).

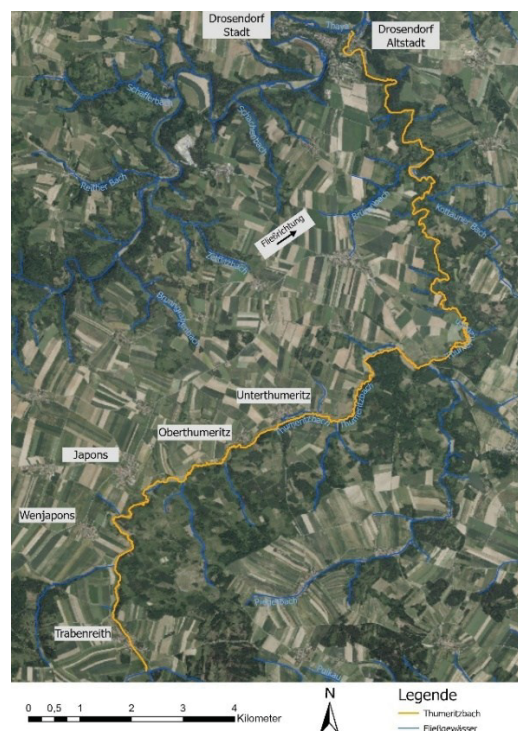


Abb. 15: Der Gerinneverlauf des Thumeritzbaches von der Quelle (Nähe Irnfritz) bis zur Mündung (Drosendorf Stadt & Drosendorf Altstadt) in die Thaya, Gesamtlänge: 29,7 km (Datengrundlage: DEM, Orthophoto; eigene Darstellung)

Das Bachbett des Thumeritzbaches kann größtenteils als „naturnah“ eingestuft werden, nur vereinzelt wurde es befestigt oder begradigt – dies geschah vor allem in Siedlungsräumen entlang des Baches (GEOCONSULT WIEN ZT GmbH, 2008, S. 36). Abgesehen von den Siedlungen Drosendorf, Ober- und Unterthumeritz sowie Wappoltenreith finden sich entlang des Baches lediglich einzelne Höfe bzw. Häuser (GEOCONSULT WIEN ZT GmbH, 2008, S. 36).

Das umliegende Gebiet rund um den Thumeritzbach ist größtenteils mit Wald bedeckt oder wird in Form von Ackerflächen und Wiesen landwirtschaftlich genutzt (GEOCONSULT WIEN ZT GmbH, 2008, S. 36).

4.5 Niederschlagsereignis und Hochwasserereignis im September 2024

Im September 2024 kam es in Österreich zu heftigen Niederschlägen – wobei besonders die Bundesländer Niederösterreich und Wien betroffen waren (BML, n.D.). Im Folgenden soll die Entwicklung der Niederschlagsereignisse und des Hochwasserereignis in Niederösterreich im Fokus liegen – als Referenzwerte werden aber auch österreichweite Daten genannt.

Ausgelöst wurde dieses Hochwasserereignis durch das Tiefdruckgebiet „Boris“, welches vom westlichen Mittelmeer und Italien nach Österreich zog und schließlich weiter nach Ungarn und Polen wanderte – Meteorolog:innen bezeichnen solche Tiefdruckgebiete als „Vb-Wetterlagen“ (Greilinger et al., 2024, S. 3–4).

Die Sommermonate Juli und August 2024 zählten welt- und europaweit zu den wärmsten seit Messbeginn, gleichzeitig wurde in Niederösterreich (mit Ausnahme des südlichen Waldviertels) in diesem Zeitraum eine unterdurchschnittliche Menge an Niederschlag verzeichnet (Blöschl, 2024; Krammer et al., 2024, S. 1). Das Tiefdruckgebiet „Boris“ erreichte Niederösterreich am 11. September und ab dem 12. September kam es zu flächendeckendem Niederschlag, welcher bis zum 16. September anhielt (Greilinger et al., 2024, S. 6; Krammer et al., 2024, S. 1).

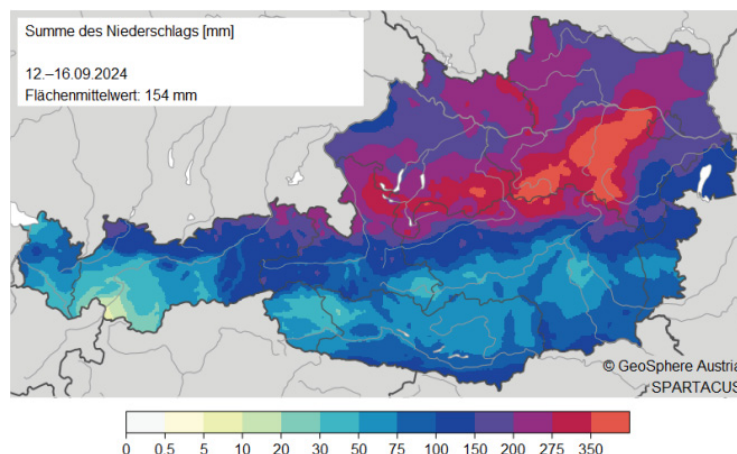


Abb. 16: Niederschlagsmenge in Österreich während des Zeitraumes vom 12. September bis zum 16. September 2024 (Quelle: Greilinger et al., 2024, S. 7)

In diesem fünftägigen Zeitraum betrug die Niederschlagsmenge in den meisten Teilen Österreichs über 100 mm, Liter pro m² (siehe Abb. 16) (Greilinger et al., 2024, S. 7). Die gesamte Niederschlagsmenge, welche in Niederösterreich für diesen Zeitraum verzeichnet wurde, betrug das 2,7-fache jener Niederschlagsmenge, die für gewöhnlich im Monat September auftritt: Vom 13. September, 22:00 Uhr bis zum 15. September, 11:00 wurden in Niederösterreich 4 bis 5 mm (Liter pro m²) als Niederschlagsflächenmittel pro Stunde ermittelt,

die „Fünftageniederschlagsmenge“ (12. September bis 16. September) lag bei 212 mm (Liter pro m²) (Greilinger et al., 2024, S. 7, 12).

Besonders herauszuheben ist bspw. der Niederschlag von 350 mm innerhalb von 72 Stunden an der Messstation in St. Pölten – dies entspricht annähernd der doppelten Menge eines 100-jährigen Niederschlags (Blöschl, 2024). In St. Pölten wurde außerdem innerhalb von 24 Stunden 225 mm (Liter pro m²) an Niederschlag verzeichnet (Greilinger et al., 2024, S. 8).

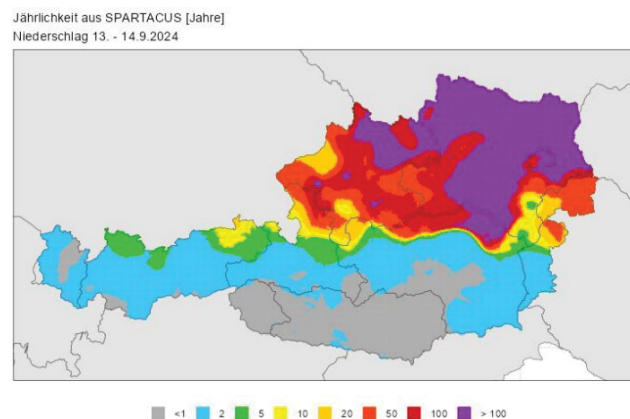


Abb. 17: Berechnete Jährlichkeit der Fünftagesniederschlagsmengen (Zeitraum 12. September bis 16. September 2024) von GeoSphere Austria mithilfe EVA+ und der SPARTACUS-Daten (Quelle: Greilinger et al., 2024, S. 19)

GeoSphere Austria berechnete für diese Niederschlagsmengen mit Daten von SPARTACUS eine ungefähre Jährlichkeit von mehr als 100 Jahren für Großteile von Niederösterreich (siehe Abb. 17) (Greilinger et al., 2024, S. 19).

Diese Regenmengen sorgten für einen starken Anstieg der Pegelstände der österreichischen Gewässer, es kam vielerorts zu Überschwemmungen und Hochwasser (Blöschl, 2024). Bereits am 14. September traten die ersten Fließgewässer im Waldviertel über ihre Ufer, am Folgetag kam es zu weiteren Überschwemmungen in ganz Niederösterreich (Krammer et al., 2024, S. 4).

Mit dem Tiefdruckgebiet „Boris“ gingen nicht nur große Niederschlagsmengen einher, sondern auch Windgeschwindigkeiten von 50 bis 100 km/h im nördlichen und östlichen Flachland – wobei an einigen Orten auch Windgeschwindigkeiten von 115 km/h gemessen wurden (Greilinger et al., 2024, S. 15). Durch diese Windgeschwindigkeiten, den Starkregen und den wassergesättigten Boden kam es zu Windbruch und Windwurf vieler Bäume (Greilinger et al., 2024, S. 15).

4.6 Der Biber in Niederösterreich

Im folgenden Abschnitt werden die aktuellen Schätzungen hinsichtlich der derzeitigen Populationsentwicklung in Niederösterreich vorgestellt.

Der Europäische Biber wird in der Europäischen Union durch die FFH-Richtlinie (Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie) und in Niederösterreich zusätzlich durch das NÖ NschG 2000 (Niederösterreichischen Naturschutzgesetz) geschützt (Leitner et al., 2023, S. 3).

Im Jahr 2018 wurde die Biberpopulation von der Universität für Bodenkultur österreichweit auf rund 8.689 Individuen geschätzt – davon waren rund 4.900 in Niederösterreich beheimatet (Leitner et al., 2023, S. 4).

Im Jahr 2023 wurde im Auftrag vom Land Niederösterreich eine erneute Schätzung der Biberpopulation vom Büro für Wildökologie und Forstwirtschaft durchgeführt. Die Schätzung basierte auf der Auswertung von OSM-Gewässernetzen, Bodenkartierungen sowie verschiedenen Datensätzen und lieferte eine Schätzung von 8.920 Individuen für das Bundesland Niederösterreich. (Leitner et al., 2023, S. 46)

Abb. 18 beschreibt die Ausbreitung von Biber in Niederösterreich in den Jahren 2021 bis 2023.

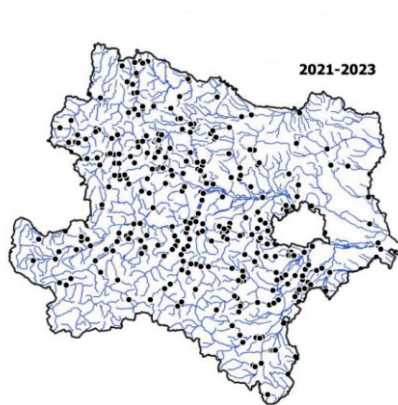


Abb. 18: Ausbreitung des Bibers in Niederösterreich für den Zeitraum 2021 bis 2023 (Quelle: Leitner et al., 2023, S. 35)

5. Methoden

In diesem Kapitel werden die Methoden und das genaue Vorgehen zur Beantwortung der Forschungsfragen umfassend beschrieben.

5.1 Literaturrecherche

Um den aktuellen Forschungsstand möglichst umfassend abbilden zu können, wurde eine Literaturrecherche durchgeführt.

Um Berichte und Artikel zur untersuchten Thematik zu finden, wurden die Suchmaschinen Google Scholar, Web of Science und u:search (hierbei handelt es sich um die Online-Suchmaschine der Universitätsbibliothek Wien) eingesetzt. Die eingesetzten Suchbegriffe waren »hydrological connectivity«, »in-stream large wood«, »large wood«, »large woody debris«, »sediment connectivity«, »sediment transport«, »sediment storage«, »wood recruitment« und deren deutsche Übersetzungen sowie Abwandlungen dieser Fachbegriffe. Die Ergebnisse der Literatursuche beschränkte sich fast ausschließlich auf englischsprachige Publikationen. Zusätzlich zur direkten, vorwärts gerichteten Literatursuche wurde auch vor allem das Schneeballsystem eingesetzt, um weitere Artikel und Berichte zu finden (Baade et al., 2010, S. 77).

Für die Analyse der recherchierten Publikationen wurde das von Baade et al. (Baade et al., 2010, S. 87–94) vorgestellte Verfahren zur Texterschließung eingesetzt. Ausgangspunkt ist das Prüfen des Titels, des Erscheinungsjahres und der Autor:innen, bevor das Abstract und die Einführung zum Beginn sowie die Zusammenfassung am Ende der Publikation mittels überfliegenden Lesens erschlossen werden. Anhand dieser Kriterien kann dann entschieden werden, ob die Publikation für eine Weiterverwendung geeignet ist oder nicht. Aufbauend darauf werden durch selektives Lesen des Artikels die Kerninformationen gesammelt auf Basis derer dann für jede Publikation ein Exzerpt erstellt wurde.

5.2 Empirische Arbeit im Feld

5.2.1 Die Begehung

Zur empirischen Erhebung der Daten wurde eine Begehung der beiden Bachabschnitte entlang des Flussufers zu Fuß durchgeführt. Der Seebach wurde zwischen Aigen bei Raabs an der Thaya und seiner Mündung in die Thaya untersucht. Dies sind ca. 6 Kilometer (genau: 6190 m)

(siehe Abb. 19). Liegen keine Wasseranstauungen vor, schwankt die Wassertiefe des untersuchten Abschnitts zwischen 25 und 45 Zentimeter (Quelle: eigene Erhebung).



Abb. 19: Der untersuchte Bachabschnitt (Länge: 6190 m) des Seebaches (Datengrundlage: DEM, Orthophoto; eigene Darstellung)

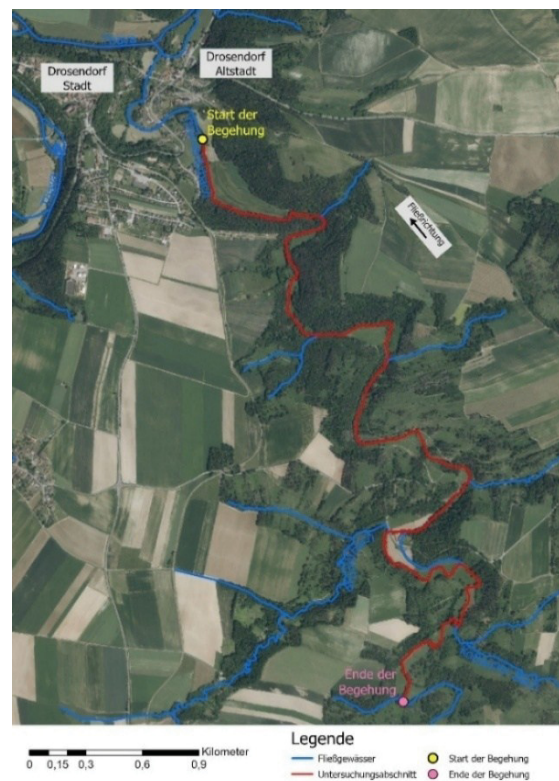


Abb. 20: Der untersuchte Bachabschnitt (Länge: 5930 m) des Thumeritzbaches (Datengrundlage: DEM, Orthophoto; eigene Darstellung)

Der Thumeritzbach fließt direkt durch das Ortsgebiet von „Drosendorf Altstadt“, wurde dort teilweise verbaut und hier wird etwaiges Totholz von den Anrainer:innen auch immer wieder selbstständig aus dem Bachlauf entfernt. Ausgangspunkt für die Untersuchung war deshalb die letztmögliche Stelle vor der Verbauung (ca. 915 Meter bachaufwärts der Mündung in die Thaya) und bei der Begehung wurden ca. 5,9 Kilometer (genau: 5930 m) bachaufwärts untersucht (siehe Abb. 20). Im Untersuchungsabschnitt variiert die Wassertiefe des Thumeritzbaches – wenn keine Wasseranstauungen vorliegen – zwischen 20 bis 55 Zentimeter (Quelle: eigene Erhebung).

Der Vergleich der beiden Bäche – aber insbesondere der beiden Bachabschnitte – zeigt, dass der Thumeritzbach einen höheren Bewaldungsgrad aufweist als der Seebach bzw. dessen Untersuchungsabschnitt (siehe Abb. 19 und Abb. 20). Entlang des Untersuchungsabschnittes des Seebaches finden sich durchaus zusammenhängende Waldflächen, jedoch fallen diese

kleiner aus und sind nicht so dicht bepflanzt als jene entlang des untersuchten Abschnittes des Thumeritzbaches (Quelle: eigene Erhebung).

Die Begehung der festgelegten Bachabschnitte wurde im Februar 2025 durchgeführt: der Abschnitt des Seebsbachs wurde an drei Tagen (dem 01.02., dem 04.02. und dem 07.02.) und der Abschnitt des Thumeritzbaches wurde ebenfalls an drei Tagen (dem 02.02., dem 08.02. und am 09.02.) untersucht.

Da bei der Begehung Anfang Februar die Temperaturen durchwegs rund um den Gefrierpunkt lagen (siehe *Abb. 21 bis 23*), war es aufgrund einer zu dicken Eisschicht bei einer Totholzdeposition des Thumeritzbaches (ein Biberdamm) nicht möglich den Sedimentrückhalt zu messen. Diese Totholzablagerung wurde bei den nächstmöglichen eisfreien Bedingungen abermals aufgesucht, um den Sedimentrückhalt zu einer eisfreien Zeit festzustellen.

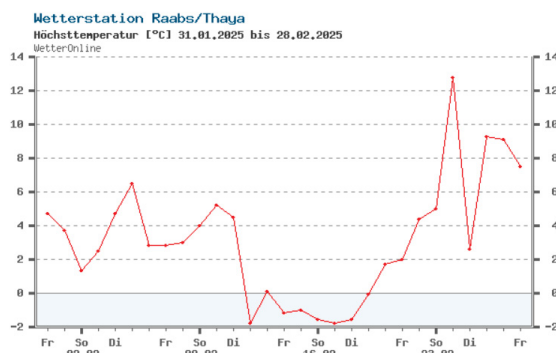


Abb. 21: Höchsttemperatur Februar 2025, Wetterstation Raabs/Thaya (Quelle: WetterOnline, o.D.a)



Abb. 22: Tiefsttemperatur Februar 2025, Wetterstation Raabs/Thaya (Quelle: WetterOnline, o.D.b)

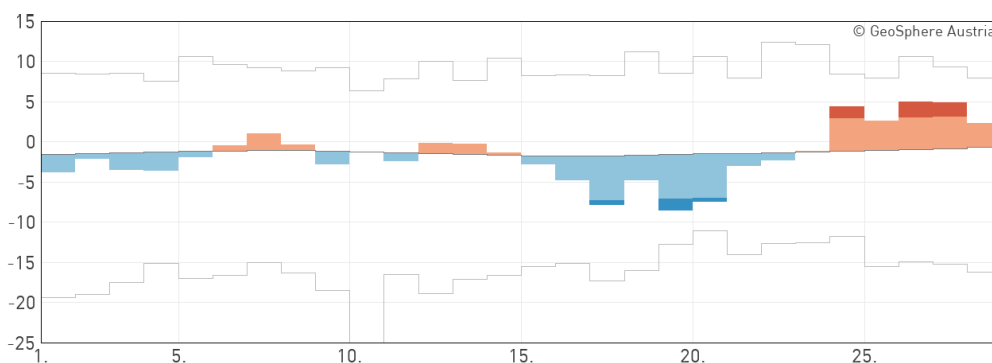


Abb. 23: Tagesmittelwerte der Lufttemperatur, Februar 2025, Station Zwettl-Stift (Quelle: GeoSphere Austria, o.D.c)

5.2.2 Das Vorgehen

Jede vorgefundene Totholzablagerung wurde sowohl flussaufwärts als auch flussabwärts fotografiert und ihre genaue Position mittels GPS-Koordinaten festgehalten. Mithilfe einer vorbereiteten Tabelle wurde das jeweilige Totholz kategorisiert (siehe *Abb. 24*) und die

Sedimentablagerungen, die sich möglicherweise flussaufwärts vor dem Totholz gebildet haben, wurden mit einem Messstab mit einer Länge von 140 Zentimeter gemessen.

Als GPS-Gerät und Kamera wurde ein iPhone 11 verwendet und die Koordinaten wurden mit Google Maps ermittelt. Die Positionsermittlung mittels der GPS-Funktion von Google Maps auf einem Smartphone erfolgt auf ca. 20 Meter genau (Google, 2025).

Area: _____ Date: _____

Info		Channel spanning (yes/no)	Single Pieces					Jams			Water Retention			Sediment Retention					poss. recruitment ¹
Nr.	photo name		bridge	collap. bridge	ramp	log step	partial log step	under-flow jam	dam jam	partial dam jam	A _{uw} (in %)	back-water (yes/no)	bed contact (yes/no)	length (in cm)	width (in cm)	depth ₁ (in cm)	depth ₂ (in cm)	fine/ coarse	

Abb. 24: Erhebungsbogen zur Kategorisierung der Totholzansammlungen (Quelle: Stefanie Chmela, Sarah Diem; eigene Anpassungen)

Area: _____ Date: _____

info		coordinates		info		coordinates	
Nr.	photo name	N	O	Nr.	photo name	N	O

Abb. 25: Koordinaten-Auflistung für jede Totholzablagerung (Quelle: eigene Darstellung)

Durch diesen Erhebungsbogen und die Auflistung kann jede Totholzablagerung systematisch kategorisiert werden.

Im Folgenden werden die einzelnen Spalten des Erhebungsbogen genauer erläutert:

- Spalte „Info“ beinhaltet die fortlaufende Nummer des jeweiligen Totholzes und die Bezeichnung des Fotos auf dem Smartphone. Die Positionskoordinaten des jeweiligen Totholzes wurden auf einer einzigen Koordinaten-Liste festgehalten (siehe Abb. 25).
- Spalte „Channel Spanning“ teilt die Totholzablagerungen in zwei Gruppen: „yes“ entspricht „gerinneüberspannend“ und „no“ entspricht „nicht gerinneüberspannend“
- Jedes Totholz kann entweder in Single Piece oder Jam unterteilt sein.
 - Spalte „Single Pieces“ unterteilt jedes Totholz, das in diese Kategorie fällt, in fünf verschiedene Arten. Jedes Totholz dieser Kategorie kann nur eine dieser Arten darstellen.
 - Spalte „Jams“ unterteilt jedes Totholz, das in diese Kategorie fällt, in drei verschiedene Arten. Jedes Totholz dieser Kategorie kann nur eine dieser Arten darstellen.

- Spalte „Water Retention“ beschäftigt sich mit einer genaueren Analyse des Totholzes
 - Spalte „ A_{LW} (%)“ beschreibt jene Fläche, die das Totholz im Vergleich zur Fläche des Bachbettquerschnitts vertikal zur Fließrichtung einnimmt. Dieser Wert wird visuell geschätzt und in Prozent angegeben.
 - Spalte „backwater (yes/no)“ beschreibt, ob es durch das Totholz zu Wasserrückstau bachaufwärts kommt oder nicht.
 - Spalte „bed contact (yes/no)“ legt fest, ob das Totholz Kontakt zum Bachbett hat oder nicht.
- Spalte „Sediment Retention“ beschreibt den möglichen Sedimentrückhalt in Form eines Sedimentkeiles¹, der durch das Totholz verursacht wird.
 - Spalte „length (in cm)“ beschreibt die Länge des abgelagerten Sedimentkeils in Fließrichtung des Baches.
 - Spalte „width (in cm)“ beschreibt die Breite des abgelagerten Sedimentkeils quer zur Fließrichtung des Baches und parallel zur Totholzablagerung.
 - Spalte „depth₁ (in cm)“ beschreibt jene Höhe, die mit dem Messstab direkt an der Totholzansammlung gemessen wird.
 - Spalte „depth₂ (in cm)“ beschreibt jene Höhe, die mit dem Messstab flussaufwärts am niedrigsten Punkt des Sedimentkeils gemessen wird.
 - Spalte „coarse/fine“ fragt nach der Korngröße des abgelagerten Sedimentes: fine (dt.: »fein«) oder coarse (dt.: »grob«).
- Spalte „poss. recruitment“ beschreibt die mögliche Quelle für dieses Totholz bzw. die Totholzablagerung.

Weiters wird bei jedem Totholz untersucht, wie bzw. warum es in den Bachlauf gelangt sein könnte. Die Einbringungsquellen werden aufgrund visueller Merkmale identifiziert. Nach der Begehung wurden die verzeichneten Einbringungsquellen überblicksartig in Kategorien gesammelt. Die Kategorien lauten: Einbringung durch Biber (siehe *Abb. 26* und *Abb. 27*), Einbringung durch Hochwassertransport (siehe *Abb. 28*), Einbringung durch Windbruch (siehe *Abb. 29*), Einbringung durch Windwurf (siehe *Abb. 30*), Einbringung durch Ufererosion (siehe *Abb. 31*) und Einbringung durch menschliche Aktivitäten (siehe *Abb. 32*).

¹ Die Bedeutung und Erklärungen rund um den „Sedimentkeil“ finden sich in Kapitel 5.3 *Datenverarbeitung: 5.3.1 Sedimentspeicherung*.

Die Einbringungsart „Biber“ ist meist leicht zu erkennen: Entweder aufgrund der einzigartigen und offensichtlichen Zahnabdrücke des Bibers auf einer Seite des Totholzes oder andererseits durch den Bau eines Dammes (siehe *Abb. 26* und *Abb. 27*).

Die Einbringungsart „Hochwassertransport“ wird angenommen, wenn viele Totholzstücke stark verkeilt im Bachbett zusammengepresst wurden und in näherer Umgebung nicht genügend Bäume zur Verfügung waren, um diese Holzstücke ohne Transport von stromaufwärtsliegenden Bäumen, an dieser Stelle in den Bach einzubringen (siehe *Abb. 28*).

Die Einbringungsart „Windbruch“ wird angenommen, wenn die Bäume Anzeichen für Umknicken (ausgefranker Baumstamm und Baumstamm in der Nähe des Ufers) zeigen (siehe *Abb. 29*).

Die Einbringungsart „Windwurf“ wird angenommen, wenn der Baum mitsamt dem Wurzelstock aus dem Boden gerissen wurde (siehe *Abb. 30*).

Die Einbringungsart „Ufererosion“ wird angenommen, wenn der Uferbereich unterhalb des Baumwurzelstocks so weit unterspült ist, dass Bachkontakt hergestellt wird – entweder durch Einbringung oder durch einen ausreichend großen Neigungswinkel (siehe *Abb. 31*).

Die Einbringungsart „menschliche Aktivitäten“ wird angenommen, wenn der Baum/Ast mit einem klaren, sauberen Schnitt gefällt und in der näheren Umgebung ebenfalls ein zugehöriger Baumstamm vorgefunden wurde (siehe *Abb. 32*).

Es handelt sich hierbei jedoch nicht um eine quantitative Erhebung, sondern um eine qualitative. Es sollen lediglich die möglichen Quellen identifiziert werden, nicht jedoch eine genaue Aufschlüsselung nach Anzahl bzw. Häufigkeit der Quellen erstellt werden.



Abb. 26: Not channel spanning single piece mit Einbringungsquelle Biber, flussabwärts (Quelle: eigene Aufnahme, 04.02.2025)



Abb. 27: Channel spanning jam mit Einbringungsquelle Biber, flussaufwärts (Quelle: eigene Aufnahme, 09.02.2025)



Abb. 28: Channel spanning jam mit Einbringungsart Hochwassertransport, flussabwärts (Quelle: eigene Aufnahme, 09.02.2025)



Abb. 29: Channel spanning single piece und eines not channel spanning single piece mit Einbringungsart Windbruch, flussaufwärts (Quelle: eigene Aufnahme, 09.02.2025)



Abb. 30: Channel spanning single piece mit Einbringungsart Windwurf, flussabwärts (Quelle: eigene Aufnahme, 07.02.2025)



Abb. 31: Not channel spanning single piece mit Einbringungsart Ufererosion, flussabwärts (Quelle: eigene Aufnahme, 07.02.2025)



Abb. 32: Channel spanning single piece mit Einbringungsart menschliche Aktivitäten, flussaufwärts (Quelle: eigene Aufnahme, 09.02.2025)

5.3 Datenverarbeitung

Nach der Begehung und der damit verbundenen Aufnahme aller Daten, wurden diese analysiert und ausgewertet. Grundlage für die Auswertung bildet die Publikation von Pöpl et al. (Poepl et al., 2024).

Zuerst wurden alle Fotos der Geländebegehung abermals gesichtet und mit den Daten des Erhebungsbogens verglichen, um Fehler in der Kategorisierung der vorgefundenen Totholztypen ausschließen zu können. Anschließend wurden die händisch ausgefüllten Erhebungsbögen der beiden Bachabschnitte in zwei Excel-Sheets übertragen². Mithilfe der Excel-Tabellen konnten die Daten übersichtlich dargestellt und mittels Formeln berechnet werden.

Grundlage für die Ergebnisanalyse und -interpretation bzw. für die Beantwortung der Forschungsfragen 3 und 4 sind der Diskonnektivitätsindex ID_{LW} und der Index des Sedimentrückhaltevermögens IR_{LW} , die bereits im Kapitel 2.7 *Indizes zur Einschätzung der Sedimentkonnektivität und des Sedimentrückhaltepotenzials* vorgestellt wurden.

Diese beiden Indizes werden durch folgende Formeln nach Pöpl et al. (Poepl et al., 2024, 3-5) definiert:

$$\begin{aligned} \bullet \quad ID_{LW} &= \frac{\Sigma A_{LW}}{l(m)} \\ \bullet \quad IR_{LW} &= \frac{\Sigma RP_{LW}}{l(m)} \\ \bullet \quad IR_{LW(f)} &= \frac{\Sigma RP_{LW(f)}}{l(m)} \end{aligned}$$

Ausgangslage für die Berechnung der Indizes sind die Daten, die bei der Begehung der beiden Bachabschnitte mittels des Erhebungsbogens festgestellt wurden.

Für jede einzelne Totholzdeposition liegen folgende Daten vor, die für die Indizesberechnung relevant sind:

- | | |
|----------------------------|----------------|
| • channel spanning: yes/no | • length in cm |
| • single piece/jam | • width in cm |

² Im Anhang sind die Excel-Sheets mit den Rohdaten abgebildet.

- A_{LW} in Prozent
- RP_{LW} (Wert zwischen 0-3)
- Wasserrückstau: yes/no
- Bachbettkontakt: yes/no
- $depth_1$ in cm
- $depth_2$ in cm
- height in cm
- Volumen in cm^3
- Volumen in m^3

Basierend auf diesen Daten werden die Totholzdepositionen in vier Gruppen (*channel spanning single piece*, *not channel spanning single piece*, *channel spanning jam*, *not channel spanning jam*) aufgeteilt und die Anzahl je Gruppe ($n_{1/2/3/4}$) ermittelt (siehe *Tabelle 3*).

Anschließend werden die A_{LW} -Werte der Totholzdepositionen je Gruppe summiert, dies liefert die gesamte Gerinneblockierung dieses Totholztyps in Prozent. Um den durchschnittlichen A_{LW} -Wert zu bestimmen, wird durch die Depositionenanzahl ($n_{1/2/3/4}$) der jeweiligen Gruppe dividiert (siehe *Tabelle 3*).

Als nächstes werden alle RP_{LW} -Werte der Totholzdepositionen je Gruppe summiert, dies liefert das insgesamt Sedimentrückhaltepotenzial dieses Totholztyps. Dividiert man diesen Wert durch die Depositionsanzahl der jeweiligen Gruppe ($n_{1/2/3/4}$) erhält man das durchschnittliche Sedimentrückhaltepotenzial der Totholzdepositionen jeder der vier Gruppen (siehe *Tabelle 3*).

Ähnlich wird für die Berechnung des Feinsedimentrückhaltepotenzials verfahren. Hier werden allerdings nur jene Totholzdepositionen gezählt, die Rückstaueffekte des Wassers aufweisen.

Um das durchschnittliche Sedimentvolumen zu berechnen, welches tatsächlich bei den einzelnen Totholztypen abgelagert wurde, werden die Sedimentvolumina der einzelnen Totholzdepositionen je Totholztyp summiert und durch die Anzahl der Depositionen je Gruppe ($n_{1/2/3/4}$) dividiert (siehe *Tabelle 3*).

Tabelle 3: Übersicht der Berechnung der einzelnen Daten und Indizesgrundlagen (Quelle: Poepl et al., 2024, S. 3-5; eigene Darstellung)

	Totholztyp	Anzahl (n)	A_{LW} (in %)	durchschn. A_{LW} (in %)	RP_{LW}	durchschn. RP_{LW}	Anzahl n_{ff}	RP_{LWff}	durchschn. RP_{LWff}	durchschn. Sedimentvolumen (in m^3)
1	channel spanning single piece (CS)	n_1	$\sum A_{LW}$ aller CS	$\frac{\sum A_{LW} \text{ aller CS}}{n_1}$	$\sum RP_{LW}$ aller CS	$\frac{\sum RP_{LW} \text{ aller CS}}{n_1}$	n_{ff1}	$\sum RP_{LWff}$ aller CS	$\frac{\sum RP_{LWff(f)} \text{ aller CS}}{n_{ff1}}$	$\frac{\sum \text{length} \cdot \text{width} \cdot \text{height}}{2\,000\,000 \cdot n_1}$ aller CS
2	channel spanning jam (CJ)	n_2	$\sum A_{LW}$ aller CJ	$\frac{\sum A_{LW} \text{ aller CJ}}{n_2}$	$\sum RP_{LW}$ aller CJ	$\frac{\sum RP_{LW} \text{ aller CJ}}{n_2}$	n_{ff2}	$\sum RP_{LWff}$ aller CJ	$\frac{\sum RP_{LWff(f)} \text{ aller CJ}}{n_{ff2}}$	$\frac{\sum \text{length} \cdot \text{width} \cdot \text{height}}{2\,000\,000 \cdot n_2}$ aller CJ
3	not channel spanning single piece (NCS)	n_3	$\sum A_{LW}$ aller NCS	$\frac{\sum A_{LW} \text{ aller NCS}}{n_3}$	$\sum RP_{LW}$ aller NCS	$\frac{\sum RP_{LW} \text{ aller NCS}}{n_3}$	n_{ff3}	$\sum RP_{LWff}$ aller NCS	$\frac{\sum RP_{LWff(f)} \text{ aller NCS}}{n_{ff3}}$	$\frac{\sum \text{length} \cdot \text{width} \cdot \text{height}}{2\,000\,000 \cdot n_3}$ aller NCS
4	not channel spanning jam (NCJ)	n_4	$\sum A_{LW}$ aller NCJ	$\frac{\sum A_{LW} \text{ aller NCJ}}{n_4}$	$\sum RP_{LW}$ aller NCJ	$\frac{\sum RP_{LW} \text{ aller NCJ}}{n_4}$	n_{ff4}	$\sum RP_{LWff}$ aller NCJ	$\frac{\sum RP_{LWff(f)} \text{ aller NCJ}}{n_{ff4}}$	$\frac{\sum \text{length} \cdot \text{width} \cdot \text{height}}{2\,000\,000 \cdot n_4}$ aller NCJ

5.3.1 Sedimentspeicherung

Bei der Begehung wurde außerdem bei jeder Totholzdeposition im Bachabschnitt überprüft, ob und in welchem Ausmaß es zu Sedimentablagerungen bachaufwärts der Totholzablagerung kommt. Sedimentablagerungen äußern sich im Allgemeinen durch eine Änderung der Korngröße des Materials am Bachbettboden und durch Änderungen im Gefälle des Bachbettes (Welling et al., 2021, S. 4).

Die Form, welche die Sedimentablagerung bildet, gleicht im Normalfall einer Art Keil, dessen spitzzulaufende Kante von der Totholzdeposition weg bachaufwärts zeigt (Maffia et al., 2025, S. 2; Poepl et al., 2024, S. 6; Ryan et al., 2014, S. 78; Welling et al., 2021, S. 4; Wohl & Scott, 2017, S. 6).

Die Grundfläche dieses Sedimentkeils und damit gleichzeitig auch der Sedimentablagerung wird modelhaft als Rechteck angesehen (Poepl et al., 2024, S. 6). Dabei entspricht die Breite der Ausdehnung der Sedimentablagerung quer zur Fließrichtung des Baches und die Länge der Ausdehnung der Sedimentablagerung gegen die Fließrichtung des Baches – beide Seitenlängen des Rechteckes werden in cm festgestellt (Poepl et al., 2024, S. 6). Die Höhe des Sedimentkeils wird durch Messungen mit dem Messstab festgestellt: mit dem Messstab werden der höchste Punkt ($depth_1$) und niedrigste Punkt ($depth_2$) der Sedimentablagerung in Zentimeter ermittelt. Die Höhe berechnet sich aus der Differenz der beiden Werte: $depth_2 - depth_1$ (Poepl et al., 2024, S. 6).

Zur Vereinfachung der Berechnungen wird der Keil als dreiseitiges Prisma interpretiert dessen Grundfläche ein rechtwinkliges Dreieck darstellt (Poepl et al., 2024, S. 6).

Die mathematische Formel zur Berechnung des Volumens eines dreiseitigen rechtwinkligen Prismas mit Höhe h lautet allgemein:

$$V = \frac{a * b}{2} * h$$

wobei a und b die beiden Katheten des Dreieckes der Grundfläche darstellen und h die Höhe des Prismas bezeichnet (Ewert et al., 1974, S. 260, 274).

Im konkreten Fall wird das Volumen des Sedimentkeils folgendermaßen berechnet (siehe Abb. 33):

$$V = \frac{l * h}{2} * b$$

wobei l die Länge des Sedimentkeils, b die Breite und h die Höhe ($depth_2 - depth_1$) des Sedimentkeils darstellen.

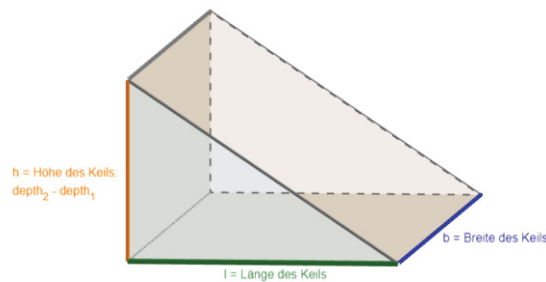


Abb. 33: Mathematisches Modell des Sedimentkeils in Form eines dreiseitigen rechtwinkligen Prismas (Quelle: eigene Darstellung mittels GeoGebra)

Da das Ausmaß des Sedimentkeils auch sehr stark von der Korngröße des abgelagerten Sediments abhängt, wird weiters auch die ungefähre Korngröße der Sedimentablagerung ermittelt: handelt es sich um grobe Ablagerungen – wie bspw. Kiesel – oder um feine Ablagerungen – wie bspw. Sand (Poepl et al., 2024, S. 6; Wohl & Scott, 2017, S. 6).

All diesen Überlegungen bzw. modellhaften Berechnungen in Abschnitt 5.3.1 *Sedimentspeicherung* liegt die modelhafte Annahme zugrunde, dass es sich bei dem Bachbettboden um eine einigermaßen gerade Fläche handelt, ohne besondere Vertiefungen oder Aufwölbungen (Poepl et al., 2024, S. 6).

5.3.2 Die Kartenerstellung

Basierend auf den Auswertungen der erhobenen Daten werden mittels ArcGIS Übersichtskarten der beiden Flussabschnitte erstellt, die die Ergebnisse der Erhebung visuell und übersichtlich darstellen sollen.

Als Basis wurde ein Orthophoto und ein Fließgewässernetz Österreichs verwendet.

Die Karten enthalten damit Informationen der erhobenen Totholztypen (*channel spanning single piece*, *not channel spanning single piece*, *channel spanning jam* und *not channel spanning jam*), des A_{LW} in Prozent und des RP_{LW} (Wert zwischen 0-3) und bilden eine Orientierungshilfe zur Veranschaulichung der berechneten Indizes ID_{LW} , IR_{LW} und $IR_{LW(f)}$.

6. Analyseergebnisse

Im folgenden Kapitel werden die Ergebnisse der Begehung vorgestellt und die Indizes ID_{LW} , IR_{LW} und $IR_{LW(f)}$ berechnet. Die verschiedenen vorgefundenen Totholzarten werden absolut und prozentuell aufgeschlüsselt und die potenziellen Einbringungsarten werden präsentiert.

6.1 Totholzdepositionen in den untersuchten Bachabschnitten

6.1.1 Der Seebach

Der Seebach wurde auf eine Länge von 6190 m untersucht und es wurden dabei 36 Totholzablagerungen vorgefunden. Das bedeutet pro Kilometer befanden sich zum Zeitpunkt der Erhebung durchschnittlich 5,82 Totholzablagerungen im Seebachabschnitt.

Die häufigste Gruppe bilden dabei die *single piece*-Ablagerungen mit insgesamt 30 Stück (entspricht 83,33 Prozent der Gesamtanzahl) (siehe *Tabelle 4*).

In der Unterscheidung zwischen *channel spanning*-Ablagerungen ($n = 9$) und *not channel spanning*-Ablagerungen ($n = 27$) überwiegen die *not channel spanning*-Ablagerungen (entspricht 75 Prozent der Gesamtanzahl).

Tabelle 4: Vorgefundene Totholzdepositionen im untersuchten Abschnitt des Seebaches, Aufschlüsselung „single piece“ vs. „jam“ in Absolutanzahl und Prozent (Quelle: eigene Auswertung)

Klassen der Totholzansammlung	Anzahl	in Prozent der Gesamtanzahl	in Prozent der Gruppenanzahl
Single piece	30	83,33	100,00
channel spanning	7	19,44	23,33
not channel spanning	23	63,89	76,67
Jam	6	16,67	100,00
channel spanning	2	5,56	33,33
not channel spanning	4	11,11	66,67
Gesamtanzahl	36	100,00	

Mit insgesamt 23 Depositionen stellen *not channel spanning single pieces* den häufigsten Typ, der bei der Begehung des Bachabschnittes festgestellt wurde. *Not channel spanning single pieces* bilden damit 63,89 Prozent der Gesamtanzahl ab. Gefolgt von *channel spanning single pieces* mit sieben Ablagerungen (entspricht 19,44 Prozent der Gesamtanzahl). Den dritthäufigsten Typ stellen *not channel spanning jams* mit vier Ablagerungen (entspricht 11,11 Prozent der Gesamtanzahl) und mit insgesamt zwei Ablagerungen (entspricht 5,56 Prozent der

Gesamtanzahl) bilden *channel spanning jams* den seltensten Typ im untersuchten Bachabschnitt.

Insgesamt wurden im Seebach-Bachabschnitt die Totholzarten *bridge*, *ramp*, *partial log step*, *dam jam* und *partial dam jam* vorgefunden. Es gab keine Ablagerungen der Art *collapsed bridge*, *log step* oder *underflow jam* (siehe Tabelle 5).

Die häufigste Art der Totholzablagerung bildeten *ramps* mit 22 Stück (entspricht 61,11 Prozent der Gesamtanzahl) – davon sind 21 *not channel spanning single pieces*, während eine einzelne *ramp* die Kriterien der Art *channel spanning single piece* erfüllte. Am zweithäufigsten wurden mit insgesamt sechs Stück *bridges* festgestellt (entspricht 16,67 Prozent der Gesamtanzahl), gefolgt von *partial dam jam* mit vier Ablagerungen (entspricht 11,11 Prozent der Gesamtanzahl). Bei den Arten *partial log step* und *dam jam* wurden jeweils zwei Ablagerungen verzeichnet (entsprechen jeweils 5,56 Prozent der Gesamtanzahl).

Damit machen *ramps* insgesamt 73,33 Prozent der Gruppe der *single pieces* aus, gefolgt von *bridges*, die in dieser Gruppe 20 Prozent abbilden. In der Gruppe der *jams* bilden die *partial dam jams* mit 67,66 Prozent den größten Anteil.

Tabelle 5: Vorgefundene Totholzdepositionen im untersuchten Abschnitt des Seebaches, Aufschlüsselung nach Typ und Art in Absolutanzahl und Prozent (eigene Auswertung)

Totholz	Gesamtanzahl	36	% an Gesamtanzahl	% an Gruppenanzahl	% an Typanzahl
Single Piece	Gruppen-Anzahl	30	83,33	100,00	-
channel spanning single piece	Typ-Anzahl	7	19,44	23,33	100,00
	bridge	6	16,67	20,00	85,71
	ramp	1	2,78	3,33	14,29
not channel spanning single piece	Typ-Anzahl	23	63,89	76,67	100,00
	ramp	21	58,33	70,00	91,30
	partial log step	2	5,56	6,67	8,70
Jam	Gruppe-Anzahl	6	16,67	100,00	-
channel spanning jam	Typ-Anzahl	2	5,56	33,33	100,00
	dam jam	2	5,56	33,33	100,00
not channel spanning jam	Typ-Anzahl	4	11,11	67,66	100,00
	partial dam jam	4	11,11	67,66	100,00

Hervorzuheben ist außerdem, dass es sich bei den beiden vorgefundenen *dam jams* um Biberdämme handelt (siehe Abb. 34 und Abb. 35).



Abb. 34: Biberdamm, channel spanning dam jam, flussaufwärts (Quelle: eigene Aufnahme, 01.02.2025)

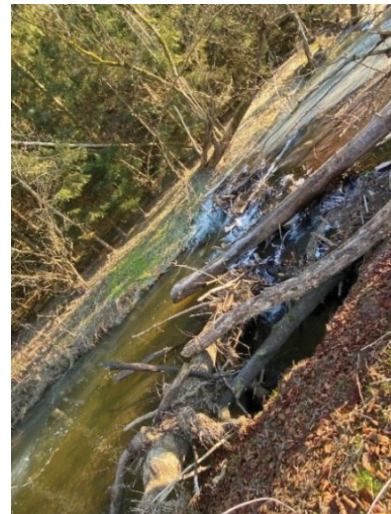


Abb. 35: Biberdamm, channel spanning dam jam, flussabwärts (Quelle: eigene Aufnahme, 04.02.2025)

6.1.2 Thumeritzbach

Der Thumeritzbach wurde auf eine Länge von 5930 m untersucht und es wurden 97 Totholzablagerungen verzeichnet. Das bedeutet zum Zeitpunkt der Erhebung befanden sich durchschnittlich 16,36 Totholzdepositionen pro Kilometer im untersuchten Bachabschnitt.

Mit insgesamt 79 Ablagerungen bilden die *single pieces* die größte Gruppe der Totholzablagerungen (entspricht 81,44 Prozent der Gesamtanzahl) (siehe Tabelle 6).

In der Unterscheidung der Gruppen nach *channel spanning* und *not channel spanning*, überwiegt die Gruppe der *channel spanning*-Ablagerungen mit 50 Depositionen (entspricht 51,55 Prozent der Gesamtanzahl) knapp gegenüber der *not channel spanning*-Ablagerungen mit 47 Depositionen.

Den häufigsten Typ bilden die *channel spanning single pieces* mit 40 Ablagerungen (entspricht 41,24 Prozent der Gesamtanzahl), direkt gefolgt von *not channel spanning single pieces* mit 39 Depositionen (entspricht 40,20 Prozent der Gesamtanzahl). Am dritthäufigsten wurde der Typ *channel spanning jam* verzeichnet mit insgesamt zehn Ablagerungen im untersuchten Bachabschnitt (entspricht 10,31 Prozent der Gesamtanzahl). Mit acht Ablagerungen (entspricht 8,25 Prozent der Gesamtanzahl) bilden *not channel spanning jams* den seltensten Typ von Totholzdepositionen im Untersuchungsabschnitt des Thumeritzbaches.

Tabelle 6: Vorgefundene Totholzdepositionen im untersuchten Abschnitt des Thumeritzbaches, Aufschlüsselung „single piece“ vs. „jam“ in Absolutanzahl und Prozent (Quelle: eigene Auswertung)

Gruppe der Totholzansammlungen	Anzahl	in Prozent der Gesamtanzahl	in Prozent der Gruppenanzahl
Single piece	79	81,44	100,00
channel spanning	40	41,24	50,63
not channel spanning	39	40,20	49,37
Jam	18	18,56	100,00
channel spanning	10	10,31	55,56
not channel spanning	8	8,25	44,44
Gesamtanzahl	97	100,00	

Während der Begehung des Untersuchungsabschnitts des Thumeritzbaches wurden die Totholzarten *bridge*, *collapsed bridge*, *log step*, *ramp*, *partial log step*, *underflow jam*, *dam jam* und *partial dam jam* festgestellt (siehe Tabelle 7).

Tabelle 7: Vorgefundene Totholzdepositionen im untersuchten Abschnitt des Thumeritzbaches, Aufschlüsselung nach Typ und Art in Absolutanzahl und Prozent (Quelle: eigene Auswertung)

Totholz	Gesamtanzahl	97	% an Gesamtanzahl	% an Gruppenanzahl	% an Typanzahl
Single Piece	Gruppe-Anzahl	79	81,44	100,00	-
channel spanning single piece	Typ-Anzahl	40	41,24	50,63	100,00
	bridge	29	29,90	36,71	72,50
	collapsed bridge	4	4,12	5,06	10,00
	log step	2	2,06	2,53	5,00
	ramp	5	5,15	6,33	12,50
not channel spanning single piece	Typ-Anzahl	39	40,21	49,37	100,00
	ramp	38	39,18	48,10	97,44
	partial log step	1	1,03	1,27	2,56
Jam	Gruppe-Anzahl	18	18,56	100,00	-
channel spanning jam	Typ-Anzahl	10	10,31	55,56	100,00
	underflow jam	6	6,19	33,33	60,00
	dam jam	4	4,12	22,22	40,00
not channel spanning jam	Typ-Anzahl	8	8,25	44,44	100,00
	partial dam jam	8	8,25	44,44	100,00

Die häufigste Art bildeten *ramps* mit 43 Stück (entspricht 44,33 Prozent der Gesamtanzahl), gefolgt von *bridges* mit insgesamt 29 Stück (entspricht 29,90 Prozent der Gesamtanzahl). Die dritthäufigste Art bilden *partial dam jams* mit acht Depositionen (entsprechen 8,25 Prozent der

Gesamtanzahl), gefolgt von *underflow jams* mit sechs Depositionen (entsprechen 6,19 Prozent der Gesamtanzahl).

Mit insgesamt vier Depositionen traten *collapsed bridges* und *dam jams* (entsprechen jeweils 4,12 Prozent der Gesamtanzahl) am fünfthäufigsten auf, gefolgt von zwei Ablagerungen der Art *log step* (entsprechen 2,06 Prozent der Gesamtanzahl). Mit lediglich einer Deposition (entspricht 1,03 Prozent der Gesamtanzahl) bildet der *partial log step* die seltenste Art (siehe Tabelle 7).

In der Gruppe der *single pieces* bilden *ramps* mit 54,43 Prozent mehr als die Hälfte aller Depositionen ab, gefolgt von *bridges*, die 36,71 Prozent darstellen. In der Gruppe der *jams* stellen die Arten *partial dam jam* mit 44,44 Prozent die größte Gruppe während *underflow jams* mit 33,33 Prozent am zweithäufigsten auftreten (siehe Tabelle 7).

Auch im Bachabschnitt des Thumeritzbaches wurden drei *dam jams* durch den Biber in den Bachlauf eingebracht: es handelt sich ebenfalls um Biberdämme (siehe Abb. 36-38).



Abb. 36: Biberdamm, channel spanning jam, flussaufwärts
(Quelle: eigene Aufnahme, 09.02.2025)



Abb. 37: Biberdamm, channel spanning jam, flussaufwärts
(Quelle: eigene Aufnahme, 08.02.2025)



Abb. 38: Biberdamm, channel spanning jam, flussaufwärts (Quelle: eigene Aufnahme, 09.02.2025)

6.2 Potenzielle Einbringungsquellen von Totholz in die untersuchten Bachabschnitte

Im folgenden Unterkapitel werden die vorgefundenen potenziellen Einbringungsquellen von Totholz in die beiden Bachabschnitte vorgestellt. Es handelt sich dabei um eine qualitative Erhebung, nicht um eine quantitative.

Des Weiteren handelt es sich um eine Abschätzung der potenziellen Quelle, die tatsächliche Einbringungsquelle kann nicht bei allen Totholzdepositionen mit Sicherheit ermittelt werden.

6.2.1 Seebsbach

Bei der Geländebegehung des Bachabschnittes wurden alle Totholzdepositionen auch auf ihre mögliche Einbringungsquelle untersucht.

Im Untersuchungsabschnitt des Seebsbaches konnten fünf verschiedene potenzielle Einbringungsquellen identifiziert werden.

Diese potenziellen Einbringungsquellen für Totholz sind (Quelle: eigene Erhebung):

- Einbringung durch Biber (Biberdamm)
- Einbringung durch Biber (Einzelbaum)
- Hochwassertransport
- Ufererosion
- Windbruch
- Windwurf

6.2.2 Thumeritzbach

Bei der Geländebegehung des Bachabschnittes wurden alle Totholzdepositionen auch auf ihre mögliche Einbringungsquelle untersucht.

Im Bachabschnitt des Thumeritzbaches konnten sechs unterschiedliche potenzielle Einbringungsquellen festgestellt werden.

Diese potenziellen Einbringungsquellen für Totholz sind (Quelle: eigene Erhebung):

- Einbringung durch Biber (Biberdamm)
- Einbringung durch Biber (Einzelbaum)
- Hochwassertransport
- Menschliche Aktivitäten (Forstarbeiten)
- Ufererosion
- Windbruch
- Windwurf

6.3 Diskonnektivität in den untersuchten Bachabschnitten

6.3.1 Der Seebsbach

Bei der Untersuchung des Ausmaßes an Gerinneblockierung, die die verschiedenen Totholzablagerungstypen auf den Bachabschnitt ausüben, wurde der größte durchschnittliche A_{LW} -Wert mit 82,5 Prozent bei *channel spanning jams* ($n = 2$) festgestellt, gefolgt von durchschnittlich 41,25 Prozent bei *not channel spanning jams* ($n = 4$) (siehe Tabelle 8).

Der dritthöchste Wert des durchschnittlichen A_{LW} wurde bei den *not channel spanning single pieces* ($n = 23$) verzeichnet mit durchschnittlich 10 Prozent, während *channel spanning single pieces* ($n = 7$) im untersuchten Bachabschnitt des Seebsbaches einen durchschnittlichen A_{LW} -Wert von 2,86 Prozent aufweisen.

Tabelle 8: Anzahl der vorgefundenen Typen von Totholz im Bachabschnitt des Seebsbaches und jeweiliger durchschnittlicher A_{LW} -Wert (Quelle: eigene Auswertung)

Typ der Totholzablagerung	Anzahl (n)	durchschn. A_{LW} (in Prozent)
channel spanning single piece	7	2,86
not channel spanning single piece	23	10
channel spanning jam	2	82,5
not channel spanning jam	4	41,25

Dies bedeutet, dass die beiden *channel spanning jams* durchschnittlich den größten Grad an Gerinneblockierung aufweisen. Bei diesen beiden *channel spanning jams* handelt es sich um zwei Biberdämme: *Biberdamm 1* hat einen tatsächlichen A_{LW} -Wert von 70 Prozent, während *Biberdamm 2* einen A_{LW} -Wert von 95 Prozent – also eine fast totale Gerinneblockierung – verursacht.

Der Diskonnektivitätsindex ID_{LW} wird durch folgende Formel beschrieben (Poeppel et al., 2024, S. 3):

$$ID_{LW} = \frac{\Sigma A_{LW}}{l(m)}$$

Mithilfe der erhobenen Daten aus dem untersuchten Bachabschnitt (untersuchte Bachabschnittlänge 6190 m) des Seebsbaches ergibt sich damit folgender Wert für den *Diskonnektivitätsindex* ID_{LW} :

$$ID_{LW} = \frac{580}{6190} = 0,094$$

6.3.2 Der Thumeritzbach

Während der Begehung wurden insgesamt zehn *channel spanning jams* festgestellt, wobei der durchschnittliche A_{LW} -Wert bei 60,40 Prozent liegt. Der zweithöchste Wert der durchschnittlichen Gerinneblockierung wurde mit 38,13 Prozent bei *not channel spanning jams* ($n = 8$) erhoben (siehe *Tabelle 9*).

Die Fläche, die durchschnittlich durch *not channel spanning single pieces* ($n = 39$) im Vergleich zur Fläche des Gerinnequerschnittes, blockiert wird, beläuft sich auf 7,49 Prozent, während der A_{LW} -Wert bei *channel spanning single pieces* ($n = 40$) durchschnittlich 6,50 Prozent beträgt.

Tabelle 9: Anzahl der vorgefundenen Typen von Totholz im Bachabschnitt des Thumeritzbaches und jeweiliger durchschnittlicher A_{LW} -Wert (Quelle: eigene Auswertung)

Typ der Totholzablagerung	Anzahl (n)	durchschn. A_{LW} (in Prozent)
channel spanning single piece	40	6,50
not channel spanning single piece	39	7,49
channel spanning jam	10	60,40
not channel spanning jam	8	38,13

Unter den zehn *channel spanning jams* befinden sich auch drei Biberdämme: *Biberdamm 1* hat einen A_{LW} -Wert von tatsächlichen 99 Prozent, *Biberdamm 2* weist eine Gerinneblockierung von 80 Prozent auf und *Biberdamm 3* von 95 Prozent. Die durchschnittliche Gerinneblockierung, die von Biberdämmen im Untersuchungsabschnitt verursacht wird, beträgt damit 91,33 Prozent.

Die erhobenen Daten aus dem untersuchten Bachabschnitt (untersuchte Bachabschnittslänge 5930 m) des Thumeritzbaches ergeben damit folgenden Wert für den *Diskonnektivitätsindex* ID_{LW} :

$$ID_{LW} = \frac{1461,15}{5930} = 0,246$$

6.4 Das Sedimentrückhaltepotenzial durch Totholzdepositionen in den untersuchten Bachabschnitten

6.4.1 Der Seebach

Bei der Untersuchung des Sedimentrückhaltepotenzials durch die verschiedenen Totholztypen, wurde bei den *channel spanning jams* im untersuchten Bachabschnitt mit dem Wert „3“ das höchste Potenzial festgestellt, um Sediment abzulagern (siehe *Tabelle 10*).

Bei diesen beiden *channel spanning jams* handelt es sich um die beiden Biberdämme. Die Biberdämme haben damit ein hohes Potenzial Sediment im Untersuchungsabschnitt zurückzuhalten. Bei der Begehung wurde bei den beiden Biberdämmen eine tatsächliche Sedimentablagerung von jeweils 1,8 m³ gemessen.

Das durchschnittliche Sedimentrückhaltepotenzial von *not channel spanning jams* beträgt 1,5 – damit liegt das Potenzial von *not channel spanning jams* bei geringem bis mäßigem Potenzial Sediment zurückzuhalten. Bei der Messung des Sedimentvolumens, das durch diesen Totholztyp abgelagert wird, wurde ein tatsächlicher Wert von durchschnittlich 0,2 m³ festgestellt.

Tabelle 10: Anzahl der vorgefundenen Typen von Totholz, durchschnittliche RP_{LW} -Werte, durchschnittlich gespeichertes Sedimentvolumen des untersuchten Bachabschnitt Seebach (Quelle: eigene Auswertung)

Typ der Totholzablagerung	Anzahl (n)	durchschn. RP_{LW}	durchschn. gespeichertes Sedimentvolumen (in m ³)
channel spanning single piece	7	0,29	0
not channel spanning single piece	23	0,7	0,01
channel spanning jam	2	3	1,8
not channel spanning jam	4	1,5	0,2

Die *not channel spanning single pieces* haben im untersuchten Bachabschnitt keines bzw. nur geringes Potenzial Sediment zurückzuhalten – bei diesem Totholztyp hat sich ein RP_{LW} -Wert von durchschnittlich 0,7 ergeben. Tatsächlich wurde ein durchschnittliches Sedimentvolumen von 0,01 m³ bei der Vermessung der Sedimentablagerungen festgestellt.

Der durchschnittliche RP_{LW} -Wert der *channel spanning single pieces* im untersuchten Bachabschnitt liegt bei 0,29. Die *channel spanning single pieces* haben damit ebenfalls keines oder nur geringes Potenzial Sediment zurückzuhalten – ihr Potenzial ist noch niedriger als jenes der *not channel spanning single pieces*.

Um das Sedimentrückhaltepotenzial der verschiedenen Totholztypen auf Feinsediment zu untersuchen, wurden für folgende Ergebnisse nur jene Totholzdepositionen berücksichtigt, bei denen bei der Begehung Rückstaueffekte des Wassers festgestellt werden konnten (Poepl et al., 2024, S. 4).

Bei allen erhobenen *channel spanning single pieces* wurde nur bei einer einzigen Totholzdeposition ein Wasserrückstaueffekt festgestellt. Es handelte sich dabei um eine *ramp*, die einen $RP_{LW(\varnothing)}$ -Wert von 2 aufweist (gerinneüberspannend, Bachbettkontakt, aber der A_{LW} -Wert < 50 Prozent). Somit hat diese *ramp* mäßiges Potenzial Sediment zurückzuhalten. Die Sedimentablagerung, die bei dieser *ramp* bei der Vermessung festgestellt wurde, beträgt 0,01 m³.

Von den 23 im Untersuchungsgebiet vorgefundenen *not channel spanning single pieces* wurden bei sieben Wasserrückstaueffekte festgestellt. Die sieben *not channel spanning single pieces* lieferten einen durchschnittlichen $RP_{LW(\varnothing)}$ -Wert von 0,86. Die *not channel spanning single pieces* des untersuchten Bachabschnittes haben damit durchschnittlich kein bis geringes Potenzial Sediment zurückzuhalten. Bei der Vermessung wurde eine durchschnittliche Sedimentablagerung von 0,02 m³ erhoben.

Die beiden *channel spanning jams* (Biberdämme) wiesen ebenfalls starke Rückstauungseffekte des Wassers auf. Damit haben die *channel spanning jams* auch einen $RP_{LW(\varnothing)}$ -Wert von 3 und ein durchschnittliches Sedimentvolumen von 1,8 m³.

Bei drei *not channel spanning jams* wurde Wasserrückstau festgestellt. Mit einem durchschnittlichen $RP_{LW(f)}$ -Wert von 1,67 haben diese ein geringes bis mäßiges Potenzial Sediment zurückzuhalten. Tatsächlich betrug das durchschnittliche Feinsedimentvolumen bei diesen *not channel spanning jams* $0,27 \text{ m}^3$.

Die nachfolgende *Tabelle 11* bildet diesen Sachverhalt in tabellarischer Form ab.

Tabelle 11: Anzahl der vorgefundenen Typen von Totholz, durchschnittliche $RP_{LW(f)}$ -Werte, durchschnittlich gespeichertes Feinsedimentvolumen des untersuchten Bachabschnitt Seebach (Quelle: eigene Auswertung)

Typ der Totholzablagerung	Anzahl (n(f))	durchschn. $RP_{LW(f)}$	durchschn. gespeichertes Sedimentvolumen (in m^3)
channel spanning single piece	1	2	0,01
not channel spanning single piece	7	0,86	0,02
channel spanning jam	2	3	1,8
not channel spanning jam	3	1,67	0,27

Tabelle 12 zeigt einen Überblick der vorgefundenen Totholzdepositionen im untersuchten Bachabschnitt aufgeschlüsselt nach RP_{LW} -Kategorien. Gleichzeitig beschreibt die Tabelle auch bei wie vielen Totholzdepositionen tatsächlich Sedimentablagerungen festgestellt wurden und gibt einen Überblick über das gemessene Volumen der Sedimentablagerungen.

Insgesamt wurden 13 Totholzdepositionen der Kategorie 0 = „kein Sedimentrückhaltepotenzial“ zugewiesen. Keine von ihnen speicherte tatsächlich Sediment ab.

Der Kategorie 1 = „geringes Sedimentrückhaltepotenzial“ wurden insgesamt 18 Totholzdepositionen zugeordnet, wobei 11 von ihnen tatsächlich Sedimentablagerungen ausgelöst hatten. Das durchschnittliche Volumen der Sedimentablagerung betrug hier $0,02 \text{ m}^3$.

Drei Totholzdepositionen erfüllten die Kriterien für Kategorie 2 = „mäßiges Sedimentrückhaltepotenzial“. Alle drei Totholzdepositionen sorgten tatsächlich für Sedimentablagerungen mit einem durchschnittlichen Volumen von $0,26 \text{ m}^3$.

Insgesamt zwei Totholzablagerungen wurden der Kategorie 3 = „hohes Sedimentrückhaltepotenzial“ zugewiesen. Beide Depositionen lagerten auch tatsächlich Sediment bachaufwärts ab, wobei das durchschnittliche Volumen der Sedimentablagerungen $1,80 \text{ m}^3$ betrug.

Tabelle 12: Aufschlüsselung der RP_{LW} -Kategorien anhand Totholzdepositionsanzahl je Kategorie, Anzahl der Totholzdepositionen, die tatsächlich Sediment speichern je Kategorie, gespeichertes Sedimentvolumen je Kategorie, Bachabschnitt Seebach (Quelle: eigene Auswertung)

RP_{LW}	Anzahl	Anzahl an Totholzdepositionen, die tatsächlich Sediment speichern	gespeichertes Sedimentvolumen (in m ³)	durchschn. gespeichertes Sedimentvolumen (in m ³)
0	13	0	0	0
1	18	11	0,23	0,02
2	3	3	0,79	0,26
3	2	2	3,60	1,80

Insgesamt wurden von den im untersuchten Bachabschnitt vorgefundenen Totholzdepositionen insgesamt 4,62 m³ Sediment gespeichert. Das sind 0,75 m³ pro untersuchten Bachabschnittskilometer.

Die größte tatsächlich vorgefundene Sedimentablagerung bei einer Totholzdeposition betrug 1,8 m³. Wie bereits erwähnt, waren es zwei Biberdämme, die eine jeweilige Sedimentablagerung von 1,8 m³ initiierten.

Abb. 39 bietet eine Übersichtskarte über die Verteilung der verschiedenen Typen von Totholzdepositionen (*channel spanning jam*, *not channel spanning jam*, *channel spanning single piece*, *not channel spanning single piece*) im Untersuchungsgebiet des Seebaches aufgeschlüsselt nach dem geschätzten A_{LW} -Wert in Prozent und dem ermittelten Wert des RP_{LW} – zusätzlich wurden auch die tatsächlich ermittelten Sedimentablagerungen in m³ ergänzt.

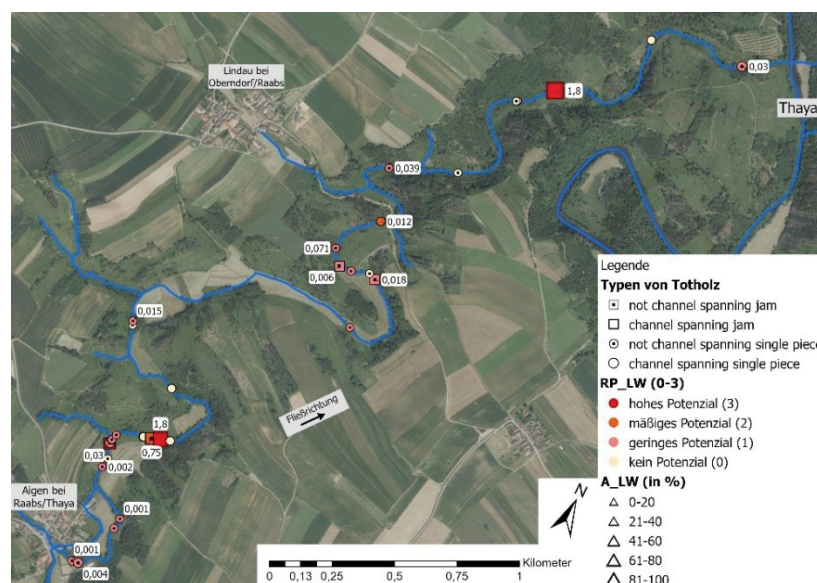


Abb. 39: Totholzdepositionen entlang des untersuchten Bachabschnitts des Seebaches, aufgeschlüsselt nach Typ der Totholzdeposition, Gerinneblockierung (A_{LW} in Prozent), Sedimentrückhaltepotenzial (RP_{LW} mit Werten zwischen 0-3) und tatsächlich gespeichertes Sediment (in m³) bei einzelnen Totholzdepositionen (Kartengrundlage: DEM, Orthophot; eigene Darstellung)

Zur Berechnung des Sedimentrückhaltepotenzials aller Totholzdepositionen ($n = 36$) im untersuchten Bachabschnitt des Seebaches (mit einer Länge von 6190 m) wird folgende Indexformel herangezogen (Poepl et al., 2024, S. 4–5):

$$IR_{LW} = \frac{\Sigma RP_{LW}}{l(m)}$$

Mit den erhobenen Daten ergibt sich folgender Indexwert:

$$IR_{LW} = \frac{31,13}{6190} = 0,005$$

Um das Sedimentrückhaltepotenzial von Feinsediment durch alle Totholzdepositionen im untersuchten Bachabschnitt des Seebaches berechnen zu können, wird folgende Formel verwendet (Poepl et al., 2024, S. 4–5):

$$IR_{LW(f)} = \frac{\Sigma RP_{LW(f)}}{l(m)}$$

Durch Auswertung der erhobenen Daten ergibt sich folgender Indexwert:

$$RP_{LW(f)} = \frac{20,02}{6190} = 0,003$$

6.4.2 Der Thumeritzbach

Bei der Untersuchung des Sedimentrückhaltepotenzials, das durch die abgelagerten Totholzdepositionen verursacht wurde, lieferten die zehn vorgefundenen *channel spanning jams* einen durchschnittlichen RP_{LW} -Wert von 2,4. Damit haben die *channel spanning jams* im untersuchten Bachabschnitt durchschnittlich mäßiges bis hohes Potenzial Sediment zurückzuhalten. Tatsächlich wurde bei der Untersuchung der Sedimentablagerung ein durchschnittliches Ablagerungsvolumen von 0,79 m³ ermittelt (siehe *Tabelle 13*).

Der zweithöchste durchschnittliche RP_{LW} -Wert wurde mit 1,25 bei den acht vorgefundenen *not channel spanning jams* erhoben. Damit haben *not channel spanning jams* im untersuchten Bachabschnitt durchschnittlich geringes bis mäßiges Potenzial Sediment zurückzuhalten. Das

durchschnittliche Sediment, das tatsächlich bei den *not channel spanning jams* abgelagert wurde, betrug 0,11 m³.

Tabelle 13: Anzahl der vorgefundenen Typen von Totholz, durchschnittliche RP_{LW} -Werte, durchschnittlich gespeichertes Sedimentvolumen des untersuchten Abschnittes des Thumeritzbaches (Quelle: eigene Auswertung)

Typ der Totholzablagerung	Anzahl (n)	durchschn. RP_{LW}	durchschn. gespeichertes Sedimentvolumen (in m ³)
channel spanning single piece	40	0,60	0,04
not channel spanning single piece	39	0,87	0,02
channel spanning jam	10	2,40	0,79
not channel spanning jam	8	1,25	0,11

Insgesamt wurden bei der Begehung 39 *not channel spanning single pieces* vorgefunden. Diese lieferten einen durchschnittlichen RP_{LW} -Wert von 0,87. Damit haben die *not channel spanning single pieces* im untersuchten Bachabschnitt durchschnittlich kein bis geringes Potenzial Sediment abzulagern. Bei der Vermessung der tatsächlich gespeicherten Sedimentablagerung wurde ein durchschnittliches Volumen von 0,02 m³ gemessen.

Bei der Begehung wurden 40 *channel spanning single pieces* verzeichnet, welche einen durchschnittlichen RP_{LW} -Wert von 0,60 aufwiesen. Damit haben die *channel spanning single pieces*-Depositionen im untersuchten Abschnitt durchschnittlich kein bis geringes Potenzial Sediment zu speichern. Tatsächlich wurden bei den Depositionen eine durchschnittliche Sedimentablagerung von 0,04 m³ festgestellt.

Bei der Untersuchung des Rückhaltepotenzials der Totholztypen für Feinsediment wurde bei neun *channel spanning jams* Wasserrückstau festgestellt. Diese *channel spanning jams* lieferten einen durchschnittlichen $RP_{LW(f)}$ -Wert von 2,44. Damit haben die im untersuchten Bachabschnitt vorgefundenen *channel spanning jams* durchschnittlich mäßiges bis hohes Potenzial Feinsediment zu speichern. Bei der Untersuchung des tatsächlich abgelagerten Feinsediments ergab sich ein Durchschnittsvolumen von 0,88 m³ (siehe Tabelle 14).

Es wurden insgesamt im untersuchten Bachabschnitt 11 *channel spanning single pieces* vorgefunden, die Wasserrückstaueffekte aufwiesen. Die *channel spanning single pieces* ergaben einen durchschnittlichen $RP_{LW(f)}$ -Wert von 2,18. Dies bedeutet, dass die *channel spanning single pieces* in diesem Bachabschnitt ebenfalls mäßiges bis hohes Potenzial aufweisen, Feinsedimentablagerungen initiieren zu können. Die durchschnittliche Feinsedimentmenge, die durch diese Depositionen zurückgehalten wird, betrug 0,14 m³.

Tabelle 14: Anzahl der vorgefundenen Typen von Totholz, durchschnittliche $RP_{LW(f)}$ -Werte, durchschnittliches gespeichertes Feinsedimentvolumen des Bachabschnittes des Thumeritzbaches (Quelle: eigene Auswertung)

Typ der Totholzablagerung	Anzahl ($n(f)$)	durchschn. $RP_{LW(f)}$	durchschn. gespeichertes Sedimentvolumen (in m^3)
channel spanning single piece	11	2,18	0,14
not channel spanning single piece	11	0,91	0,07
channel spanning jam	9	2,44	0,88
not channel spanning jam	6	1,33	0,15

Die sechs *not channel spanning jams*, bei denen bei der Untersuchung Wasserrückstau festgestellt wurden, lieferten einen durchschnittlichen $RP_{LW(f)}$ -Wert von 1,33 und haben damit durchschnittlich geringes bis mäßiges Potenzial Feinsediment zurückzuhalten. Bei der Vermessung der Feinsedimentablagerungen bei diesem Totholztyp, ergab sich eine durchschnittliche Sedimentablagerung von 0,15 m^3 .

Der Totholztyp *not channel spanning single pieces* wies bei insgesamt 11 Depositionen Wasserrückstaueffekte auf. Diese Depositionen haben einen durchschnittlichen $RP_{LW(f)}$ -Wert von 0,91 und haben im untersuchten Bachabschnitt damit durchschnittlich kein bis geringes Potenzial Feinsediment abzulagern. Bei der Analyse der Feinsedimentablagerung bachaufwärts dieser *not channel spanning single pieces* ergab sich ein durchschnittliches Feinsedimentvolumen von 0,07 m^3 .

Tabelle 15 zeigt einen Überblick über die Aufstellung der festgestellten Totholzdepositionen aufgeschlüsselt nach den vier Kategorien des Sedimentrückhaltepotenzials RP_{LW} .

Tabelle 15: Aufschlüsselung der RP_{LW} -Kategorien anhand Totholzdepositionsanzahl je Kategorie, Anzahl der Totholzdepositionen, die tatsächlich Sediment speichern je Kategorie, gespeichertes Sedimentvolumen je Kategorie des Bachabschnittes des Thumeritzbaches (Quelle: eigene Auswertung)

RP_{LW}	Anzahl	Anzahl an Totholzdepositionen, die tatsächlich Sediment speicherten	gespeichertes Sedimentvolumen (in m^3)	durchschn. gespeichertes Sedimentvolumen (in m^3)
0	34	0	0	0
1	40	14	1,11	0,08
2	17	10	2,49	0,25
3	6	4	7,52	1,88

Von den 97 Totholzdepositionen, die sich zum Zeitpunkt der Begehung im Bachabschnitt befanden, wurden 34 der Kategorie 0 = „kein Sedimentrückhaltepotenzial“ zugeordnet. Keine dieser Depositionen lagerte tatsächlich Sediment ab.

In der Kategorie 1 = „geringes Sedimentrückhaltepotenzial“ befinden sich 40 Totholzdepositionen von denen 14 auch tatsächlich Sediment im Bachlauf zurückhalten. Das gesamte Sedimentvolumen, das durch Totholzdepositionen dieser Kategorie im untersuchten Bachabschnitt zurückgehalten wurde, beträgt 1,11 m³ - was eine durchschnittliche Sedimentablagerung von 0,08 m³ bedeutet.

Insgesamt erfüllten 17 im untersuchten Bachabschnitt vorgefundene Totholzdepositionen die Kriterien für Kategorie 2 = „mäßiges Sedimentrückhaltepotenzial“. Die Untersuchungen ergaben, dass zehn Ablagerungen tatsächlich für Sedimentrückhalt sorgten. Die Sedimentgesamtmenge, die von diesen zehn Depositionen abgelagert wird, beträgt 2,49 m³. Durchschnittlich werden also in diesem Bachabschnitt 0,25 m³ von Totholzdepositionen der Kategorie 2 zurückgehalten.

Im untersuchten Bachabschnitt wird Kategorie 3 = „hohes Sedimentrückhaltepotenzial“ von sechs Totholzdepositionen erfüllt, von denen vier Depositionen auch tatsächlich Sediment abgelagerten. Die Gesamtmenge, die von diesen vier Totholzdepositionen abgelagert wurde, betrug 7,52 m³. Das bedeutet, dass jede dieser vier Totholzdepositionen durchschnittlich 1,88 m³ an Sediment zurückhält.

Im gesamten untersuchten Bachabschnitt wurden insgesamt 11,12 m³ Sediment von den 97 vorgefundenen Totholzdepositionen abgelagert. Dies entspricht 1,88 m³ pro untersuchten Bachabschnittskilometer.

Die größte Sedimentablagerung, die bei der Begehung bei einer einzigen Totholzdeposition verzeichnet wurde, betrug 6 m³ und wurde bei einem Biberdamm mit einem A_{LW} -Wert von 99 Prozent gemessen. Der gemessene Sedimentkeil bachaufwärts dieses Biberdamms hatte zum Zeitpunkt der Erhebung eine Länge von ca. 400 cm, eine Breite von ca. 500 cm und eine Höhe von 60 cm.

$$IR_{LW} = \frac{91,93}{5930} = 0,016$$

$$IR_{LW(f)} = \frac{63,93}{5930} = 0,011$$

Die Übersichtskarte von Abb. 40 zeigt die Verteilung der verschiedenen Typen von Totholzdepositionen (*channel spanning single piece*, *not channel spanning single piece*, *channel spanning jam*, *not channel spanning jam*) im Untersuchungsgebiet des Thumeritzbaches aufgeschlüsselt nach dem geschätzten A_{LW} -Wert in Prozent und dem ermittelten Wert des RP_{LW} – außerdem bietet sie eine Übersicht über die tatsächlich ermittelten Sedimentablagerungen in m^3 bei den einzelnen Totholzdepositionen.

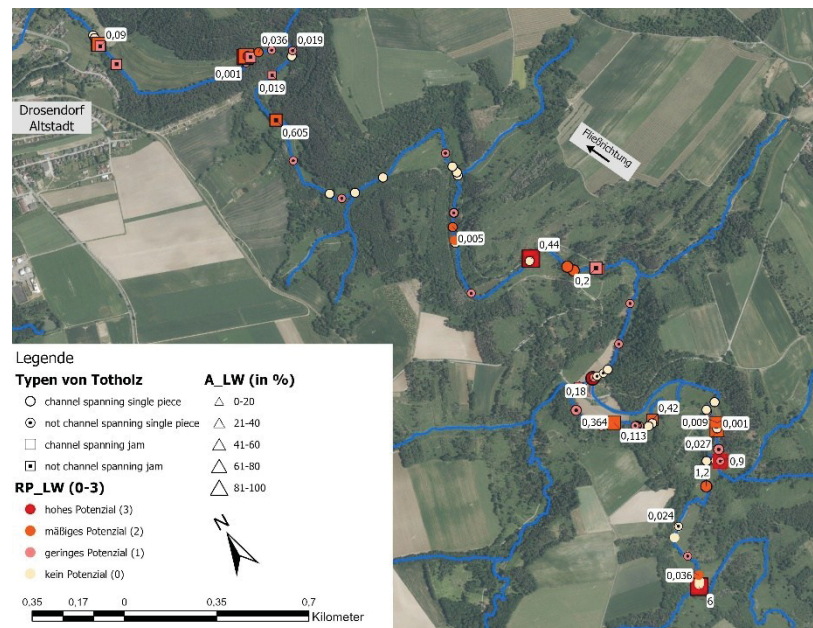


Abb. 40: Totholzdepositionen entlang des untersuchten Bachabschnitts des Thumeritzbaches, aufgeschlüsselt nach Typ der Totholzdeposition, Gerinneblockierung (A_{LW} in Prozent), Sedimentrückhaltepotenzial (RP_{LW} mit Werten zwischen 0-3) und tatsächlich gespeichertes Sediment (in m^3) bei einzelnen Totholzdepositionen (Kartengrundlage: DEM, Orthophot; eigene Darstellung)

7. Diskussion der Ergebnisse

Insgesamt wurde der Seebach auf eine Länge von 6190 m untersucht, beim Thumeritzbach beläuft sich die Länge des Untersuchungsabschnittes auf 5930 m.

Im Seebachabschnitt wurden insgesamt 36 Totholzdepositionen kategorisiert, im Thumeritzbachabschnitt waren es 97. Damit befanden sich auf den untersuchten 5930 m des Thumeritzbaches 2,69-mal mehr Totholzablagerungen als auf den untersuchten 6190 m des Seebaches.

7.1 Totholzdepositionen in den untersuchten Bachabschnitten

Forschungsfrage 1 beschäftigt sich mit den verschiedenen Arten von Totholzablagerungen, die in den untersuchten Bachabschnitten des Seebaches und des Thumeritzbaches festgestellt werden konnten.

Tabelle 16 zeigt den Vergleich der vorgefundenen verschiedenen Typen an Totholzdepositionen.

Die Auswertungen zeigen, dass der größte Anteil der Ablagerungen im Bachabschnitt des Seebsbaches auf *not channel spanning single pieces* (63,89 Prozent) entfiel, während im Bachabschnitt des Thumeritzbaches die *channel spanning single pieces* (41,24 Prozent) überwogen. Am zweithäufigsten waren im Seebsbachabschnitt die *channel spanning single pieces* (19,44 Prozent), im Untersuchungsabschnitt des Thumeritzbaches waren es die *not channel single pieces* (40,20 Prozent).

Im untersuchten Bachabschnitt des Seebsbaches wurde am dritthäufigsten der Typ des *not channel spanning jam* (11,11 Prozent) identifiziert, im Thumeritzbachabschnitt war der dritthäufigste Typ jener des *channel spanning jams* (10,31 Prozent). Der seltenste Typ an Totholzdepositionen war im Untersuchungsgebiet des Seebsbaches der *channel spanning jam* (5,56 Prozent), während es im Abschnitt des Thumeritzbaches der Typ des *not channel spanning jams* (8,25 Prozent) war.

Damit überwogen sowohl im untersuchten Bachabschnitt des Seebsbaches sowie in jenem des Thumeritzbaches die Depositionen der *single pieces*: im Seebsbachabschnitt waren 83,33 Prozent *single piece*-Ablagerungen, im Thumeritzbachabschnitt waren es 81,44 Prozent.

Tabelle 16: Vergleich der Typen von Totholzdepositionen der untersuchten Bachabschnitten des Seebsbaches und des Thumeritzbaches in Prozent (%) der Gesamtanzahl (Quelle: eigene Auswertung)

Typen von Totholzdepositionen	Bachabschnitt Seebsbach (Anteil an Gesamtanzahl in %)	Bachabschnitt Thumeritzbach (Anteil an Gesamtanzahl in %)
channel spanning single piece	19,44	41,24
not channel spanning single piece	63,89	40,20
channel spanning jam	5,56	10,31
not channel spanning jam	11,11	8,25

Andere Forschungen zu Totholzvorkommen in Fließgewässern lieferten davon abweichende Ergebnisse. In den Untersuchungen von Pöpl et al. (Poepl et al., 2024, S. 6–7) an Flussabschnitten zweier Bäche (Fugnitz und Kaja) im Thayatal National Park überwogen in beiden Abschnitten die *jam*-Depositionen. Der häufigste Typ an Totholzdepositionen war in beiden Bachabschnitten jener des *not channel spanning jam* (mit 51,4 Prozent bzw. 44,19 Prozent), gefolgt vom Typ *channel spanning jam* (mit 18,69 Prozent bzw. 37,20 Prozent). Bei den *single piece*-Depositionen überwogen bei den Untersuchungen von Pöpl et al. in beiden untersuchten Bachabschnitten die *not channel spanning single pieces* (mit 19,63 Prozent und

11,63 Prozent). Erhebungsergebnisse von Welling et al. (Welling et al., 2021, S. 4) vom Lost Horse Creek (Montana, USA) zeigten einen deutlichen Überhang an *jams*: *channel spanning jams* bilden dort rund die Hälfte des gesamten festgestellten Holzvolumens ab.

Die prozentuelle Aufschlüsselung der einzelnen Arten der Totholzablagerungen aus *Tabelle 17* zeigt, dass in beiden untersuchten Bachabschnitten *ramps* am häufigsten auftraten: im Seebachabschnitt machten *ramps* insgesamt 61,11 Prozent der Totholzdepositionen (2,78 Prozent *channel spanning ramps*, 58,33 *not channel spanning ramps*) aus, im Thumeritzbachabschnitt waren es 44,33 Prozent (5,15 Prozent *channel spanning ramps*, 39,18 *not channel spanning ramps*).

Am zweithäufigsten wurden in beiden Bachabschnitten *bridges* identifiziert: im Untersuchungsgebiet des Seebachs fielen 16,66 Prozent der Totholzdepositionen unter die Art *bridge*, im Thumeritzbachabschnitt waren es 29,90 Prozent. Die dritthäufigste Art der Totholzdepositionen war sowohl im Seebachabschnitt (11,11 Prozent) als auch im Thumeritzbachuntersuchungsgebiet (8,25 Prozent) der *partial dam jam*.

Damit weisen beide Untersuchungsabschnitte dieselben Arten von Totholzdepositionen bzgl. ihrer Häufigkeit auf: 1. *ramps*, 2. *bridges*, 3. *partial dam jams*.

Tabelle 17: Vergleich der Arten von Totholzdepositionen der untersuchten Bachabschnitten des Seebaches und des Thumeritzbaches in Prozent (%) der Gesamtanzahl (Quelle: eigene Auswertung)

Arten von Totholzdepositionen	Bachabschnitt Seebach (Anteil an Gesamtanzahl in %)	Bachabschnitt Thumeritzbach (Anteil an Gesamtanzahl in %)
channel spanning single piece		
bridge	16,66	29,90
collapsed bridge	-	4,12
log step	-	2,06
ramp	2,78	5,15
not channel spanning single piece		
ramp	58,33	39,18
partial log step	5,56	1,03
channel spanning jam		
underflow jam	-	6,19
dam jam	5,56	4,12
not channel spanning jam		
partial dam	11,11	8,25

Insgesamt wurden im untersuchten Bachabschnitt des Seebsbaches fünf Arten von Totholzdepositionen festgestellt: *bridge*, *ramp*, *partial log step*, *dam jam* und *partial dam jam*. Im untersuchten Bachabschnitt des Thumeritzbaches wurden insgesamt acht Arten von Totholzdepositionen festgestellt: *bridge*, *collapsed bridge*, *log step*, *ramp*, *partial log step*, *underflow jam*, *dam jam* und *partial dam jam*.

Damit wurden im Untersuchungsabschnitt des Thumeritzbaches mehr unterschiedliche Arten von Totholzdepositionen vorgefunden als im Untersuchungsgebiet des Seebsbaches. Dies bestätigt Hypothese 1. Ein möglicher Grund dafür könnte sein, dass das Ufergebiet des Untersuchungsabschnitts des Thumeritzbaches einen höheren Bewaldungsgrad bzw. eine dichtere Bewaldung aufweist als das Ufergebiet des Seebsbachabschnittes (siehe *Abb. 19* und *Abb. 20*).

Wie Wohl & Scott (Wohl & Scott, 2017, S. 6, 15) in ihrem Artikel auch u.a. ansprechen, nimmt die Anzahl an Totholz in einem Fließgewässer für gewöhnlich ab, wenn die Größe des Einzugsgebietes des Fließgewässers zunimmt (Galia et al., 2020, S. 2058; Poepl et al., 2024, S. 7). Dieser Umstand lässt sich u.a. damit begründen, dass ein größeres Einzugsgebiet typischerweise mit höheren Abflussmengen und einer größeren Gerinnebreite einhergeht (Maffia et al., 2025, S. 2; Wohl & Scott, 2017, S. 6). Abflussmenge und Gerinnebreite sind zentrale Faktoren für die Transportkapazität von Totholz in einem Gerinne (Galia et al., 2020, S. 2057; Pfeiffer & Wohl, 2018, S. 194; Verdonschot & Verdonschot, 2023, S. 43). Diese Annahme könnte auch auf die Untersuchungsabschnitte des Seebsbaches und des Thumeritzbaches angewandt werden: Im Falle des Seebsbaches beläuft sich das Einzugsgebiet auf 116 km², der Thumeritzbach hat ein Einzugsgebiet von 90,5 km² (BMLFUW, 2014, S. 133; GEOCONSULT WIEN ZT GmbH, 2008, S. 23). Das bedeutet, die Größe des Einzugsgebietes unterscheidet sich bei diesen beiden Bächen um 25,5 km².

Der große Anteil an *bridges* und *ramps* ist auffällig. Ein möglicher Erklärungsansatz könnte die Sturmintensität der Regenereignisse während des Hochwasserereignisses im September 2024 sein³, die zu zahlreichen Windwürfen und Windbrüchen bei den Bäumen der Uferumgebung beider untersuchten Bachabschnitte führte. Abbe & Montgomery (Abbe & Montgomery, 2003, S. 85) sprechen beispielsweise davon, dass bei Windwurfprozessen ganze Baumgruppen betroffen sein können, die dann parallel zueinander in dieselbe Richtung kippen. Aber auch

³ siehe dazu Kapitel 4.4 Niederschlagsereignis und Hochwasserereignis im September 2024

Prozesse der Ufererosion können für die Einbringung von *bridges* und *ramps* verantwortlich sein (Abbe & Montgomery, 2003, S. 85).

Ein zusätzlicher Grund für derartig viele *bridges* in Zuge von Windwurf – auch abgesehen von den Sturmintensitäten des Niederschlagsereignisses im September 2024 – kann aber auch ein Schädlingsbefall sein. In weiten Teilen Europas kämpft man bspw. seit Jahren mit dem Pilz *Chalara fraxinea*, welcher sämtliche Arten von Eschen befällt – auch die Gemeine Esche (*Fraxinus excelsior*) (Kowalski et al., 2010, S. 184), die man u.a. im Ufergebiet des Thumeritzbaches findet. Der Pilz befällt nicht nur einzelne Bäume, sondern mitunter ganze (Eschen)Baumgruppen (Kowalski et al., 2010, S. 188). Einmal befallen breitet sich der Pilz im Baum immer wieder aus, dieser stirbt nach und nach ab (Biosphärenpark Wienerwald Management GmbH, o.D.). Eine Kombination mit anderen Schädlingen – bspw. Moderfäulen – kann für das Absterben des Wurzelstocks sorgen (Kowalski et al., 2010, S. 188-189). Solche Bäume sind sehr anfällig für Windwurfprozesse, wobei hierbei schon geringere Windgeschwindigkeiten ausreichen können (Kowalski et al., 2010, S. 189). In Österreich wurde dieser Pilz zum ersten Mal 2005 gemeldet – seither sind besonders Baumbestände in Niederösterreich, Oberösterreich und der Steiermark betroffen (Kowalski et al., 2010, S. 186).

7.2 Potenzielle Einbringungsquellen von Totholz in die untersuchten Bachabschnitte

Forschungsfrage 2 fragt nach den möglichen Einbringungsquellen von Totholz in die beiden Untersuchungsabschnitte des Seebsbaches und des Thumeritzbaches.

Im untersuchten Bachabschnitt des Seebsbaches wurden fünf mögliche Einbringungsquellen identifiziert: Hochwassertransport, Windbruch, Windwurf, Einbringung durch den Biber in Form eines Einzelbaumes oder eines Biberdammes und Ufererosion.

Im untersuchten Bachabschnitt des Thumeritzbaches wurden sechs mögliche Einbringungsquellen festgestellt: Hochwassertransport, Windbruch, Windwurf, Einbringung durch den Biber in Form eines Einzelbaumes oder eines Biberdammes, Ufererosion und menschliche Aktivitäten in Form von Forstwirtschaft.

Damit wurden in beiden Bachabschnitten insgesamt sechs verschiedene potenzielle Einbringungsquellen vorgefunden.

Von diesen sechs möglichen Totholzquellen ist lediglich eine direkt auf menschliche Aktivitäten zurückzuführen. Durch Forstarbeiten und das bewusste Fällen von Bäumen wurden vereinzelt *channel spanning single pieces* in Form von *bridges* oder *not channel spanning single pieces* in Form von *ramps* eingebracht.

Damit kann Hypothese 2 bestätigt werden: Natürliche Einbringungsquellen (Hochwassertransport, Windbruch, Windwurf, Biberaktivitäten in Form von Einzelbäumen und Biberdamm, Ufererosion) überwiegen deutlich gegenüber der direkten Totholzeinbringung durch den Menschen (menschliche Aktivitäten in Form von Forstwirtschaft). Mitunter kann dies auch darauf zurückgeführt werden, dass beide Bachabschnitte als überwiegend naturnah eingestuft werden können (GEOCONSULT WIEN ZT GmbH, 2008, S. 36).

Dies wird auch durch unterschiedliche Forschungsarbeiten unterstützt. Galia et al. (Galia et al., 2020, S. 2058) sprechen in ihrer Arbeit bspw. davon, dass Hochwasserereignisse eine der Haupteinbringungsquellen von Totholz in ein Fließgewässer sind. Die Prozesse, welche letztendlich zu Windwurf und Windbruch führen, haben oftmals nicht nur Auswirkungen auf einzelne Bäume, sondern können durchaus auch mehrere Bäume gleichzeitig betreffen: die Bäume werden parallel zueinander umgeworfen und so (teilweise) in den Gerinneverlauf eingebracht (Abbe & Montgomery, 2003, S. 85).

Bei Wallerstein & Thornes (Wallerstein & Thorne, 2004, S. 63) Untersuchungen am Yazoo River erforschten sie auch die Einbringungsquellen von Totholz, welches sog. „Schlüsselemente“ für die Bildung von *jams* darstellt. Ihre Ergebnisse zeigten, dass 37 Prozent der Schlüsselemente, die *jams* auslösten, durch Ufererosion eingebracht wurden. Biberaktivitäten waren für ca. neun Prozent der Schlüsselementeinbringung verantwortlich, Windwurfprozesse für rund sechs Prozent und Totholztransport aus flussaufwärtsgelegenen Abschnitten für fünf Prozent.

Obwohl hervorzuheben ist, dass es immer mehr und umfassendere Renaturierungsprogramme gibt, die auch die Wiedereinführung von Totholz in das Fließgewässer vorsehen (aktive Totholzeinbringung durch den Menschen) (Osei, Gurnell, et al., 2015, S. 86; Parker et al., 2017, S. 1694; Verdonschot & Verdonschot, 2023, S. 40), spielen diese Renaturierungsprogramme in den untersuchten Bachabschnitten des Seebsbaches und des Thumeritzbaches keine Rolle.

7.3 Diskonnektivität in den untersuchten Bachabschnitten

Forschungsfrage 3 untersucht die Auswirkungen der verschiedenen Typen von Totholzablagerungen auf die Sedimentkonnektivität in den untersuchten Abschnitten des Seebsbaches und des Thumeritzbaches.

Die Berechnungen des Diskonnektivitätsindex ID_{LW} für die beiden Bachabschnitte liefert einen Index-Wert von $ID_{LW} = 0,094$ für den untersuchten Bachabschnitt des Seebsbaches und einen Index-Wert von $ID_{LW} = 0,246$ für das Untersuchungsgebiet des Thumeritzbaches.

Damit weist der Seebsbachabschnitt einen geringeren Diskonnektivitätsgrad auf. Dies bedeutet, dass das Ausmaß der Gerinneblockierung, welche durch Totholzdepositionen im Gerinne ausgelöst wird, im untersuchten Abschnitt des Seebsbaches geringer ist als das Ausmaß der Gerinneblockierung im Thumeritzbachabschnitt (Poepl et al., 2024, S. 3). Die Sedimentkonnektivität im Seebsbachabschnitt ist weniger eingeschränkt bzw. beschränkt als im untersuchten Bachabschnitt des Thumeritzbaches.

Ein Vergleich des durchschnittlichen Grades der Gerinneblockierung (A_{LW} in Prozent) zwischen den verschiedenen Typen von Totholzdepositionen zeigt, dass in beiden untersuchten Bachabschnitten, *channel spanning jams* durchschnittlich das größte Ausmaß an Gerinneblockierung aufweisen. Den zweithöchsten durchschnittlichen A_{LW} -Wert findet man in beiden Untersuchungsgebieten bei *not channel spanning jams*, gefolgt von *not channel spanning single pieces* und an vierter Stelle stehen in beiden Bachabschnitten die *channel spanning single pieces* (siehe Tabelle 18).

Tabelle 18: Durchschnittliche A_{LW} in Prozent (%), aufgeschlüsselt nach Typen von Totholzdepositionen und untersuchten Bachabschnitten des Seebsbaches und des Thumeritzbaches (eigene Auswertung)

Typ von Totholzdepositionen	durchschn. A_{LW} in % des Bachabschnitt Seebsbach	durchschn. A_{LW} in % des Bachabschnitt Thumeritzbach
channel spanning single piece	2,86	6,50
not channel spanning single piece	10	7,49
channel spanning jam	82,5	60,40
not channel spanning jam	41,25	38,13

Hervorzuheben ist, dass bei drei der vier Totholztypen die Depositionen im Seebsbachabschnitt einen höheren durchschnittlichen A_{LW} -Wert aufweisen als jene im Untersuchungsgebiet des Thumeritzbaches: *not channel spanning single pieces*, *channel spanning jams* und *not channel*

spanning jams weisen im untersuchten Abschnitt des Seebaches jeweils ein höheres durchschnittliches Maß an Gerinneblockierung auf als im Thumeritzbachabschnitt (siehe *Tabelle 18*). Das bedeutet bspw., dass alle Depositionen des Typs *not channel spanning jams* im Seebachabschnitt durchschnittlich eine größere Fläche der Gerinnequerschnittsfläche einnehmen, als alle Depositionen dieses Typs es im Bachabschnitt des Thumeritzbaches durchschnittlich tun.

Die durchschnittliche Gerinneblockierung ist bei den *not channel spanning single pieces* und den *not channel spanning jams* in beiden untersuchten Bachabschnitten ähnlich – mit etwas höheren Werten bei den Depositionen im Seebachuntersuchungsgebiet. Bei den Ablagerungen des Typs *channel spanning jam* ist die durchschnittliche Gerinneblockierung, die durch diese Depositionen ausgelöst wird, im untersuchten Bachabschnitt des Seebaches deutlich höher: durchschnittlicher A_{LW} -Wert im Seebachabschnitt 82,5 Prozent, im Thumeritzbachabschnitt 60,4 Prozent.

In ihrem Forschungspaper begründen Pöpl et al. (Pöpl et al., 2024, S. 7) die Differenz der beiden Werten des Diskonnektivitätsindex ihrer untersuchten Bachabschnitten mit unterschiedlichen Werten des A_{LW} und den verschiedenen Totholztypen und deren Häufigkeiten.

Legt man bei den Erhebungen den Fokus vor allem auf die *jam*-Depositionen zeigt sich folgendes Bild: im Seebachabschnitt wurden weniger *jam*-Ablagerungen festgestellt: sechs *jam*-Ablagerungen (entspricht 16,67 Prozent aller vorgefundenen Ablagerungen; Typen: zwei *channel spanning jams*, vier *not channel spanning jams*), während im Thumeritzbachuntersuchungsgebiet insgesamt 18 *jams* (entspricht 18,56 Prozent aller vorgefundenen Ablagerungen; Typen: zehn *channel spanning jams*, acht *not channel spanning jams*) identifiziert wurden (siehe *Tabelle 19*).

Insgesamt weisen die sechs *jams* im untersuchten Abschnitt des Seebaches mit 55 Prozent eine knapp höhere durchschnittliche Gerinneblockierung auf, als die 18 festgestellten *jams* im Untersuchungsgebiet des Thumeritzbaches, welche eine durchschnittliche Gerinneblockierung von 50,5 Prozent auslösen.

Tabelle 19: Durchschnittliche A_{LW} der festgestellten jams in Prozent (%), aufgeschlüsselt nach Typen von Totholzdepositionen und untersuchten Bachabschnitten des Seebaches und des Thumeritzbaches (eigene Auswertung)

Bachabschnitt		Anzahl der jams bei Erhebung	Anzahl der jams in % an Gesamtanzahl	durchschn. A_{LW} in %
Seebaches	Gesamt	6	16,67	55
	channel spanning	2	5,56	82,5
	not channel spanning	4	11,11	41,25
Thumeritzbaches	Gesamt	18	18,56	50,5
	channel spanning	10	10,31	60,4
	not channel spanning	8	8,25	38,13

Die drei höchsten A_{LW} -Werte im untersuchten Bachabschnitt des Seebach wurden von zwei Biberdämmen (*channel spanning jams: dam jams*) mit einer Gerinneblockierung von 95 Prozent und 70 Prozent und einem *partial dam jam (not channel spanning jam)* mit 60 Prozent erzielt. Im Untersuchungsgebiet des Thumeritzbaches wurden die beiden höchsten Gerinneblockierungen bei zwei Biberdämmen (*channel spanning jams: dam jams*) mit A_{LW} -Werten von 99 Prozent und 95 Prozent verursacht.

Hypothese 3 kann damit bestätigt werden: Im Abschnitt des Thumeritzbaches wurden mit 18 Depositionen dreimal mehr jams festgestellt als im Seebachuntersuchungsgebiet mit insgesamt sechs jams. Der ID_{LW} -Wert ist im untersuchten Abschnitt des Thumeritzbaches mit $ID_{LW} = 0,246$ tatsächlich höher als im Seebachabschnitt mit $ID_{LW} = 0,094$. Die Gerinneblockierung eines jams ist im Thumeritzbachabschnitt mit durchschnittlich 50,5 Prozent geringer als das durchschnittliche Ausmaß der Gerinneblockierung, welche im Seebachabschnitt durch einen jam ausgelöst wird und dort durchschnittlich 55 Prozent beträgt. Jedoch finden sich im Untersuchungsgebiet des Thumeritzbaches dreimal mehr jam-Ablagerungen.

Zusammengefasst bedeutet dies: im Thumeritzabschnitt wurden mehr jams festgestellt und der Grad an Diskonnektivität ist höher als im Seebachabschnitt in welchem weniger jams identifiziert wurden und der Grad an Diskonnektivität geringer ist.

Bei der Feststellung der Gerinneblockierung, die durch eine Totholzdeposition ausgelöst wird, handelt es sich um visuelle Schätzungen bei der Begehung (Poeppl et al., 2024, S. 5, 7). Schätzungen beinhalten immer einen gewissen Unsicherheitsfaktor, der bei der Begehung der beiden Bachabschnitte des Seebaches und des Thumeritzbaches vor allem auch den

saisonalen Bedingungen geschuldet ist⁴: durch tagelange Kälte und Niederschlag bildeten sich in den Uferbereichen – und teilweise auch auf dem Fließgewässer selbst – Eisschichten, die die Schätzung der Porosität erschwerten.

Generell kann die Schätzung des Ausmaßes des Holzes bzw. des Holzvolumens und dessen Porosität eine Unsicherheitsquelle darstellen – vor allem, weil es keine gesicherte Methode zur Feststellung der Porosität von *jams* gibt, außer, die *jam*-Ansammlung zu zerlegen (Pfeiffer & Wohl, 2018, S. 198; Wohl et al., 2010, S. 619).

7.4 Das Sedimentrückhaltepotenzial durch Totholzdepositionen in den untersuchten Bachabschnitten

Die vierte Forschungsfrage beschäftigt sich mit den Auswirkungen der verschiedenen vorgefundenen Typen von Totholzablagerungen auf das Sedimentrückhaltevermögen in den untersuchten Abschnitten des Seebsbaches und des Thumeritzbaches.

Die Berechnungen des Index des Sedimentrückhaltevermögens IR_{LW} ergeben in den beiden untersuchten Bachabschnitten folgende Ergebnisse: $IR_{LW} = 0,005$ für den untersuchten Seebsbachabschnitt und $IR_{LW} = 0,016$ für den untersuchten Thumeritzbachabschnitt.

Damit weisen die Totholzdepositionen im untersuchten Abschnitt des Thumeritzbaches ein höheres Sedimentrückhaltepotenzial auf als die Totholzablagerungen im Untersuchungsgebiet des Seebsbaches. Das bedeutet, dass die vorgefundenen Totholzablagerungen im Thumeritzbachabschnitt ein höheres Potenzial haben Sediment zurückzuhalten bzw. Sediment abzulagern und zu speichern (Poepl et al., 2024, S. 4).

Ein Vergleich des Sedimentrückhaltepotenzials der verschiedenen Typen von Totholzdepositionen der beiden Bachabschnitte zeigt, dass die *single piece*-Ablagerungen im Thumeritzbachabschnitt durchschnittlich ein höheres Sedimentrückhaltepotenzial aufweisen als die *single pieces* im Seebsbachuntersuchungsgebiet. Dagegen ist das durchschnittliche Sedimentrückhaltepotenzial bei den *jam*-Ablagerungen des Seebsbachabschnittes höher als bei den *jam*-Ablagerungen im Bachabschnitt des Thumeritzbaches (siehe *Tabelle 20*)

⁴ siehe Kapitel 5.2.1 *Die Begehung*

In beiden Bachabschnitten ist das durchschnittliche Sedimentrückhaltepotenzial bei den *channel spanning jams* mit Werten von 3 (Seebachabschnitt) bzw. 2,4 (Thumeritzbachabschnitt) am höchsten. Den zweithöchsten Wert des durchschnittlichen Sedimentrückhaltepotenzials zeigen beide Bachabschnitte bei den *not channel spanning jams* mit einem Wert von 1,5 bzw. 1,25, gefolgt von den *not channel spanning single pieces* die in beiden Abschnitten einen durchschnittlichen Wert von 0,7 bzw. 0,87 ergaben. Das geringste durchschnittliche Sedimentrückhaltepotenzial findet sich in beiden Untersuchungsgebieten bei den *channel spanning single pieces* mit einem Wert von 0,29 und 0,6.

Tabelle 20: Durchschnittliches Sedimentrückhaltepotenzial (0-3), aufgeschlüsselt nach Typen von Totholzdepositionen und untersuchten Bachabschnitten des Seebaches und des Thumeritzbaches (Quelle: eigene Auswertung)

Typ von Totholzdepositionen	durchschn. RP_{LW} (0-3) des Bachabschnitt Seebach	durchschn. RP_{LW} in (0-3) des Bachabschnitt Thumeritzbach
channel spanning single piece	0,29	0,6
not channel spanning single piece	0,7	0,87
channel spanning jam	3	2,4
not channel spanning jam	1,5	1,25

Im untersuchten Abschnitt des Seebaches lieferten insgesamt zwei Totholzablagerungen einen RP_{LW} -Wert von 3 – also hohes Sedimentrückhaltepotenzial – es handelte sich dabei um zwei *dam jams* (die beiden Biberdämme). Verglichen dazu wurde im Thumeritzbachabschnitt ein RP_{LW} -Wert von 3 bei vier *dam jams* und zwei *log steps* festgestellt.

Das gesamte Sediment, das im untersuchten Bachabschnitt des Seebaches durch Totholzablagerungen gespeichert wurde, beträgt 4,62 m³, im Untersuchungsabschnitt des Thumeritzbaches sind es 11,12 m³. Damit wird im untersuchten Abschnitt des Thumeritzbaches auf einer Länge von 5930 m ca. 2,41-mal mehr Sediment durch die insgesamt 97 vorgefundenen Totholzablagerungen abgelagert als durch die 36 vorgefundenen Totholzdepositionen auf einer Strecke von 6190 m im Seebach.

Betrachtet man dieses tatsächlich gespeicherte Sediment, welches bachaufwärts der Totholzablagerungen abgelagert wurde, zeigt sich auch hier, dass in beiden Bachabschnitten das meiste Sediment durch *channel spanning jams* abgelagert wird: im Seebachabschnitt betrug das durchschnittlich gespeicherte Sedimentvolumen 1,8 m³, im Abschnitt des Thumeritzbaches 0,79 m³. *Not channel spanning jams* waren in beiden Untersuchungsabschnitten für die zweithöchste durchschnittliche Sedimentspeicherung

verantwortlich mit 0,2 m³ (Seebsbachabschnitt) und 0,11 m³ (Thumeritzbachabschnitt) (siehe *Tabelle 21*).

Bei der Sedimentspeicherung, die durch *single piece*-Ablagerungen initiiert wurde, zeigen sich erstmals Unterschiede bei den beiden Bachabschnitten. Im Thumeritzbachuntersuchungsgebiet sind die *channel spanning single pieces* durchschnittlich für eine höhere Sedimentspeicherung verantwortlich als die *not channel spanning single pieces* – im Abschnitt des Seebsbaches ist es umgekehrt. Während *channel spanning single pieces* im Seebsbachabschnitt durchschnittlich kein Sediment ablagern, beträgt das Sedimentvolumen bachaufwärts von *channel spanning single pieces* im Thumeritzbachabschnitt durchschnittlich 0,04 m³ (siehe *Tabelle 21*). Verantwortlich dafür sind vor allem zwei *channel spanning ramps* (A_{LW} mit 40 Prozent bzw. 15 Prozent) und einer Sedimentspeicherung von 1,2 m³ bzw. 0,045 m³ und ein *log step* mit einem Sedimentablagerungsvolumen von 0,18 m³.

Tabelle 21: Tatsächlich durchschnittlich gespeichertes Sedimentvolumen in Kubikmeter (m³), aufgeschlüsselt nach Typen von Totholzdepositionen und den untersuchten Bachabschnitten des Seebsbaches und des Thumeritzbaches (Quelle: eigene Auswertung)

Typ von Totholzdepositionen	durchschn. gespeichertes Sedimentvolumen im Bachabschnitt Seebsbach (in m ³)	durchschn. gespeichertes Sedimentvolumen im Bachabschnitt Thumeritzbach (in m ³)
channel spanning single piece	0	0,04
not channel spanning single piece	0,01	0,02
channel spanning jam	1,8	0,79
not channel spanning jam	0,2	0,11

Dass *Log steps* bei der Sedimentspeicherung in einem kleineren Gerinnesystem eine zentrale Rolle spielen können, wird bspw. auch von Ryan et al. (Ryan et al., 2014, S. 73–74) angesprochen: *log steps* sind vor allem für die Ablagerung von grobkörnigem Sediment verantwortlich.

Den weitaus größten Einfluss auf die Sedimentspeicherung haben jedoch *jams* – insbesondere *dam jams*. *Channel spanning jams* sind für gewöhnlich jene Totholztypen, die die größte Menge an Sediment ablagern (Welling et al., 2021, S. 7), was mit den Ergebnissen der Bachabschnitte des Seebsbaches und des Thumeritzbaches übereinstimmt. Es dauert jedoch einige Zeit bis *jams* umfassenden Einfluss auf die Gerinnemorphologie und damit auch auf die Sedimentablagerung nehmen (Dixon, 2016, S. 1126). Forschungen legen nahe, dass das Ausmaß der Sedimentablagerung bei einer *jam*-Deposition mit ihrem Alter zusammenhängt – dies bedeutet,

dass das hier angeführte durch *jams* initiierte, gespeicherte Sedimentvolumen lediglich eine Momentaufnahme darstellt (Dixon, 2016, S. 1126; Wohl & Scott, 2017, S. 11).

In Kontrast dazu haben z.B. *ramps* oder *collapsed bridges* für gewöhnlich eher geringeren Einfluss auf die tatsächliche Sedimentspeicherung (Poeppel et al., 2024, S. 4). Dies liegt daran, dass sie meist nur einen geringen Anteil des Bachbettquerschnittes einnehmen (Poeppel et al., 2024, S. 4), dennoch können sie unter Umständen die Fließgeschwindigkeit so weit verringern, dass sich Sediment ablagert, oder sie treten in Kombination mit bspw. Felsen auf, welche die Sedimentablagerung ebenfalls begünstigen (Welling et al., 2021, S. 8) – wie es auch bei der *ramp* im Untersuchungsgebiet des Thumeritzbaches mit einer Gerinneblockierung von 15 Prozent und einer Sedimentspeicherung von 0,045 m³ u.a. der Fall war.

Ein Vergleich von *Tabelle 20* und *Tabelle 21* zeigt, dass das durchschnittlich gespeicherte Sedimentvolumen der verschiedenen Typen von Totholzdepositionen mit den ermittelten Werten des durchschnittlichen Sedimentrückhaltepotenzials im Untersuchungsgebiet des Seebsbaches übereinstimmen. Der höchste Wert an RP_{LW} wurde bei *channel spanning jams* ermittelt, dort wird mit durchschnittlich 1,8 m³ auch das größte Sedimentvolumen abgelagert, während sich der zweithöchste Wert des RP_{LW} bei *not channel spanning jams* findet, die ebenfalls mit durchschnittlich 0,2 m³ die zweitgrößte Sedimentmenge ablagern. Das geringste Sedimentrückhaltepotenzial wurde bei *channel spanning single pieces* ausgewiesen, die auch tatsächlich durchschnittlich kein Sediment ablagerten.

Teilweise anders verhält es sich im Abschnitt des Thumeritzbaches. Bei den *jam*-Ablagerungen stimmt der Trend hinsichtlich ermittelter RP_{LW} -Werte und tatsächlich gemessene Sedimentablagerung überein: der höchste durchschnittliche RP_{LW} -Wert wurde bei *channel spanning jams* festgestellt, wie auch mit 0,79 m³ das höchste durchschnittliche Sedimentvolumen – dasselbe gilt für *not channel spanning jams* mit einem RP_{LW} -Wert von durchschnittlich 1,13, während das abgelagertes Sedimentvolumen durchschnittlich 0,11 m³ beträgt. Bei den *single piece*-Ablagerungen ergibt sich im Thumeritzbachabschnitt jedoch eine Differenz. Bei der Ermittlung des durchschnittlichen Sedimentrückhaltepotenzials wurde bei den *not channel spanning single pieces* mit $RP_{LW} = 0,87$ durchschnittlich ein höheres Potenzial festgestellt als bei *channel spanning single pieces* mit durchschnittlich $RP_{LW} = 0,6$. Tatsächlich wurde allerdings bei den *channel spanning single pieces* das höhere durchschnittliche Sedimentablagerungsvolumen gemessen mit 0,04 m³, bei den *not channel spanning single*

pieces wurde durchschnittlich eine Sedimentspeicherung von 0,02 m³ ermittelt. Dies bedeutet, dass hier im Durchschnitt das ermittelte Potenzial für Sedimentablagerung nicht mit den tatsächlich festgestellten Sedimentablagerungen übereinstimmt.

Ein möglicher Grund für die höhere Sedimentablagerung bei *single pieces*-Depositionen könnte u.a. die Positionierung bzw. der Ausrichtungswinkel dieser im Gerinneverlauf sein: *single pieces*, die eher senkrecht zur Fließrichtung ausgerichtet sind, lagern tendenziell mehr Sediment ab, als *single pieces*, die eher parallel zur Fließrichtung abgelagert sind (Wohl & Scott, 2017, S. 8).

Außerdem handelt es sich beim Großteil der *channel spanning single piece*-Depositionen um *bridges* ($RP_{LW} = 0$), jedoch sind auch *collapsed bridges* und *ramps* ($RP_{LW} = 2$) sowie *log steps* ($RP_{LW} = 3$) im Untersuchungsabschnitt des Thumeritzbaches vertreten, die schlussendlich tatsächlich für Sedimentablagerung bachaufwärts der Depositionen führten.

Hypothese 4 kann damit für den Untersuchungsabschnitt des Seebaches bestätigt werden, während sie für den untersuchten Thumeritzbachabschnitt nur teilweise bestätigt werden kann. Im Seebachabschnitt gilt: Je höher der ermittelte RP_{LW} -Wert eines Typs von Totholzdepositionen, desto höher ist das tatsächlich abgelagerte Sediment bachaufwärts der Totholzablagerungen dieses Typs.

Im Untersuchungsgebiet des Thumeritzbaches gilt dies nur für die Ablagerungen der Typen *channel spanning jams* und *not channel spanning jams*. Bei den Ablagerungen der *channel spanning single pieces* und *not channel spanning single pieces* kann die Hypothese nicht bestätigt werden.

Aber auch bei den Forschungsdaten von Pöppl et al. (Poeppl et al., 2024, S. 7) ergaben sich beim Fugnitz-Bach bei den *single piece*-Ablagerungen kleine Differenzen: weder *channel spanning single pieces* noch *not channel spanning single pieces* lagerten dort durchschnittlich Sediment ab, obwohl das durchschnittliche Sedimentrückhaltepotenzial der *channel spanning single pieces* bei 0,73 und bei den *not channel spanning single pieces* bei 1 lag.

Obwohl sich Forschungsfrage 4 vorrangig auf das allgemeine Sedimentrückhaltepotenzial bezieht, wird auch das Feinsedimentrückhaltepotenzial der vier Typen von Totholzdepositionen im Folgenden überblicksartig behandelt und diskutiert.

Bei den Berechnungen des Feinsedimentrückhaltepotenzials $IR_{LW(f)}$ lieferte der untersuchte Abschnitt des Seebaches einen Wert von $IR_{LW(f)} = 0,003$, während das Untersuchungsgebiet des Thumeritzbaches einen Indexwert von $IR_{LW(f)} = 0,011$ ergab.

Dies bedeutet, dass die vorgefundenen Totholzdepositionen im Untersuchungsgebiet des Thumeritzbaches größeres Potenzial haben Feinsediment zurückzuhalten als die festgestellten Totholzdepositionen im untersuchten Bachabschnitt des Seebaches.

Für die Ermittlung des Feinsedimentrückhaltepotenzials werden nur jene Totholzdepositionen berücksichtigt, bei denen Wasserrückstaueffekte festgestellt werden konnten (Poepl et al., 2024, S. 5). Der Vergleich zwischen den beiden Bachabschnitten zeigt, dass im Untersuchungsgebiet des Thumeritzbaches insgesamt mehr Totholzdepositionen mit Wasserrückstau identifiziert wurden: Im Thumeritzbachabschnitt wiesen 38,14 Prozent aller Totholzdepositionen Wasserrückstaueffekte auf, im Seebachuntersuchungsgebiet waren es 36,11 Prozent (siehe *Tabelle 22*).

Tabelle 22: Anzahl der Totholzdepositionen mit identifizierten Wasserrückstaueffekten (n_f), aufgeschlüsselt nach Typen von Totholzdepositionen und untersuchten Bachabschnitten des Seebaches und des Thumeritzbaches in Absolutanzahl und Prozent an Gesamtanzahl (%) (Quelle: eigene Auswertung)

Typ von Totholzdepositionen	Anzahl (n_f) des Bachabschnitt Seebach	Anteil der n_f in % an Gesamtanzahl ($n=36$) des Bachabschnitt Seebach	Anzahl (n_f) des Bachabschnitt Thumeritzbach	Anteil der n_f in % an Gesamtanzahl ($n=97$) des Bachabschnitt Thumeritzbach
channel spanning single piece	1	2,78	11	11,34
not channel spanning single piece	7	19,44	11	11,34
channel spanning jam	2	5,56	9	9,28
not channel spanning jam	3	8,33	6	6,18
insgesamt	13	36,11	37	38,14

Das durchschnittliche Feinsedimentrückhaltepotenzial war bei *channel spanning single pieces* und *not channel spanning single pieces* im Thumeritzbachabschnitt höher als im Abschnitt des Seebaches, während das durchschnittliche Feinsedimentrückhaltepotenzial bei den *channel*

spanning jams und *not channel spanning jams* im Seebachuntersuchungsgebiet höher war (siehe Tabelle 23).

Wie auch beim Sedimentrückhaltepotenzial findet sich in beiden Bachabschnitten das höchste durchschnittliche Feinsedimentrückhaltepotenzial bei *channel spanning jams* mit 3 (Seebachabschnitt) bzw. 2,33 (Thumeritzbachabschnitt). Den zweithöchsten Wert an durchschnittlichen Feinsedimentrückhaltepotenzial erzielten hier jedoch in beiden Bachabschnitten die *channel spanning single pieces* mit 2 bzw. 2,18.

Dies ist durchaus ungewöhnlich – allerdings handelt es sich im Seebachabschnitt lediglich um eine einzige *channel spanning single piece*-Deposition, die Wasserrückstaueffekte aufwies, was wenig Aussagekraft hat. Im Untersuchungsabschnitt des Thumeritzbaches hatten alle *channel spanning single pieces*, die tatsächlich Sedimentablagerungen aufwiesen, auch Wasserrückstaueffekte (*collapsed bridges, ramps, log steps*). Das geringste durchschnittliche Feinsedimentrückhaltepotenzial erzielten in beiden Bachabschnitten die *not channel spanning single pieces*.

Tabelle 23: Durchschnittliches Feinsedimentrückhaltepotenzial (0-3), aufgeschlüsselt nach Typen von Totholzdepositionen und untersuchten Bachabschnitten des Seebaches und des Thumeritzbaches (Quelle: eigene Auswertung)

Typ von Totholzdepositionen	Anzahl (nr) des Bachabschnitt Seebach	durchschn. $RP_{LW(f)}$ in (0-3) des Bachabschnitt Seebach	Anzahl (nr) des Bachabschnitt Thumeritzbach	durchschn. $RP_{LW(f)}$ in (0-3) des Bachabschnitt Thumeritzbach
channel spanning single piece	1	2	11	2,18
not channel spanning single piece	7	0,86	11	0,91
channel spanning jam	2	3	9	2,33
not channel spanning jam	3	1,67	6	1,33

In beiden Bachabschnitten konnten bei einzelnen *channel spanning jams* und *not channel spanning jams* auch immer wieder Erosionen des Bachbettes festgestellt werden. Das Bachbett war unterhalb der Totholzdepositionen teilweise unterspült, sodass es nicht zu Sedimentablagerungen, sondern zur teilweisen Abtragung des Bachbettmaterials kam. Dieser Prozess kann bei *dam jams* und *partial dam jam* durchaus auftreten (Wallerstein & Thorne, 2004, S. 70; Wallerstein & Thorne, 1997, S. 31).

Anders als es teilweise bei der Ermittlung der Porosität mancher Totholzdepositionen der Fall war, stellte die dünne Eisschicht bachaufwärts einzelner Totholzdepositionen für die Vermessung des bachaufwärtsgelegenen Sedimentkeils kein Problem dar, da die Eisschicht so dünn war, dass sie problemlos auf einer Stelle aufgebrochen und so die Vermessung des Sedimentkeils trotzdem durchgeführt werden konnte (mit Ausnahme eines *channel spanning jams* (Biberdamm) im Untersuchungsgebiet des Thumeritzbaches⁵).

8. Zusammenfassung

Unter einem Totholz versteht man ein Holzstück von mindestens einem Meter Länge und einem Durchmesser von mehr als zehn Zentimeter.

Grundsätzlich unterscheidet man zwischen *channel spanning* (dt.: »gerinneüberspannend«) und *not channel spanning* (dt.: »nicht gerinneüberspannend«). Weiters werden Totholzablagerungen nach ihrer Anzahl unterschieden: handelt es sich um ein einzelnes Stück, wird es als *single piece* bezeichnet – handelt es sich um eine Ansammlung von mindestens drei Einzelstücken, wird die Ablagerung als *jam* bezeichnet. Diese Kategorien bilden die vier Typen von Totholzablagerungen: *channel spanning single piece*, *not channel spanning single piece*, *channel spanning jam* und *not channel spanning jam*. Diese Typen können abermals in verschiedene Arten aufgeteilt werden: *bridge*, *collapsed bridge*, *log step* (*channel spanning single piece*), *ramp*, *partial log step* (*not channel spanning single piece*), *underflow jam*, *dam jam* (*channel spanning jam*) und *partial dam jam* (*not channel spanning jam*). Jeder dieser Totholztypen bzw. dieser Totholzarten haben unterschiedliche Einflüsse auf das Gerinne. (Kapitel 2.3 Arten von Totholzdepositionen)

Generell hat Totholz vielfältige Auswirkungen auf ein Fließgewässer. Es beeinflusst die Morphologie, Fließgeschwindigkeit, Abflussmenge, Hydraulik, Flora und Fauna sowie das Hochwasserverhalten des Gerinnes und bestimmt den Sedimenttransport sowie die Sedimentspeicherung bachaufwärts der Totholzablagerung. In dieser Arbeit wurde der Fokus auf den Einfluss von Totholzdepositionen auf die Sedimentkonnektivität und das Sedimentrückhaltepotenzial gelegt. Unter Sedimentkonnektivität in einem Fließgewässer versteht man den Transport von Sediment durch Wasser durch zwei unterschiedliche Gerinneabschnitte. Diese Konnektivität kann durch Barrieren im Gerinne – z.B. Totholz –

⁵ siehe Kapitel 5.2.1 Die Begehung

beeinflusst oder eingeschränkt werden. (Kapitel 2.5 *Der Einfluss von Totholz auf das Ökosystem „Bach“* sowie Kapitel 2.6 *Wasser- und Sedimentkonnektivität in Fließgewässern*)

Um das Totholzvorkommen und dessen Einfluss auf Konnektivität und Sedimentrückhaltepotenzial zu untersuchen, wurden ein 6190 m langer Abschnitt des Seebsbaches und ein 5930 m langer Abschnitt des Thumeritzbaches für eine Geländebegehung mit Datenerfassung ausgewählt.

Die Geländebegehung wurde Anfang Februar 2025 durchgeführt. Alle festgestellten Totholzdepositionen wurden fotografiert, ihre Koordinaten ermittelt und mithilfe eines Erhebungsbogen systematisch kategorisiert. Ebenso wurde der Sedimentkeil bachaufwärts der Totholzablagerung vermessen. Die erhobenen Daten bildeten die Grundlage für die Berechnung des Diskonnektivitätsindex und des Index für das Sedimentrückhaltepotenzial sowie des Index für das Feinsedimentrückhaltepotenzial. Die erhobenen Daten wurden außerdem analysiert, es wurden Übersichtstabellen und Karten mit ArcGIS erstellt. (Kapitel 5. *Methoden*)

Im Untersuchungsgebiet des Seebsbaches wurden 36 Totholzdepositionen und im Thumeritzbachabschnitt 97 Totholzdepositionen festgestellt. Damit wurden im Thumeritzbachabschnitt 2,69-mal mehr Totholzdepositionen vorgefunden als im Untersuchungsabschnitt des Seebsbaches.

Gleichzeitig wurden bei der Vermessung der Sedimentablagerungen bachaufwärts der einzelnen Totholzdepositionen im untersuchten Abschnitt des Seebsbaches insgesamt 4,62 m³ Sedimentablagerung gemessen – im Thumeritzbachabschnitt waren es insgesamt 11,12 m³. Damit wurden im Thumeritzbachuntersuchungsgebiet 2,41-mal mehr Sedimentvolumen durch die Totholzdepositionen abgelagert als im Seebsbachabschnitt.

Forschungsfrage 1 beschäftigt sich mit den verschiedenen Arten von Totholzablagerungen, die sich in den untersuchten Abschnitten des Seebsbach und des Thumeritzbaches befinden.

Im Untersuchungsabschnitt des Seebsbaches wurden sieben *channel spanning single pieces* (sechs *bridges*, eine *ramp*), 23 *not channel spanning single pieces* (21 *ramps*, zwei *partial log steps*), zwei *channel spanning jams* (zwei *dam jams*) und vier *not channel spanning jams* (vier *partial dam jams*) festgestellt.

Im Untersuchungsabschnitt des Thumeritzbaches wurden 40 *channel spanning single pieces* (29 *bridges*, vier *collapsed bridges*, zwei *log steps*, fünf *ramps*), 39 *not channel spanning single pieces* (38 *ramps*, ein *partial log step*), zehn *channel spanning jams* (sechs *underflow jams*, vier *dam jams*) und acht *not channel spanning jams* (acht *partial dam jams*) identifiziert.

Damit kann Hypothese 1 bestätigt werden: Im untersuchten Bachabschnitt des Thumeritzbaches befinden sich mehr unterschiedliche Arten von Totholzablagerungen als im untersuchten Bachabschnitt des Seesbaches. (Kapitel 6.1 & 7.1 *Totholzdepositionen in den untersuchten Bachabschnitten*)

Forschungsfrage 2 fragt nach den möglichen Ursachen für Totholzeinbringung in die untersuchten Abschnitte des Seesbaches und des Thumeritzbaches.

Im Untersuchungsabschnitt des Seesbaches konnten fünf potenzielle Einbringungsquellen identifiziert werden: Einbringung durch Biberaktivitäten (Biberdamm und Einzelbaum), Hochwassertransport, Ufererosion, Windbruch und Windwurf.

Im untersuchten Abschnitt des Thumeritzbaches konnten sechs mögliche Einbringungsquellen festgestellt werden: Einbringung durch Biberaktivitäten (Biberdamm und Einzelbaum), Hochwassertransport, menschliche Aktivitäten (Forstwirtschaft) Ufererosion, Windbruch und Windwurf.

Damit kann Hypothese 2 verifiziert werden: sowohl im Bachabschnitt des Seesbaches als auch im Bachabschnitt des Thumeritzbaches überwiegt die Anzahl der natürlichen Einbringungsquellen, da die Abschnitte größtenteils als naturnah eingestuft werden können. (Kapitel 6.2 & 7.2 *Potenzielle Einbringungsquellen von Totholz in die untersuchten Bachabschnitte*)

Forschungsfrage 3 befasst sich mit den Auswirkungen der verschiedenen vorgefundenen Typen von Totholzablagerungen auf die Sedimentkonnektivität in den untersuchten Abschnitten des Seesbaches und des Thumeritzbaches.

Sowohl im Untersuchungsabschnitt des Seebaches als auch im Untersuchungsgebiet des Thumeritzbaches haben die *channel spanning jams* durchschnittlich das höchste Ausmaß an Gerinneblockierung mit 82,5 Prozent (Seebachabschnitt) bzw. 60,40 Prozent (Thumeritzbachabschnitt), gefolgt von *not channel spanning jams* mit einem ALW -Wert von durchschnittlich 41,25 Prozent bzw. 38,13 Prozent. An dritter Stelle folgen die *not channel spanning single pieces* mit durchschnittlich 10 Prozent bzw. 7,29 Prozent Gerinneblockierung und der Typ der *channel spanning single pieces* mit der durchschnittlich geringsten Gerinneblockierung des Bachbettquerschnitts mit 2,86 Prozent bzw. 6,50 Prozent.

Die Berechnung des Diskonnektivitätsindex ID_{LW} ergibt im Seebachabschnitt einen Wert von $ID_{LW} = 0,094$ und im Thumeritzbachabschnitt einen Wert von $ID_{LW} = 0,246$. Damit ist der Grad der Diskonnektivität im Seebachabschnitt geringer als im Untersuchungsgebiet des Thumeritzbaches. Das bedeutet, dass die Sedimentkonnektivität im Untersuchungsabschnitt des Thumeritzbaches schwächer ist als im Seebachabschnitt.

Hypothese 3 kann ebenso bestätigt werden: im Thumeritzbachabschnitt wurde eine größere Anzahl an *jams* festgestellt und der Diskonnektivitätsindex liefert einen höheren Endwert als im Seebachuntersuchungsgebiet. Im Vergleich der beiden untersuchten Abschnitte zeigt sich, dass eine höhere Anzahl an *jams* zu einem geringeren Wert an Konnektivität führt. (Kapitel 6.3 & 7.3 *Diskonnektivität in den untersuchten Bachabschnitten*)

Forschungsfrage 4 behandelt die Auswirkungen der verschiedenen vorgefundenen Typen von Totholzablagerungen auf das Sedimentrückhaltevermögen in den untersuchten Abschnitten des Seebaches und des Thumeritzbaches.

In beiden Bachabschnitten haben *channel spanning jams* das höchste durchschnittliche Sedimentrückhaltepotenzial mit 3 (Seebachabschnitt) bzw. 2,4 (Thumeritzbachabschnitt). Den zweithöchsten Wert an durchschnittlichem Sedimentrückhaltepotenzial belegen in beiden Bachabschnitten die *not channel spanning jams* mit einem RP_{LW} -Wert von 1,5 bzw. 1,25. Bei den *single pieces* haben die *not channel spanning single pieces* durchschnittlich das höhere Sedimentrückhaltepotenzial mit einem Wert von 0,7 bzw. 0,87. Das geringste Sedimentrückhaltepotenzial haben in beiden Untersuchungsgebieten die *channel spanning single pieces* mit einem durchschnittlichen RP_{LW} -Wert von 0,29 bzw. 0,6.

Der Index für das Sedimentrückhaltepotenzial liefert im Seebachabschnitt einen Wert von $IR_{LW} = 0,005$ und im Untersuchungsgebiet des Thumeritzbaches einen Wert von $IR_{LW} = 0,016$. Damit haben die Totholzdepositionen im Thumeritzbachabschnitt ein höheres Sedimentrückhaltepotenzial als die Totholzablagerungen im Untersuchungsabschnitt des Seebaches.

Der Vergleich des tatsächlich abgelagerten Sediments zeigt, dass in beiden Bachabschnitten *channel spanning jams* das meiste Sediment abgelagerten. Das Sedimentvolumen, das durchschnittlich durch diesen Typ abgelagert wird, beträgt $1,8 \text{ m}^3$ (Seebachabschnitt) bzw. $0,79 \text{ m}^3$ (Thumeritzbachabschnitt).

An zweiter Stelle stehen die Ansammlungen des Typs *not channel spanning jams*, die im Durchschnitt $0,2 \text{ m}^3$ bzw. $0,11 \text{ m}^3$ abgelagerten. Bei den *single pieces* lagerten *channel spanning single pieces* im Abschnitt des Seebaches durchschnittlich gar kein Sediment ab, während es um Thumeritzbachabschnitt durchschnittlich $0,04 \text{ m}^3$ Sediment waren. Bei den *not channel spanning single pieces* wurden ein durchschnittliches Sedimentvolumen von $0,01 \text{ m}^3$ bzw. $0,02 \text{ m}^3$ festgestellt.

Damit kann Hypothese 4 für das Untersuchungsgebiet des Seebaches vollkommen – im Thumeritzbachabschnitt lediglich teilweise bestätigt – werden. Im untersuchten Abschnitt des Seebaches stimmen die tatsächlich gemessenen Sedimentmengen bachaufwärts der Totholzdepositionen der verschiedenen Typen mit dem Sedimentrückhaltepotenzial der verschiedenen Typen überein. Im Untersuchungsabschnitt des Thumeritzbaches ist das nur für die Ablagerungen der Gruppe *jams* der Fall. Bei den *single piece*-Ablagerungen stimmen die tatsächlich abgelagerten Sedimentmengen nicht mit den Werten des Sedimentrückhaltepotenzials überein. (Kapitel 6.4 & 7.4 *Das Sedimentrückhaltepotenzial durch Totholzdepositionen in den untersuchten Bachabschnitten*)

Um das Feinsedimentrückhaltepotenzial zu ermitteln, werden zur Indexberechnung $IR_{LW(f)}$ nur jene Totholzdepositionen herangezogen, bei denen Wasserrückstauereffekte verzeichnet wurden. Im Untersuchungsgebiet des Thumeritzbaches konnten bei 38,14 Prozent aller vorgefundenen Totholzdepositionen Wasserrückstauereffekte festgestellt werden, im untersuchten Bachabschnitt des Seebaches waren es 36,11 Prozent. Der $IR_{LW(f)}$ lieferte für den Abschnitt des Seebaches $IR_{LW(f)} = 0,003$, während er im Untersuchungsgebiet des Thumeritzbaches bei $IR_{LW(f)} = 0,011$

lag. Damit haben die Totholzdepositionen mit Wasserrückstauwirkungen im Bachabschnitt des Thumeritzbaches ein höheres Potenzial Feinsediment abzulagern als die Totholzdepositionen mit Wasserrückstauwirkungen im Untersuchungsgebiet des Seebaches. (Kapitel 6.4 & 7.4 *Das Sedimentrückhaltepotenzial durch Totholzdepositionen in den untersuchten Bachabschnitten*)

9. Schlussfolgerungen und Perspektiven

Durch die Geländebegehung der beiden Bachabschnitte und die damit verbundene systematische Kategorisierung aller Totholzdepositionen sowie die darauf aufbauende Auswertung aller erhobenen Daten und die Indexberechnung ID_{LW} , IR_{LW} und $IR_{LW(f)}$ konnten Einblicke in das System der beiden Bachabschnitte und die Auswirkungen von Totholz auf eben dieses gewonnen werden.

Unsicherheiten bei der Berechnung der Indizes ergeben sich vor allem durch die visuelle Schätzung des Ausmaßes der Gerinneblockierung der einzelnen Totholzdepositionen. Das Abschätzen der Fläche, die durch die Totholzablagerung im Vergleich zur Bachbettquerschnittsfläche eingenommen wird, kann bspw. durch die natürliche Trübung des Wassers erschwert werden (Poepl et al., 2024, S. 7) oder aufgrund von saisonalen Einflüssen wie dünnen Eisschichten im Uferbereich oder in unmittelbarer Nähe der Totholzdeposition.

Die Werte des Index des Sedimentrückhaltepotenzials und das tatsächlich abgelagerte Sediment, das bachaufwärts der Totholzablagerungen vorgefunden wurde, stimmten Großteils überein – lediglich bei den *single piece*-Ablagerungen des Thumeritzbachabschnittes konnten Differenzen zwischen den ermittelten durchschnittlichen RP_{LW} -Werten der verschiedenen Typen von Totholzdepositionen und dem tatsächlich abgelagerten Sedimentvolumens bei den Totholzdepositionen der verschiedenen *single piece*-Typen festgestellt werden. Weitere Forschungen mit dem Index des Sedimentrückhaltepotenzials bei anderen vergleichbaren Fließgewässern können zeigen, ob dies eine Anomalie ist, die lediglich den Abschnitt des Thumeritzbaches respektive seine Totholzdepositionen betrifft.

Trotzdem stellen der Diskonnektivitätsindex ID_{LW} sowie der Index des Sedimentrückhaltevermögens IR_{LW} eine gute und vor allem praktische Methode dar, um auf schnelle Art und Weise erste Rückschlüsse auf das Ausmaß der Konnektivität in einem Flussabschnitt zu ziehen bzw. um das Sedimentrückhaltevermögen von Totholzablagerungen

abschätzen zu können. Diese Informationen können dann als erster Ausgangspunkt für weitere Forschungen dienen.

Im Falle der Untersuchungen rund um die beiden Bachabschnitte des Seebsbaches und des Thumeritzbaches wäre es interessant zu erforschen, wie sich die einzelnen Totholzdepositionen über einen längeren Zeitraum entwickeln: Wie viele der *single piece*-Ablagerungen, welche im Februar 2025 im Gewässerabschnitt festgestellt wurden, hatten das Potenzial ein „Schlüsselement“ zu sein und haben über einen längeren Zeitraum für weitere Totholzablagerungen gesorgt, haben sich damit eventuell zu *jams* entwickelt. Mitunter wäre auch eine Untersuchung der Stabilität von den vorgefundenen Totholzdepositionen spannend: wie viele und welche Totholzablagerungen würden nach Abbe & Montgomery (Abbe & Montgomery, 2003, S. 101) als stabile Ablagerungen einzustufen sein? Hierfür wäre eine erneute Geländebegehung derselben Bachabschnitte zu einem späteren Zeitpunkt bzw. späteren Zeitpunkten notwendig.

Gleichzeitig würde eine erneute Begehung der Untersuchungsabschnitte Aufschluss darüber geben, wie sehr menschliche Aktivitäten auf diese Totholzdeposition Einfluss nehmen: Eine nicht unbeträchtliche Anzahl der *single piece*-Depositionen ragte über das Bachbett hinaus – *bridges*, die deutlich länger waren als die Bachbreite oder *ramps*, die in unterschiedlichen Winkeln über das Ufer hinaus reichen – können bei der Bewirtschaftung der landwirtschaftlichen Fläche (bspw. dem Mähen von Wiesen) für die Maschinen der Landwirt:innen hinderlich sein. Damit stellt sich die Frage: wie viele und welche Totholzdepositionen wurden möglicherweise inzwischen durch den Menschen aus dem Bachlauf entfernt?

Ebenso interessant wäre ein Vergleich mit anderen Abschnitten derselben Bäche. Sowohl beim Thumeritzbach als auch beim Seebsbach wurde ein Untersuchungsabschnitt nahe der Mündung in die Thaya gewählt. Eine Untersuchung eines anderen Bachabschnittes mit derselben Länge – bspw. in der Nähe der Quelle – würde erneut Totholzdaten liefern mit denen die Indizes zur Diskonnektivität und des Sedimentrückhaltevermögens berechnet und anschließend mit den Ergebnissen dieser Forschung verglichen werden könnten. Damit könnten Vergleiche zwischen verschiedenen Abschnitten ein- und desselben Baches getroffen werden: Welche Unterschiede ergeben sich in der Menge der Totholzdepositionen und des Sedimentvolumens, das durch sie abgelagert wird? Verändert sich das Verhältnis der unterschiedlichen Typen von

Totholzablagerungen oder verändert sich ihr Sedimentrückhaltepotenzial? Vor allem aber könnte auch ein Vergleich hinsichtlich der Sedimentkonnektivität gemacht werden, welcher dann eventuell erste Rückschlüsse auf die Konnektivität des gesamten Baches zulassen würde.

Ein Vergleich, der leider nicht möglich ist, aber durchaus aufschlussreich wäre, ist jener, welche und wie viele Totholzdepositionen sich vor dem Hochwasserereignis des Septembers 2024 und dessen Prozesse – z.B. Starkniederschläge und hohe Windgeschwindigkeiten – bereits im Bachverlauf der beiden Untersuchungsgebiete befunden haben. Ein Vergleich darüber würde eine Studie zur Erforschung von Einbringung, Transport und Ablagerung von Totholz durch Hochwasserereignisse ermöglichen.

In dieser Arbeit wurde der Fokus auf Totholz LW (»large wood«) und dessen Einfluss auf Wasser- und Sedimentkonnektivität gelegt. Andere Studien untersuchen allerdings auch die Auswirkungen von SWD (»small woody debris«) und MWD (»medium woody debris«). Manners et al. (Manners et al., 2007, S. 3) klassifizieren diese für ihre Untersuchungen als Totholz mit einem Durchmesser von maximal einem Zentimeter (SWD) und Totholz mit einem Durchmesser von mehr als einem bis weniger als zehn Zentimeter (MWD). In beiden Untersuchungsabschnitten konnten bei der Begehung auch immer wieder Totholzdepositionen festgestellt werden, die einen Durchmesser von weniger als zehn Zentimeter aufwiesen, aber durch Verkeilungen mit Felsen oder auch im Uferbereich für bspw. Wasserrückstau sorgten. Eine Untersuchung von Totholzablagerungen mit einem geringeren Durchmesser wäre also ebenfalls nicht uninteressant. Hierfür müsste aber vorab in gesichertem Rahmen überprüft werden, ob das Konzept der beiden Indizes ebenfalls auf die Gruppe von MWD-Totholz angewandt werden kann oder ob möglicherweise Anpassungen notwendig sind.

Allerdings muss noch einmal hervorgehoben werden, dass sämtliche dieser Einschätzungen der Gerinneblockierung bei den einzelnen Totholzdepositionen, das Sedimentrückhaltepotenzial und auch die Berechnung der Diskonnektivitätsindizes lediglich eine Momentaufnahme darstellen: Konnektivität ist dynamisch und verändert sich laufend, wie sich auch die Totholzdepositionen laufend verändern (vergrößern oder verkleinern) können (Dixon, 2016, S. 1126; Hooke, 2003, S. 80).

Obwohl Totholz und seine Rolle in Fließgewässersystemen zunehmend mehr Aufmerksamkeit bekommen und immer mehr Forschungen, die komplexen wechselseitigen Beziehungen in

einem Fließgewässer untersuchen, gibt es immer noch großes Forschungspotenzial und durchaus auch Wissenslücken bei dieser Thematik (Friedrich et al., 2022, S. 33; Welling et al., 2021, S. 1; Wohl & Scott, 2017, S. 19).

Besonders Konnektivität und deren Bedeutung für ein funktionierendes Ökosystem stellen ein wichtiges Forschungsfeld dar. Je größer das Verständnis von Konnektivität von Wasser und Sediment und je besser die verschiedenen Einflussfaktoren bekannt sind, desto umfassender kann ein Fließgewässer mithilfe angepasster Messmethoden erforscht werden (Keesstra et al., 2018, S. 1558, 1568).

Vor allem für Renaturierungsprogramme ist ein möglichst umfassendes, ganzheitliches Verständnis des Flusssystems – und damit auch des Totholzvorkommens und dessen Auswirkungen – von zentraler Bedeutung, denn Renaturierungsmaßnahmen können nur dann ihre angestrebte Wirkung erzielen, wenn sie auch auf die individuellen, lokalen Gegebenheiten abgestimmt sind (Dixon, 2016, S. 1118; Manners et al., 2007, S. 1). Außerdem ist der Erfolg von Renaturierungsprogrammen auch von der allgemeinen Akzeptanz dieser durch betroffene Interessensgruppen abhängig (Verdonschot & Verdonschot, 2023, S. 50).

Besonders die Rolle des fortschreitenden Klimawandels kann zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht richtig eingeschätzt werden. Die Prozesse, welche mit dem Klimawandel einhergehen, können umfassende Folgen für Totholzeinbringung, -transport und -ablagerung – und damit auch auf Sedimentkonnektivität und -speicherung – in Fließgewässern haben (Swanson et al., 2021, S. 62). Die ansteigenden Temperaturen in Folge der Klimaerwärmung, Dürre oder auch Starkregenereignisse sowie eine Zunahme von Sturmhäufigkeit und -intensität können die Mortalität von Bäumen oder ganzen Baumgruppen erhöhen (Glaser, 2023, S. 49, 52). Damit könnte die Totholzeinbringung in die Gerinnesysteme ansteigen (Swanson et al., 2021, S. 62).

Aktuellen Forschungen zufolge könnten durch die Veränderung des Klimas auch häufiger Hochwasserereignisse verschiedenster Jährlichkeiten auftreten. Hochwasserereignisse sind eine der Haupttransportursachen für Totholz in Fließgewässern: es könnte mitunter zu vermehrtem Totholztransport und längeren Transportdistanzen von Totholz kommen (abhängig von der Hochwasserintensität) (Glaser, 2023, S. 52; Swanson et al., 2021, S. 62). Weiters wird auch die Zersetzung der Baumstämme und damit die Freisetzung von Kohlenstoffdioxid,

welches im Holz gespeichert ist, von den Prozessen des Klimawandels beeinflusst (Swanson et al., 2021, S. 62).

Es sind jedoch nicht nur natürliche Prozesse, welche vom Klimawandel betroffen sein werden. Auch menschliche Aktivitäten, welche durch Veränderungen des Klimas direkt oder indirekt initiiert werden, können Einfluss auf das Totholzvorkommen in Fließgewässern haben (Swanson et al., 2021, S. 62). Bspw. würde eine Zunahme der Abholzung zu immer weniger Totholzvorkommen in den Fließgewässern führen. Die Auswirkungen wären vielfältig.

Genaue Kenntnisse über Totholzvorkommen, deren Typen und damit verbundenen Auswirkungen auf die Sediment- und Wasserkonnektivität sind ausschlaggebend, um das komplexe Ökosystem „Fließgewässer“ verstehen zu können.

10. Literaturverzeichnis

- Abbe, T. B., & Montgomery, D. R. (1996). Large woody debris jams, channel hydraulics and habitat formation in large rivers. *Regulated Rivers: Research & Management*, 12(2–3), 201–221. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1099-1646\(199603\)12:2/3<201::AID-RRR390>3.0.CO;2-A](https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-1646(199603)12:2/3<201::AID-RRR390>3.0.CO;2-A)
- Abbe, T. B., & Montgomery, D. R. (2003). Patterns and processes of wood debris accumulation in the Queets river basin, Washington. *Geomorphology*, 51(1–3), 81–107. [https://doi.org/10.1016/S0169-555X\(02\)00326-4](https://doi.org/10.1016/S0169-555X(02)00326-4)
- Amt der Niederösterreichischen Landesregierung. (o.D.). *Waldflächen* [Map]. <http://geoshop.noel.gv.at/> (Zugriff: 17.03.2025)
- Baade, J., Gertel, H., & Schlottmann, A. (2010). *Wissenschaftlich arbeiten—Ein Leitfaden für Studierende der Geographie* (2.). Haupt Verlag.
- Batik, P., Bernroider, M., Dudek, A., Finger, F., Roetzel, R., Hajek, T., Jencek, V., Krejci, O., Matejovska, O., & Nehyba, S. (2001). *Geologische Karte der Republik Österreich 1:50 000—8 Geras* [Map]. Geologische Bundesanstalt. https://opac.geologie.ac.at/wwwopacx/wwwopac.ashx?command=getcontent&server=images&value=GK0008_000_A.pdf (Zugriff: 09.03.2025)
- Biosphärenpark Wienerwald Management GmbH. (o.D.). *Eschentriebsterben im Biosphärenpark Wienerwald*. Wienerwald Eschentriebsterben. <https://www.bpww.at/de/artikel/eschentriebsterben-im-biosphaerenpark-wienerwald> (Zugriff: 21.04.2025)
- Blöschl, G. (2024, September 24). *Das September-Hochwasser: Was lernen wir daraus?* TU Wien Aktuelles. <https://www.tuwien.at/tu-wien/aktuelles/news/das-september-hochwasser-was-lernen-wir-daraus> (Zugriff: 20.02.2025)
- BML. (2025a). *Flüsse und Seen: Wasserkörper + Hintergrundinformation*. <https://maps.wisa.bml.gv.at/gewaesserbewirtschaftungsplan-2021> (Zugriff: 17.03.2025)
- BML. (2025b). *Oberflächenwasserkörper—Datenblatt 2021: Seebach_05, ER (S. 7)*. https://wasser.umweltbundesamt.at/cadenza/p/OWKDB_Fluss_2021?hideRedirects=true&dwk=500690004 (Zugriff: 17.03.2025)
- BML. (n.D.). *Das Hochwasserereignis im September 2024 in Österreich*. Chronik besonderer Ereignisse. <https://info.bml.gv.at/themen/wasser/wasser-oesterreich/hydrographie/chronik-besonderer-ereignisse/hochwasser-september-2024.html> (Zugriff: 20.02.2025)
- BMLFUW. (2014). *Flächenverzeichnis der Flussgebiete Donaugebiet von der Enns bis zur Leitha—Beiträge zur Hydrographie Österreichs Heft 62* (S. 1–182). Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft. <https://info.bml.gv.at/dam/jcr:33699a3d-88fd-4dbc-8081-4d28c80f83bc/Beitrag%2062.pdf#page=140> (Zugriff: 17.03.2025)
- Bracken, L. J., & Croke, J. (2007). The concept of hydrological connectivity and its contribution to understanding runoff-dominated geomorphic systems. *Hydrological Processes*, 21(13), 1749–1763. <https://doi.org/10.1002/hyp.6313>
- Bracken, L. J., Turnbull, L., Wainwright, J., & Bogaart, P. (2015). Sediment connectivity: A framework for understanding sediment transfer at multiple scales. *Earth Surface Processes and Landforms*, 40(2), 177–188. <https://doi.org/10.1002/esp.3635>
- Collins, B. D., & Montgomery, D. R. (2002). Forest Development, Wood Jams, and Restoration of Floodplain Rivers in the Puget Lowland, Washington. *Restoration Ecology*, 10(2), 237–247. <https://doi.org/10.1046/j.1526-100X.2002.01023.x>
- Deutscher Alpenverein e.V. (2023, Mai 8). *Vorsicht nach Stürmen—Gefahren durch Sturmholz*. https://www.alpenverein.de/artikel/sturmholz-windbruch-windwurf_1d89f5e6-046d-4263-8e8c-6a5c7cabd698 (Zugriff: 22.03.2025)
- Díez, J. R., Larrañaga, S., Elosegui, A., & Pozo, J. (2000). Effect of removal of wood on streambed stability and retention of organic matter. *Journal of the North American Benthological Society*, 19(4), 621–632. <https://doi.org/10.2307/1468121>

- Dixon, S. J. (2016). A dimensionless statistical analysis of logjam form and process. *Ecohydrology*, 9(6), 1117–1129.
<https://doi.org/10.1002/eco.1710>
- Elosegi, A., Díez, J. R., Flores, L., & Molinero, J. (2017). Pools, channel form, and sediment storage in wood-restored streams: Potential effects on downstream reservoirs. *Geomorphology*, 279, 165–175. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2016.01.007>
- Ewert, R., Heitsch, R., Pohlmann, D., Schmidt, G., Urlich, W., Wandelburg, J., Athen, H., & Bruhn, J. (1974). *Rechnen und Mathematik* (H. Athen & J. Bruhn, Hrsg.). Verlagsgruppe Bertelsmann GmbH/Bertelsmann Ratgeberverlag.
- Friedrich, H., Ravazzolo, D., Ruiz-Villanueva, V., Schalko, I., Spreitzer, G., Tunnicliffe, J., & Weitbrecht, V. (2022). Physical modelling of large wood (LW) processes relevant for river management: Perspectives from New Zealand and Switzerland. *Earth Surface Processes and Landforms*, 47(1), 32–57. <https://doi.org/10.1002/esp.5181>
- Fryirs, K. A., Brierley, G. J., Preston, N. J., & Spencer, J. (2007). Catchment-scale (dis)connectivity in sediment flux in the upper Hunter catchment, New South Wales, Australia. *Geomorphology*, 84(3–4), 297–316. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2006.01.044>
- Galia, T., Macurová, T., Vardakas, L., Škarpich, V., Matušková, T., & Kalogianni, E. (2020). Drivers of variability in large wood loads along the fluvial continuum of a Mediterranean intermittent river. *Earth Surface Processes and Landforms*, 45(9), 2048–2062.
<https://doi.org/10.1002/esp.4865>
- GEOCONSULT WIEN ZT GmbH. (2008). *Technischer Bericht—Abflussuntersuchung Niederösterreich—Thaya, Mährische Thaya, Thumeritzbach, Taxenbach, Thauabach, Rotbach* (S. 1–241) [Technischer Bericht].
- GeoSphere Austria. (o.D.a). *Gesamtjahresauswertung 2023: Station Horn Wasserwerk* (Jahrbuch). GeoSphere Austria.
<https://www.zamg.ac.at/cms/de/klima/klimaeubersichten/jahrbuch> (Zugriff: 16.05.2025)
- GeoSphere Austria. (o.D.b). *Gesamtjahresauswertung 2023: Station Raabs* (Jahrbuch). GeoSphere Austria.
<https://www.zamg.ac.at/cms/de/klima/klimaeubersichten/jahrbuch> (Zugriff: 16.05.2025)
- GeoSphere Austria. (o.D.c). *Klimamonitoring*. Klima aktuell. <https://www.zamg.ac.at/cms/de/klima/klima-aktuell/klimamonitoring/?station=1920¶m=t&period=period-ymd-2025-02-01&ref=1> (Zugriff: 01.03.2025)
- Glaser, R. (2023). Klimawandel. In *Transformative Geographische Bildung: Schlüsselprobleme, Theoriezugänge, Forschungsweisen, Vermittlungspraktiken* (S. 49–56). Springer.
- Google. (2025). *Standort in Google Maps finden und dessen Genauigkeit verbessern*. Google Maps-Hilfe.
<https://support.google.com/maps/answer/2839911?hl=de&co=GENIE.Platform%3DAndroid> (Zugriff: 25.02.2025)
- Grabowski, R. C., Gurnell, A. M., Burgess-Gamble, L., England, J., Holland, D., Klaar, M. J., Morrissey, I., Uttley, C., & Wharton, G. (2019). The current state of the use of large wood in river restoration and management. *Water and Environment Journal*, 33(3), 366–377. <https://doi.org/10.1111/wej.12465>
- Greilinger, M., Orlik, A., Tilg, A., Schellander, H., Pistotnik, G., Lehner, S., Schlögl, M., & Koch, R. (2024). *Klimatologische Analyse betreffend des Niederschlagsereignisses vom 12. Bis 16. September 2024 in Österreich* (S. 1–21). GeoSphere Austria.
https://www.geosphere.at/de/dokumente/news/klimatologische-analyse-des-niederschlagsereignisses-september-2024_final_v2.pdf@@@download/file (Zugriff: 20.02.2025)
- Gurnell, A. M., & Sweet, R. (1998). The distribution of large woody debris accumulations and pools in relation to woodland stream management in a small, low-gradient stream. *Earth Surface Processes and Landforms*, 23(12), 1101–1121.
[https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1096-9837\(199812\)23:12<1101::AID-ESP935>3.0.CO;2-O](https://doi.org/10.1002/(SICI)1096-9837(199812)23:12<1101::AID-ESP935>3.0.CO;2-O)
- Hooke, J. (2003). Coarse sediment connectivity in river channel systems: A conceptual framework and methodology. *Geomorphology*, 56(1–2), 79–94. [https://doi.org/10.1016/S0169-555X\(03\)00047-3](https://doi.org/10.1016/S0169-555X(03)00047-3)

- Hösl, R., Strauss, P., Wenzel, W., Leitgeb, E., Aust, G., & Englisch, M. (2016a). *Bodentypen in Horn* [Map].
https://www.unserboden.at/files/soilmap_horn.pdf (Zugriff: 09.03.2025)
- Hösl, R., Strauss, P., Wenzel, W., Leitgeb, E., Aust, G., & Englisch, M. (2016b). *Bodentypen in Waidhofen an der Thaya* [Map].
https://www.unserboden.at/files/soilmap_waidhofen_thaya.pdf (Zugriff: 09.03.2025)
- Iroumé, A., Mao, L., Andreoli, A., Ulloa, H., & Ardiles, M. P. (2015). Large wood mobility processes in low-order Chilean river channels. *Geomorphology*, 228, 681–693. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2014.10.025>
- Jackson, K. J., & Wohl, E. (2015). Instream wood loads in montane forest streams of the Colorado Front Range, USA. *Geomorphology*, 234, 161–170. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2015.01.022>
- Jencek, O., Matejovska, O., & Thiele, O. (1987). *Geologische Karte der Republik Österreich 1:50 000—7 Gross-Siegharts* [Map].
 Geologische Bundesanstalt.
https://opac.geologie.ac.at/wwwopac/wwwopac.ashx?command=getcontent&server=images&value=GK0007_000_A.pdf
 (Zugriff: 09.03.2025)
- Kail, J., Hering, D., Muhar, S., Gerhard, M., & Preis, S. (2007). The use of large wood in stream restoration: Experiences from 50 projects in Germany and Austria. *Journal of Applied Ecology*, 44(6), 1145–1155. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2007.01401.x>
- Keesstra, S., Nunes, J. P., Saco, P., Parsons, T., Poepl, R., Masselink, R., & Cerdà, A. (2018). The way forward: Can connectivity be useful to design better measuring and modelling schemes for water and sediment dynamics? *Science of The Total Environment*, 644, 1557–1572. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.06.342>
- Kowalski, T., Schumacher, J., & Kehr, R. (2010). Das Eschensterben in Europa—Symptome, Erreger und Empfehlungen für die Praxis. *Jahrbuch der Baumpflege, Haymarket Media Braunschweig*, 184–195.
- Krammer, C., Kahl, B., & Higer, F. (2024). *Zusammenfassung aus hydrologischer Sicht zum Hochwasser vom 13.9.2024 bis zum 20.9.2024 in NÖ*. https://www.noel.gv.at/noe/Wasser/Vorlaufuge_Analyse_Hochwasser_Sept2024_Hydro_web.pdf (Zugriff: 20.02.2025)
- Leitner, H., Pfandl-Albel, B., Jantsch, W., Klück, P., & Wohlfahrt, S. (2023). *Europäischer Biber (Castor fiber)—Verbreitung und Bestand in Niederösterreich 2023*.
https://www.noel.gv.at/noe/Naturschutz/Biberkartierung_Niederoesterreich_V10_20231007_Homepageversi.pdf (Zugriff: 12.03.2025)
- Maffia, M. M., Segura, C., Lorion, C. M., Suring, E., & Warren, D. R. (2025). Restoring streams with large wood: An analysis of geomorphic changes 7 years post-restoration in small coastal streams. *Earth Surface Processes and Landforms*, 50(1), 1–18.
<https://doi.org/10.1002/esp.6041>
- Manners, R. B., Doyle, M. W., & Small, M. J. (2007). Structure and hydraulics of natural woody debris jams. *Water Resources Research*, 43(6), 2006WR004910. <https://doi.org/10.1029/2006WR004910>
- Mattheck, C. (1992). Mechanisches Versagen von Bäumen durch Windbruch. *Physik in Unserer Zeit*, 23(2), 79–83.
<https://doi.org/10.1002/piuz.19920230210>
- Montgomery, D. R., Buffington, J. M., Smith, R. D., Schmidt, K. M., & Pess, G. (1995). Pool Spacing in Forest Channels. *Water Resources Research*, 31(4), 1097–1105. <https://doi.org/10.1029/94WR03285>
- Nakamura, F., Seo, J. I., Akasaka, T., & Swanson, F. J. (2017). Large wood, sediment, and flow regimes: Their interactions and temporal changes caused by human impacts in Japan. *Geomorphology*, 279, 176–187. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2016.09.001>
- Osei, N. A., Gurnell, A. M., & Harvey, G. L. (2015). The role of large wood in retaining fine sediment, organic matter and plant propagules in a small, single-thread forest river. *Geomorphology*, 235, 77–87. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2015.01.031>

- Osei, N. A., Harvey, G. L., & Gurnell, A. M. (2015). The early impact of large wood introduction on the morphology and sediment characteristics of a lowland river. *Limnologia*, 54, 33–43. <https://doi.org/10.1016/j.limno.2015.08.001>
- Parker, C., Henshaw, A. J., Harvey, G. L., & Sayer, C. D. (2017). Reintroduced large wood modifies fine sediment transport and storage in a lowland river channel. *Earth Surface Processes and Landforms*, 42(11), 1693–1703. <https://doi.org/10.1002/esp.4123>
- Parz-Gollner, R., & Hölzler, G. (2018). *Die Biber-Praxisfibel. Maßnahmen zur Konfliktlösung im Umgang mit dem Biber Castor fiber*. BOKU.
https://boku.ac.at/fileadmin/data/H03000/H83000/H83200/Projekte/castor_div/castor_mgmt/Biber_Praxisfibel_v2e_end.pdf
(Zugriff: 11.03.2025)
- Pfeiffer, A., & Wohl, E. (2018). Where Does Wood Most Effectively Enhance Storage? Network-Scale Distribution of Sediment and Organic Matter Stored by Instream Wood. *Geophysical Research Letters*, 45(1), 194–200. <https://doi.org/10.1002/2017GL076057>
- Poepl, R. E., Perez, J. E., Fergg, H., & Morche, D. (2024). Introducing indices to assess the effects of in-stream large wood on water and sediment connectivity in small streams. *Geomorphology*, 444, 108936. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2023.108936>
- Rickli, C., Badoux, A., Rickenmann, D., Steeb, N., & Waldner, P. (2018). Large wood potential, piece characteristics, and flood effects in Swiss mountain streams. *Physical Geography*, 1–23. <https://doi.org/10.1080/02723646.2018.1456310>
- Ruiz Villanueva, V., Bladé Castellet, E., Díez-Herrero, A., Bodoque, J. M., & Sánchez-Juny, M. (2014). Two-dimensional modelling of large wood transport during flash floods. *Earth Surface Processes and Landforms*, 39(4), 438–449. <https://doi.org/10.1002/esp.3456>
- Ruiz-Villanueva, V., Piégay, H., Gurnell, A. M., Marston, R. A., & Stoffel, M. (2016). Recent advances quantifying the large wood dynamics in river basins: New methods and remaining challenges. *Reviews of Geophysics*, 54(3), 611–652.
<https://doi.org/10.1002/2015RG000514>
- Ryan, S. E., Bishop, E. L., & Daniels, J. M. (2014). Influence of large wood on channel morphology and sediment storage in headwater mountain streams, Fraser Experimental Forest, Colorado. *Geomorphology*, 217, 73–88.
<https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2014.03.046>
- Swanson, F. J., Gregory, S. V., Iroumé, A., Ruiz-Villanueva, V., & Wohl, E. (2021). Reflections on the history of research on large wood in rivers. *Earth Surface Processes and Landforms*, 46(1), 55–66. <https://doi.org/10.1002/esp.4814>
- Tang, Y.-J., Xu, Z.-M., Yang, T.-Q., Zhou, Z.-H., Wang, K., Ren, Z., Yang, K., & Tian, L. (2018). Impacts of small woody debris on slurring, persistence, and propagation in a low-gradient channel of the Dongyue debris flow in Nu River, Southwest China. *Landslides*, 15(11), 2279–2293. <https://doi.org/10.1007/s10346-018-1036-7>
- Verdonschot, P. F. M., & Verdonschot, R. C. M. (2023). Ecological Functions and Management of Large Wood in Fluvial Systems. *Current Forestry Reports*, 10(1), 39–55. <https://doi.org/10.1007/s40725-023-00209-x>
- von Siemens, M., Hanfland, S., Binder, W., Herrmann, M., & Rehklau, W. (2009). *Totholz bringt Leben in Flüsse und Bäche* (S. 58). LfU.
http://biberhandbuch.de/Biberhandbuch_Broschueren/Totholz_bringt_Leben_in_Fluesse_und_Baeche.pdf (Zugriff: 31.01.2025)
- Wallerstein, N. P., & Thorne, C. R. (2004). Influence of large woody debris on morphological evolution of incised, sand-bed channels. *Geomorphology*, 57(1), 53–73. [https://doi.org/10.1016/S0169-555X\(03\)00083-7](https://doi.org/10.1016/S0169-555X(03)00083-7)
- Wallerstein, N., & Thorne, C. (1997). *Impacts of Woody Debris on Fluvial Processes and Channel Morphology in Stable and Unstable Streams*. 136.
https://www.researchgate.net/publication/235185908_Impacts_of_Woody_Debris_on_Fluvial_Processes_and_Channel_Morphology_in_Stable_and_Unstable_Streams (Zugriff: 24.03.2025)
- Welling, R. T., Wilcox, A. C., & Dixon, J. L. (2021). Large wood and sediment storage in a mixed bedrock-alluvial stream, western Montana, USA. *Geomorphology*, 384, 107703. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2021.107703>

- WetterOnline. (o.D.a). *Wetter im Rückblick—Wetterstation Raabs/Thaya—Höchsttemperatur*. Wetterdaten.
<https://www.wetteronline.at/wetterdaten/raabs-thaya?iid=11047&month=02&year=2025> (Zugriff: 01.03.2025)
- WetterOnline. (o.D.b). *Wetter im Rückblick—Wetterstation Raabs/Thaya—Tiefsttemperatur*. Wetterdaten.
https://www.wetteronline.at/wetterdaten/raabs-thaya?pcid=pc_rueckblick_data&gid=x5979&pid=p_rueckblick_diagram&sid=StationHistory&iid=11047&month=02&year=2025&period=4&metparaidd=TNLD (Zugriff: 01.03.2025)
- Wimmer, R., & Moog, O. (1994). *Flussordnungszahlen österreichischer Fließgewässer* (S. 1–581). Bundesministerium für Umwelt.
https://www.zobodat.at/pdf/UBA_M_051_0001-0581.pdf (Zugriff: 26.05.2025)
- Wohl, E., Cenderelli, D. A., Dwire, K. A., Ryan-Burkett, S. E., Young, M. K., & Fausch, K. D. (2010). Large in-stream wood studies: A call for common metrics. *Earth Surface Processes and Landforms*, 35(5), 618–625. <https://doi.org/10.1002/esp.1966>
- Wohl, E., & Scott, D. N. (2017). Wood and sediment storage and dynamics in river corridors. *Earth Surface Processes and Landforms*, 42(1), 5–23. <https://doi.org/10.1002/esp.3909>
- Zepp, H. (2008). *Geomorphologie: Eine Einführung* (4., aktualisierte und erweiterte Auflage). Ferdinand Schöningh GmbH.

11. Anhang

Im Anhang befinden sich die Excel-Sheets mit den erhobenen Daten und Informationen der Totholzdepositionen der Untersuchungsabschnitte des Seebsbaches und des Thumeritzbaches.

Untersuchungsabschnitt Thumeritzbach: Aufschlüsselung nach Typen der Totholzdepositionen, A_{LW} , RP_{LW} , Wasserrückstau, Bachbettkontakt und tatsächlicher Sedimentspeicherung in cm^3

Untersuchungsabschnitt: THUMERITZBACH																						
Nr.	photo nr.	channel spanning		Single piece?	channel spanning single piece	not channel spanning single piece	jam?	channel spanning jam	not channel spanning jam	A _{LW} (%)	RP _{LW} (0-3)	Wasserrückstau?		Bachbettkontakt?		Sedimentspeicherung						
		yes	no									yes	no	length (cm)	width (cm)	depth ₁ (cm)	depth ₂ (cm)	height (cm)	Sedimentvolumen (cm ³)			
1	5422	x					x	x		99	3	x		x		400	500	100	40	60	6000000	
2	5421	x		x	x					0	0		x	x		-	-	-	-	0	0	
3	5420	x		x	x					0	0		x	x		-	-	-	-	0	0	
4	5420	x		x	x					0	0		x	x		-	-	-	-	0	0	
5	5419	x		x	x	x				10	2	x		x		80	60	35	20	15	36000	
6	5418	x		x	x					0	0		x	x		-	-	-	-	0	0	
7	5418		x	x			x			1	1		x	x		-	-	-	-	0	0	
8	5417	x		x	x					0	0		x	x		-	-	-	-	0	0	
9	5416	x		x	x	x				0	0		x	x		-	-	-	-	0	0	
10	5416		x	x			x			15	1		x	x		120	80	15	10	5	24000	
11	5416		x	x			x			1	0		x	x		-	-	-	-	0	0	
12	5412	x			x					40	2	x		x		300	200	40	0	40	1200000	
13	5411	x			x					0	0		x	x		-	-	-	-	0	0	
14	5410		x	x						1	1		x	x		-	-	-	-	0	0	
15	5408		x	x			x			15	0	x		x		-	-	-	-	0	0	
16	5407	x						x	x	80	3	x		x		200	450	50	30	20	900000	
17	5406		x	x						2	1	x		x		40	50	15	5	10	10000	
18	5403		x	x			x			30	1		x	x		-	-	-	-	0	0	
19	5404		x	x			x			25	1		x	x		140	30	18	5	13	27300	
20	5405	x						x	x	45	2	x		x		-	-	-	-	0	0	
21	5401	x		x	x					0	0		x	x		-	-	-	-	0	0	
22	5398	x			x					0	0		x	x		-	-	-	-	0	0	
23	5397		x	x			x			1	1	x		x		30	20	20	17	3	900	
24	5396	x						x		30	2	x		x		70	50	10	5	5	8750	
25	5389		x	x			x			8	1			x		25	10	13	10	3	375	
26	5388	x		x	x					0	0		x	x		-	-	-	-	0	0	
27	5386	x		x	x					0	0		x	x		-	-	-	-	0	0	
28	5385		x	x			x			5	1		x	x		-	-	-	-	0	0	
29	5383	x						x	x	40	2	x		x		300	140	20	0	20	420000	
30	5382	x		x	x					0	0		x	x		-	-	-	-	0	0	
31	5380	x			x					0	0		x	x		-	-	-	-	0	0	
32	5379		x	x			x			7	1		x	x		-	-	-	-	0	0	
33	5376		x	x						2	1	x		x		170	100	13	5	8	68000	
34	5375	x		x	x		x			0	0		x	x		-	-	-	-	0	0	
35	5374		x	x			x			2	1		x	x		-	-	-	-	0	0	
36	5372		x	x			x			20	1	x		x		-	-	-	-	0	0	
37	5371	x						x	x	45	2	x		x		150	300	20	15	5	112500	
38	5370		x	x			x			3	1		x	x		-	-	-	-	0	0	
39	5369		x	x			x			3	1		x	x		-	-	-	-	0	0	
40	5368		x	x			x			45	1	x		x		140	200	40	20	20	280000	
41	5367	x		x	x					15	2	x		x		100	150	16	10	6	45000	
42	5366		x	x			x			30	1	x		x		400	140	13	0	13	364000	
43	5439		x	x			x			5	1			x		-	-	-	-	0	0	
44	5440							x		15	1		x	x		30	40	20	15	5	3000	
45	5347	x		x	x					50	3	x		x		150	200	30	18	12	180000	
46	5348		x	x			x			2	1		x	x		-	-	-	-	0	0	
47	5349		x	x			x			2	1		x	x		-	-	-	-	0	0	
48	5350		x	x			x			2	0		x	x		-	-	-	-	0	0	
49	5351		x	x			x			1	1		x	x		-	-	-	-	0	0	
50	5352	x		x	x					0	0		x	x		-	-	-	-	0	0	
51	5354		x	x			x			2	1		x	x		-	-	-	-	0	0	
52	5355		x	x			x			2	1		x	x		-	-	-	-	0	0	
53	5357	x						x	x	20	2		x	x		-	-	-	-	0	0	
54	5358		x						x	45	1	x		x		200	200	20	10	10	200000	
55	5360	x		x	x					35	2	x		x		-	-	-	-	0	0	
56	5361	x		x	x					30	2	x		x		-	-	-	-	0	0	
57	5346		x	x			x			1	1		x	x		-	-	-	-	0	0	
58	5345	x		x	x					0	0		x	x		-	-	-	-	0	0	
59	5344		x	x	x					10	2	x		x		90	70	23	15	8	25200	
60	5343		x	x			x			5	1		x	x		-	-	-	-	0	0	
61	5343	x		x	x					5	2	x		x		30	70	20	15	5	6300	
62	5342	x		x	x					0	0		x	x		-	-	-	-	0	0	
63	5342		x	x			x			1	1		x	x		-	-	-	-	0	0	
64	5342		x	x			x			2	1		x	x		-	-	-	-	0	0	
65	5341				x					0	0		x	x		-	-	-	-	0	0	
66	5340	x		x	x					0	0		x	x		-	-	-	-	0	0	
67	5339	x		x	x					0	0		x	x		-	-	-	-	0	0	
68	5338		x	x			x			10	1		x	x		-	-	-	-	0	0	
69	5246	x		x	x					0	0		x	x		-	-	-	-	0	0	
70	5441	x					x	x		95	3	x		x		100	400	87	65	22	440000	
71	5443			x	x					0	0		x	x		-	-	-	-	0	0	
72	5245	x		x	x					0	0		x	x		-	-	-	-	0	0	
73	5243		x	x			x			2	1		x	x		-	-	-	-	0	0	
74	5242	x		x	x					0	0		x	x		-	-	-	-	0	0	
75	5241		x	x						4	1		x	x		-	-	-	-	0	0	
76	5240		x						x	50	2	x		x		220	250	25	3	22	605000	
77	5239		x					x		20	1	x		x		75	50	120	110	10	18750	
78	5238	x		x	x					0	0		x	x		-	-	-	-	0	0	
79	5237		x	x			x			5	1	x		x		75	50	20	10	10	18750	
80	5236		x	x			x			13	1	x		x		10	15	20	16	4	300	
81	5235	x		x	x					5	2	x		x		60	100	17	5	12	36000	
82	5233		x					x		40	1	x		x		-	-	-	-	0	0	
83	5231	x		x	x					20	3	x		x		-	-	-	-	0	0	
84	5230	x						x	x	80	2	x		x		-	-	-	-	0	0	
85	5227	x		x	x					40	2	x		x		-	-	-	-	0	0	
86	5226	x						x	x	70	3	x		x		-	-	-	-	0	0	
87	5225		x	x			x			2	1			x		-	-	-	-	0	0	
88	5224		x	x			x			0	0		x	x		-						

Untersuchungsabschnitt Seebach: Aufschlüsselung nach Typen der Totholzdepositionen, A_{LW} , RP_{LW} , Wasserrückstau, Bachbettkontakt und tatsächlicher Sedimentspeicherung in cm^3

Untersuchungsabschnitt: SEEBSBACH																						
Nr.	photo nr.	channel spanning		Single piece?	channel spanning single piece	not channel spanning single piece	jam?	channel spanning jam	not channel spanning jam	A _{LW} (%)	RP _{LW} (0-3)	Wasserrückstau?		Bachbettkontakt?		Sedimentspeicherung						
		yes	no									yes	no	yes	no	length (cm)	width (cm)	depth ₁ (cm)	depth ₂ (cm)	height (cm)	Sedimentvolumen cm ³	
1	5320		x	x		x				1	1		x	x		30	10	5	0	5	750	
2	5322		x	x		x				25	1	x		x		30	50	15	10	5	3750	
3	5323		x	x		x				3	1		x	x		-	-	-	-	0	0	
4	5324		x	x		x				5	1	x		x		60	10	25	22	3	900	
5	5325		x	x		x				5	1		x	x		70	15	23	18	5	2625	
6	5326		x	x		x				2	0		x		x	-	-	-	-	0	0	
7	5327		x				x		x	60	2	x		x		100	120	20	15	5	30000	
8	5275		x	x		x				25	1	x		x		75	80	55	40	15	45000	
9	5277	x		x	x					0	0		x		x	-	-	-	-	0	0	
10	5278		x	x		x				1	1		x	x		-	-	-	-	0	0	
11	5279		x	x		x				1	0		x		x	-	-	-	-	0	0	
12	5280		x	x		x				1	1		x	x		-	-	-	-	0	0	
13	5281	x		x		x				0	0				x	-	-	-	-	0	0	
14	5282	x		x		x				0	0				x	-	-	-	-	0	0	
15	5283		x							0	0				x	-	-	-	-	0	0	
16	5288	x					x		x	45	2	x		x		100	250	80	20	60	750000	
17	5289	x		x		x		x		70	3	x		x		300	600	95	75	20	1800000	
18	5305	x		x	x					0	0		x		x	-	-	-	-	0	0	
19	5306		x	x		x				12	0		x		x	-	-	-	-	0	0	
20	5307		x	x		x				20	1	x		x		100	30	20	10	10	15000	
21	5314		x	x		x				20	1		x	x		-	-	-	-	0	0	
22	5315		x				x		x	35	1	x		x		100	70	25	20	5	17500	
23	5316		x	x		x				3	0		x		x	-	-	-	-	0	0	
24	5198		x	x		x				15	0	x			x	-	-	-	-	0	0	
25	5198		x	x		x				15	1		x	x		-	-	-	-	0	0	
26	5198		x	x		x				1	1		x	x		-	-	-	-	0	0	
27	5319		x				x		x	25	1		x	x		60	40	30	25	5	6000	
28	5273		x	x		x				15	1		x	x		100	110	20	7	13	71500	
29	5262	x			x					20	2	x		x		50	70	32	25	7	12250	
30	5264		x	x		x				20	1	x		x		100	110	22	15	7	38500	
31	5267		x	x		x				3	0		x		x	-	-	-	-	0	0	
32	5268		x	x		x				1	1		x		x	-	-	-	-	0	0	
33	5270		x	x		x				1	0		x		x	-	-	-	-	0	0	
34	5210	x					x	x		95	3	x		x		300	800	75	60	15	1800000	
35	5199	x		x	x					0	0		x		x	-	-	-	-	0	0	
36	5203		x	x		x				35	1	x		x		60	100	25	15	10	30000	

Untersuchungsabschnitt Thumeritzbach: Rohdaten; Aufschlüsselung nach Arten der Totholzdepositionen, A_{LW} , RP_{LW} , Wasserrückstau, Bachbettkontakt und tatsächlicher Sedimentspeicherung in cm^3

Untersuchungsabschnitt: THUMERITZBACH																										
Nr.	photo nr.	channel spanning		Single piece?	single pieces					jam?	jams			A _{LW} (%)	RP _{LW} (0-3)	Wasserrückstau?		Bachbettkontakt?		Sedimentspeicherung						
		yes	no		bridge	collap. Bridge	ramp	log step	partial log step		under-flow jam	dam jam	partial dam jam			yes	no	yes	no	length (cm)	width (cm)	depth (cm)	depth (cm)	height (cm)	Sedimentvolumen (cm³)	
1	5422	x								x		x		99	3	x		x		400	500	100	40	60	6000000	
2	5421	x		x	x									0	0		x	x	-	-	-	-	0	0		
3	5420	x		x	x									0	0		x	x	-	-	-	-	0	0		
4	5420	x		x	x									0	0		x		x	-	-	-	-	0	0	
5	5419	x		x		x								10	2	x		x	80	60	35	20	15	36000		
6	5418	x		x	x									0	1		x	x	-	-	-	-	0	0		
7	5418		x	x			x							1	1		x	x	-	-	-	-	0	0		
8	5417	x		x	x									0	0			x	-	-	-	-	0	0		
9	5416	x		x	x									0	0		x		x	-	-	-	-	0	0	
10	5416		x	x			x							15	1		x	x	120	80	15	10	5	24000		
11	5416		x	x			x							1	0		x		x	-	-	-	-	0	0	
12	5412	x		x	x									40	2	x		x	300	200	40	0	40	1200000		
13	5411	x		x	x									0	0		x		x	-	-	-	-	0	0	
14	5410		x	x			x							1	1		x	x	-	-	-	-	0	0		
15	5408		x	x			x							15	0		x		x	-	-	-	-	0	0	
16	5407	x								x		x		80	3			x	200	450	50	30	20	900000		
17	5406		x	x			x							2	1	x		x	40	50	15	5	10	10000		
18	5403		x	x			x							30	1		x	x	-	-	-	-	0	0		
19	5404		x	x			x							25	1	x		x	140	30	18	5	13	27300		
20	5405	x								x	x			45	2		x		x	-	-	-	-	0	0	
21	5401	x		x	x									0	0		x		x	-	-	-	-	0	0	
22	5398	x			x		x							0	0			x	-	-	-	-	0	0		
23	5397		x	x										1	0	x			x	30	20	20	17	3	900	
24	5396	x								x	x			30	2	x		x	70	50	10	5	5	8750		
25	5389		x	x			x							8	1		x	x	25	10	13	10	3	375		
26	5388	x		x	x									0	0		x		x	-	-	-	-	0	0	
27	5386	x		x	x									0	0		x		x	-	-	-	-	0	0	
28	5385		x	x										5	1		x		x	-	-	-	-	0	0	
29	5383	x								x	x			40	2	x		x	300	140	20	0	20	420000		
30	5382	x		x	x									0	0		x		x	-	-	-	-	0	0	
31	5380	x		x	x									0	0		x		x	-	-	-	-	0	0	
32	5379		x	x										7	1		x		x	-	-	-	-	0	0	
33	5376		x	x			x							2	1	x		x	170	100	13	5	8	68000		
34	5375	x		x	x									0	0		x		x	-	-	-	-	0	0	
35	5374		x	x			x							2	1		x		x	-	-	-	-	0	0	
36	5372		x	x			x							20	1	x		x	-	-	-	-	0	0		
37	5371	x								x	x			45	2	x			150	300	20	15	5	112500		
38	5370		x	x			x							3	1		x	x	-	-	-	-	0	0		
39	5369		x	x			x							3	1		x		x	-	-	-	-	0	0	
40	5368		x	x			x							45	1	x		x	140	200	40	20	20	280000		
41	5367	x		x	x									15	2	x		x	100	150	16	10	6	45000		
42	5366		x	x			x							30	1	x		x	400	140	13	0	13	364000		
43	5439		x	x			x							5	1		x		x	-	-	-	-	0	0	
44	5440		x							x				15	1		x		x	30	40	20	15	5	3000	
45	5347	x		x										50	3	x		x	150	200	30	18	12	180000		
46	5348		x	x										2	1		x	x	-	-	-	-	0	0		
47	5349		x	x			x							2	1		x	x	-	-	-	-	0	0		
48	5350		x	x										2	0		x		x	-	-	-	-	0	0	
49	5351		x	x										1	1		x	x	-	-	-	-	0	0		
50	5352	x		x										0	0			x	-	-	-	-	0	0		
51	5354		x	x			x							2	1		x		x	-	-	-	-	0	0	
52	5355		x	x										2	1		x		x	-	-	-	-	0	0	
53	5357	x								x	x			20	2		x		x	-	-	-	-	0	0	
54	5358		x											45	1	x		x	200	200	20	10	10	200000		
55	5360	x		x										35	2	x		x	-	-	-	-	0	0		
56	5361	x		x			x							30	2	x		x	-	-	-	-	0	0		

57	5346		x	x					x					1	1		x		x		x	-	-	-	-	0	0
58	5345	x		x	x									0	0				x		x	-	-	-	-	0	0
59	5344	x		x	x	x								10	2	x		x	x		90	70	23	15	8	25200	
60	5343		x	x	x									5	1		x	x			-	-	-	-	0	0	
61	5343	x		x	x									5	2	x		x	x		30	70	20	15	5	6300	
62	5342	x		x	x	x								0	0		x	x	x		-	-	-	-	0	0	
63	5342		x	x	x									1	1		x	x	x		-	-	-	-	0	0	
64	5342		x	x	x									2	1		x	x			-	-	-	-	0	0	
65	5341	x		x	x	x								0	0		x		x		-	-	-	-	0	0	
66	5340	x		x	x	x								0	0		x		x		-	-	-	-	0	0	
67	5339	x		x	x	x								0	0		x		x		-	-	-	-	0	0	
68	5338		x	x	x									10	1		x	x	x		-	-	-	-	0	0	
69	5246	x		x	x	x								0	0		x	x	x		-	-	-	-	0	0	
70	5441	x		x	x									95	3	x		x	x		100	400	87	65	22	440000	
71	5443	x		x	x									0	0		x	x	x		-	-	-	-	0	0	
72	5245	x		x	x	x								0	0		x	x	x		-	-	-	-	0	0	
73	5243		x	x	x									2	1		x	x	x		-	-	-	-	0	0	
74	5242	x		x	x	x								0	0		x	x	x		-	-	-	-	0	0	
75	5241		x	x	x									4	1		x	x	x		-	-	-	-	0	0	
76	5240		x	x	x									50	2	x		x	x		220	250	25	3	22	605000	
77	5239		x	x	x									20	1	x		x	x		75	50	120	110	10	18750	
78	5238	x		x	x	x								0	0		x		x		-	-	-	-	0	0	
79	5237		x	x	x									5	1	x		x	x		75	50	20	10	10	18750	
80	5236		x	x	x									13	1	x		x	x		10	15	20	16	4	300	
81	5235	x		x	x									5	2	x		x	x		60	100	17	5	12	36000	
82	5233		x	x	x									40	1	x		x	x		-	-	-	-	0	0	
83	5231	x		x	x									20	3	x		x	x		-	-	-	-	0	0	
84	5230	x		x	x									80	2	x		x	x		-	-	-	-	0	0	
85	5227	x		x	x									40	2	x		x	x		-	-	-	-	0	0	
86	5226	x		x	x									70	3	x		x	x		-	-	-	-	0	0	
87	5225		x	x	x									2	1		x	x	x		-	-	-	-	0	0	
88	5224		x	x	x									0	0		x		x		-	-	-	-	0	0	
89	5223		x	x	x									0	0		x		x		-	-	-	-	0	0	
90	5222		x	x	x									15	1	x		x	x		15	20	27	20	7	0	
91	5220		x	x	x									30	1		x	x	x		-	-	-	-	0	0	
92	5219		x	x	x									25	1	x		x	x		150	150	10	2	8	90000	
93	5218		x	x	x									80	2	x		x	x		-	-	-	-	0	0	
94	5218	x		x	x	x								0	0		x		x		-	-	-	-	0	0	
95	5216	x		x	x	x								0	0		x		x		-	-	-	-	0	0	
96	5215	x		x	x	x								0	0		x		x		-	-	-	-	0	0	
97	5214	x		x	x	x								0	0		x		x		-	-	-	-	0	0	

Untersuchungsabschnitt Seebach: Rohdaten, Aufschlüsselung nach Arten der Totholzdepositionen, A_{LW} , RP_{LW} , Wasserrückstau, Bachbettkontakt und tatsächlicher Sedimentspeicherung in cm³

Untersuchungsabschnitt: SEEBACH																									
Nr.	photo nr.	channel spanning		Single piece?	single pieces					jam?	jams			A_{LW} (%)	RP_{LW} (0-3)	Wasserrückstau?		Bachbettkontakt?		Sedimentspeicherung					
		yes	no		bridge	collap. Bridge	ramp	log step	partial log step		under-flow jam	dam jam	partial dam jam			yes	no	yes	no	length (cm)	width (cm)	depth (cm)	depth (cm)	height (cm)	Sediment-volumen (cm ³)
1	5320		x	x			x							1	1		x	x		30	10	5	0	5	750
2	5322		x	x			x							25	1	x		x		30	50	15	10	5	3750
3	5323		x	x			x							3	1		x	x		-	-	-	-	0	0
4	5324		x	x			x							5	1		x	x		60	10	25	22	3	900
5	5325		x	x			x							5	1		x	x		70	15	23	18	5	2625
6	5326		x	x			x							2	0		x		x	-	-	-	-	0	0
7	5327		x	x										60	2	x		x		100	120	20	15	5	30000
8	5275		x	x										25	1	x		x		75	80	55	40	15	45000
9	5277	x		x	x		x							0	0		x		x	-	-	-	-	0	0
10	5278		x	x			x							1	1		x		x	-	-	-	-	0	0
11	5279		x	x			x							1	0		x		x	-	-	-	-	0	0
12	5280		x	x			x							1	1		x		x	-	-	-	-	0	0
13	5281	x		x	x									0	0		x		x	-	-	-	-	0	0
14	5282		x	x	x									0	0		x		x	-	-	-	-	0	0
15	5283		x	x										45	2	x		x		100	250	80	20	60	750000
16	5288	x		x										70	3	x		x		300	600	95	75	20	1800000
17	5289	x		x	x									0	0		x		x	-	-	-	-	0	0
18	5305	x		x	x									0	0		x		x	-	-	-	-	0	0
19	5306		x	x			x							12	1		x		x	-	-	-	-	0	0
20	5307		x	x			x							20	1	x		x		100	30	20	10	10	15000
21	5314		x	x			x							20	1		x		x	-	-	-	-	0	0
22	5315		x	x										35	1	x		x		100	70	25	20	5	17500
23	5316		x	x			x							3	0		x		x	-	-	-	-	0	0
24	5198		x	x			x							15	0	x		x		-	-	-	-	0	0
25	5198		x	x			x							15	1		x		x	-	-	-	-	0	0
26	5198		x	x			x							1	1		x		x	-	-	-	-	0	0
27	5319		x	x										25	1		x		x	60	40	30	25	5	6000
28	5273		x	x										15	1	x		x		100	110	20	7	13	71500
29	5262	x		x			x							20	2	x		x		50	70	32	25	7	12250
30	5264		x	x			x							20	1		x		x	100	110	22	15	7	38500
31	5267		x	x			x							3	0		x		x	-	-	-	-	0	0
32	5268		x	x			x							1	1		x		x	-	-	-	-	0	0
33	5270		x	x			x							1	0		x		x	-	-	-	-	0	0
34	5210	x		x										95	3	x		x		300	800	75	60	15	1800000
35	5199	x		x										0	0		x		x	-	-	-	-	0	0
36	5203		x	x			x							35	1	x		x		60	100	25	15	10	30000