
Immissionsorientierte Feinsediment- untersuchungen in den Lachsgewässern von Nordrhein-Westfalen

Abschlussbericht – Anhang

DBU-Projekt AZ 37595/01



Laichhabitat des atlantischen Lachses an der Agger (Foto: Planungsbüro Zumbroich 10/22)

Planungsbüro Zumbroich
Breite Straße 21 - 53111 Bonn

Inhaltsverzeichnis

1.1	Kolmagemessungen	6
1.2	Chemisch-physikalische Untersuchungen	8
1.3	Chemische Untersuchungen	11
1.3.1	Unterschiede hyporheisches Interstitial und fließende Welle	13
1.4	Interstitialproben Trockenmasse und Glühverlust	15
1.5	Untersuchungen zur Schwermetallbelastungen	17
1.5.1	Schwermetallkonzentrationen gegenüber Hintergrundwerten	17
1.6	Schwermetallbelastung ober- und unterhalb von Einleitungen	19
1.6.1	Blei	20
1.6.2	Cadmium	20
1.6.3	Chrom	20
1.6.4	Kupfer	21
1.6.5	Nickel	22
1.6.6	Quecksilber	22
1.6.7	Zink	23
1.7	Schwermetallbelastung in Brutboxen gegenüber Laichgruben	23
1.8	Bruterfolg	26
1.9	Makrozoobenthos	27
1.10	Beschreibung der Projektgewässer und Probestellen	28
1.10.1	Einzugsgebiet Eifel-Rur	28
1.10.1.1	Inde	28
1.10.1.2	Vichtbach	32
1.10.1.3	Wehebach	38
1.10.2	Einzugsgebiet Wupper	42
1.10.2.1	Dhünn	43
1.10.2.2	Eifgenbach	52
1.10.3	Einzugsgebiet Sieg	58
1.10.3.1	Agger	58
1.10.3.2	Bröl und Waldbrölbach	64
1.11	Abschlussarbeiten im Rahmen des Forschungsprojektes	70

Tabellenverzeichnis

Tabelle a: Kolmametermessungen mit Abflussreduktion an Laichgruben.	6
Tabelle b: Allgemein chemisch-physikalische Messungen in der fließenden Welle und im Interstitial in Projektphase 2022.	8
Tabelle c: Allgemein chemisch-physikalische Messungen in der fließenden Welle und im Interstitial in Projektphase 2023.	9
Tabelle d: Chemische Messungen in der fließenden Welle und im Interstitial in Projektphase 2023.	11
Tabelle e: Menge der mit dem Interstitialsampler gewonnenen Sedimentmenge und durch Glühverlust bestimmter organischer Anteil.	15
Tabelle f: Schwermetallbelastung an Einleitungen.	19
Tabelle g: Bewertung des Ökologischen Zustandes nach Perloides mit Ergebnissen zu den Modulen Saprobie, Allgemeine Degradation und Versauerung. Aus: ELWAS-Web (Daten von: 21.08.2024).	27

Abbildungsverzeichnis

Abbildung a: Prozentualer Unterschied im pH-Wert zwischen fließender Welle und Interstitialwasser an Laichgruben.	13
Abbildung b: Prozentualer Unterschied im Sauerstoffgehalt zwischen fließender Welle und Interstitialwasser an Laichgruben.	13
Abbildung c: Prozentualer Unterschied in der Leitfähigkeit zwischen fließender Welle und Interstitialwasser an Laichgruben.	13
Abbildung d: Prozentualer Unterschied in der Wassertemperatur zwischen fließender Welle und Interstitial- wasser an Laichgruben.	14
Abbildung e: Prozentualer Unterschied in Ammonium-Stickstoff ($\text{NH}_4^+\text{-N}$) zwischen fließender Welle und Interstitialwasser an Laichgruben.	14
Abbildung f: Prozentualer Unterschied in Nitrit-Stickstoff ($\text{NO}_2\text{-N}$) zwischen fließender Welle und Interstitial- wasser an Laichgruben.	14
Abbildung g: Prozentualer Unterschied in Nitrat-Stickstoff ($\text{NO}_3\text{-N}$) zwischen fließender Welle und Interstitialwasser an Laichgruben.	14
Abbildung h: Prozentualer Unterschied in Phosphat-Phosphor ($\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$) zwischen fließender Welle und Interstitialwasser an Laichgruben.	15
Abbildung i: Prozentualer Unterschied zwischen Bleikonzentrationen in Laichgruben und Hintergrundbelastung in Sedimenten (nach C&E 2011).	17
Abbildung j: Prozentualer Unterschied zwischen Cadmiumkonzentrationen in Laichgruben und Hintergrundbelastung in Sedimenten (nach C&E 2011).	17
Abbildung k: Prozentualer Unterschied zwischen Chromkonzentrationen in Laichgruben und Hintergrundbelastung in Böden (nach LANUV 2015) des jeweiligen Einzugsgebiets.	17
Abbildung l: Prozentualer Unterschied zwischen Kupferkonzentrationen in Laichgruben Hintergrundbelastung in Sedimenten (nach C&E 2011).	18
Abbildung m: Prozentualer Unterschied zwischen Nickelkonzentrationen in Laichgruben und Hintergrundbelastung in Sedimenten (nach C&E 2011).	18
Abbildung n: Prozentualer Unterschied zwischen Quecksilberkonzentrationen in Laichgruben und Hintergrundbelastung in Böden (nach LANUV 2015) des jeweiligen Einzugsgebiets.	18
Abbildung o: Prozentualer Unterschied zwischen Zinkkonzentrationen in Laichgruben und Hintergrundbelastung in Sedimenten (nach C&E 2011).	18
Abbildung p: Bleikonzentrationen in Sedimentproben aus dem Interstitial der Laichgruben sowie ober- und unterhalb von Einleitungen.	20
Abbildung q: Cadmiumkonzentrationen in Sedimentproben aus dem Interstitial der Laichgruben sowie ober- und unterhalb von Einleitungen.	20
Abbildung r: Chromkonzentrationen in Sedimentproben aus dem Interstitial der Laichgruben sowie ober- und unterhalb von Einleitungen.	21
Abbildung s: Kupferkonzentrationen in Sedimentproben aus dem Interstitial der Laichgruben sowie ober- und unterhalb von Einleitungen.	21
Abbildung t: Nickelkonzentrationen in Sedimentproben aus dem Interstitial der Laichgruben sowie ober- und unterhalb von Einleitungen.	22
Abbildung u: Quecksilberkonzentrationen in Sedimentproben aus dem Interstitial der Laichgruben sowie ober- und unterhalb von Einleitungen.	22
Abbildung v: Zinkkonzentrationen in Sedimentproben aus dem Interstitial der Laichgruben sowie ober- und unterhalb von Einleitungen.	23
Abbildung w: Vergleich zwischen Bleikonzentrationen in Brutboxen und im Interstitial von Probestellen.	23

Abbildung x: Vergleich zwischen Cadmiumkonzentrationen in Brutboxen und im Interstitial von Probestellen. ..	23
Abbildung y: Vergleich zwischen Chromkonzentrationen in Brutboxen und im Interstitial von Probestellen.	24
Abbildung z: Vergleich zwischen Kupferkonzentrationen in Brutboxen und im Interstitial von Probestellen.	24
Abbildung aa: Vergleich zwischen Nickelkonzentrationen in Brutboxen und im Interstitial von Probestellen.	24
Abbildung bb: Vergleich zwischen Quecksilberkonzentrationen in Brutboxen und im Interstitial von Probestellen.	24
Abbildung cc: Vergleich zwischen Zinkkonzentrationen in Brutboxen und im Interstitial von Probestellen.	25
Abbildung dd: Durchschnittliche Schlupfrate in Laichgruben an Probestellen.	26
Abbildung ee: Übersichtskarte des Einzugsgebiets Eifel-Rur.	28
Abbildung ff: Probestellenbereich I-2 an der Inde mit Probestellen oberhalb und unterhalb der Halde Hamm (grün markiert).	29
Abbildung gg: Probestelle I-2o in Fließrichtung (10/2022).....	30
Abbildung hh: Probestelle I-2u(1) gegen Fließrichtung (10/2022).....	31
Abbildung ii: Probestelle I-2u(2) gegen Fließrichtung (10/2022).....	32
Abbildung jj: Übersichtskarte des Untersuchungsbereich Vi-1. Die Probestelle Vi-1 unterhalb der Kläranlage Murlatshütte aus der ersten Projektphase wurde als neue Probestelle Vi-1u um 1,6 km im Gewässerverlauf nach oben verlegt. Zudem kommt Probestelle Vi-1o oberhalb der Kläranlage Murlatshütte hinzu.	33
Abbildung kk: Probestelle Vi-1o in Fließrichtung (10/2022).....	34
Abbildung ll: Probestelle Vi-1 (2021/2022). Die Probestelle wurde in der ersten Projektphase beprobt, für die zweite Projektphase wurde die Probestelle verlegt (siehe Vi-1u)	34
Abbildung mm: Probestelle Vi-1u in Fließrichtung (10/2022)	35
Abbildung nn: Untersuchungsbereich Vi-3 mit den Probestellen oberhalb und unterhalb der Einleitung der Kläranlage Roetgen	36
Abbildung oo: Probestelle Vi-3 wurde aus der ersten Projektphase übernommen.	37
Abbildung pp: Probestelle Vi-3o in Fließrichtung (10/2022).	38
Abbildung qq: Probestellenbereich We-6 und We-1 am Wehebach bei Lucherberg oberhalb und unterhalb der Einleitung eines Regenüberlaufbeckens	39
Abbildung rr: Probestelle We-6 (10/2022) liegt oberhalb der Einleitung eines Regenüberlaufbeckens.	40
Abbildung ss: Probestelle We-1 in Fließrichtung (10/2022) liegt unterhalb der Einleitung eines Regenüberlaufbeckens.	41
Abbildung tt: Übersichtskarte der Probestellen im Einzugsgebiet Wupper. Farblich markiert sind die Probestellen pro Projektphase.....	42
Abbildung uu: Karte der Probestellen Dh-2, Dh-3 und Dh-4 sowie der relevanten Einleitungen die in der ersten Projektphase (2021/2022) beprobt wurden.	43
Abbildung vv: Probestelle Dh-2.....	44
Abbildung ww: Probestelle Dh-3.....	45
Abbildung xx: Probestelle Dh-4 in Fließrichtung (11/2022).....	46
Abbildung yy: Probestelle Dh-5 gegen Fließrichtung (11/2022)	47
Abbildung zz: Übersichtskarte des in der ersten Projektphase beprobten Untersuchungsbereichs mit den Probestellen Dh-8, Dh-9 und Dh-10.	47
Abbildung aaa: Probestelle Dh-8	48
Abbildung bbb: Vergrabene Brutboxen markiert mit bunter Schnur an Probestelle Dh-8	48
Abbildung ccc: Probestelle Dh-9	49
Abbildung ddd: Vergrabene Brutboxen markiert mit bunten Schnüren an Probestelle Dh-9	49
Abbildung eee: Probestelle Dh-10	50
Abbildung fff: Vergrabene Brutboxen an der Probestelle Dh-10.....	50
Abbildung ggg: Probestelle Dh-12 gegen Fließrichtung (11/2022)	51
Abbildung hhh: Probestelle Ei-4 liegt unterhalb der Einleitung eines Betriebs. Die Probestelle wird in der 2. Projektphase nicht mehr beprobt.	52
Abbildung iii: Probestelle Ei-4 (11/2022).....	52
Abbildung jjj: Überblickskarte über die Probestellen oberhalb und unterhalb der Kläranlage Wermelskirchen. ..	53
Abbildung kkk: Probestelle Ei-6	54
Abbildung ll: Probestelle Ei-10 (11/2022).....	55
Abbildung mmm: Übersichtskarte des Probestellenbereichs um die Kläranlage Dhünn. Dargestellt sind die Einleitungsstelle sowie die Probestellen oberhalb und unterhalb der Einleitung der Kläranlage Dhünn in den Eifgenbach.	55
Abbildung nnn: Probestelle Ei-11 (11/2022)	56
Abbildung ooo: Probestelle Ei-12 (11/2022)	57
Abbildung ppp: Übersichtskarte Einzugsgebiet Sieg mit den Probestellen an Agger, Bröl und Waldbröl. Farblich eingefärbt nach Projektphase.	58
Abbildung qq: Probestelle Ag-1 mit neu kartierter Probestelle oberhalb und angepasster Probestelle unterhalb der Kläranlage Lohmar-Donrath.....	59

Abbildung rrr: Probestelle Ag-1o	60
Abbildung sss: Blick in Fließrichtung auf Probestelle Ag-1/Ag-1u.	61
Abbildung tt: Übersichtskarte des Probestellenbereichs Ag-7 mit Probestellen oberhalb und unterhalb der Kläranlage Overath.....	61
Abbildung uu: Probestelle Ag-7o oberhalb der Kläranlage Overath.....	62
Abbildung vv: Probestelle Ag-7u m unterhalb der Kläranlage Overath.	62
Abbildung ww: Übersichtskarte des Probestellenbereichs Ag-6 mit Probestellen oberhalb und unterhalb eines kommunalen Regenüberlaufbeckens bei Overath.	63
Abbildung xx: Probestelle Ag-6o	63
Abbildung yy: Probestelle Ag-6/Ag-6u. Blick gegen die Fließrichtung.	64
Abbildung zz: Probestelle Br-3 an der Bröl unterhalb einer Kläranlage.....	65
Abbildung aaa: Blick in Fließrichtung auf Probestelle Br-3.	66
Abbildung bbb: Probestelle Wb-3 in Fließrichtung.....	66
Abbildung ccc: Übersichtskarte des Probestellenbereichs Wb-4 mit Probestellen oberhalb und unterhalb eines kommunalen Regenüberlaufbeckens bei Ruppichterath.	68
Abbildung ddd: Probestelle Wb-4o	68
Abbildung eee: Probestelle Wb-4/Wb-4u an der Waldbröl bei Ahe	69

1.1 Kolmametermessungen

Tabelle a: Kolmametermessungen mit Abflussreduktion an Laichgruben. Messungen erfolgten in den jeweiligen Projektphase (2022, 2023) vor dem Eingraben (vE), nach dem Eingraben (nE) und bei der Bergung der Eier (B), nb = Keine Messungen.

Grube	10 cm vE2022	15 cm vE2022	20 cm vE2022	10 cm nE2022	15 cm nE2022	20 cm nE2022	10 cm B2022	15 cm B2022	20 cm B2022	10 cm nE2023	15 cm nE2023	20 cm nE2023	10 cm B2023	15 cm B2023	20 cm B2023
Ag-1o-A	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	0	0	1,4	5,5	2,7	0,0
Ag-1o-B	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	0	1,3	0	4,9	6,3	9,1
Ag-1u-A	2,8	2,5	2,6	2,1	2,1	0,3	6,9	1,7	0,0	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ag-1u-B	3,8	3,2	2,9	0,0	0,0	0,0	nb	nb	nb	5,4	0,0	2,9	nb	nb	nb
Ag-1u-C	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	7,5	0,0	84,5	nb	nb	nb
Ag-6-A	2,2	100,0	100,0	nb	nb	nb	18,3	6,7	3,3	nb	nb	nb	nb	nb	nb
Ag-6-B	7,5	8,7	8,6	nb	nb	nb	15,0	83,3	11,7	nb	nb	nb	nb	nb	nb
Ag-7o-A	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	37,3	22,9	2,0	9,8	100,0	6,8
Ag-7o-B	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	22,8	9,4	25,9	nb	nb	nb
Ag-7o-C	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	5,6	11,1	18,1
Ag-7u-A	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	2,1	6,7	3,5	9,0	13,4	32,8
Ag-7u-B	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	26,6	94,3	2,9	9,9	19,7	33,8
Br-3	1,6	2,1	0,0	6,2	10,0	24,2	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb
Dh-10	0,0	0,0	0,0	12,9	11,3	12,9	73,0	1,6	4,8	nb	nb	nb	nb	nb	nb
Dh-2	0,3	2,3	16,4	3,5	1,0	1,6	4,2	12,6	4,2	nb	nb	nb	nb	nb	nb
Dh-2	nb	nb	nb	nb	nb	nb	10,0	8,3	5,0	nb	nb	nb	nb	nb	nb
Dh-4o-A	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	100,0	2,7	51,4	10,0	50,0	0,0
Dh-4o-B	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	3,2	1,9	0,0	nb	nb	nb
Dh-4u-A	5,8	2,6	1,5	3,5	4,4	3,5	3,6	1,8	3,6	29,9	0,0	5,2	6,0	0,0	0,0
Dh-4u-B	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	5,6	4,3	0,0	nb	nb	nb
Dh-5o-A	15,8	2,0	100,0	-0,6	2,3	5,2	0,0	3,3	4,9	17,8	26,0	4,0	6,7	25,9	24,4
Dh-5o-B	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	16,4	12,2	9,9	nb	nb	nb
Dh-5u-A	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	5,9	75,0	26,5
Dh-5u-B	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb
Dh-8	76,5	29,4	84,3	22,0	69,5	5,1	13,2	9,4	5,7	nb	nb	nb	nb	nb	nb
Dh-9	1,7	0,0	0,0	9,7	9,7	4,8	6,3	0,9	0,0	nb	nb	nb	nb	nb	nb
Ei-4	2,4	0,0	0,0	4,9	3,0	6,3	8,2	3,3	4,9	nb	nb	nb	nb	nb	nb

Grube	10 cm vE2022	15 cm vE2022	20 cm vE2022	10 cm nE2022	15 cm nE2022	20 cm nE2022	10 cm B2022	15 cm B2022	20 cm B2022	10 cm nE2023	15 cm nE2023	20 cm nE2023	10 cm B2023	15 cm B2023	20 cm B2023
Ei-6o-A	78,9	2,5	64,8	62,3	100,0	100,0	93,0	71,9	100,0	17,1	4,3	24,3	0,8	0,0	52,0
Ei-6o-B	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	63,6	38,8	59,2	57,6	24,2	37,9
Ei-6u-A	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	5,9	4,4	5,9	9,6	6,7	6,7
Ei-6u-B	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	68,7	7,5	2,0	6,2	3,1	16,9
In-2o-A	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	9,1	4,1	7,7	75,0	9,4	0,0
In-2o-B	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	4,5	5,8	97,4	1,5	0,0	0,0
In-2o-C	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb
In-2u-A	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	10,9	31,6	39,8	11,8	10,3	7,4
In-2u-B	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	12,9	16,8	6,3	10,3	14,7	7,4
In-2u-C	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb
Vi-1o-A	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	0,0	4,9	0,0	56,9	0,0	1,5
Vi-1o-B	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	2,5	0,7	1,1	nb	nb	nb
Vi-1u-A	7,2	35,5	2,9	2,3	4,5	4,3	nb	nb	nb	7,1	0,8	9,4	16,3	7,8	3,5
Vi-1u-B	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	12,6	0,5	1,8	nb	nb	nb
Vi-3	8,1	9,9	0,0	nb	nb	nb	0,0	3,6	28,6	nb	nb	nb	nb	nb	nb
Wb-3	4,0	10,3	100,0	5,3	3,9	19,1	8,3	2,8	6,4	nb	nb	nb	nb	nb	nb
Wb-4o-A	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	20,3	16,3	24,2	4,3	5,7	27,1
Wb-4o-B	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	12,3	49,3	75,3	0,8	78,3	84,5
Wb-4o-C	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	16,5	40,5	70,9	nb	nb	nb
Wb-4u-A	0,0	12,5	5,9	0,0	14,9	31,8	14,1	14,1	39,1	8,6	5,7	28,6	77,6	6,3	7,7
Wb-4u-B	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	11,8	6,6	2,6	7,0	4,2	9,9
Wb-4u-C	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	0,7	76,2	95,8	nb	nb	nb
We-1o-A	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	9,3	16,7	9,6	2,1	10,9	0,0	0,0	13,3
We-1o-B	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	11,8	21,5	17,6	9,6	8,1	6,7
We-1u-A	33,3	16,7	16,7	16,7	0,0	0,0	0,1	1,9	9,3	16,4	10,7	8,2	11,1	16,2	11,1
We-1u-B	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	31,4	15,9	5,6	nb	nb	nb

1.2 Chemisch-physikalische Untersuchungen

Tabelle b: Allgemein chemisch-physikalische Messungen in der fließenden Welle und im Interstitial in Projektphase 2022. Messungen erfolgten beim Eingraben (E) und bei der Bergung der Eier (B), nb = Keine Messungen.

Grube	Eingraben Projektphase 2022										Bergung Projektphase 2022									
	Fließende Welle					Interstitial					Fließende Welle					Interstitial				
	pH	O ₂	O ₂ %	Lf	T	pH	O ₂	O ₂ %	Lf	T	pH	O ₂	O ₂ %	Lf	T	pH	O ₂	O ₂ %	Lf	T
Ag-1u-A	7,81	11,9	95	297	6,2	7,27	7	54	280	6,7	7,66	nb	nb	334	8,8	7,76	nb	nb	320	9,7
Ag-1u-B	7,81	11,9	95	297	6,2	7,27	7	54	280	6,7	7,66	nb	nb	334	8,8	7,76	nb	nb	320	9,7
Ag-6-A	7,94	11,7	95	276	6,1	8,15	nb	nb	276	nb	7,5	nb	nb	256	5,5	7,55	nb	nb	250	6,7
Ag-6-B	7,94	11,7	95	276	6,1	8,15	nb	nb	276	6,1	7,5	nb	nb	256	5,5	7,82	nb	nb	270	7,4
Br-3	7,95	12,2	98	265	6,5	7,27	7	54	280	6,7	7,88	7,6	65	203	7	7,64	6,4	55	200	7,6
Dh-10	7,4	10,4	92	169,2	8,5	7,3	10,8	95	170	8,5	7,56	13	107	160	6,8	7,38	10,4	86	165	7
Dh-2	7,93	12,8	96	276	4,2	7,2	10,1	77	289	4,8	7,9	nb	nb	206	6,4	7,58	nb	nb	206	6,4
Dh-4u-A	7,88	12,6	99	257	6	7,73	11,6	91	249	6	7,98	10,2	82	221	5,5	7,67	8,3	66	227	5,5
Dh-4u-B	7,88	12,6	99	257	6	7,73	11,6	91	249	6	7,98	10,2	82	221	5,5	7,67	8,3	66	227	5,5
Dh-5o-A	7,93	13,2	100	258	4,4	7,77	10,8	83	252	4,9	7,75	nb	nb	194,5	6,3	7,9	nb	nb	197,7	6,4
Dh-5o-B	7,93	13,2	100	258	4,4	7,77	10,8	83	252	4,9	7,75	nb	nb	194,5	6,3	7,9	nb	nb	197,7	6,4
Dh-8	7,2	11,2	98	166,8	8,6	7,4	8,3	72	213	8,6	8,22	nb	108	160,3	7	7,92	7,1	59	161,3	7,2
Dh-9	7,4	10,4	92	169,2	8,6	7,5	9,6	84	171	8,6	7,83	13,7	110	158	5,7	7,49	nb	nb	162,1	5,7
Ei-4	7,53	12,3	98	219	6	7,55	9,5	75	210	6	8,12	7,4	63	211	6,8	7,61	6,2	52	210	6,9
Ei-6o-A	7,42	12,3	98	173,7	6	6,91	8,7	70	173,7	6,3	7,8	9,3	83	165	6,6	7,43	7,8	65	169	6,7
Ei-6o-B	7,42	12,3	98	173,7	6	6,91	8,7	70	173,7	6,3	7,8	9,3	83	165	6,6	7,43	7,8	65	169	6,7
Vi-1u-A	7,54	12,3	99	194,2	5	7,51	11,5	93	177,3	5	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb
Vi-1u-B	7,54	12,3	99	194,2	5	7,51	11,5	93	177,3	5	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb
Vi-3	7,71	12,4	99	196,3	4,4	7,75	10,8	86	196,2	4,5	7,6	10,6	90	178	6,2	7,88	8,8	73	181	6,8
Wb-3	7,53	12,6	98	213	5,7	7,6	11,1	87	230	5,3	7,75	10,3	88	206	7,1	7,5	7,3	62	242	7,2
Wb-4u-A	7,7	12,5	99	202	5,9	7,41	10,5	83	188,5	5,8	7,53	8,8	76	190,7	7,3	7,31	4,8	42	185,5	7,2
Wb-4u-B	7,7	12,5	99	202	5,9	7,41	10,5	83	188,5	5,8	7,53	8,8	76	190,7	7,3	7,31	4,8	42	185,5	7,2
We-1o-A	7,7	12,9	101	271	5,5	7,39	9,3	74	270	5,6	7,88	6,9	59	272	6,3	7,73	4,7	38	265	6,7
We-1o-B	7,7	12,9	101	271	5,5	7,39	9,3	74	270	5,6	7,88	6,9	59	272	6,3	7,73	4,7	38	265	6,7
We-1u-A	7,55	12,3	99	275	5,7	7,78	11,1	89	284	6,2	7,87	9	73	257	5,8	7,67	5,3	43	261	6,3
We-1u-B	7,55	12,3	99	275	5,7	7,78	11,1	89	284	6,2	7,87	9	73	257	5,8	7,67	5,3	43	261	6,3

Tabelle c: Allgemein chemisch-physikalische Messungen in der fließenden Welle und im Interstitial in Projektphase 2023. Messungen erfolgten beim Eingraben (E) und bei der Bergung der Eier (B), nb = Keine Messungen.

	Eingraben Projektphase 2023										Bergung Projektphase 2023									
	Fließende Welle					Interstitial					Fließende Welle					Interstitial				
Grube	pH	O ₂	O ₂ %	Lf	T	pH	O ₂	O ₂ %	Lf	T	pH	O ₂	O ₂ %	Lf	T	pH	O ₂	O ₂ %	Lf	T
Ag-1o-A	7,91	13,01	99,7	254	4,3	7,81	12,42	96,1	260	4,5	7,98	12,17	105,4	235	8,7	7,77	10,25	90,1	234	9,5
Ag-1o-B	7,91	13,01	99,7	254	4,3	7,81	11,56	88,8	255	4,5	7,98	12,17	105,4	235	8,7	7,93	11,04	97,4	236	9,7
Ag-1u-A	7,94	12,63	101,4	277	5,4	7,82	11,18	87,8	282	5,3	7,90	11,56	106,6	248	11,4	7,61	10,61	94,9	250	10,1
Ag-1u-B	7,94	12,63	101,4	277	5,4	7,84	11,52	90,3	273	5,3	7,90	11,56	106,6	248	11,4	7,90	10,80	95,5	248	9,7
Ag-1u-C	7,94	12,63	101,4	277	5,4	7,80	11,78	92,3	282	5,2	7,90	11,56	106,6	248	11,4	nb	nb	nb	nb	nb
Ag-7o-A	7,78	13,28	100,2	524	3,3	7,78	12,95	98,6	546	3,7	8,02	12,74	103,7	238	7,2	8,08	10,87	89,7	240	7,8
Ag-7o-B	7,78	13,28	100,2	524	3,3	7,75	12,70	97,6	527	3,9	8,02	12,74	103,7	238	7,2	7,96	10,32	83,9	238	7,7
Ag-7o-C	7,78	13,28	100,2	524	3,3	7,88	13,05	100,8	560	4,1	8,02	12,74	103,7	238	7,2	nb	nb	nb	nb	nb
Ag-7u-A	7,98	14,02	107,6	588	4,0	7,67	11,51	88,2	512	3,9	7,82	12,62	101,3	240	6,8	7,59	11,17	91,5	253	7,7
Ag-7u-B	7,98	14,02	107,6	588	4,0	7,70	12,39	96,2	554	4,4	7,82	12,62	101,3	240	6,8	7,88	11,44	93,2	238	7,6
Dh-4o-A	7,89	13,22	99,4	262	4,1	7,99	12,89	96,2	264	3,9	7,95	11,64	104,6	231	9,8	7,83	8,86	80,0	229	10,4
Dh-4o-B	7,89	13,22	99,4	262	4,1	8,03	13,26	98,2	262	3,5	7,95	11,64	104,6	231	9,8	Lost	Lost	Lost	lost	lost
Dh-4u-A	7,88	13,25	101,8	286	3,9	7,63	9,33	71	286	4,4	8,05	11,86	103,5	244	10,3	7,70	8,72	78,4	250	10,4
Dh-4u-B	7,88	13,25	101,8	286	3,9	7,26	5,62	42,6	275	4,4	8,05	11,86	103,5	244	10,3	Lost	Lost	Lost	lost	lost
Dh-5o-A	7,73	12,97	100,6	330	4,5	8,10	9,14	70,2	283	4,8	8,12	12,77	101,7	256	5,3	7,94	9,27	73,0	264	5,7
Dh-5o-B	7,73	12,97	100,6	330	4,5	8,12	12,77	101,7	256	5,3	8,12	12,77	101,7	256	5,3	8,14	10,04	78,6	262	5,5
Dh-5u-A	7,67	12,53	98,8	375	5,1	7,94	9,27	73	264	5,7	7,96	13,30	101,1	395	4,3	8,10	9,14	70,2	283	4,8
Dh-5u-B	7,67	12,53	98,8	375	5,1	8,14	10,04	78,6	262	5,5	7,96	13,30	101,1	395	4,3	nb	nb	nb	nb	nb
Ei-6o-A	7,63	12,81	102,2	169	5,5	7,07	6,82	54,5	182	5,8	7,90	11,76	99,3	166	8,4	7,69	7,77	66,7	180	8,4
Ei-6o-B	7,63	12,81	102,2	169	5,5	6,98	9,65	77,7	169	5,8	7,90	11,76	99,3	166	8,4	7,35	9,70	83,8	170	8,4
Ei-6u-A	7,53	12,06	96,5	387	5,9	7,37	10,37	82,5	377	5,8	7,76	11,50	101,1	236	9,1	7,59	9,71	84,4	240	9,3
Ei-6u-B	7,53	12,06	96,5	387	5,9	7,28	10,69	84,8	345	5,7	7,76	11,50	101,1	236	9,1	7,55	8,89	77,4	242	8,9
In-2o-A	8,12	11,56	97,9	400	8,0	7,74	7,20	61,5	434	8,5	8,30	11,83	102,1	423	8,5	8,15	10,89	98,0	417	8,6
In-2o-B	8,12	11,56	97,9	400	8,0	7,73	7,87	67,7	426	8,5	8,30	11,83	102,1	423	8,5	7,84	8,47	72,9	436	8,6
In-2o-C	8,12	11,56	97,9	400	8,0	7,70	7,95	68,1	420	8,7	8,30	11,83	102,1	423	8,5	nb	nb	nb	nb	nb
In-2u-A	8,19	11,80	101,5	405	8,5	7,03	4,43	37,8	1085	8,6	8,23	11,55	99,8	470	8,4	7,22	7,16	61,8	787	8,6
In-2u-B	8,19	11,80	101,5	405	8,5	7,19	6,24	53,5	776	8,6	8,23	11,55	99,8	470	8,4	6,97	0,48	4,0	1058	8,7
In-2u-C	8,19	11,80	101,5	405	8,5	7,04	5,78	51,9	897	8,5	8,23	11,55	99,8	470	8,4	7,16	8,30	72,5	782	8,6
Vi-1o-A	7,88	11,61	100,4	221	8,1	7,92	7,08	61,6	226	8,4	7,95	10,02	97,6	236	12,1	7,79	8,86	80,5	241	9,5
Vi-1o-B	7,88	11,61	100,4	221	8,1	8,03	10,28	88,9	224	8,1	7,95	10,02	97,6	236	12,1	nb	nb	nb	nb	nb
Vi-1u-A	8,23	11,65	100,6	226	8,3	7,81	10,36	90	229	8,5	7,91	11,11	100,0	236	9,7	7,73	8,06	72,0	236	9,2
Vi-1u-B	8,23	11,65	100,6	226	8,3	8,21	10,83	94,4	227	8,6	7,91	11,11	100,0	236	9,7	nb	nb	nb	nb	nb

Grube	Eingraben Projektphase 2023										Bergung Projektphase 2023									
	Fließende Welle					Interstitial					Fließende Welle					Interstitial				
	pH	O ₂	O ₂ %	Lf	T	pH	O ₂	O ₂ %	Lf	T	pH	O ₂	O ₂ %	Lf	T	pH	O ₂	O ₂ %	Lf	T
Wb-4o-A	7,88	12,85	100,8	230	5,3	7,87	12,16	95	231	5,4	7,90	11,46	102,3	187	9,7	7,46	8,34	74	193	9,4
Wb-4o-B	7,88	12,85	100,8	230	5,3	7,63	11,4	89,1	234	5,4	7,90	11,46	102,3	187	9,7	7,37	7,65	67,4	191	9,3
Wb-4o-C	7,88	12,85	100,8	230	5,3	7,82	12,00	96,4	227	5,1	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb
Wb-4u-A	7,99	13,02	101,6	423	5,5	7,44	11,17	87,5	231	5,4	7,96	11,10	101,2	183	10,4	7,68	9,84	88,4	18,	10,1
Wb-4u-B	7,99	13,02	101,6	423	5,5	7,37	7,47	67,7	234	5,6	7,96	11,10	101,2	183	10,4	7,76	9,92	89,1	182	9,9
Wb-4u-C	nb	nb	nb	nb	nb	7,57	8,63	58,5	237	5,7	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb
We-1o-A	7,92	11,73	99,6	296	8,4	7,68	9,80	83,1	284	8,5	8,10	12,46	101,0	281	6,3	8,20	11,65	97,2	286	7,2
We-1o-B	7,92	11,73	99,6	296	8,4	7,41	4,14	35	305	8,7	8,10	12,46	101,0	281	6,3	7,77	10,27	84,3	274	6,8
We-1u-A	8,12	11,97	102,8	284	8,8	7,58	4,56	39,60	275	9,3	8,20	11,91	102,0	271	8,7	7,87	9,29	81,0	170	9
We-1u-B	8,12	11,97	102,8	284	8,8	7,89	7,48	65	271	9,1	8,20	11,91	102,0	271	8,7	nb	nb	nb	nb	nb

1.3 Chemische Untersuchungen

Tabelle d: Chemische Messungen in der fließenden Welle und im Interstitial in Projektphase 2023. Messungen erfolgten beim Eingraben (E) und bei der Bergung der Eier (B), nb = Keine Messungen.

Grube	Eingraben 2023								Bergung 2023							
	Fließende Welle				Interstitial				Fließende Welle				Interstitial			
	NH ₄ -N	NO ₂ -N	NO ₃ -N	PO ₄ -P	NH ₄ -N	NO ₂ -N	NO ₃ -N	PO ₄ -P	NH ₄ -N	NO ₂ -N	NO ₃ -N	PO ₄ -P	NH ₄ -N	NO ₂ -N	NO ₃ -N	PO ₄ -P
Ag-1o-A	0,1	0,030	2,19	0,024	0,1	0,030	1,20	0,024	0,1	0,024	3,00	0,024	0,1	0,011	3,03	0,024
Ag-1o-B	0,1	0,030	2,19	0,024	0,1	0,030	0,99	0,024	0,1	0,024	3,00	0,024	0,1	0,024	3,41	0,024
Ag-1u-A	0,1	0,030	1,81	0,052	0,1	0,030	1,40	0,055	0,1	0,027	3,43	0,024	0,1	0,011	3,14	0,055
Ag-1u-B	0,1	0,030	1,81	0,052	0,1	0,030	2,76	0,215	0,1	0,027	3,43	0,024	0,1	0,011	1,27	0,024
Ag-1u-C	0,1	0,030	1,81	0,052	0,1	0,033	2,30	0,072	0,1	0,027	3,43	0,024	nb	nb	nb	nb
Ag-7o-A	0,1	0,043	2,98	0,098	0,46	0,088	3,32	0,382	0,1	0,030	4,04	0,024	0,1	0,027	3,73	0,024
Ag-7o-B	0,1	0,043	2,98	0,098	0,51	0,082	3,37	0,235	0,1	0,030	4,04	0,024	0,1	0,027	3,80	0,024
Ag-7o-C	0,1	0,043	2,98	0,098	0,26	0,055	2,91	0,024	0,1	0,030	4,04	0,024	nb	nb	nb	nb
Ag-7u-A	0,1	0,043	3,64	0,088	0,24	0,082	4,97	0,157	0,1	0,027	3,21	0,024	0,1	0,011	3,68	0,024
Ag-7u-B	0,1	0,043	3,64	0,088	0,33	0,082	4,00	0,287	0,1	0,027	3,21	0,024	0,1	0,011	3,73	0,024
Dh-4o-A	0,1	0,011	2,42	0,024	0,1	0,011	1,85	0,024	0,1	0,011	2,67	0,024	0,1	0,011	2,37	0,024
Dh-4o-B	0,1	0,011	2,42	0,024	0,1	0,067	4,11	0,024	0,1	0,011	2,67	0,024	lost	lost	lost	lost
Dh-4u-A	0,26	0,024	1,78	0,024	0,1	0,024	3,23	0,186	0,28	0,011	2,10	0,024	0,1	0,011	2,80	0,024
Dh-4u-B	0,26	0,024	1,78	0,024	0,57	0,043	2,55	0,267	0,28	0,011	2,10	0,024	lost	lost	lost	lost
Dh-5o-A	0,2	0,011	2,62	0,024	0,1	0,011	2,51	0,024	0,1	0,011	2,60	0,024	0,1	0,011	2,64	0,024
Dh-5o-B	0,2	0,011	2,62	0,024	0,1	0,011	2,60	0,024	0,1	0,011	2,60	0,024	0,1	0,011	2,91	0,024
Dh-5u-A	0,2	0,030	2,37	0,024	0,1	0,011	2,64	0,024	0,1	0,011	3,18	0,024	0,1	0,011	2,51	0,024
Dh-5u-B	0,2	0,030	2,37	0,024	0,1	0,011	2,91	0,024	0,1	0,011	3,18	0,024	nb	nb	nb	nb
Ei-6o-A	0,1	0,011	0,75	0,024	0,1	0,011	0,25	0,024	0,1	0,011	2,35	0,024	0,1	0,011	1,78	0,024
Ei-6o-B	0,1	0,011	0,75	0,024	0,1	0,040	1,02	0,088	0,1	0,011	2,35	0,024	0,1	0,011	1,94	0,024
Ei-6u-A	0,28	0,011	3,19	0,024	0,21	0,011	0,95	0,024	0,1	0,011	2,06	0,024	0,1	0,011	1,92	0,024
Ei-6u-B	0,28	0,011	3,19	0,024	0,1	0,011	0,88	0,024	0,1	0,011	2,06	0,024	0,1	0,033	1,87	0,098
In-2o-A	0,1	0,037	1,08	0,098	0,21	0,043	1,94	0,241	0,1	0,027	3,23	0,232	0,1	0,021	2,15	0,111
In-2o-B	0,1	0,037	1,08	0,098	0,39	0,195	2,73	1,027	0,1	0,027	3,23	0,232	0,1	0,024	3,03	0,160
In-2o-C	0,1	0,037	1,08	0,098	0,24	0,131	3,73	0,561	0,1	0,027	3,23	0,232	nb	nb	nb	nb
In-2u-A	0,1	0,027	3,12	1,663	0,1	0,116	1,81	0,571	0,1	0,030	3,77	0,091	0,1	0,011	2,67	0,024
In-2u-B	0,1	0,027	3,12	1,663	0,44	0,131	2,39	0,809	0,1	0,030	3,77	0,091	0,1	0,030	1,58	0,024
In-2u-C	0,1	0,027	3,12	1,663	0,3	0,104	1,76	0,408	0,1	0,030	3,77	0,091	0,1	0,033	1,99	0,024
Vi-1o-A	0,1	0,011	1,08	0,024	0,1	0,073	1,17	0,215	0,1	0,011	0,25	0,024	0,1	0,011	0,66	0,024

Grube	NH ₄ -N	NO ₂ -N	NO ₃ -N	PO ₄ -P	NH ₄ -N	NO ₂ -N	NO ₃ -N	PO ₄ -P	NH ₄ -N	NO ₂ -N	NO ₃ -N	PO ₄ -P	NH ₄ -N	NO ₂ -N	NO ₃ -N	PO ₄ -P
Vi-1o-B	0,1	0,011	1,08	0,024	0,1	0,027	1,06	0,024	0,1	0,011	0,25	0,024	nb	nb	nb	nb
Vi-1u-A	0,1	0,011	1,04	0,024	0,1	0,040	1,08	0,088	0,1	0,011	0,59	0,024	0,1	0,011	0,61	0,024
Vi-1u-B	0,1	0,011	1,04	0,024	0,2	0,027	0,75	0,052	0,1	0,011	0,59	0,024	nb	nb	nb	nb
Wb-4o-A	0,1	0,011	3,39	0,024	0,1	0,011	2,42	0,024	0,1	0,011	3,09	0,024	0,1	0,011	2,91	0,024
Wb-4o-B	0,1	0,011	3,39	0,024	0,1	0,011	3,19	0,024	0,1	0,011	3,09	0,024	0,1	0,011	2,69	0,024
Wb-4o-C	0,1	0,011	3,39	0,024	0,1	0,011	3,03	0,024	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb
Wb-4u-A	0,1	0,011	2,62	0,024	0,1	0,011	1,81	0,024	0,1	0,011	2,96	0,024	0,4	0,011	2,55	0,024
Wb-4u-B	0,1	0,011	2,62	0,024	0,1	0,011	1,85	0,024	0,1	0,011	2,96	0,024	0,1	0,011	2,80	0,024
Wb-4u-C	nb	nb	nb	nb	0,1	0,011	0,95	0,024	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb	nb
We-1o-A	0,1	0,033	0,81	0,024	0,34	0,228	2,33	nb	0,1	0,011	2,55	0,024	0,1	0,021	2,15	0,024
We-1o-B	0,1	0,033	0,81	0,024	0,42	0,195	2,12	0,776	0,1	0,011	2,55	0,024	0,1	0,024	3,00	0,024
We-1u-A	0,1	0,033	1,87	0,024	0,28	0,167	2,55	0,750	0,1	0,024	2,89	0,024	0,1	0,021	2,94	0,024
We-1u-B	0,1	0,033	1,87	0,024	0,1	0,076	1,40	0,228	0,1	0,024	2,89	0,024	nb	nb	nb	nb

1.3.1 Unterschiede hyporheisches Interstitial und fließende Welle

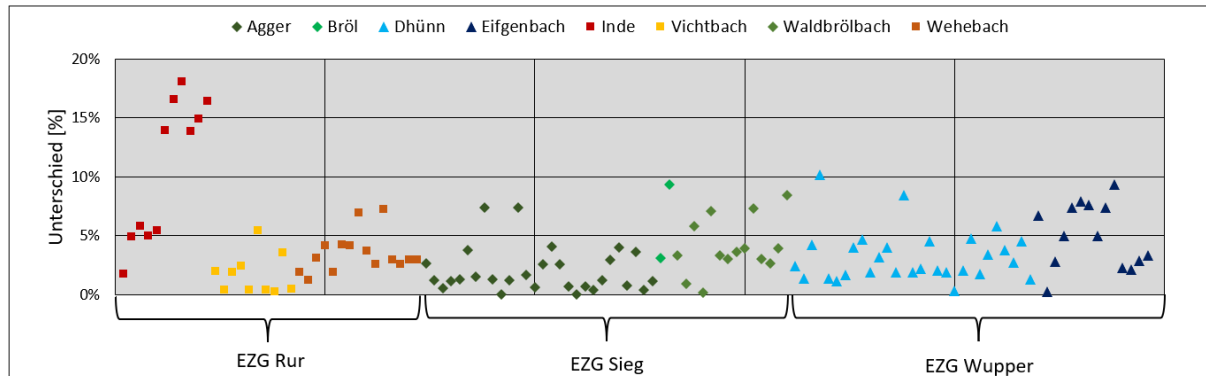


Abbildung a: Prozentualer Unterschied im pH-Wert zwischen fließender Welle und Interstitialwasser an Laichgruben.

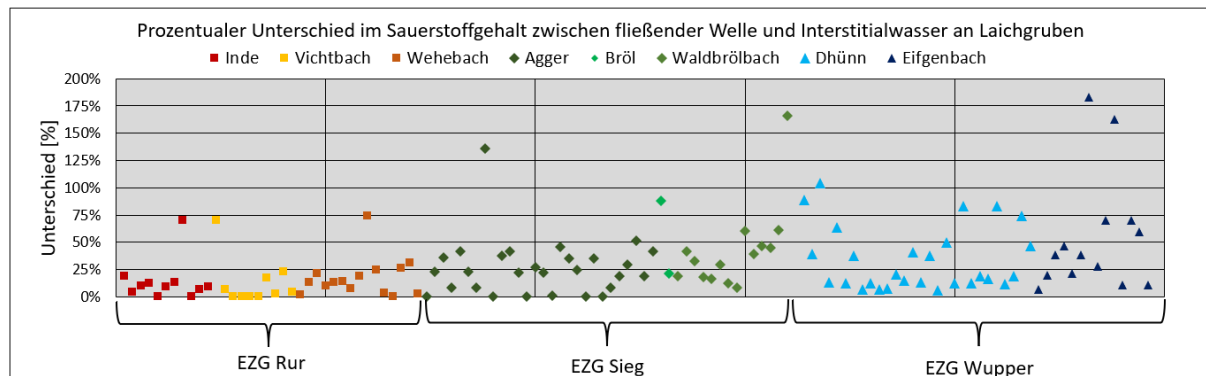


Abbildung b: Prozentualer Unterschied im Sauerstoffgehalt zwischen fließender Welle und Interstitialwasser an Laichgruben.

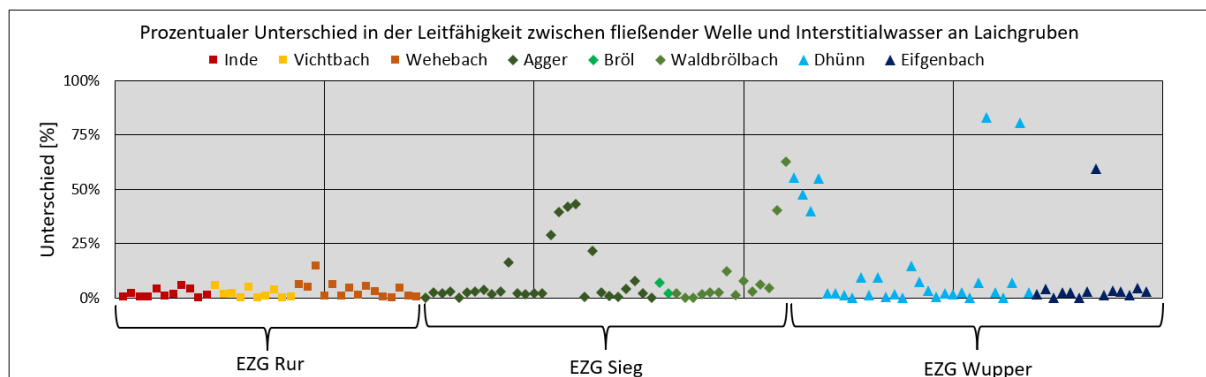


Abbildung c: Prozentualer Unterschied in der Leitfähigkeit zwischen fließender Welle und Interstitialwasser an Laichgruben.

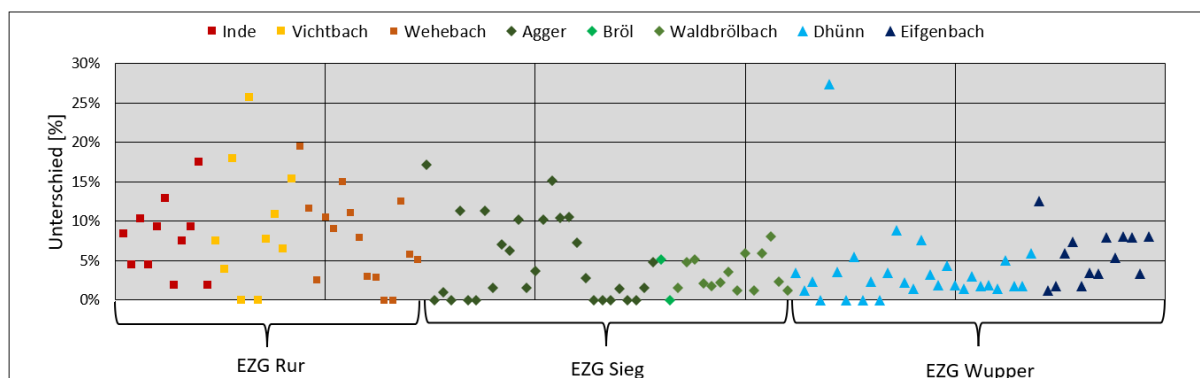


Abbildung d: Prozentualer Unterschied in der Wassertemperatur zwischen fließender Welle und Interstitialwasser an Laichgruben.

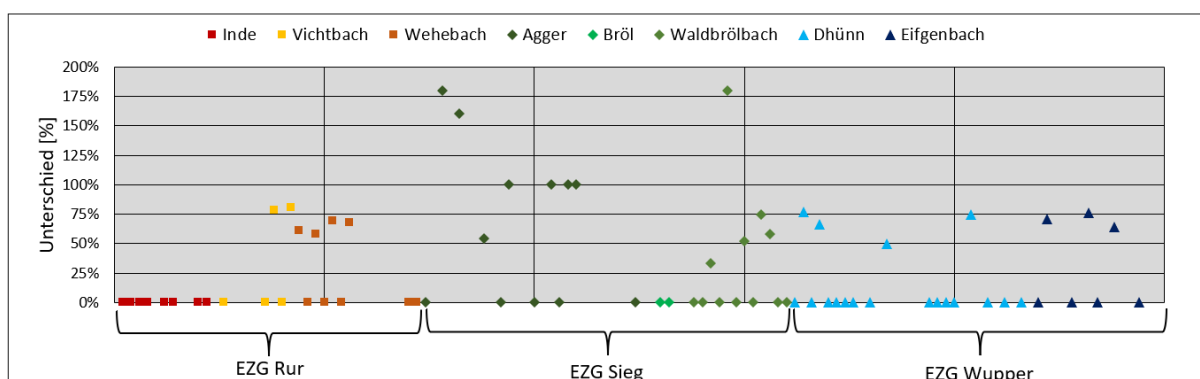


Abbildung e: Prozentualer Unterschied in Ammonium-Stickstoff ($\text{NH}_4^+\text{-N}$) zwischen fließender Welle und Interstitialwasser an Laichgruben.

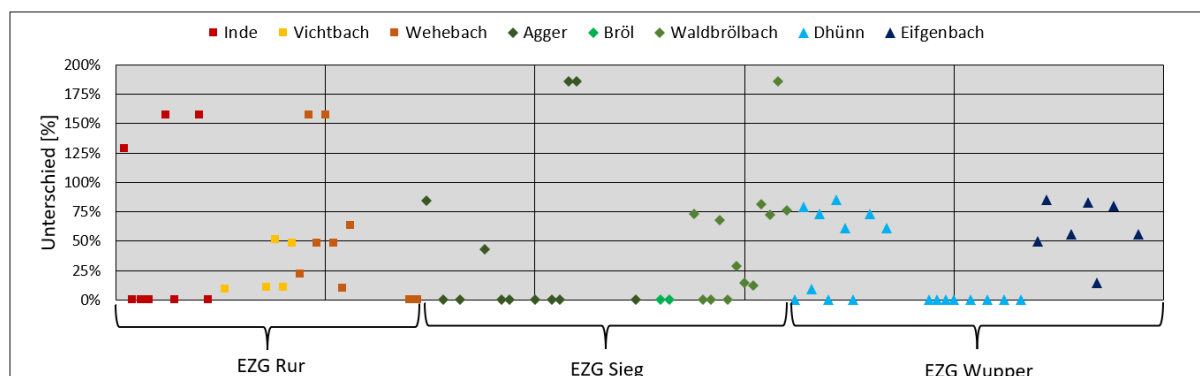


Abbildung f: Prozentualer Unterschied in Nitrit-Stickstoff ($\text{NO}_2\text{-N}$) zwischen fließender Welle und Interstitialwasser an Laichgruben.

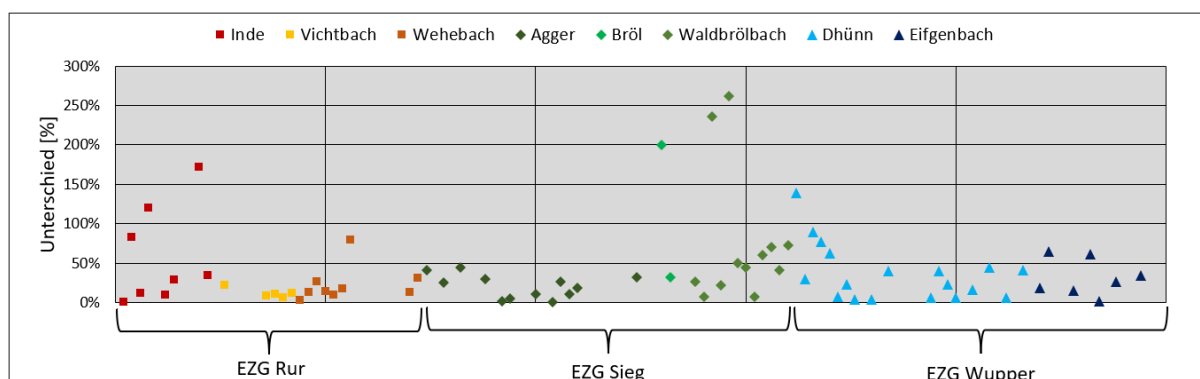


Abbildung g: Prozentualer Unterschied in Nitrat-Stickstoff ($\text{NO}_3\text{-N}$) zwischen fließender Welle und Interstitialwasser an Laichgruben.

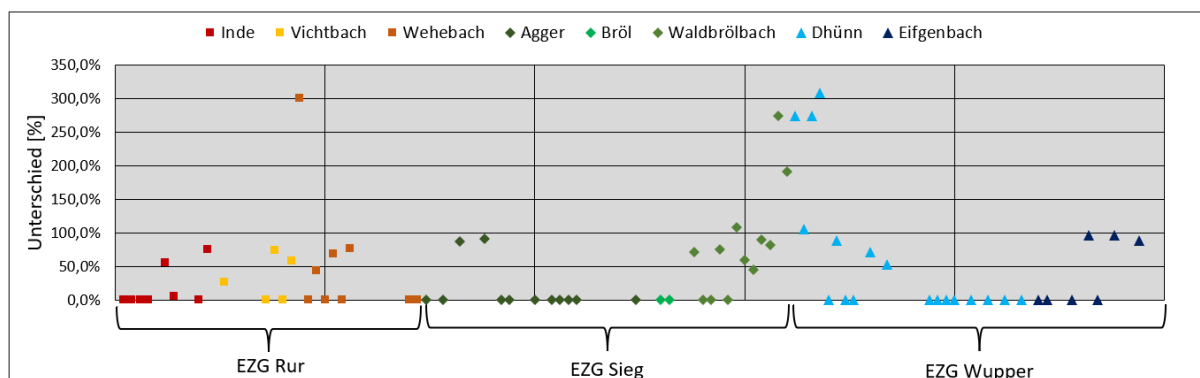


Abbildung h: Prozentualer Unterschied in Phosphat-Phosphor ($\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$) zwischen fließender Welle und Interstitialwasser an Laichgruben.

1.4 Interstitialproben Trockenmasse und Glühverlust

Tabelle e: Menge der mit dem Interstitialsampler gewonnenen Sedimentmenge und durch Glühverlust bestimmter organischer Anteil

Probestelle	Verortung	Trockenmasse [g]	Glühverlust [% TR]
AG-1	Laichgrube	1.7	14.67
AG-1 oh Einl.	Einleitung oh	1.23	6.56
AG-1 uh Einl.	Einleitung uh	1.79	5.49
AG-6	Laichgrube	11.51	8.49
AG-6 oh Einl.	Einleitung oh	10.66	8.97
AG-6 uh Einl.	Einleitung uh	62.67	10.69
BR-3	Laichgrube	24.4	7.46
BR-3 oh Einl.	Einleitung oh	47.12	9.84
BR-3 uh Einl.	Einleitung uh	4.34	6.56
WB-1	Laichgrube	2.63	14.56
WB-1 oh Einl.	Einleitung oh	12.4	9.11
WB-1 uh Einl.	Einleitung uh	3.36	6.31
WB-2	Laichgrube	7.64	11.44
WB-2 oh Einl.	Einleitung oh	8.1	6.95
WB-2 uh Einl.	Einleitung uh	4.87	6.26
DH-2	Laichgrube	3.61	8
DH-2 oh Einl.	Einleitung oh	39.25	5.64
DH-2 uh Einl.	Einleitung uh	22.6	6.5
DH-3	Laichgrube	4.51	11.9
DH-3 oh Einl.	Einleitung oh	10.25	5.95
DH-3 uh Einl.	Einleitung uh	52.49	8.67
DH-4	Laichgrube	25.58	8.14
DH-4 oh Einl.	Einleitung oh	16.86	4.65
DH-4 uh Einl.	Einleitung uh	2.83	14.29
DH-8	Laichgrube	9.98	8.74
DH-9	Laichgrube	12.66	6.57
DH-10	Laichgrube	4.41	10.06
EI-4	Laichgrube	2.85	17.14
EI-4 oh Einl.	Einleitung oh	6.99	7.89
EI-4 uh Einl.	Einleitung uh	15.76	17.36
EI-6	Laichgrube	14.86	7.74
EI-6 oh Einl.	Einleitung oh	16.58	7.77
EI-6 uh Einl.	Einleitung uh	23.75	5.78
VI-1	Laichgrube	1.17	14.09
VI-1 oh Einl.	Einleitung oh	0.86	15.38
VI-1 uh Einl.	Einleitung uh	1.29	11.06

VI-3	Laichgrube	3.01	17.13
VI-3 oh Einl.	Einleitung oh	9.54	11.16
VI-3 uh Einl.	Einleitung uh	5.66	11
WE-1	Laichgrube	4.36	13.12
WE-1 oh Einl.	Einleitung oh	2.14	12.25
WE-1 uh Einl.	Einleitung uh	4.36	11.39
WE-6	Laichgrube	9.25	14.58
WE-6 oh Einl.	Einleitung oh	4.8	10.28
WE-6 uh Einl.	Einleitung uh	6.77	10.61

1.5 Untersuchungen zur Schwermetallbelastungen

1.5.1 Schwermetallkonzentrationen gegenüber Hintergrundwerten

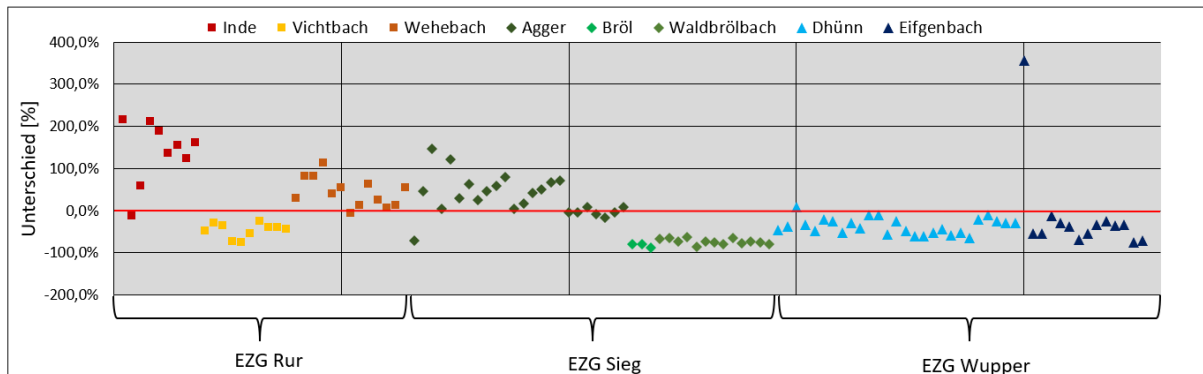


Abbildung i: Prozentualer Unterschied zwischen Bleikonzentrationen in Laichgruben und Hintergrundbelastung in Sedimenten (nach C&E 2011).

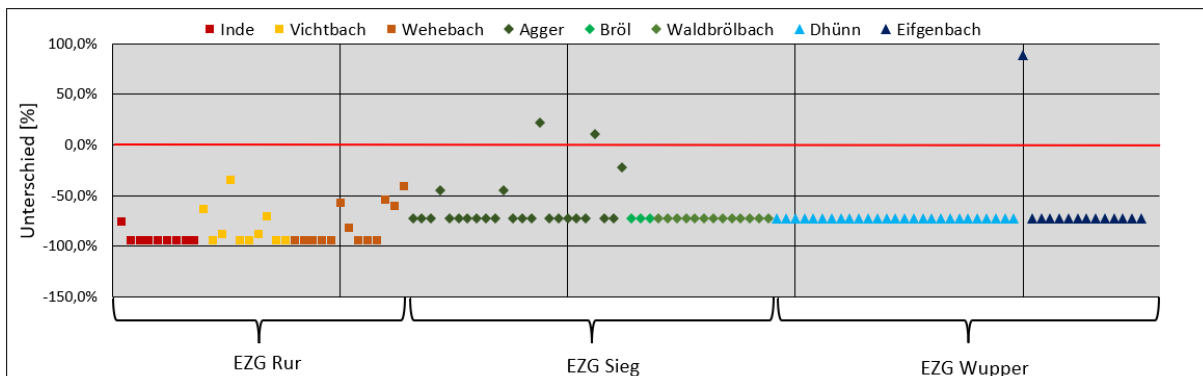


Abbildung j: Prozentualer Unterschied zwischen Cadmiumkonzentrationen in Laichgruben und Hintergrundbelastung in Sedimenten (nach C&E 2011).

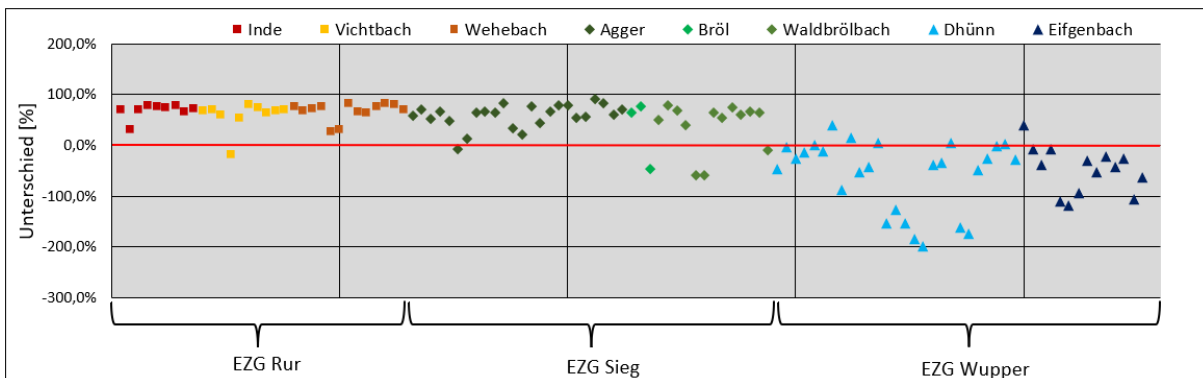


Abbildung k: Prozentualer Unterschied zwischen Chromkonzentrationen in Laichgruben und Hintergrundbelastung in Böden (nach LANUV 2015) des jeweiligen Einzugsgebiets.

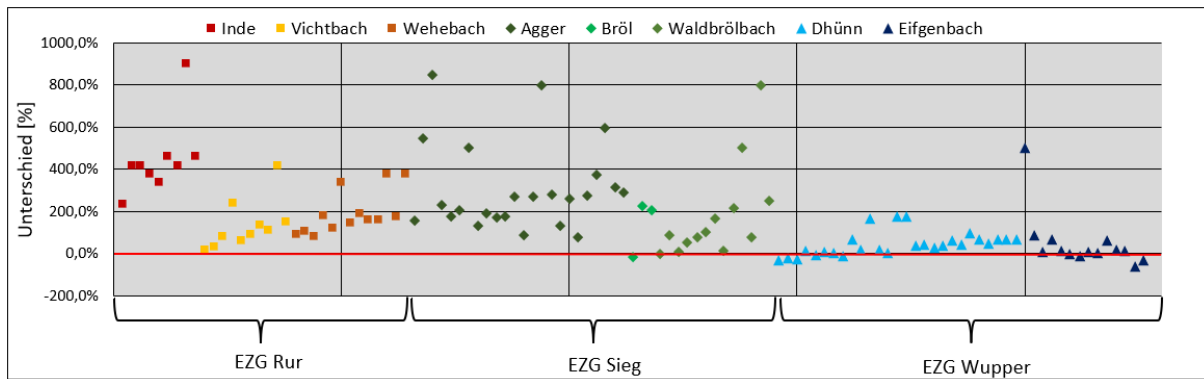


Abbildung l: Prozentualer Unterschied zwischen Kupferkonzentrationen in Laichgruben Hintergrundbelastung in Sedimenten (nach C&E 2011).

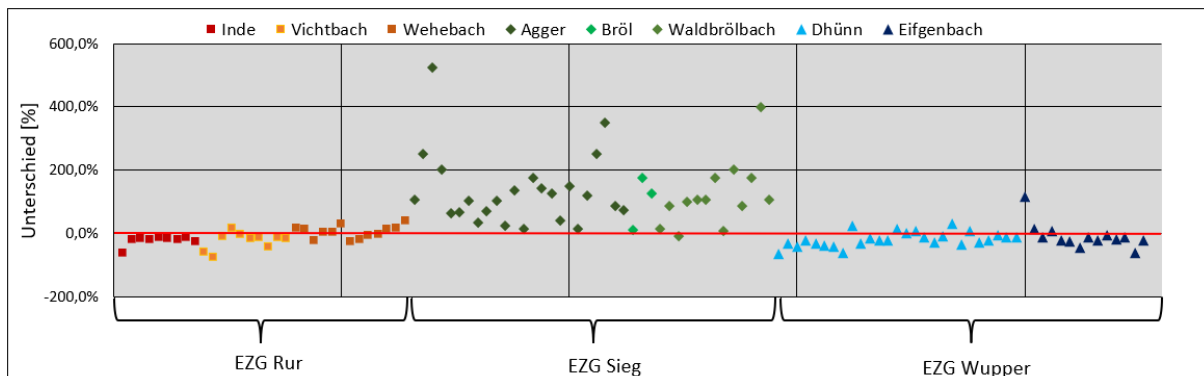


Abbildung m: Prozentualer Unterschied zwischen Nickelkonzentrationen in Laichgruben und Hintergrundbelastung in Sedimenten (nach C&E 2011).

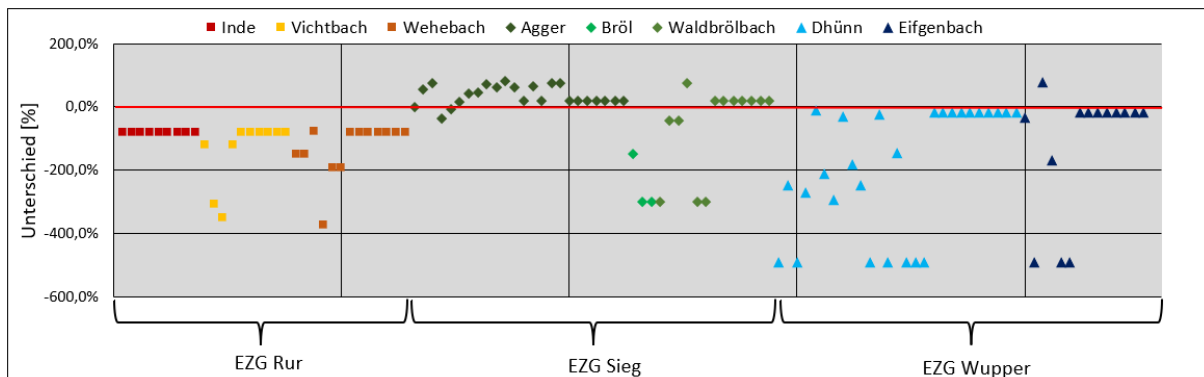


Abbildung n: Prozentualer Unterschied zwischen Quecksilberkonzentrationen in Laichgruben und Hintergrundbelastung in Böden (nach LANUV 2015) des jeweiligen Einzugsgebiets.

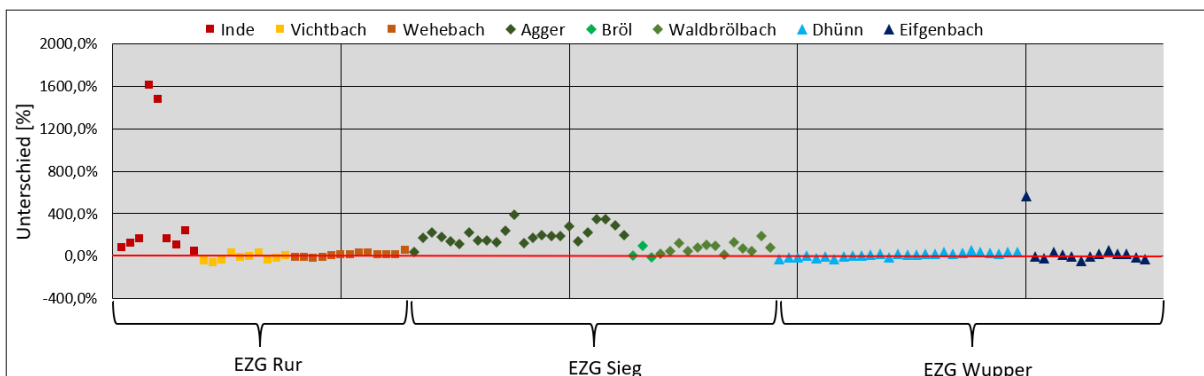


Abbildung o: Prozentualer Unterschied zwischen Zinkkonzentrationen in Laichgruben und Hintergrundbelastung in Sedimenten (nach C&E 2011).

1.6 Schwermetallbelastung ober- und unterhalb von Einleitungen

Tabelle f: Schwermetallbelastung an Einleitungen.

Probe- stelle	Stan- dort	GV	Pb	Cd	Cr	Fe	Cu	Ni	Hg	Zn
Ag-1	oh	6,56	240	0,5	80	24.000	130	63	0,3	640
	uh	5,49	63	0,5	110	29.000	77	88	0,3	280
Ag-6	oh	8,97	500	0,5	260	38.000	120	140	0,1	810
	uh	10,69	350	0,5	100	30.000	93	86	0,5	650
Br-3	oh	9,84	97	0,5	77	24.000	84	100	0,1	300
	uh	6,56	110	0,5	170	32.000	120	160	0,1	400
Dh-2	oh	5,64	49	0,5	35	24.000	29	38	0,1	160
	uh	6,50	50	0,5	230	26.000	60	140	0,1	170
Dh-3	oh	5,95	51	0,5	43	23.000	43	41	0,1	180
	uh	8,67	67	0,5	63	32.000	70	130	0,1	300
Dh-4	oh	4,65	50	0,5	79	19.000	37	62	0,1	180
	uh	14,29	81	0,5	65	31.000	80	86	0,1	300
Ei-4	oh	7,89	50	0,5	50	29.000	40	54	0,1	160
	uh	17,36	53	0,5	71	28.000	40	66	0,3	190
Ei-6	oh	7,77	41	0,5	66	31.000	32	67	0,1	110
	uh	5,78	100	0,5	100	34.000	49	86	0,2	100
Vi-1	oh	15,38	210	0,5	95	48.000	170	130	0,3	1100
	uh	11,06	110	0,5	170	47.000	83	100	0,3	580
Vi-3	oh	11,16	100	0,5	76	42.000	67	60	0,1	500
	uh	11,00	110	0,5	170	47.000	83	100	0,1	580
Wb-1	oh	9,11	160	0,5	120	41.000	180	87	0,1	590
	uh	6,31	72	0,5	210	47.000	90	170	0,1	330
Wb-2	oh	6,95	63	0,5	120	37.000	53	110	0,2	250
	uh	6,26	550	0,5	310	42.000	170	360	0,2	1200
We-1	oh	12,25	410	0,5	2000	54.000	190	900	0,4	1100
	uh	11,39	36	0,5	62	33.000	48	58	0,1	150
We-6	oh	10,28	570	0,5	1000	58.000	1600	960	0,4	1800
	uh	10,61	250	0,5	200	52.000	140	280	0,4	1100

1.6.1 Blei

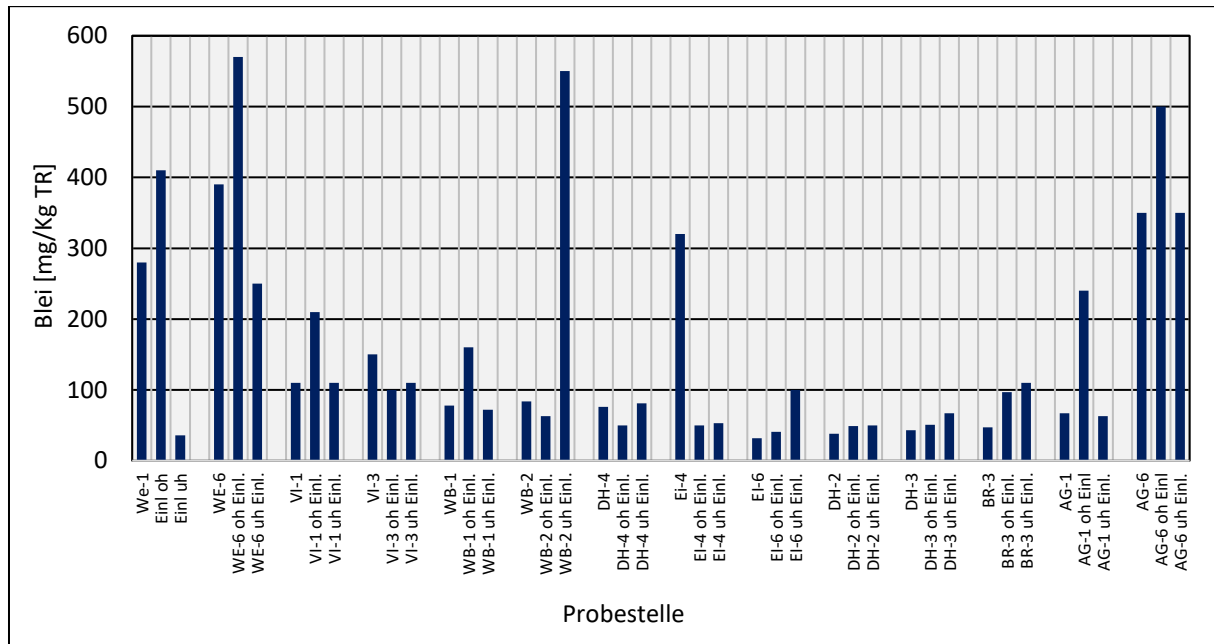


Abbildung p: Bleikonzentrationen in Sedimentproben aus dem Interstitial der Laichgruben sowie ober- und unterhalb von Einleitungen.

1.6.2 Cadmium

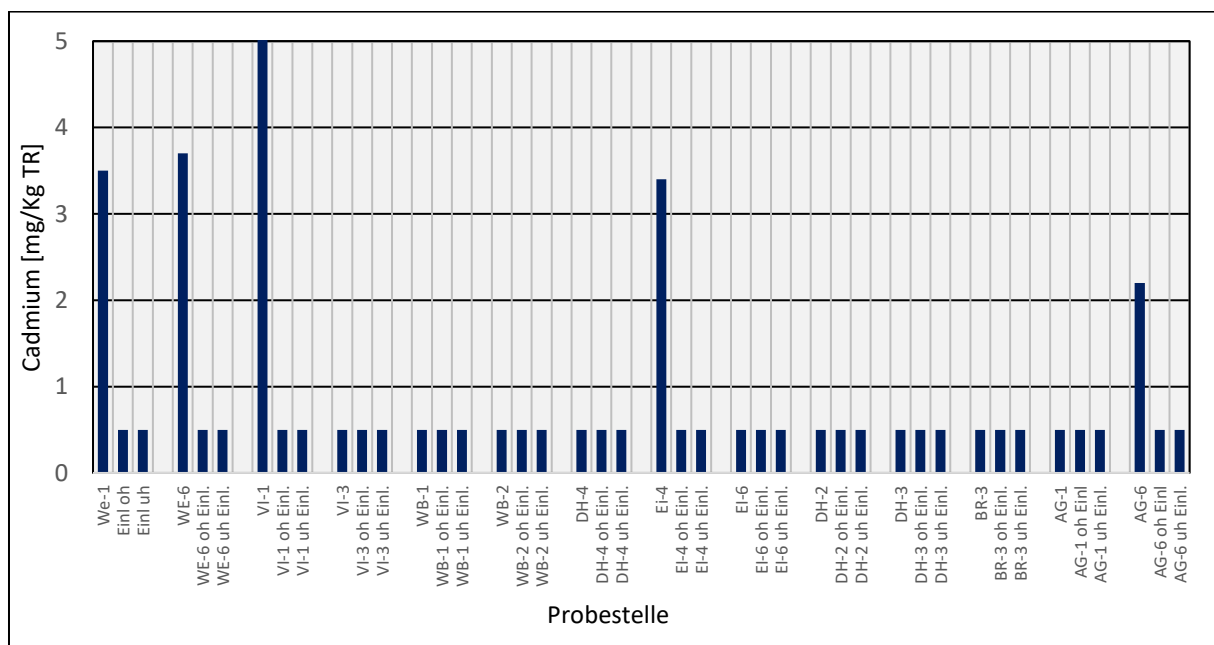


Abbildung q: Cadmiumkonzentrationen in Sedimentproben aus dem Interstitial der Laichgruben sowie ober- und unterhalb von Einleitungen. Nur fünf Proben lagen oberhalb der Nachweisbarkeitsgrenze (> 1 mg/kg TR).

1.6.3 Chrom

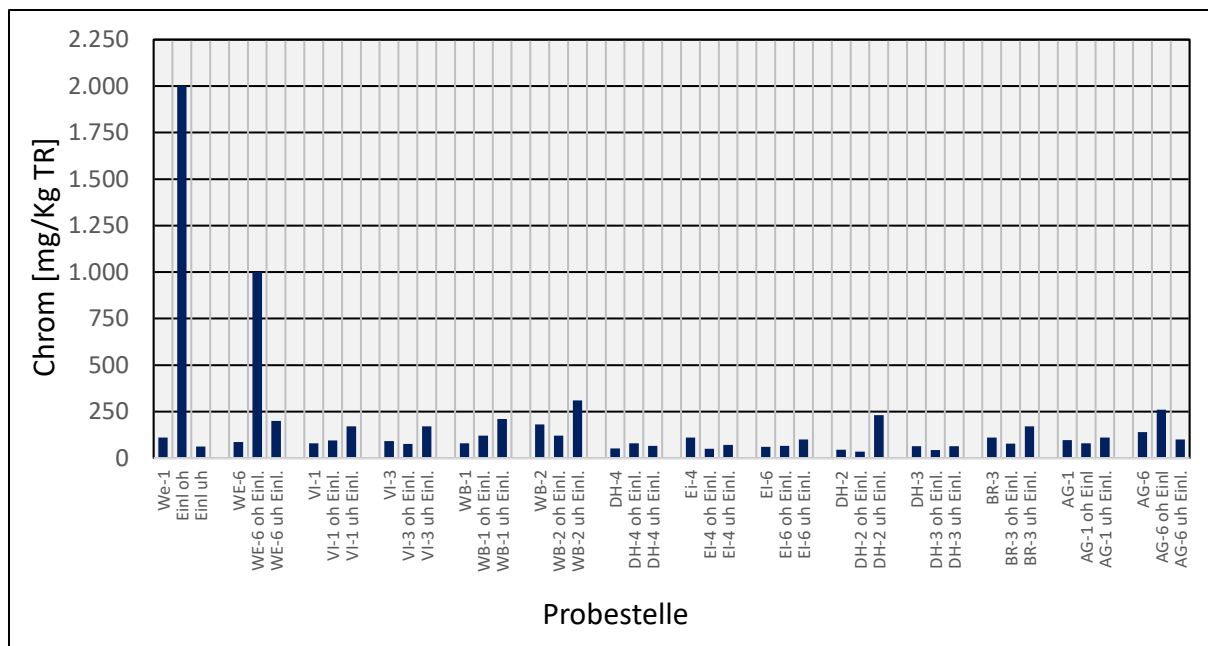


Abbildung r: Chromkonzentrationen in Sedimentproben aus dem Interstitial der Laichgruben sowie ober- und unterhalb von Einleitungen.

1.6.4 Kupfer

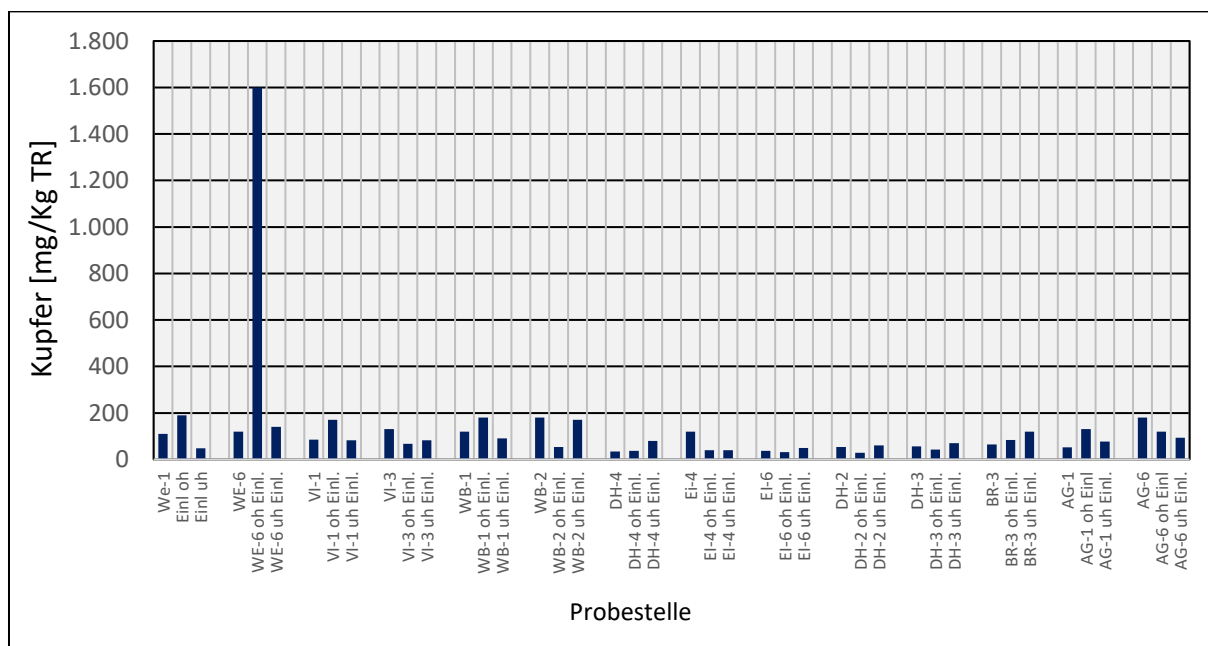


Abbildung s: Kupferkonzentrationen in Sedimentproben aus dem Interstitial der Laichgruben sowie ober- und unterhalb von Einleitungen.

1.6.5 Nickel

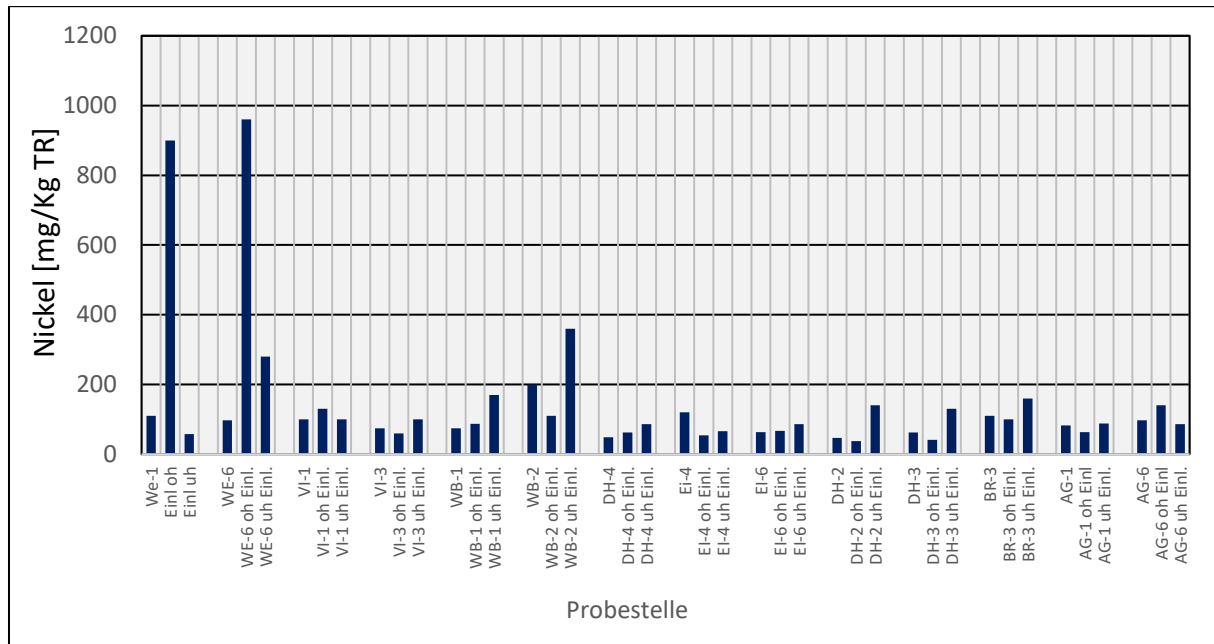


Abbildung t: Nickelkonzentrationen in Sedimentproben aus dem Interstitial der Laichgruben sowie ober- und unterhalb von Einleitungen.

1.6.6 Quecksilber

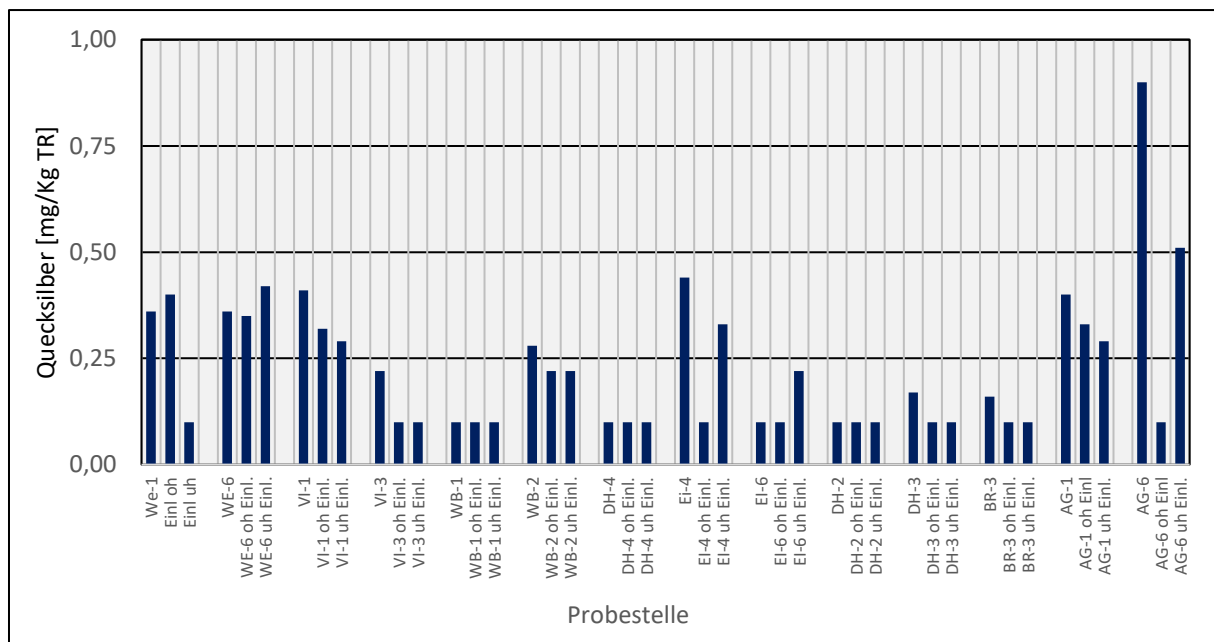


Abbildung u: Quecksilberkonzentrationen in Sedimentproben aus dem Interstitial der Laichgruben sowie ober- und unterhalb von Einleitungen.

1.6.7 Zink

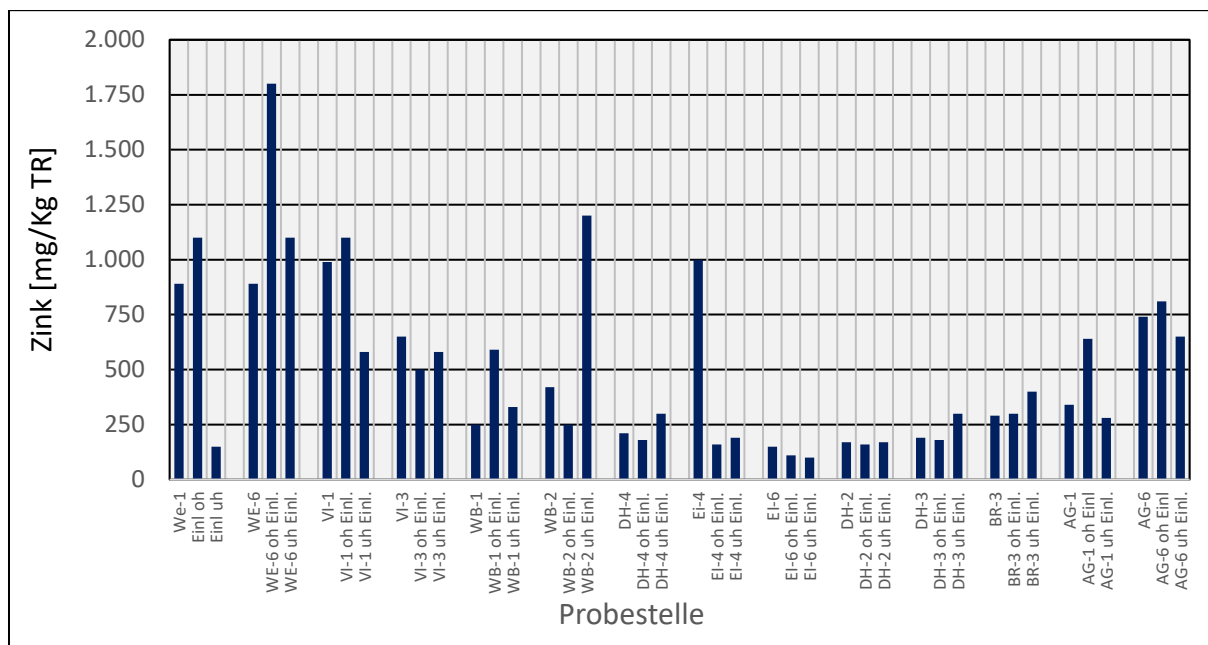


Abbildung v: Zinkkonzentrationen in Sedimentproben aus dem Interstitial der Laichgruben sowie ober- und unterhalb von Einleitungen.

1.7 Schwermetallbelastung in Brutboxen gegenüber Laichgruben

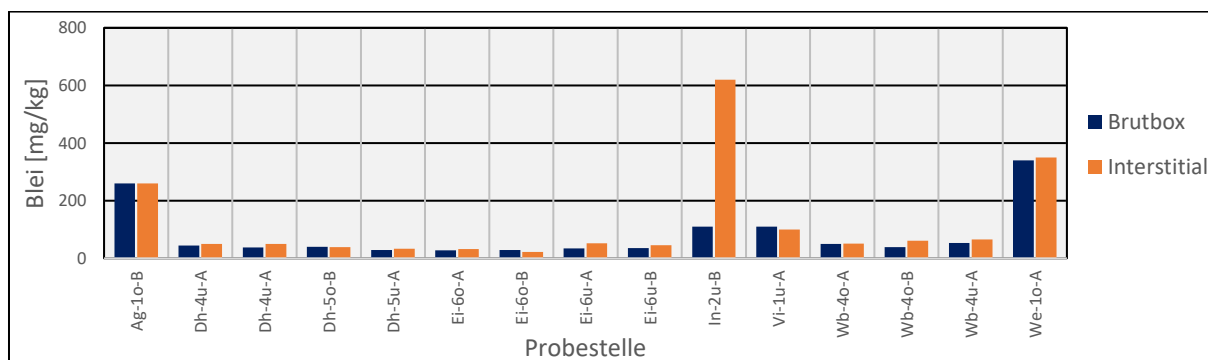


Abbildung w: Vergleich zwischen Bleikonzentrationen in Brutboxen und im Interstitial von Probstellen.

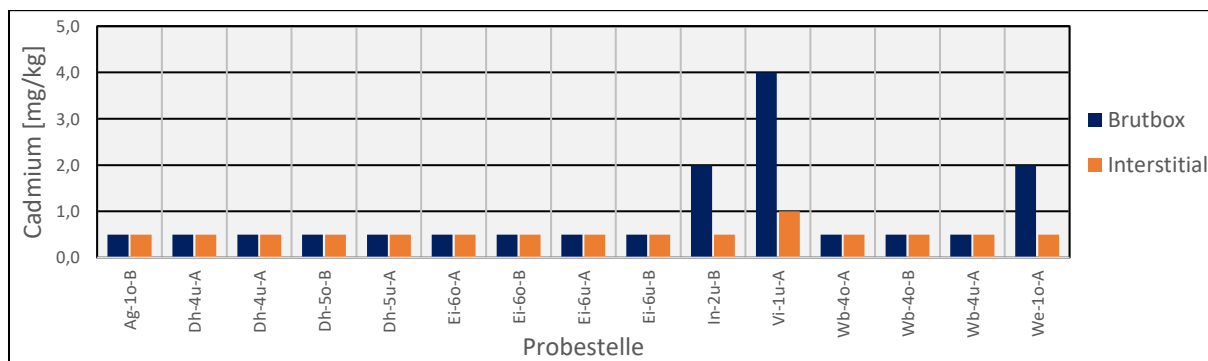


Abbildung x: Vergleich zwischen Cadmiumkonzentrationen in Brutboxen und im Interstitial von Probstellen.

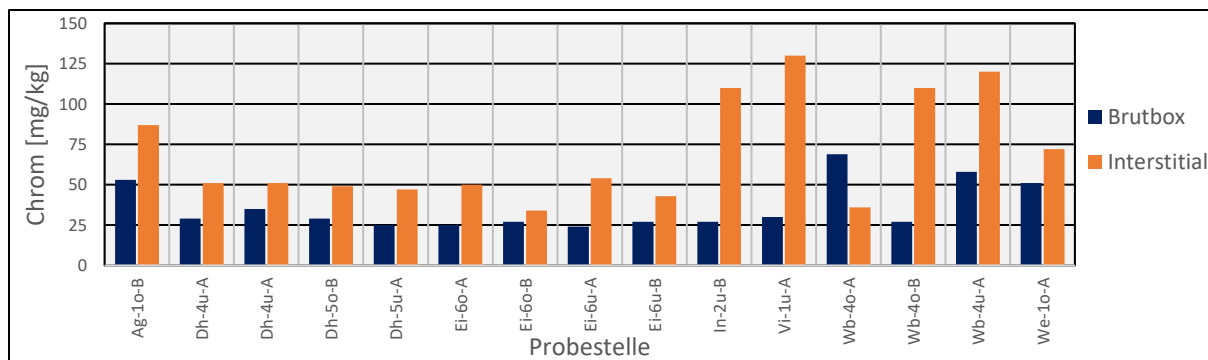


Abbildung y: Vergleich zwischen Chromkonzentrationen in Brutboxen und im Interstitial von Probestellen.

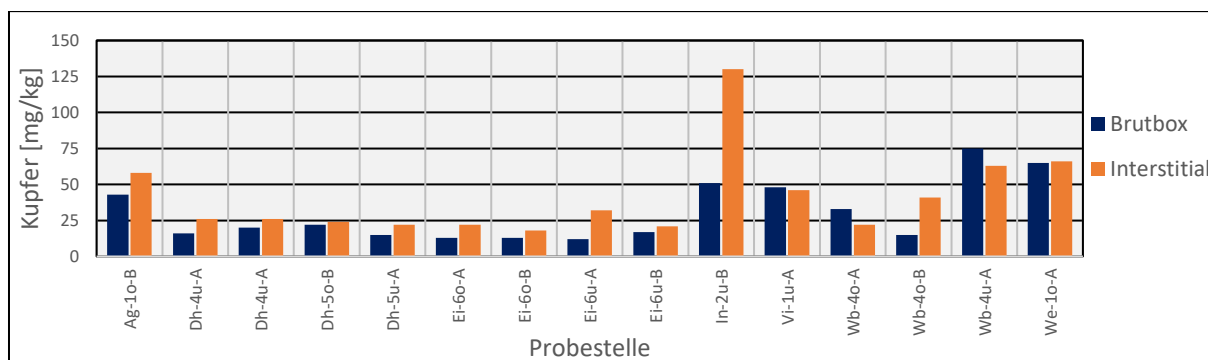


Abbildung z: Vergleich zwischen Kupferkonzentrationen in Brutboxen und im Interstitial von Probestellen.

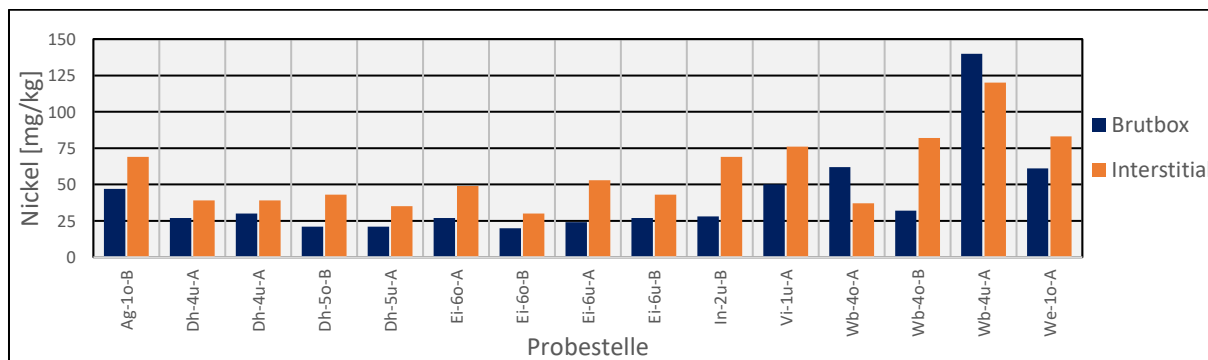


Abbildung aa: Vergleich zwischen Nickelkonzentrationen in Brutboxen und im Interstitial von Probestellen.

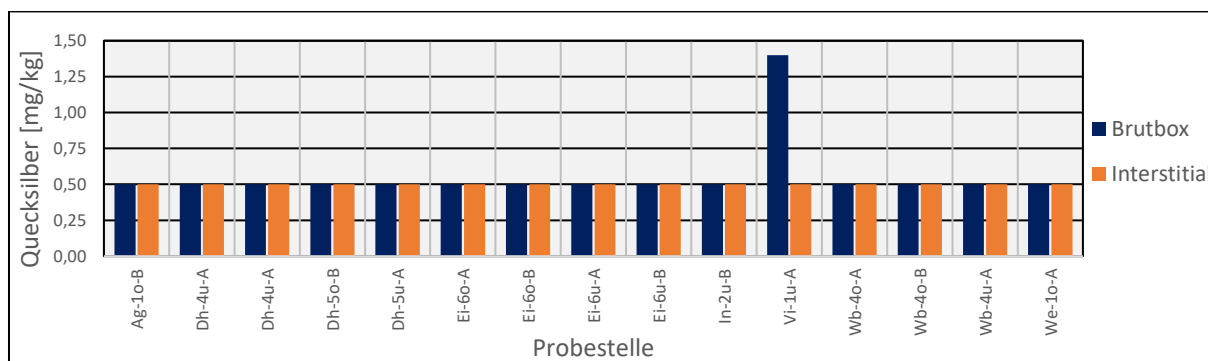


Abbildung bb: Vergleich zwischen Quecksilberkonzentrationen in Brutboxen und im Interstitial von Probestellen.

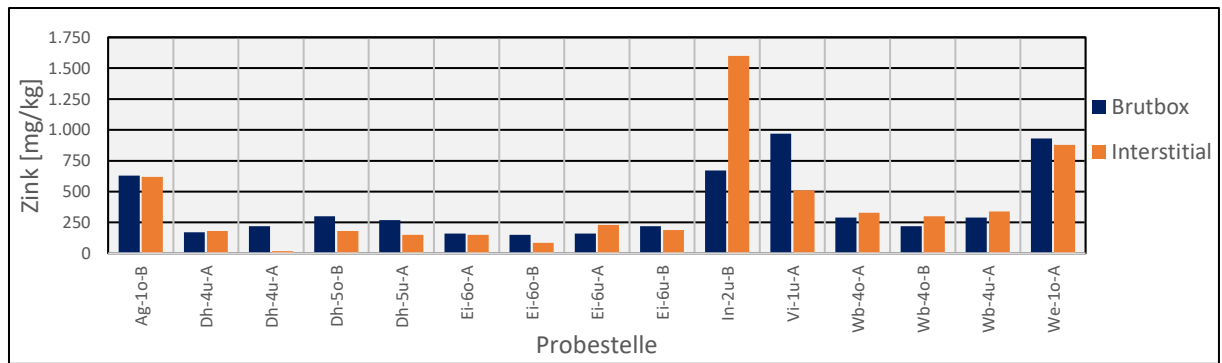


Abbildung cc: Vergleich zwischen Zinkkonzentrationen in Brutboxen und im Interstitial von Probestellen.

1.8 Bruterfolg

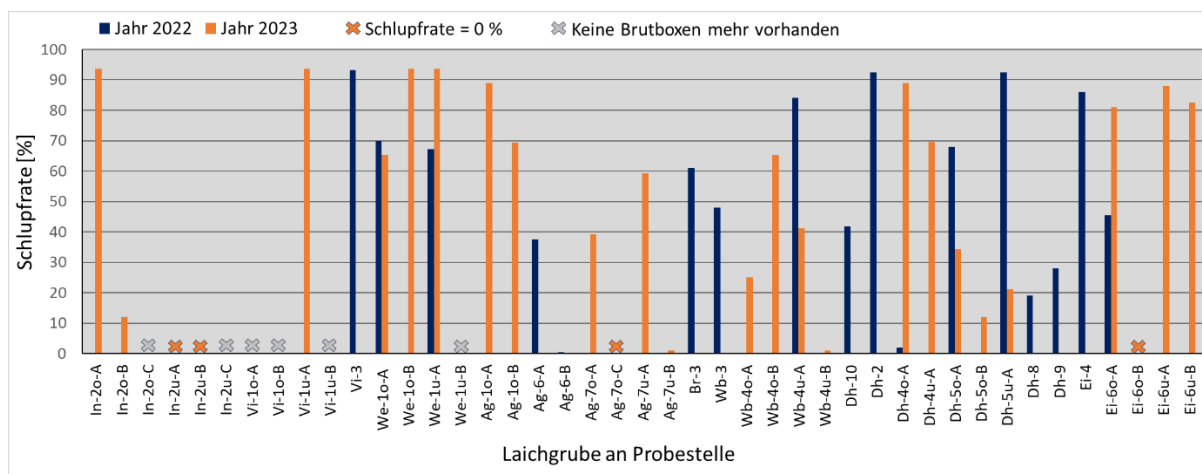


Abbildung dd: Durchschnittliche Schlupfrate in Laichgruben an Probestellen.

1.9 Makrozoobenthos

Tabelle g: Bewertung des Ökologischen Zustandes nach Perloides mit Ergebnissen zu den Modulen Saprobie, Allgemeine Degradation und Versauerung. Aus: ELWAS-Web (Daten von: 21.08.2024).

Standort	Ökologischer Zustand		Modul Saprobie		Modul Allgemeine Degradation		Modul Versauerung	
	Qualitätsklasse	Ergebnis gesichert	Qualitätsklasse	Ergebnis gesichert	Qualitätsklasse	Ergebnis gesichert	Qualitätsklasse	Ergebnis gesichert
Ag-1	2	ja	2	ja	2	ja	nicht relevant	nicht relevant
Ag-6	3	ja	2	ja	3	ja	nicht relevant	nicht relevant
Br-3	2	ja	2	ja	2	ja	nicht relevant	nicht relevant
Wb-3	2	ja	2	ja	2	ja	1	ja
Wb-4	2	ja	2	ja	2	ja	1	ja
Dh-2	3	ja	2	ja	3	ja	1	ja
Dh-3	2	ja	2	ja	1	ja	1	ja
Dh-4	2	ja	2	ja	1	ja	1	ja
Dh-8	2	ja	2	ja	1	ja	1	ja
Dh-9	2	ja	2	ja	1	ja	1	ja
Dh-10	2	ja	2	ja	1	ja	1	ja
Ei-4	2	ja	2	ja	2	ja	1	ja
Ei-6	2	ja	2	ja	2	ja	1	ja
Vi-1	2	ja	2	ja	2	ja	1	ja
Vi-4	2	ja	2	ja	2	ja	1	ja
We-1	2	nein	2	ja	2	nein	2	ja
We-6	2	nein	2	ja	2	nein	2	ja

1.10 Beschreibung der Projektgewässer und Probestellen

1.10.1 Einzugsgebiet Eifel-Rur

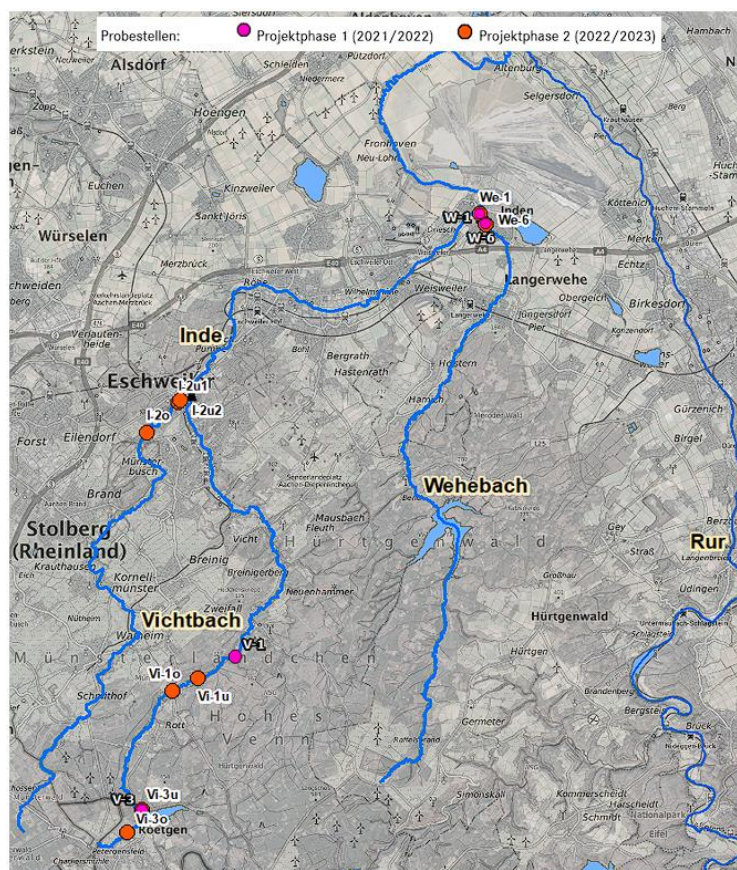


Abbildung ee: Übersichtskarte des Einzugsgebiets Eifel-Rur.

1.10.1.1 Inde

Die Inde entspringt westlich der Gemeinde Roetgen nördlich der Mittelstadt Stolberg und mündet nach 54 km in die Rur, wobei das Einzugsgebiet der Inde 374 km² umfasst. Im Oberlauf ist die Inde als größtenteils grobmaterialreicher, karbonatischer Mittelgebirgsbach des LAWA-Typs 7 klassifiziert. Bei der Mündung des Vichtbachs in die Inde ändert sich die Typisierung zu LAWA-Typ 9 grobmaterialreicher, silikatischer Mittelgebirgsbach. Im weiteren Verlauf durch Eschweiler bis zur Mündung in die Rur ist die Inde als LAWA-Typ 17 kiesgeprägter Tieflandflusses einzuordnen.

Die Gewässerstrukturkartierung beschreibt die Inde im Oberlauf als „mäßig“ bis „deutlich verändert“, wobei die Gewässerstruktur ab Eschweiler bis Inden über längere Strecken stark bis vollständig verändert ist, bevor sich die Güte auf die Klasse mäßiger Veränderung stabilisiert. Etwa auf einer Strecke von 4 km beim Durchfließen von Stolberg bis zur Mündung in die Inde gilt das Gewässer als vollständig verändert.

Im Ober- bzw. Mittellauf bis Eschweiler ist die Inde zu gleichen Teilen als obere- und untere Forellenregion des Mittelgebirges klassifiziert, welche ab Eschweiler in den Mittelgebirgs-Äschentyp übergeht. In Bezug auf die Gesamtlänge der Inde überwiegt der Äschentyp.

Untersuchungsbereich I-2

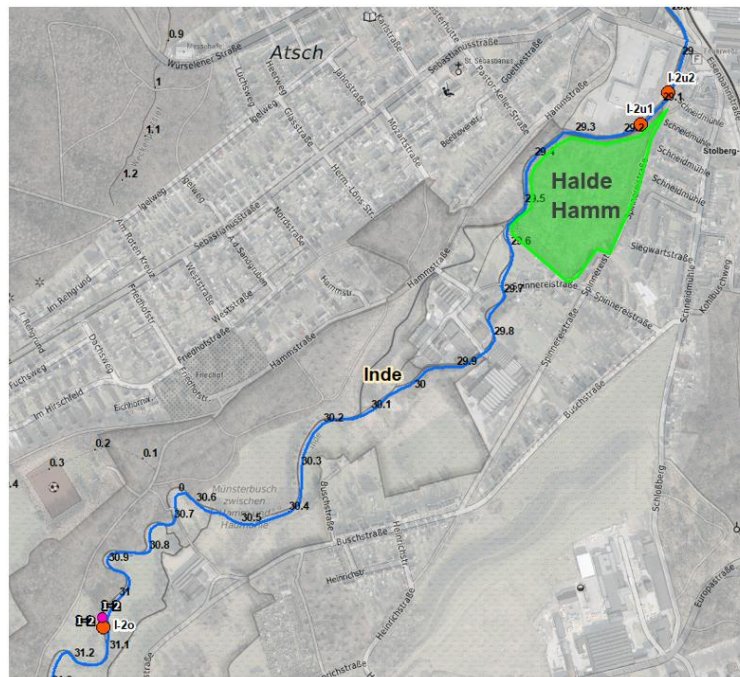


Abbildung ff: Probestellenbereich I-2 an der Inde mit Probestellen oberhalb und unterhalb der Halde Hamm (grün markiert).

Probestelle I-2o

Oberhalb der Altlastenhalde Hamm liegt Probestelle I-2o in einem leicht mäandrierenden Abschnitt der Inde. Die Stelle ist westlich von Stolberg verortet und grenzt mit flachen Ufern an Grünland (Aue) und Waldgebiet.

In der Breite erreicht der Fluss an der Probestelle 6,5 Meter. Während der Scheitelpunkt noch recht tief liegt, erreicht der vorgelagerte Pool eine relativ geringe Tiefe von 57 cm, was in Kombination nur zu einer Tiefendifferenz von 25 cm führt. Durch einen langsamen, gleichmäßigen Anstieg erstreckt sich das Laichhabitat überraschend lang kommt jedoch insgesamt auf eine Fläche von nur 4 m² potentieller Laichhabitatfläche. Der schmale Übergang in die kleine Rauschezone wird von einer Kiesbank auf der rechten Seite begünstigt. Das Substrat wird von Grobkies in Größe des Idealsubstrats zwischen 2-5 cm dominiert, welches 60% des Gesamtsubstrats stellt. Die Verfestigung ist moderat, Aufwuchs nicht vorhanden. In der Bewertung erreichen sowohl Laichhabitat (10/15 Punkte) als auch Jungfischhabitat (9/12 Punkte) eine mäßige Bewertung. Die Struktur des Gewässerabschnitts ist als „mäßig verändert“ eingetragen.

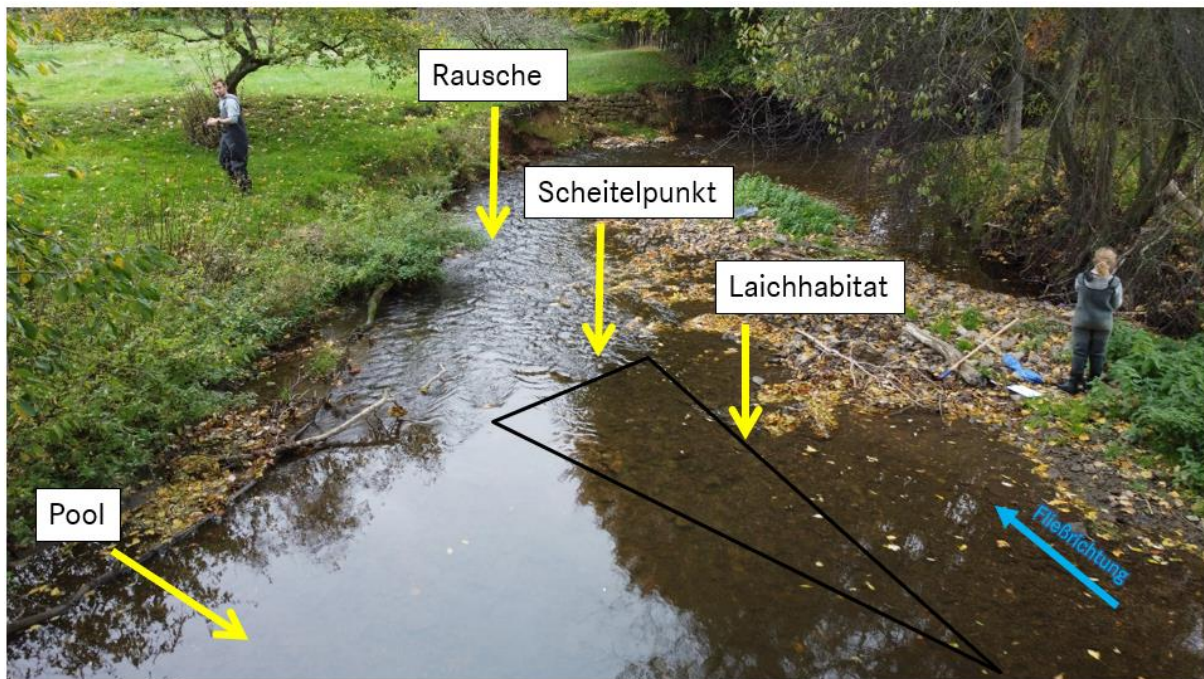


Abbildung gg: Probestelle I-2o in Fließrichtung (10/2022)

Probestellen I-2u (1) und I-2u (2)

Aufgrund der großen Ähnlichkeit und räumlichen Nähe werden die Stellen I-2u(1) und I-2u(2) zusammen beschrieben. Die Stellen liegen unmittelbar unterhalb der Altlasten-Halde Hamm bei Kohlbusch. Im Bereich der Probestellen liegt eine Belastung mit Schwermetallen, insbesondere mit Cadmium vor.

Die Stellen sind zwischen einem Nahversorgungszentrum auf der rechten und einem Siedlungsbereich auf der linken Uferseite innerhalb der Grenzen eines innerstädtischen Naturschutzgebiets verortet.

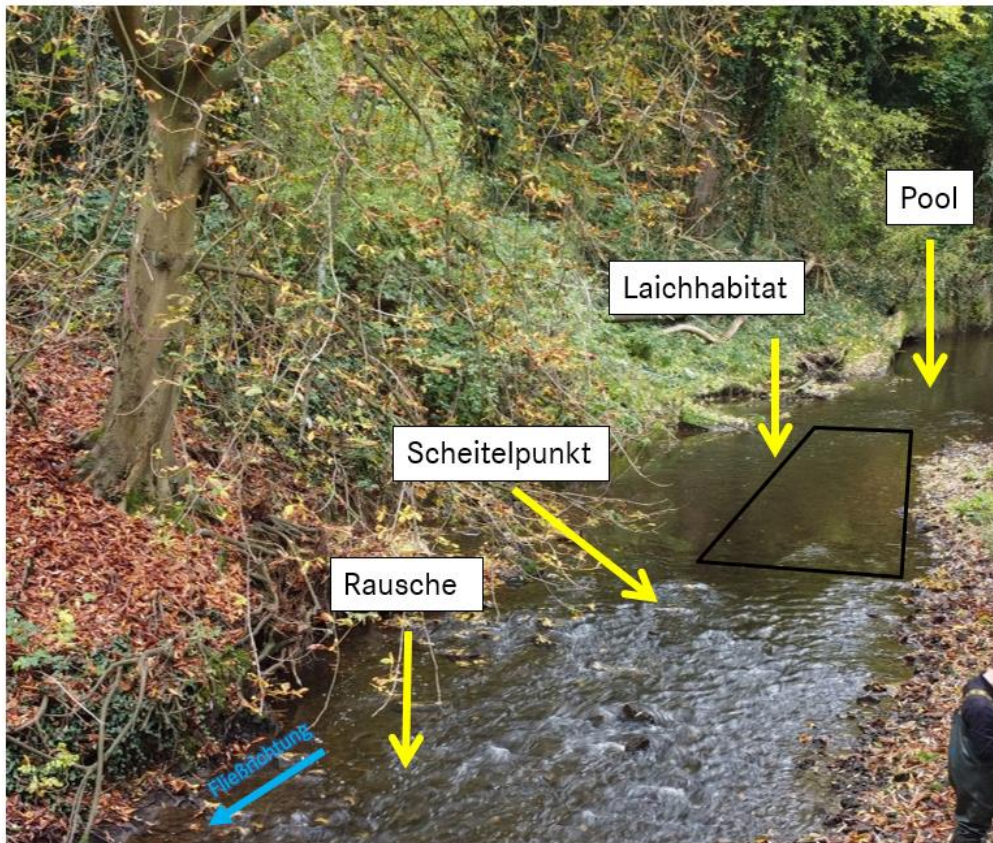


Abbildung hh: Probestelle I-2u(1) gegen Fließrichtung (10/2022).

Das Gewässer weist an den Probestellen eine Breite von 7m (Probestelle I-2u(1)) und 6 m (Probestelle I-2u(2)). Das Laichhabitat von I-2u(1) ist mit 12 m² jedoch ungleich kleiner als die bei I-2u(2) verfügbare Fläche von 58 m². Die Pools sind mit 50 cm (I-2u(1)) und 48 cm (I-2u(2)) sehr ähnlich, ebenso wie die Pool-Scheitel-Differenzen mit 34 cm (I-2u(1)) und 32 cm (I-2u(2)).

Im Substrat von I-2u(2) ist mehrheitlich Feinkies vertreten, der sich an der Deckschicht mit größeren Korngrößen vermengt; das Idealsubstrat stellt 25%. Hier fällt zudem eine durchgehend rötliche Verfärbung des Substrats ins Auge. I-2u(1) hat höhere Geröll- und Grobkiesanteile und erreicht mit 30% minimal höhere Idealsubstratanteile. Beide Stellen sind stark verfestigt.

Der Bewertung nach entsprechen I-2u(1) und I-2u(2) sowohl in Bezug auf Laichhabitat (7 und 6/15) als auch Jungfischhabitat (8 und 8/12) nur mäßiger Eignung. In Stolberg ist die Gewässerstrukturgüte der Inde durch häufige „starke“ bis „vollständige Veränderung“ gekennzeichnet. Im Abschnitt der Probestellen gilt das Gewässer als „stark verändert“. Im späteren Verlauf gibt es „wenig veränderte“ bis „unveränderte“ Abschnitte.

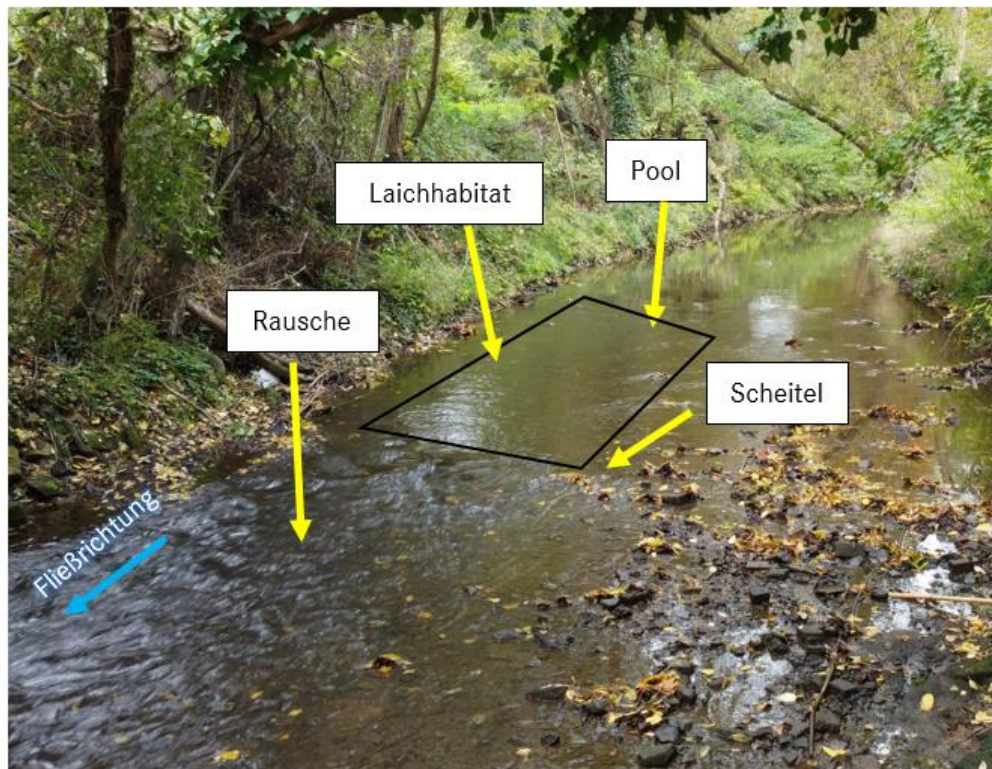


Abbildung ii: Probestelle I-2u(2) gegen Fließrichtung (10/2022)

1.10.1.2 Vichtbach

Der Vichtbach entspringt als Grörlisbach nahe der Gemeinde Roetgen und mündet nach 23 km vor Eschweiler in die Inde. Den Namen Vichtbach trägt das Gewässer ab dem Zufluss aus der Dreijägerbachtalsperre auf 416 m ü. NHN bis zur Mündung. Der Vichtbach hat ein Einzugsgebiet von 104 km².

Der Vichtbach ist dem LAWA-Typ 9 silikatisch und feinmaterialreicher Mittelgebirgsbachs zugeordnet.

Fischgewässertypologisch weist er die Typisierung obere und untere Forellenregion des Mittelgebirges im Ober- bzw. Mittellauf auf, der sich bei Eschweiler zum Mittelgebirgs-Äschentyp verändert, wobei der Typ der unteren Forellenregion überwiegt.

Der Vichtbach ist ab Ursprung etwa zwei Drittel seiner Länge als meist deutlich verändert klassifiziert, verschlechtert sich ab dem Stadtteil Vicht, Stolberg, allerdings zusehends.

Probestellen wurden im Vichtbach nahe der Dreijägerbachtalsperre, inklusive dem Grörlisbach, sowie auf halber Länge bei dem isoliert gelegenen Stadtteil Zweifall, Stolberg, kartiert.

Am Vichtbach wurden bereits in der Projektphase 2022 zwei Probestellen (Vi-1 und Vi-3) untersucht. In der nächsten Projektphase 2023 wurden die Probestellen angepasst (Vi-1) und um Stellen oberhalb der Einleitungen ergänzt.

Untersuchungsbereich Vi-1

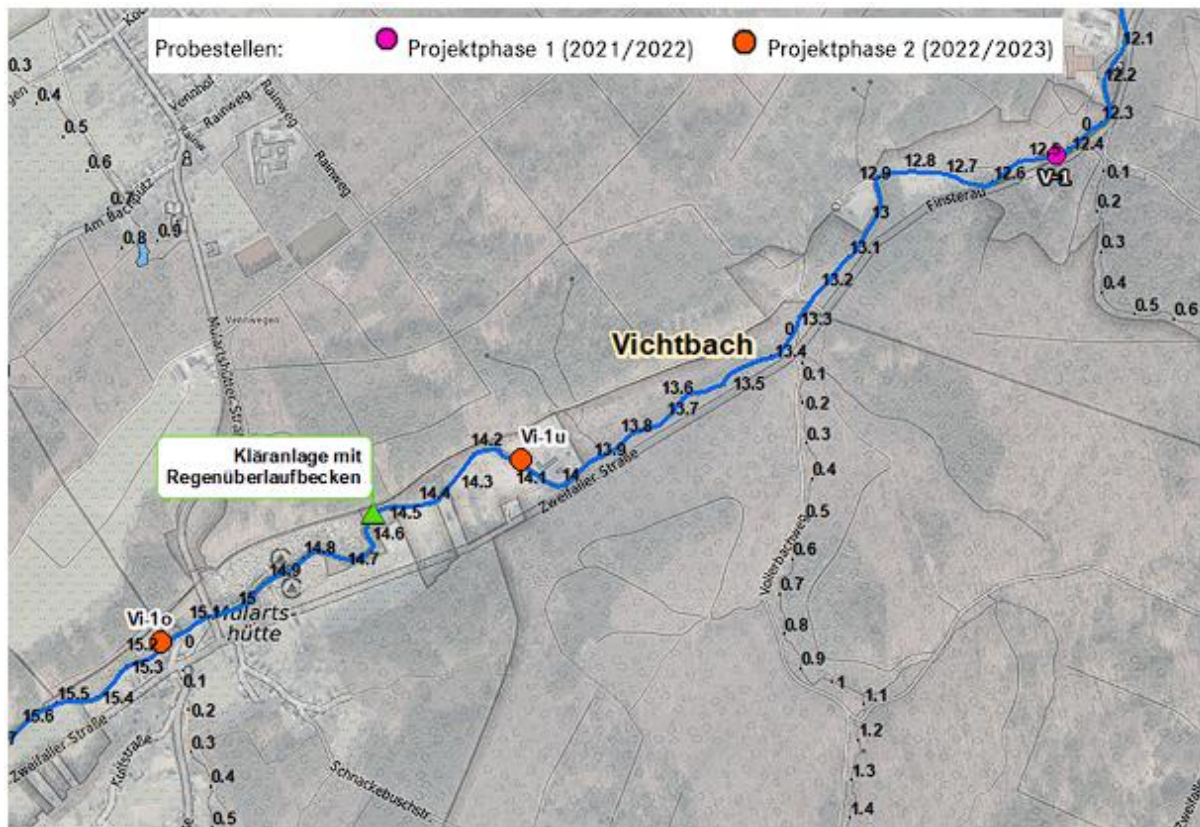


Abbildung jj: Übersichtskarte des Untersuchungsbereich Vi-1. Die Probestelle Vi-1 unterhalb der Kläranlage Murlatshütte aus der ersten Projektphase wurde als neue Probestelle Vi-1u um 1,6 km im Gewässerverlauf nach oben verlegt. Zudem kommt Probestelle Vi-1o oberhalb der Kläranlage Murlatshütte hinzu.

Probestelle V-1o

Nahe der Ortsmitte des Orts Murlatshütte der Gemeinde Roettgen befindet sich Probestelle V-1o, 650 Meter oberhalb der Einleitung der Kläranlage Murlatshütte.

Obwohl der Vichtbach im Abschnitt überwiegend flach ist, wurde vor dem Laichhabitat eine leicht seitlich versetzte, kleinere Poolstruktur mit 60 cm Tiefe am Gewässerrand festgestellt. Die Differenz zum Scheitelpunkt beträgt 51 cm. Das dazwischen gelegene Laichhabitat erreicht eine Größe von 3,2 m², bei einer Gewässerbreite von 4,5 Metern.

Das Substrat weist große Mengen Grobkies auf, dessen Idealsubstratbestandteil sich im Gesamtsubstrat auf relativ hohe 50% beläuft. Aufwuchs und Verfestigung sind mäßig. Zudem sind Kiesbänke in Ufernähe und oberhalb der Wasseroberfläche liegendes Geröll vorhanden.

In der Bewertung erreicht das Laichhabitat 8 von 15 Punkten und gilt als wenig geeignet, dass Jungfischhabitat erreicht mäßige Eignung (9/12 Punkte). Die Gewässerstruktur des parallel zur Siedlung angrenzend verlaufenden Vichtbachs ist in diesem Abschnitt als „stark verändert“ eingetragen.

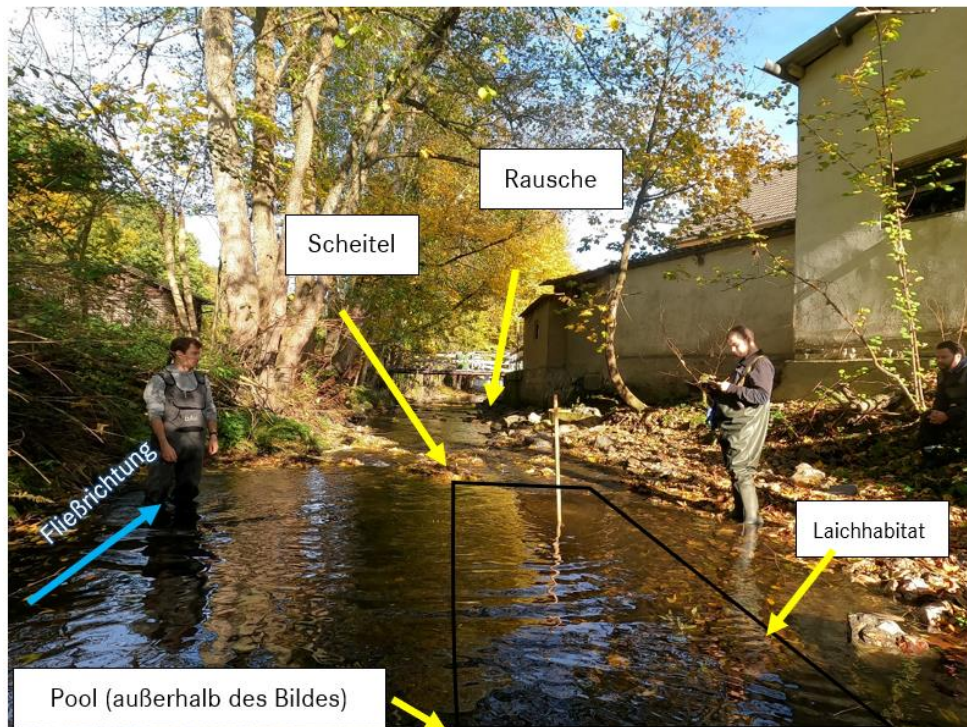


Abbildung kk: Probestelle Vi-1o in Fließrichtung (10/2022)

Probestelle Vi-1 (nur 1. Projektphase)

Die Probestelle Vi-1 liegt zwischen Mulartshütte und kurz vor Zweifall, etwa 2 km unterhalb der Kläranlage Roetgen-Mulartshütte. Das ganze Gebiet zeigte noch deutliche Spuren des Hochwassers im Sommer 2021.

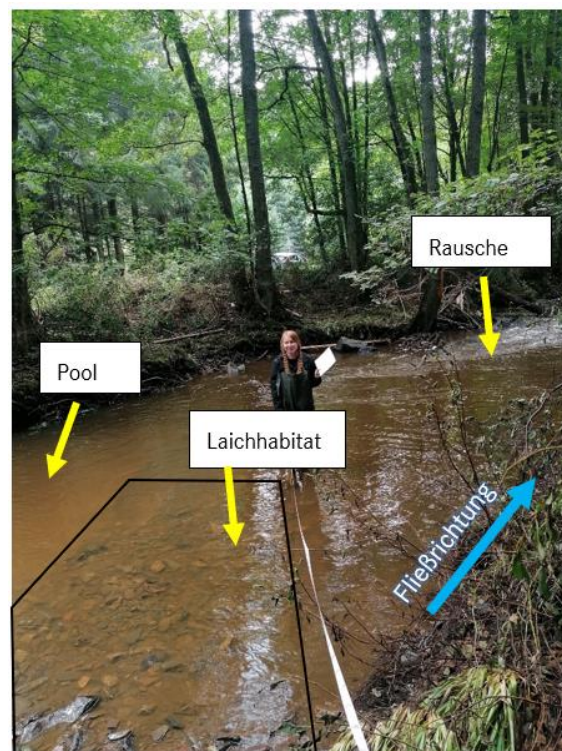


Abbildung ll: Probestelle Vi-1 (2021/2022). Die Probestelle wurde in der ersten Projektphase beprobt, für die zweite Projektphase wurde die Probestelle verlegt (siehe Vi-1u)

Der Vichtbach hat an dieser Stelle eine Breite von 6 m, wobei nur ein Drittel davon potentiell für ein Laichhabitat geeignet sind. Damit ist das Laichhabitat mit 4 m² verhältnismäßig klein. Das an der Oberfläche anstehende Grundgestein birgt eine weitere Herausforderung an dieser Stelle. Das Hauptsubstrat bilden Kies, Schotter und einzelne größere Steine, wobei das Idealsubstrat nur 15 % ausmacht. Die nur mäßige Sohlenverfestigung sowie die Scheitel-Pool Differenz von 40cm sind jedoch positiv zu bewerten. Das Jungfischhabitat befindet sich in einer Entfernung von >25 m, ist durch die schmale Gewässerbreite stark begrenzt und weist eine mittlere Heterogenität auf.

Insgesamt wird das Laichhabitat als „mäßig“ und das Jungfischhabitat als „wenig“ geeignet eingestuft.

Probestelle Vi-1u

Die Probestelle befindet sich 380 Meter unterhalb der Kläranlage Mulartshütte nordöstlich vom Ortsteil Mulartshütte der Gemeinde Röttgen zwischen 2 Biegungen des Vichtbachs. Angrenzend liegen Grünflächen und ein inaktiver Familien- und Jugendhof.

Die Gewässerbreite beträgt, eingengt durch eine ähnlich breite Kiesbank, 3,9 Meter. Im Falle höherer Wasserstände liegt die Breite daher bei 8,3 Metern. Das Laichhabitat weist eine Fläche von 6,6 m² auf. Die Poolstruktur vor der Kiesbank ist mit 80 cm Tiefe stark ausgeprägt mit sehr niedrigen Fließgeschwindigkeiten und führt zu einer Pool-Scheitel-Differenz von 67 cm.

Ungewöhnlich hohe 70% des Substrats liegen in Form des Idealsubstrats vor. Die Reste sind mehrheitlich wenige Sandakkumulationen in strömungsberuhigten Bereichen in Nähe des Pools oder weitere Grobkiese. Aufwuchs ist nicht vorhanden, die Verfestigung ist moderat.

Die Gesamtbewertung für beide Habitatkategorien zeugt von einer mäßigen Eignung mit 10/10 von 12/15 Punkten. Die Struktur an der Probestelle gilt als „deutlich verändert“.

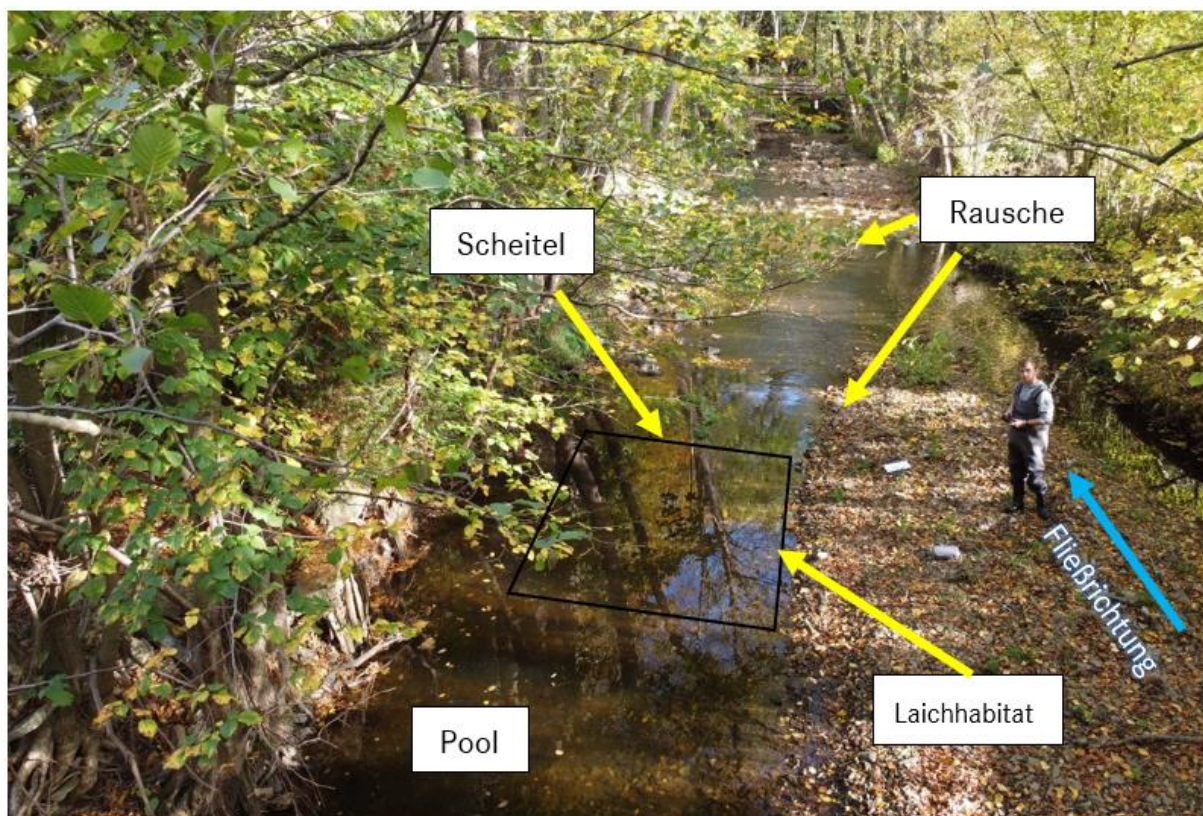


Abbildung mm: Probestelle Vi-1u in Fließrichtung (10/2022)

Untersuchungsbereich Vi-3

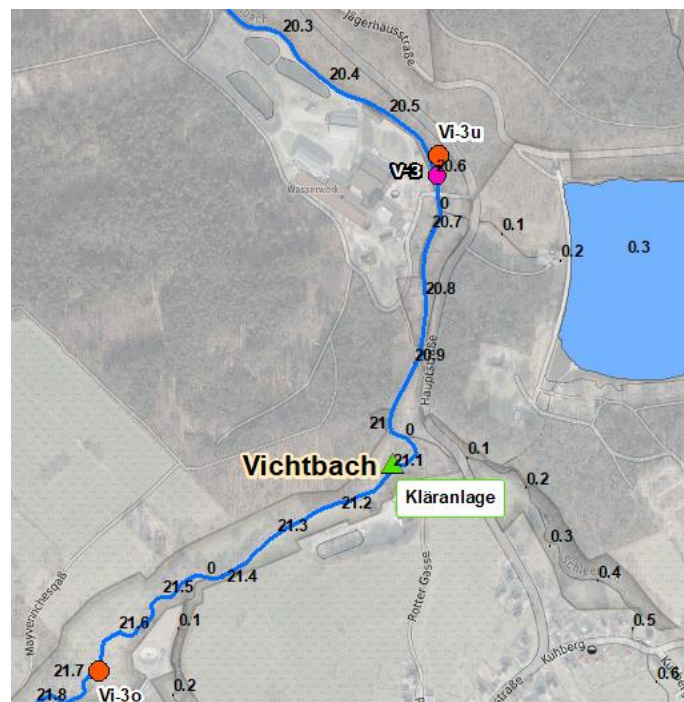


Abbildung nn: Untersuchungsbereich Vi-3 mit den Probestellen oberhalb und unterhalb der Einleitung der Kläranlage Roetgen

Probestelle Vi-3 (1. Projektphase) = Vi-3u

Unterhalb von Roetgen, unmittelbar neben der Dreijägerbachtalsperre, befindet sich Vi-3. Die Talsperre wird ausschließlich zur Trinkwassergewinnung genutzt und gibt in der Regel kein Wasser in den Vichtbach ab. Nur bei Starkregenereignissen wird Wasser um die Talsperre geleitet. Es wird laut Wasserverband jedoch ein Einsickern von eisenhaltigem Wasser in den Vichtbach beobachtet. Flußaufwärts befinden sich sechs bis sieben Mischwassereinleitungen, sowie zwei Kläranlagen (500 bzw. 900 m). Kurz nach der ersten Kläranlage wird der Grölisbach, mit dem zufließenden Schleebach zum Vichtbach umbenannt. Unterhalb der zweiten Kläranlage fließt der Roetgenbach in den Grölisbach.

Hauptsubstrat bildet kiesiges Gestein, mit einem Idealsubstratanteil von 40 %. Das Laichhabitat hat eine Breite von 3 m und nimmt damit fast die gesamte Gewässerbreite (4 m) ein. Insgesamt sind hier 9 m² potentiell geeignet. Gut zu bewerten ist die lockere Verfestigung und der nicht vorhandene Aufwuchs. Mit einer Scheitel-Pool Differenz von 20 cm ist diese jedoch eher im unteren Bereich anzusiedeln. Das Jungfischhabitat schließt unmittelbar an das Laichhabitat an und ist sehr heterogen. Allerdings nimmt es nur eine kleine Fläche (< 200 m²) ein, was bei den schmalen Gewässerbereichen jedoch nicht ungewöhnlich ist.

Bewertet wurde das Jungfischhabitat sowie das Laichhabitat als „mäßig“ geeignet.

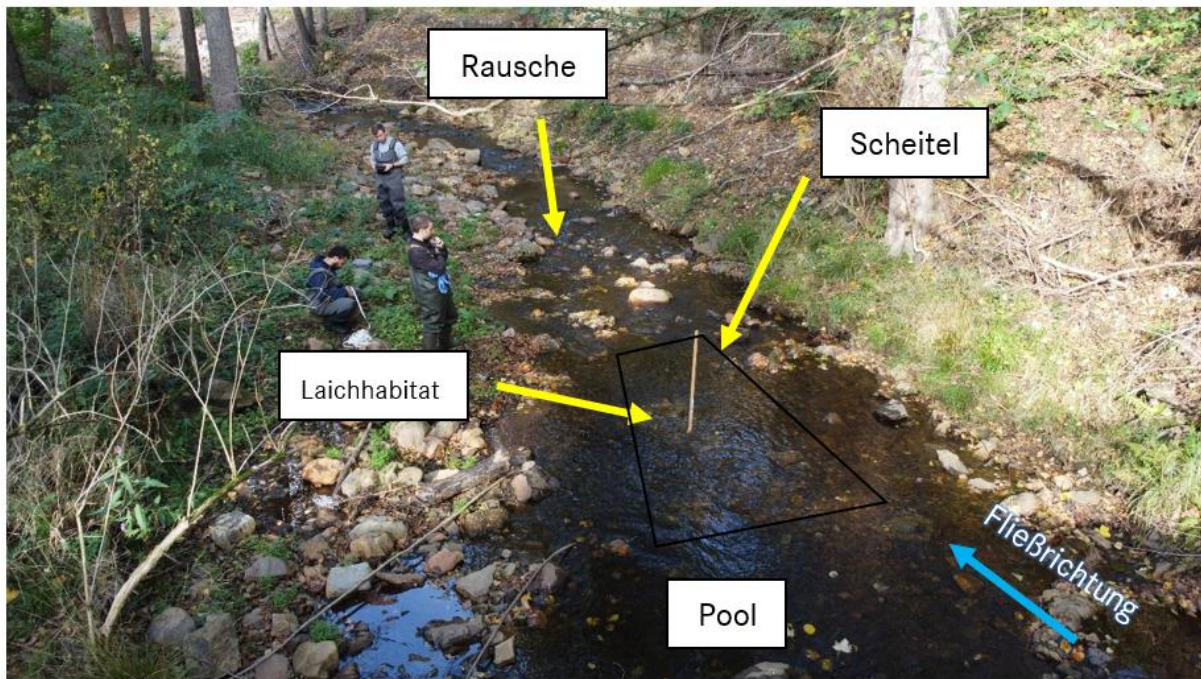


Abbildung oo: Probestelle Vi-3 wurde aus der ersten Projektphase übernommen.

Probestelle Vi-3-o

Die einzige im Grölisbach gelegene Stelle Vi-3o liegt nördlich von Roetgen und vereinigt sich nach weiteren 200 Metern in den Vichtbach. Der Bach liegt knapp oberhalb der Mischwasser einleitenden alten Kläranlage Roettgen sowie der etwas entfernten Kläranlage Roettgen. Das Gewässer ist vergleichsweise klein und führt wenig Wasser, ist aber an der Probestelle recht tief in das sträucher- und wiesenreiche Umland eingeschnitten und mit steilen Ufern versehen.

Die Messungen ergeben lediglich eine Breite von 2,4 Metern an der Probestelle. Das Laichhabitat kommt auf geringe 3 m². Der Pool ist in der Tiefe ebenso gering dimensioniert und erreicht nur 33 cm, die eine Pool-Scheitel-Differenz von 26 cm bedingen. Die Rauschezone hinter dem Laichhabitat ist schmal, steil und lässt sich passender als kleiner Wasserfall beschreiben.

Lockeres Substrat ist nicht in großen Mengen vorhanden und wird auch im Bereich des Laichhabitats durch in etwa 20 cm durch anstehendes Schiefergestein abgelöst. Das vorhandene Substrat ist dominiert von Geröll und Feinkies und erreicht nur 15% Idealsubstratanteil. Aufwuchs und Verfestigung sind moderat.

Insbesondere durch die fehlende Fläche und die unpassende Sohle ist der Grölisbach laut Bewertung insgesamt wenig geeignet (6/15 & 6/12 Punkte). Die Struktur des Gewässers ist in diesem Abschnitt „mäßig verändert“.

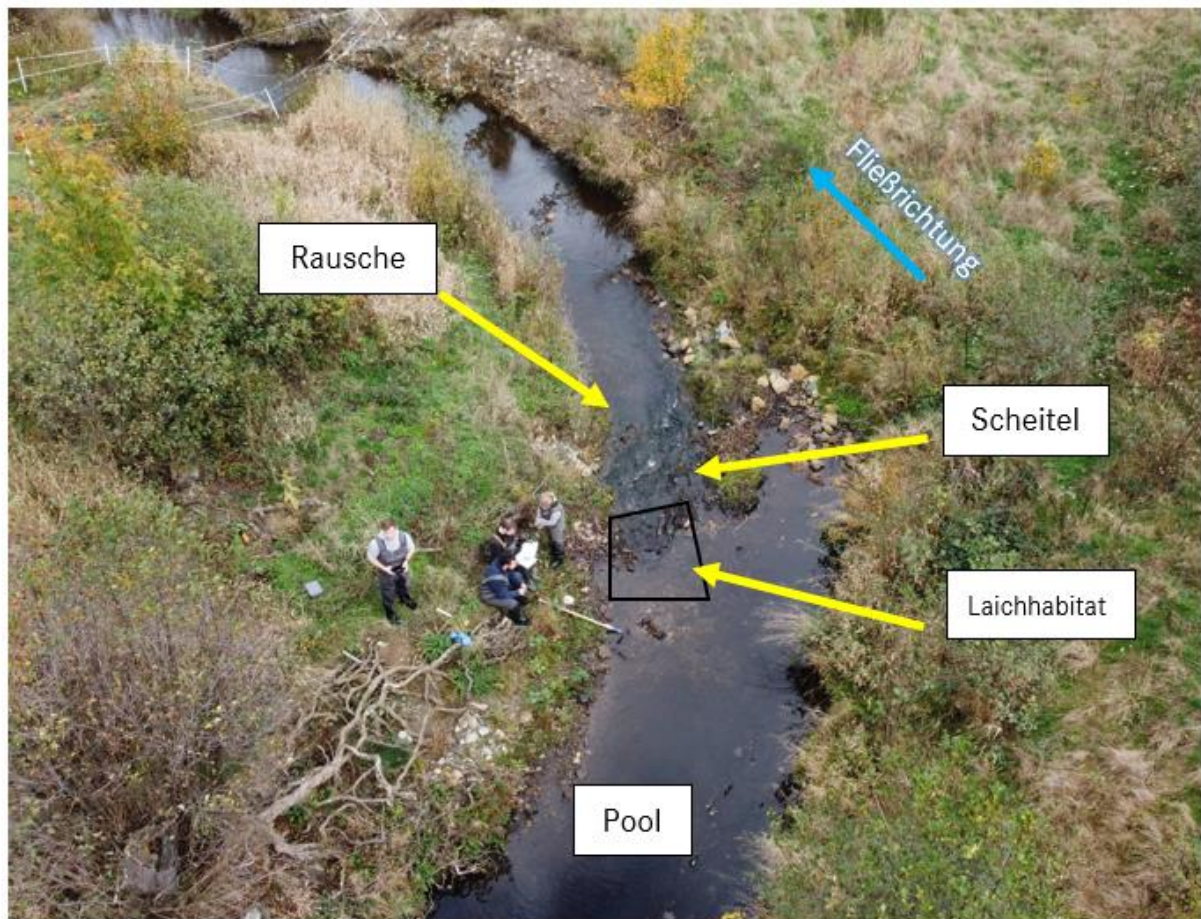


Abbildung pp: Probestelle Vi-3o in Fließrichtung (10/2022).

1.10.1.3 Wehebach

Der Wehebach mit rund 26 km Länge und einem EZG von 68 km² ist ein Gewässer im EZG der Rur, dessen Quelle die Wehebachtalsperre in etwa 210 m Höhe über NHN darstellt, welche unter anderem von dem Quellfluss „Weiße Wehe“ gespeist wird. Der Wehebach verläuft über weite Strecken in Richtung Norden parallel zur Schönthaler Straße durch die Gemeinde Langerwehe und mündet als letzter Zufluss zentral in der Gemeinde Inden in den Projektfluss Inde.

Über zwei Drittel der Länge von der Quelle an gilt der Wehebach als Fischgewässertyp des „oberen Forellentyps des Mittelgebirges“, ab Langerwehe bis zur Mündung ändert sich die Typisierung zum „unteren Forellentyp Mittelgebirge“. Der gesamte Bach ist dem LAWA-Typ des grobmateriareichen, silikatischen Mittelgebirgsbachs (Typ 9) zugeordnet. Strukturell ist der Verlauf sehr wechselhaft und gilt laut Gewässerstrukturkartierung (2020) zu ähnlichen Anteilen als deutlich oder stark verändert. Einige wenige Abschnitte sind sowohl als mäßig wie auch als sehr stark bis vollständig verändert klassifiziert.

Die Probestellen befinden sich im mäßig veränderten Unterlauf, kurz vor der Einmündung in die Inde.

Untersuchungsbereich We-1/We-6

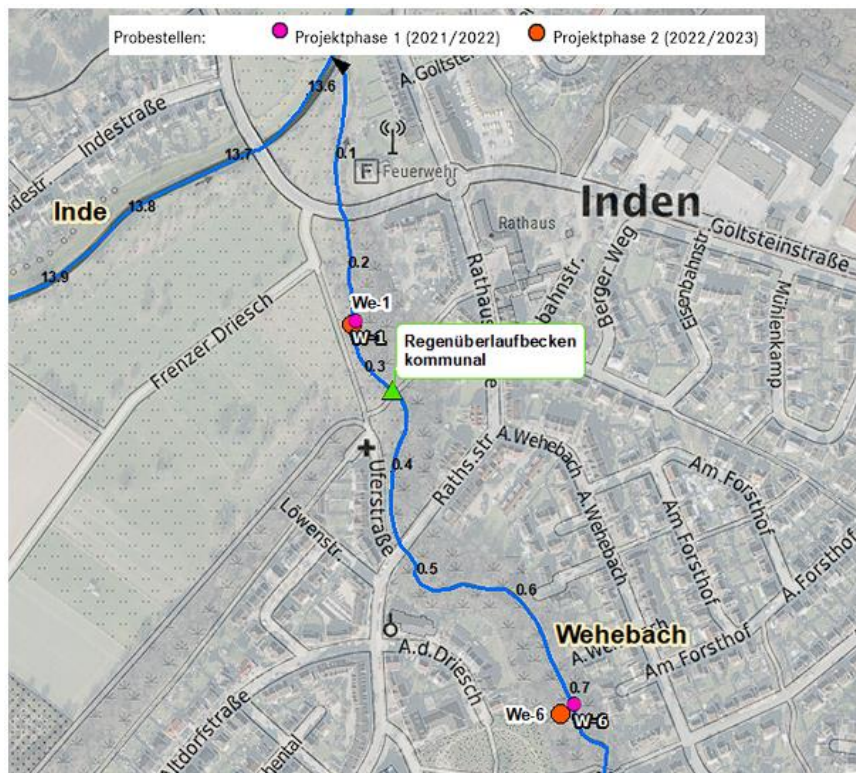


Abbildung qq: Probstellenbereich We-6 und We-1 am Wehebach bei Lucherberg oberhalb und unterhalb der Einleitung eines Regenüberlaufbeckens

Probestelle We-6 (oberhalb)

Probestelle We-6 ist zentral östlich der St. Clemens & St. Pankratiuskirche im Ortsteil Altdorf, Gemeinde Inden, oberhalb der zwei bereits für We-1 beschriebenen Mischwassereinleitungen gelegen. Laut Informationen des Wasserverbands können etwaige Einleitungen im Trennverfahren weiter oberhalb der Probestelle nicht ausgeschlossen werden.

Im Direktvergleich mit der ähnlichen Stelle We-1 ist das Gewässer noch etwas schmaler, liegt in einer Biegung und kommt nur auf 3,1 Meter Breite.

2022 wurde ein 2,3 Meter breites Laichhabitat kartiert, dass in seiner Ausdehnung 4,6 m² umfasst. Der Pool ist 52 cm tief, was bis zum Scheitelpunkt kurz hinter dem Habitat 47 cm Differenz bedeutet.

Substratseitig entspricht der Kies eher mittleren Größen mit einigen Ausreißern. Im Gesamtsubstrat entsprechen diese jedoch in ihrer Gesamtheit immer noch mit 60% mehrheitlich dem idealen Substrat. Sand akkumuliert sich am Gleithang der Kurveninnenseite und tiefer in der Sohle. Wie bei We-1 ist Aufwuchs nicht vorhanden und die Sohle als verfestigt einzuordnen.

2021 war das kartierte Laichhabitat mit einer Fläche von 6 m² etwas größer, wies aber mit nur 40 % einen geringeren Idealsubstratanteil und eine etwas geringere Pool-Scheiteldifferenz von 45 cm.

We-6 wird im Bewertungsschema wie We-1 als gering geeignet eingestuft mit je 8 von 15 beziehungsweise 12 möglichen Punkten. Die Gewässerstrukturkartierung gibt für die Stelle eine „mäßige Veränderung“ an.

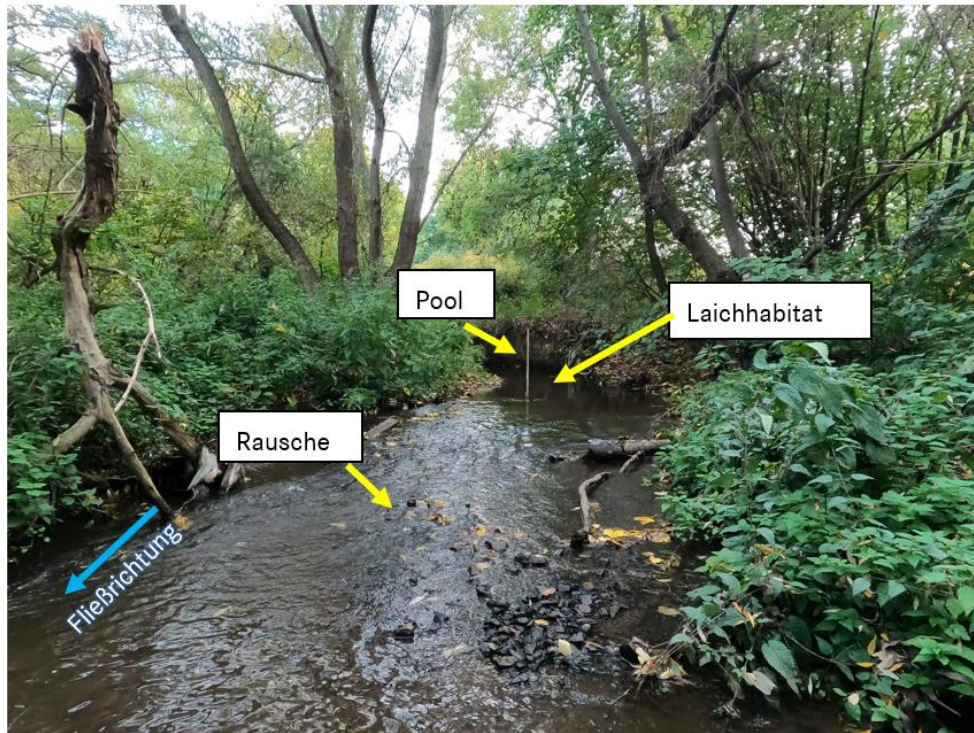


Abbildung rr: Probestelle We-6 (10/2022) liegt oberhalb der Einleitung eines Regenüberlaufbeckens.

Probestelle We-1 (unterhalb)

We-1 befindet sich nahe westlich des Ortskerns von Altdorf, Gemeinde Inden. Etwa 70 Meter oberhalb wird Mischwasser eingeleitet. Eine weitere, unterhalb verortete Mischwassereinleitung befindet sich bei einer Feuerwache kurz vor dem Zufluss in die Inde in 120 Meter Entfernung. Das nähere Umfeld wird bestimmt durch dichte Vegetation und mäßig steile Uferzonen.

Die Gewässerbreite an der Probestelle beträgt 4 Meter. Die Laichhabitatfläche streckt sich auf 6,4 m² (2022) bzw. 6 m² (2021). Die Pool-Scheitel-Differenz lag bei 34 cm (2022) und 39 cm (2021); die Poolstruktur vor der Kurve kommt auf maximale Tiefen von 47 cm (2022).

Im Vergleich zu früheren Kartierungen zeigt die Stelle im Oktober 2022 erstaunlich hohe Anteile von Idealsubstrat am Gesamtsupstrat von 75%, wobei der Idealsubstratanteil 2021 nur 30 % betrug. In beiden Jahren wies die Sole eine starke Verfestigung und keinen Aufwuchs auf.

Beide Habitatkategorien zeigten sich im Jahr 2022 trotz des guten Substrats knapp in der Klasse „wenig geeignet“ eingetragen (8/8 von 12/15) Punkten. 2021 wurde das Laichhabitat als mäßig und das Jungfischhabitat als „wenig“ geeignet eingestuft.

Bezüglich der Strukturgüte des Gewässerabschnitts ist eine „deutliche Veränderung“ vermerkt.

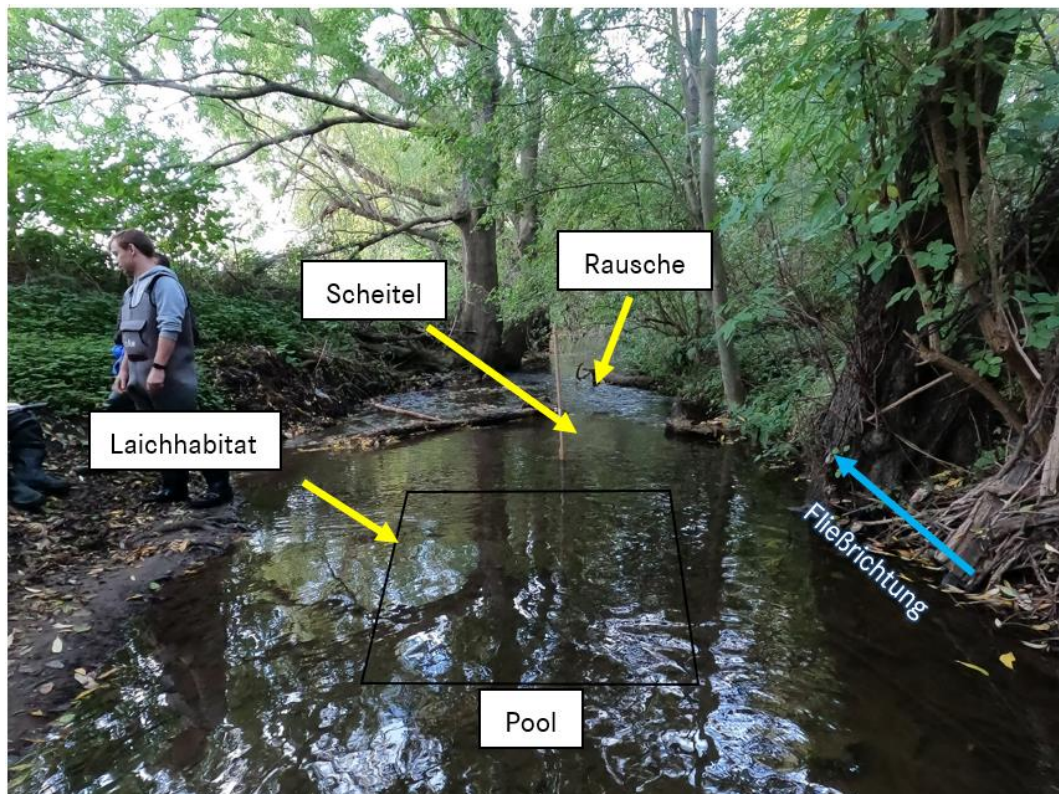


Abbildung ss: Probestelle We-1 in Fließrichtung (10/2022) liegt unterhalb der Einleitung eines Regenüberlaufbeckens.

1.10.2 Einzugsgebiet Wupper

Die Dhünn und der in sie entwässernde Eifgenbach sind die beiden Projektgewässer des Einzugsgebiets Wupper. Die Dhünn ist mit knapp über 40 km Länge und einem EZG von 198 km² ein bedeutender Nebenfluss der Wupper und entspringt 313 m ü. NHN südwestlich von Engersfeld aus dem Ablauf der großen Dhünntalsperre, in die der Quellfluss, die große Dhünn, entwässert.

Der Eifgenbach mit einem EZG von 32 km² entspringt nördlich der Talsperre etwa 1 km südlich des Ortsteils Bergisch Bonn, Stadt Remscheid, auf einer Höhe von 95 m ü. NHN und verläuft etwa 20 km durch größtenteils bewaldetes Gebiet, bis er bei dem Ortsteil Schöllerhof, Gemeinde Odenthal, in die Dhünn mündet.

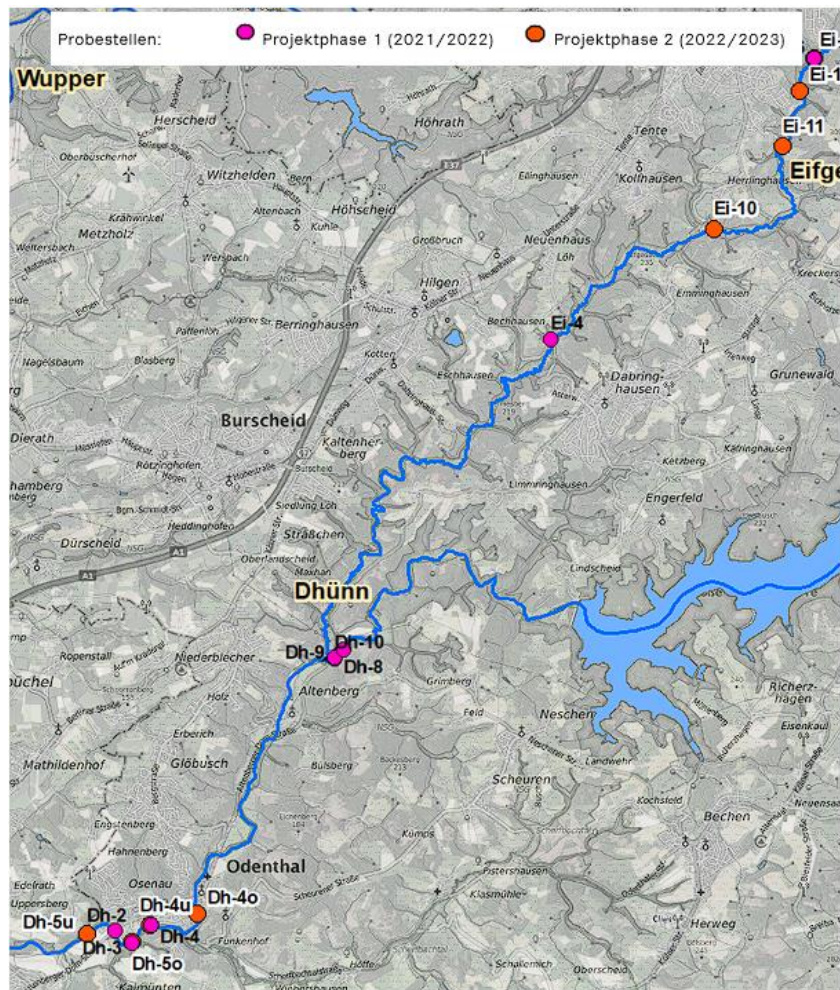


Abbildung tt: Übersichtskarte der Probestellen im Einzugsgebiet Wupper. Farblich markiert sind die Probestellen pro Projektphase.

Die Mündung der Dhünn liegt in Leverkusen Rheindorf. Der Fischgewässertyp des Eifgenbachs gilt nach OFWK3D auf seiner gesamten Länge als „oberer Forellentyp“, die Dhünn lediglich von der Talsperre bis zur Eifgenbachmündung.

Wie auch bei Waldbrölbach und Bröl ändert sich der Typ ab dem Zusammenschluss der beiden Gewässer auf den des „Äschentyps des Mittelgebirges“. LAWA-typologisch ist der gesamte Eifgenbach mit Typ 5 ein grobmaterialreicher, silikatischer Mittelgebirgsbach. Die Dhünn im Oberlauf ist ebenfalls dem LAWA-Typ 5 zuzuordnen, bis zum Zufluss des Scherfbachs bei Odenthal. Hier erfolgt der Übergang der Dhünn in Typ 9. Gemäß Gewässerstrukturkartierung zeigen sich sowohl Eifgenbach als auch Dhünn überwiegend als mäßig bis deutlich verändert. Der Oberlauf der Dhünn ist zu großen Teil nur gering verändert, der Eifgenbach in unregelmäßigen Abständen über den Verlauf verteilt. Lediglich im von Siedlungsge-



Abbildung vv: Probestelle Dh-2

Probestelle Dh-3

Die Probestelle Dh-3 liegt etwa 100 m bzw. 500 m unterhalb der Einleitung zweier Regenüberlaufbecken. Am rechten Ufer grenzt die Probestelle an das Gelände der Kläranlage Odenthal-Osenau an, links befindet sich ein Fußweg sowie die Mündung des Schwarzbroicher Bachs in die Dhünn.

Bei einer Gewässerbreite der Dhünn von 9 m findet sich am Gleithang ein 4 m² großer Bereich der sich als Laichhabitat eignet. Die Pooltiefe lag in beiden Untersuchungsjahren bei 63 cm, wobei die Differenz von Pool zu Scheitelpunkt zwischen 15 cm (2021) und 41 cm (2022) variierte.

Dieser weist eine Substratzusammensetzung aus Grobkies, Kies, Sand und Schlamm auf, wobei in beiden Untersuchungsjahren 40 % des Substrats der Idealsubstratgröße entsprachen. Das Substrat wies weiterhin keine Verfestigung auf und war frei von pflanzlichem Aufwuchs. In strömungsberuhigten Bereichen, wie denen des Pools, sind neben Feinkies auch in der Deckschicht Sandablagerungen festzustellen. Totholz sammelt sich unter anderem an einigen Blöcken zur Gewässermitte hin, ansonsten ist leichter Aufwuchs und Sohlenverfestigung feststellbar.

Die Eignung des Laichhabitats ist als mäßig (8/15 Punkte) zu bewerten, die des Jungfischhabitats (8/12 Punkte) als gering. Laut Strukturgütekartierung ist der Gewässerabschnitt „deutlich verändert“.

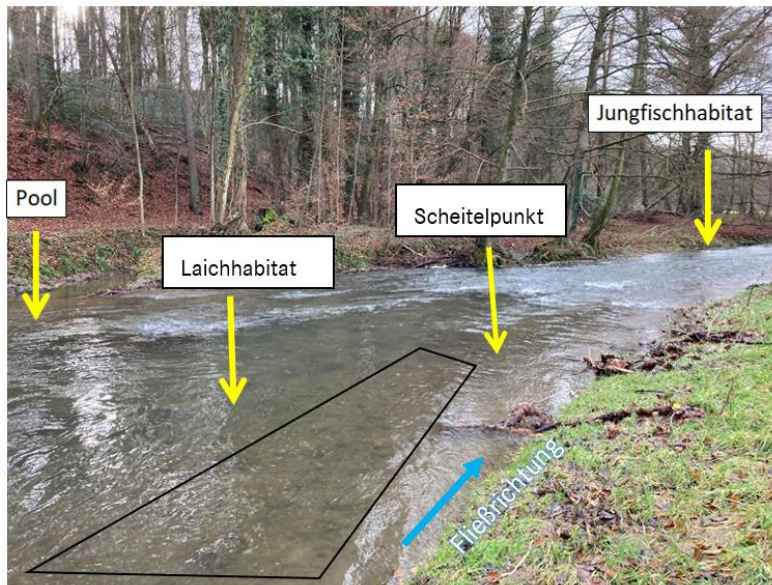


Abbildung ww: Probestelle Dh-3

Probestelle Dh-4 / Dh-5o

Die Probestelle Dh-4 befindet sich oberhalb der Kläranlage Odenthal und 120 Meter unterhalb einer kommunalen Mischwassereinleitung. Auf rechter Seite verläuft die Dhünn entlang von Siedlungsfläche und dem Park „Dhünnwiese“, links vom Gewässer liegt Waldgebiet.

Bei einer Gewässerbreite der Dhünn von 12 m findet sich an dieser Stelle ein 6-25 m² großer Bereich der sich als Laichhabitat eignet. Die Laichhabitatstrukturen liegen vor und entlang einer großen Kiesbank. Der Pool weist in Verbindung mit einer auf der rechten Seite verlaufenden Rinne eine hohe Fließgeschwindigkeit auf und erreicht eine Tiefe von 73 bis 63 cm. Die Differenz zum Scheitelpunkt liegt bei 53 bis 45 cm.

Kies ist an der Probestelle in groben, mittleren und feinen Korngrößen häufig, der Idealsubstratanteil lag in beiden Untersuchungsjahren bei 50%. Feinere Sande und größere Gerölle sind geringfügig vorzufinden. Aufwuchs ist nicht vorhanden. Totholz, Wurzeln und Felsen verleihen dem Gewässer eine moderate Heterogenität. Das Solsubstrat weist hier eine mäßige Verfestigung auf, ist aber vegetationsfrei.

Sowohl Laichhabitat (9/15 Punkte) als auch Jungfischhabitat (9/12 Punkte) kommen nach Bewertungsschema auf mäßige Eignung. Das Gewässer in diesem Abschnitt wird als „mäßig verändert“ geführt.

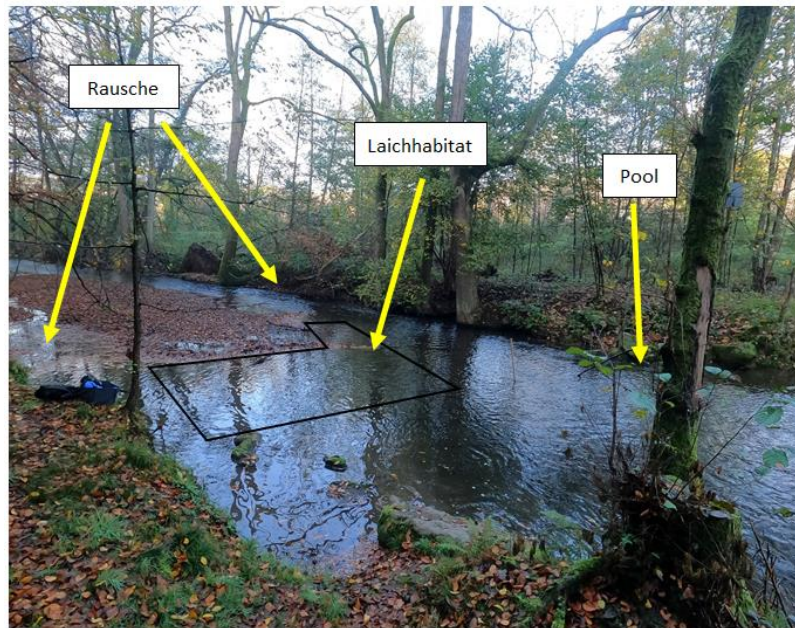


Abbildung xx: Probestelle Dh-4 in Fließrichtung (11/2022)

Probestelle Dh-5u

Probestelle Dh-5u (EZG Wupper) liegt 500 Meter unterhalb zweier kommunaler Mischwassereinleitungen aus der am Gewässer gelegenen Kläranlage Odenthal südwestlich von Odenthal-Osenau. Hier verläuft sie parallel zu einem Wanderweg und grenzt an landwirtschaftlich genutzte Fläche.

Die Dhünn an diesem Abschnitt verläuft, nach einer engen Biegung etwa 100 Meter flussaufwärts, über eine längere Strecke weitestgehend flach und gestreckt mit einer Breite von 12 Metern an der Probestelle. Die Ufer sind tendenziell steil, gehen aber teilweise in Kiesbänke über. Das Laichhabitat befindet sich rechts versetzt von der Gewässermitte und erreicht eine flächenmäßige Ausdehnung von 20 m². Die Pooltiefe ist mit 91 cm eher hoch und zeigt eine Differenz zur Scheiteltiefe in Höhe von 82 cm. Der tiefste Bereich des Pools ist jedoch seitlich versetzt zum Scheitelpunkt und der Habitatfläche.

Im Substrat stellt Grobkies den höchsten Anteil, gefolgt von Feinkies und Sand in tieferen Schichten. Das Idealsubstrat macht 40% aus. Totholz und mit Algen bewachsene Wurzeln sind überwiegend in unmittelbarer Ufernähe vorhanden. Die Morphologie ist insgesamt wenig heterogen.

Die abschließende Bewertung ergibt eine mäßige Eignung als Laichhabitat (10/15 Punkte) und wenig Eignung für Jungfische (8/12 Punkte). Der Gewässerabschnitt gilt als „deutlich verändert“.

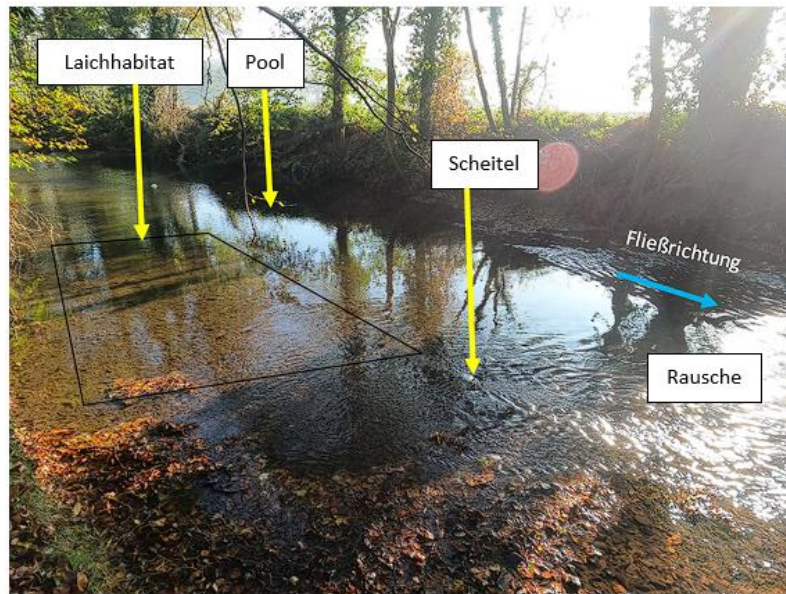


Abbildung yy: Probestelle Dh-5 gegen Fließrichtung (11/2022)

Untersuchungsbereich Dh-8 bis Dh-12

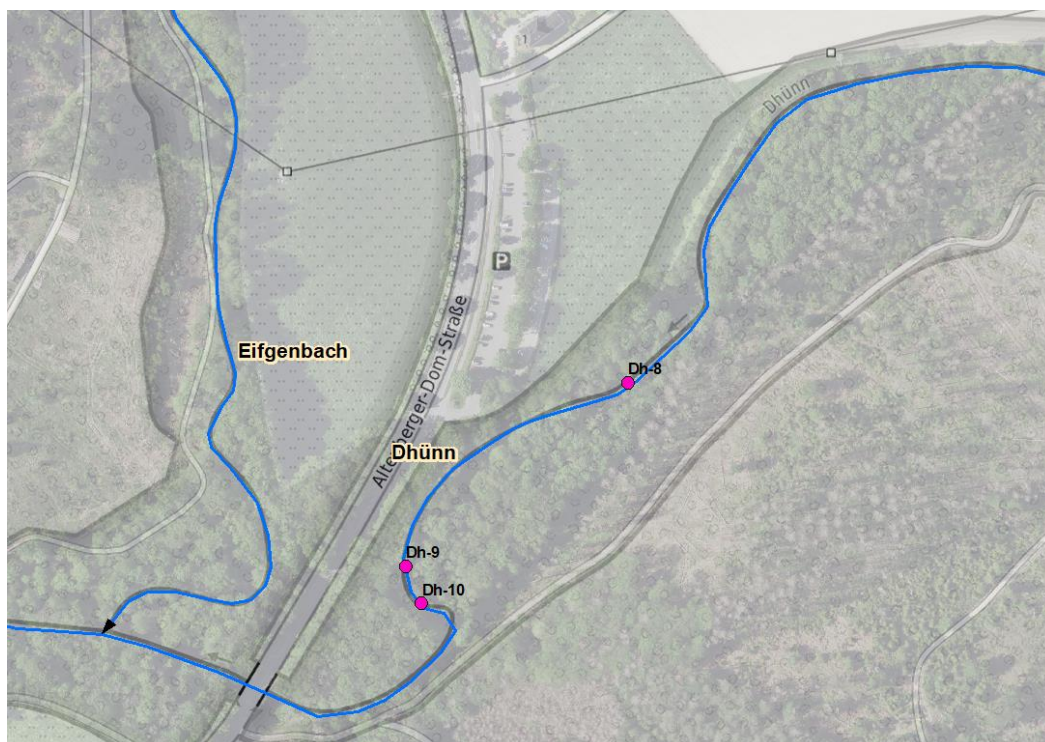


Abbildung zz: Übersichtskarte des in der ersten Projektphase beprobten Untersuchungsbereichs mit den Probestellen Dh-8, Dh-9 und Dh-10.

Probestelle Dh-8

Die Probestelle liegt am Wanderparkplatz Schöllerhof an der Altenberger-Dom-Straße, oberhalb der Mündung des Eifgenbachs in die Dhünn. Das Wasserregime ist durch die etwa 5 km oberhalb gelegene Dhüntalsperre beeinflusst. Oberhalb der Probestelle sind keine Einleitungen bekannt.

Bei einer Gewässerbreite von 7 m findet sich hier ein $6,25 \text{ m}^2$ großer Bereich der sich als Laichhabitat eignet. Das Solsubstrat wies eine Zusammensetzung aus Grobkies, Kies, Blöcken und Sand auf, wobei 30 % der Idealsubstratgröße entsprachen. Der Gewässergrund wies eine mäßige Verfestigung auf und war frei von Vegetation. Die Pool-Scheitel Differenz ist mit 30 cm noch als gering zu bewerten. Ein 175

m² großes Jungfischhabitat ist in unmittelbarer Nähe zur Probestelle vorhanden und weist eine hohe Heterogenität auf. Die Laichhabitatqualität der Probestelle wurde mit 9 von 14 Punkten bewertet. Das Jungfischhabitat erhielt eine Bewertung von 10 von 14 Punkten.



Abbildung aaa: Probestelle Dh-8



Abbildung bbb: Vergrabene Brutboxen markiert mit bunter Schnur an Probestelle Dh-8

Probestelle Dh-9

Die Probestelle liegt am Wanderparkplatz Schöllerhof an der Altenberger-Dom-Straße, oberhalb der Mündung des Eifgenbachs in die Dhünn. Das Wasserregime ist durch die oberhalb liegende Dhünntalsperre beeinflusst. Oberhalb der Probestelle sind keine Einleitungen bekannt. Bei einer Gewässerbreite von 6 m findet sich hier ein 6 m² großer Bereich der sich als Laichhabitat eignet. Das Solsubstrat wies eine Zusammensetzung aus Grobkies und Kies auf, wobei 80 % der Idealsubstratgröße entsprachen. Der Gewässergrund wies keine Verfestigung auf und war frei von Vegetation. Die Stelle weist eine mittlere Pool-Scheitel Differenz von 45 cm auf. Ein 120 m² großes Jungfischhabitat ist in unmittelbarer Nähe zur

Probestelle vorhanden und weist eine hohe Heterogenität auf. Die Laichhabitatqualität der Probestelle wurde mit 12 von 14 Punkten bewertet, wobei das Jungfischhabitat eine Bewertung von 10 von 14 Punkten erhielt.

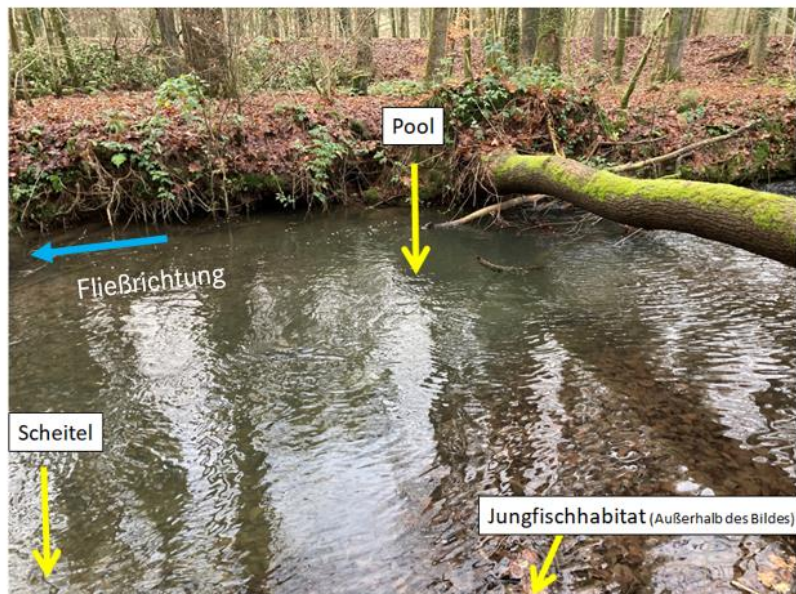


Abbildung ccc: Probestelle Dh-9



Abbildung ddd: Vergrabene Brutboxen markiert mit bunten Schnüren an Probestelle Dh-9

Probestelle Dh-10

Die Probestelle liegt am Wanderparkplatz Schöllerhof an der Altenberger-Dom-Straße, oberhalb der Mündung des Eifgenbachs in die Dhünn. Das Wasserregime ist durch die oberhalb liegende Dhünnalsperre beeinflusst. Oberhalb der Probestelle sind keine Einleitungen bekannt. Bei einer Gewässerbreite von 6 m findet sich hier ein 4 m² großer Bereich der sich als Laichhabitat eignet. Das Solsubstrat wies eine Zusammensetzung aus Grobkies und Kies auf, wobei 80 % der Idealsubstratgröße entsprachen. Der Gewässergrund wies keine Verfestigung auf und war frei von Vegetation. Die Stelle weist mit einer hohen Pool-Scheitel Differenz von 61 cm eine gute morphologische Eignung auf. Ein 120 m² großes Jungfischhabitat ist in unmittelbarer Nähe zur Probestelle vorhanden und weist eine hohe Heterogenität auf. Aufgrund der guten morphologischen Eignung mit gleichzeitiger Kleinräumigkeit der Stelle wurde die

Laichhabitatqualität der Probestelle mit 12 von 14 Punkten bewertet. Das Jungfischhabitat erhielt eine Bewertung von 10 von 14 Punkten.

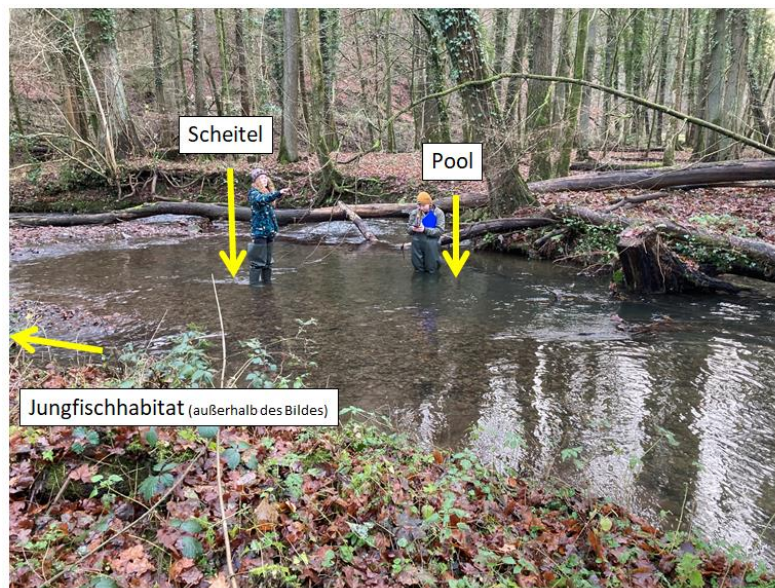


Abbildung eee: Probestelle Dh-10



Abbildung fff: Vergrabene Brutboxen an der Probestelle Dh-10

Probestelle Dh-12

Dh-12 ist fast mittig im Siedlungsraum von Odenthal zu finden; die Dhünn verläuft hier gradlinig durch das „Schulzentrum Odenthal“. 2 Einleitungen liegen oberhalb in unmittelbarer Nähe in Form eines kommunalen Mischwassersystems sowie als Oberflächenabfluss des Schulgelände-Parkplatzes. Zu beiden Seiten werden der Dhünn einige Meter mit Bäumen bewachsener, teils recht steiler, Uferstruktur zugestanden.

Durch die rechtsseitige Einengung durch eine breite Kiesbank erreicht das Gewässer an der Probestelle eine Breite von 7 Metern und relativ höhere Fließgeschwindigkeiten. Entlang der Kiesbank eignet sich eine Fläche von 14 m² als Laichhabitat. Der Pool ist zwischen 2 kleineren Rauschezonen gelegen und mit 44 cm Tiefe nur gering ausgeprägt. Die Differenz zum Scheitelpunkt beträgt 27 cm.

Im Substrat mit hauptsächlich Geröll und gewissen Anteilen von Feinkies sind an der Probestelle nicht mehr als 20% Idealsubstrat vorzufinden. Die Heterogenität lässt sich ebenso wie die Aufwuchsdichte als mäßig ansehen.

Die Eignung des Laichhabitats mit 6 von 15 Punkten ist deutlich gering, jene des Jungfischhabitats mit 9 von 12 Punkten zumindest mäßig. Die Probestelle befindet sich in einem Übergang zwischen zwei Abschnitten, die als „mäßig“ beziehungsweise „deutlich verändert“ vermerkt sind.



Abbildung ggg: Probestelle Dh-12 gegen Fließrichtung (11/2022)

1.10.2.2 Eifgenbach

Probestelle Ei-4

Die Probestelle liegt am Eifgenbach unterhalb der Rausmühle, die auch für die oberhalb liegende Einleitung (Direkt einleitender Betrieb) verantwortlich ist. Die Entfernung zwischen Einleitung und Probestelle beträgt etwa 140 m.

Bei einer Gewässerbreite von 5 m findet sich hier ein 5 m² großer Bereich der sich als Laichhabitat eignet. Das Sohlsubstrat wies eine Zusammensetzung aus Grobkies, Kies und kleinen Blöcken auf, wobei 30 % der Idealsubstratgröße entsprachen. Der vegetationslose Gewässergrund wies keine Verfestigung auf. Die Stelle weist eine geringe Pool-Scheitel Differenz von 34 cm auf. Ein 200 m² großes Jungfischhabitat ist in unmittelbarer Nähe zur Probestelle vorhanden und weist eine mittlere Heterogenität auf. Die Laichhabitatqualität der Probestelle wurde mit 10 von 14 Punkten bewertet. Das Jungfischhabitat erhielt eine Bewertung von 9 von 14 Punkten.

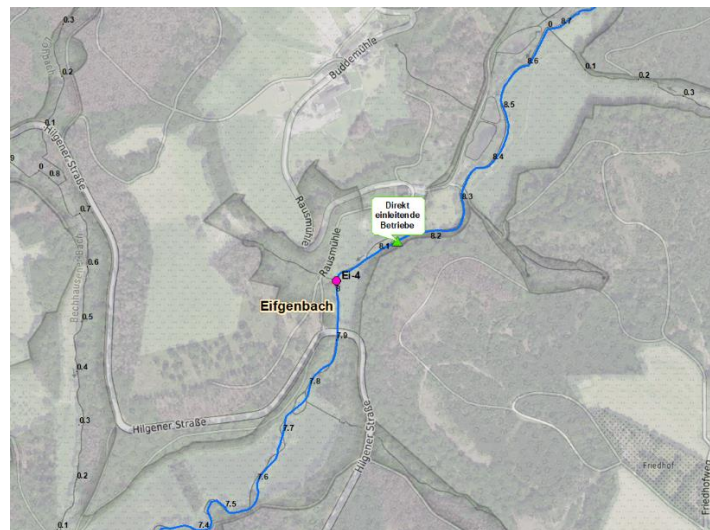


Abbildung hhh: Probestelle Ei-4 liegt unterhalb der Einleitung eines Betriebs. Die Probestelle wird in der 2. Projektphase nicht mehr beprobt.

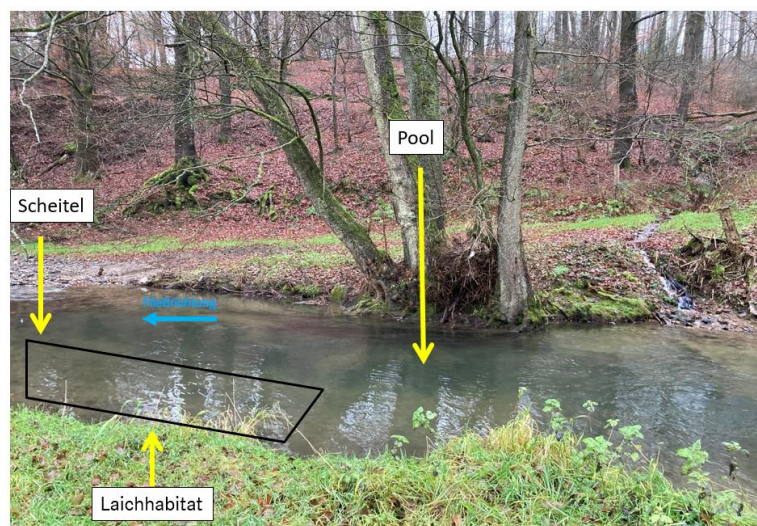


Abbildung iii: Probestelle Ei-4 (11/2022).

Untersuchungsbereich Ei-6, Ei-12 und Ei-11

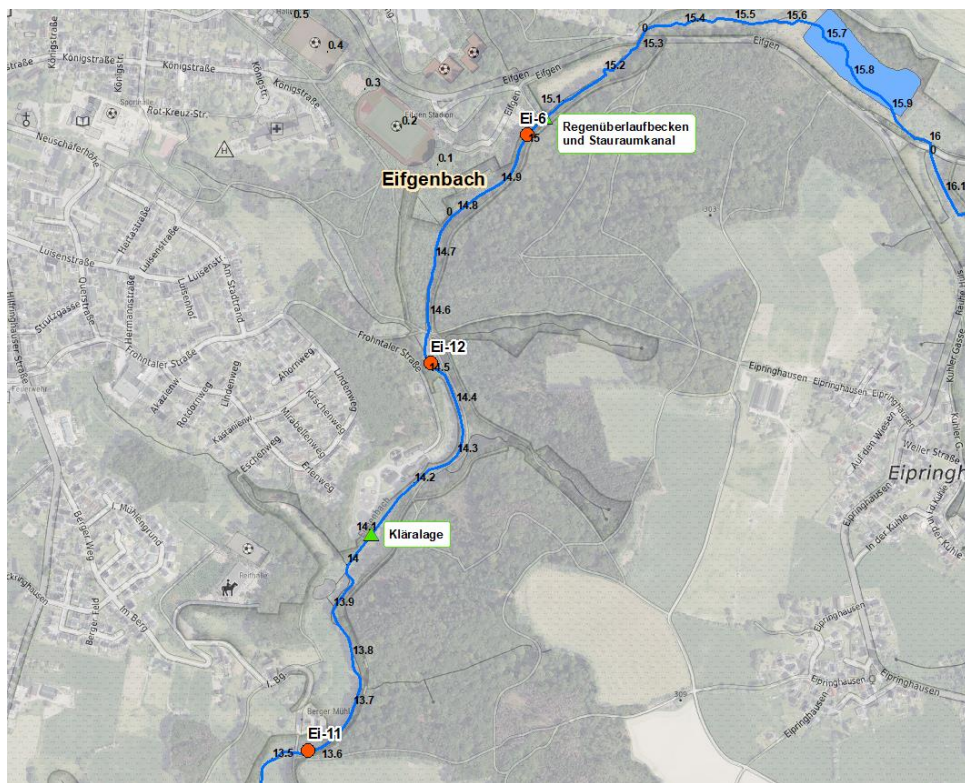


Abbildung jjj: Überblickskarte über die Probestellen oberhalb und unterhalb der Kläranlage Wermelskirchen.

Probestelle Ei-6

Probestelle Ei-6 befindet sich direkt neben einem Parkplatz und Wanderweg am „Haus Eifgen“ im östlichen Wermelskirchen. Leicht versetzt flussabwärts befindet sich rechtsseitig ein öffentlicher Grillplatz. Die Probestelle liegt unterhalb der Einmündung des Wüstbachs, welcher zugleich als Einleitung eines kommunalen Mischwassersystems in den Eifgenbach fungiert. Die Einleitung ist der Probestelle in einer Entfernung von 50 m vorgelagert.

Bei einer Gewässerbreite von 5 m findet sich hier ein 5 m² großer Bereich der sich als Laichhabitat eignet. Das Solsubstrat wies eine Zusammensetzung aus Grobkies, Blöcken und Ton auf, wobei 20 % der Idealsubstratgröße entsprachen. Der vegetationslose Gewässergrund wies 2021 keine Verfestigung auf, wohingegen 2022 eine mäßige Verfestigung vorlag. Die Stelle weist eine geringe Pool-Scheitel Differenz von 35 cm auf.

Durch die 2022 im gesamten Abschnitt geringe Fließgeschwindigkeit zeigen sich auf der Deckschicht viele Sandakkumulationen, primär im Uferbereich. Probegrabungen deuten auf höhere Lehmanenteile mit starker Kohäsion ab einer Tiefe von etwa 25 cm hin. Kiese zeigten 2022 moderate Aufwuchsdichten. Totholz ist in größeren Mengen in Form von kleineren Ästen und Stöcken vorhanden, breitere Stämme fehlen.

Ein 120 m² großes Jungfischhabitat ist in unmittelbarer Nähe zur Probestelle vorhanden und weist eine hohe Heterogenität auf.

Die abschließende Bewertung stellt ein schlechtes Zeugnis aus, dass in Bezug auf das Laichhabitat (7/15 Punkte) und das Jungfischhabitat (8/12 Punkte) nur auf geringe Eignung hindeutet. Die Stelle liegt zwischen zwei Strukturabschnitten, die als „mäßig“ und „deutlich“ verändert geführt werden.

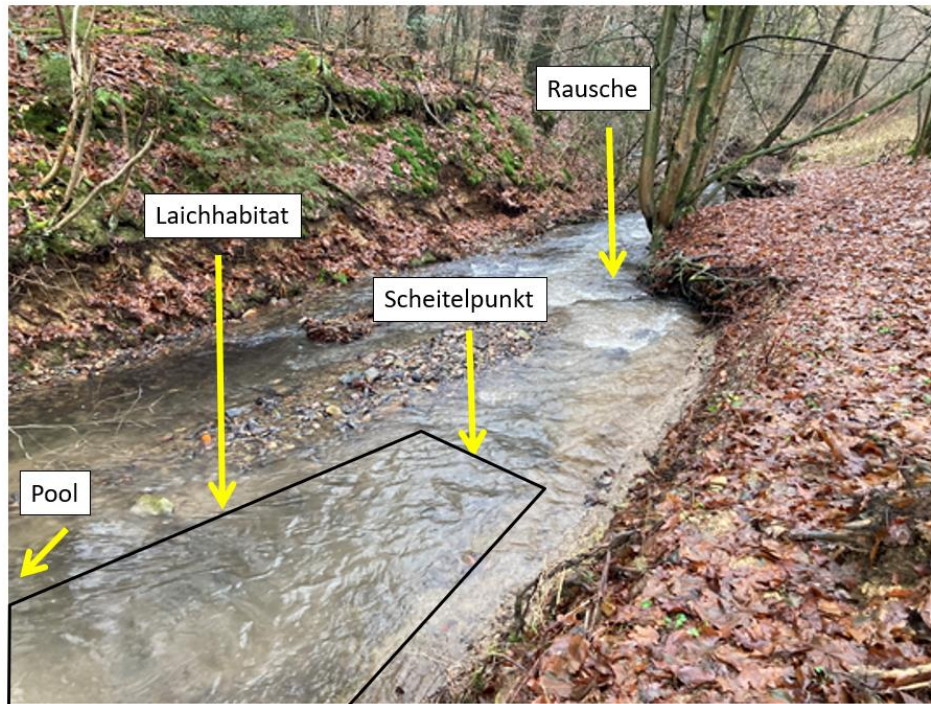


Abbildung kkk: Probestelle Ei-6

Probestelle Ei-10

Die Stelle Ei-10 liegt im Eifgenbachtal zwischen den Ortschaften Hinterhufe, Wollersberg und dem Gasthaus Neuemühle, 700 Meter unterhalb mehrerer kommunaler Mischwassereinleitungen bei Finkenboll. Das Gewässer verläuft in diesem Abschnitt leicht mäandrierend zwischen Grünland und wenige Meter entfernt angrenzendem Waldgebiet. Die Uferzonen fallen teils steil ab und bilden im Habitatabschnitt mit Gräsern bewachsene Überhänge.

Die Gewässerbreite ist mit etwa 3 Metern vergleichsweise schmal, weist im Verlauf trotz der begrenzten Fläche jedoch eine hohe strukturelle Heterogenität auf. Laichhabitatstrukturen sind zwar vorhanden, mit lediglich 2x2 Metern potentiell verfügbarer Laichfläche aber räumlich stark begrenzt. Selbiges gilt für die Ausprägung der Pool-Rausche-Sequenz, bei der die Differenz der Tiefe vom Pool bis zum Scheitelpunkt 25 cm nicht überschreitet. Die Rauschezone selber geht zum Zeitpunkt der Kartierung in eine kleine Kiesbank in der Gewässermitte über.

Das Hauptsubstrat bildet Grobkies, der zu dem Idealsubstratanteil von etwa 40% beiträgt. Fast ebenso häufig ist Sand, der knapp unterhalb der Deckschicht sicht- und spürbar die Porenräume füllt und zu der moderaten Sohlenverfestigung beiträgt. Erhöhter Feinsedimenteintrag aus der Erosion der Uferzonen ist wahrscheinlich. Größere Steine und Blöcke sind ebenfalls vorzufinden, Totholz nicht. Grabungen lassen auf knapp unter dem Substrat anstehendes Festgestein schließen.

Bezüglich der Bewertung erreicht das Jungfischhabitat (8/12 Punkte) nur eine geringe Eignung, das Laichhabitat ist als mäßig (10/15 Punkte) einzustufen. Die Gewässerstruktur ist laut Strukturkartierung „deutlich verändert“.

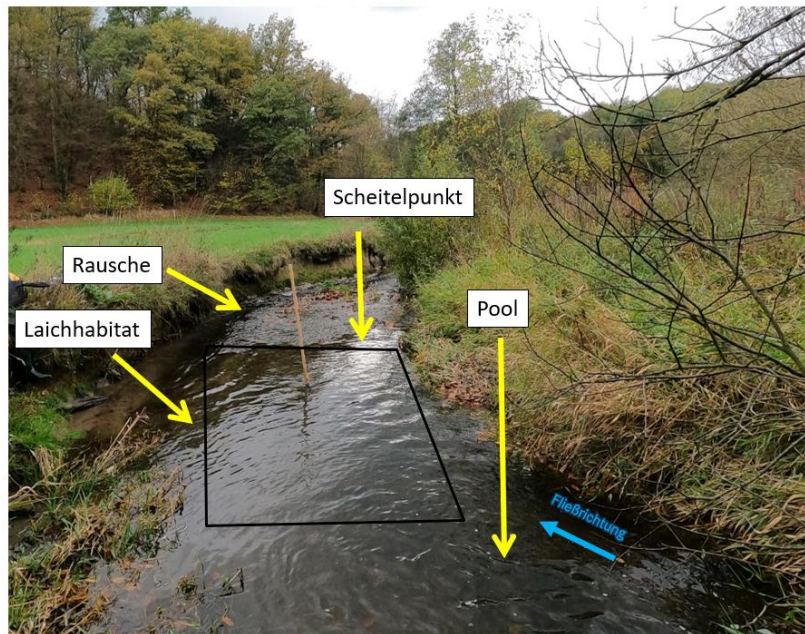


Abbildung III: Probestelle Ei-10 (11/2022)

Untersuchungsbereich Ei-11/Ei-12

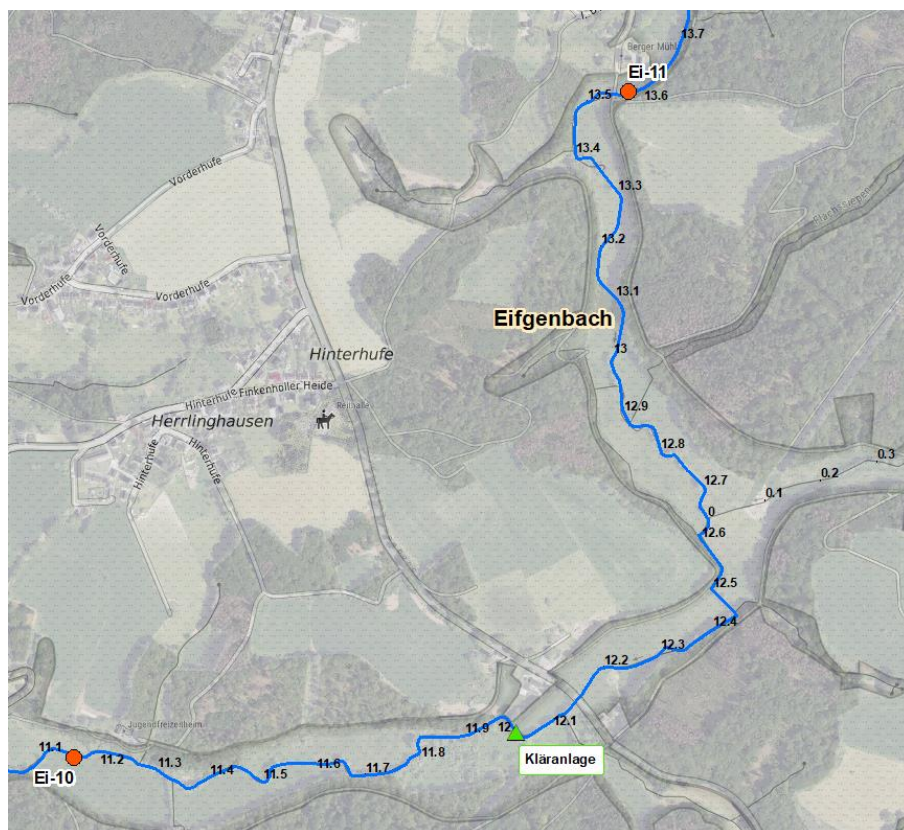


Abbildung mmm: Übersichtskarte des Probestellenbereichs um die Kläranlage Dhünn. Dargestellt sind die Einleitungsstelle sowie die Probestellen oberhalb und unterhalb der Einleitung der Kläranlage Dhünn in den Eifgenbach.

Probestelle Ei-11

Probestelle Ei-11 (EZG Wupper) liegt im Verlauf etwa 500 Meter entfernt unter der Einleitung der Kläranlage Wermelskirchen beim südlichen Ortsende von Wermelskirchen bei der „Bergermühle“. Etwa 50

Meter im weiteren Verlauf befindet sich eine Fußgängerbrücke und ein dazugehöriger Wanderpfad. Das Gewässer verläuft hier zwischen Grünland und Hang.

Laut Gewässerstrukturkartierung 2020 ist das Gewässer auf linker Uferseite sowie insgesamt als mäßig verändert einzustufen, das rechte Ufer gilt als stark verändert.

Abgesehen vom breiteren Poolbereich kurz vor der Laichhabitatfläche ist das Gewässer über einen längeren Abschnitt etwa 3 Meter breit und besitzt beidseitig flache Ufer. Die Pool-Rausche-Struktur ist ausgeprägt, was sich vor Allem in der hohen Differenz zwischen Pool- und Scheiteltiefe von 120 cm zeigt. Die Laichhabitatfläche selber ist wie für den Eifgenbach üblich mit 6 m² flächenmäßig eher klein und geht fließend in den Rauschbereich über.

Im Substrat dominiert eine ausgewogene Mischung aus Fein- und Grobkies, wobei etwa 50% des gesamten Materials als Idealsubstrat vorliegt. Sand ist in größeren Mengen im strömungsberuhigten Poolbereich vorhanden, während im Rauschbereich Geröll und vereinzelt Blöcke eine deutlich sichtbare Deckschicht bilden. Totholz findet sich vorwiegend im Poolbereich.

Nach Bewertungsschema sind sowohl das Laich- als auch Jungfischhabitat mit 10/15 respektive 9/12 Punkten als mäßig geeignet vermerkt. Strukturell gilt die Stelle als „mäßig verändert“.

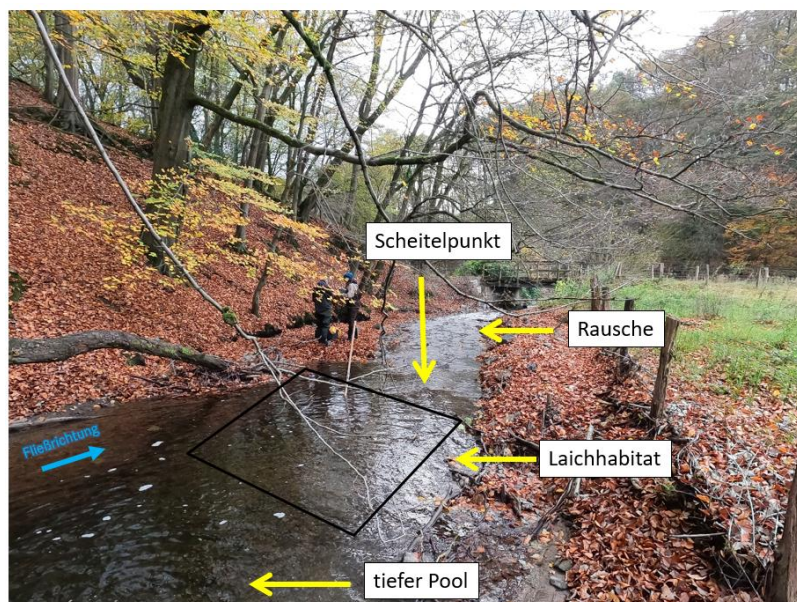


Abbildung nnn: Probestelle Ei-11 (11/2022)

Probestelle Ei-12

Ei-12 (EZG Wupper) ist kurz oberhalb der Kläranlage Wermelskirchen und 250 Meter unterhalb einer kommunalen Mischwassereinleitung in einem Waldstück süd-östlich von Wermelskirchen verortet.

Einige Meter vor der Probestelle biegt sich der Bach und bildet Prall- und Gleithangstrukturen sowie 2 direkt aufeinanderfolgende Pools, unterbrochen durch eine flachere Verjüngung. Der Pool-Rausche-Übergang ist abrupt und bietet in Kombinationen mit nur 2,5 Metern Gewässerbreite lediglich Platz für ein sehr kleines Laichhabitat von 2 m² Fläche. Die Pooltiefe beträgt im kleineren Pool direkt vor dem Habitat maximal 38 cm mit einer Differenz zum Scheitelpunkt in Höhe von 25 cm.

Die dominierenden Kiese liegen überwiegend als Grobkies vor, die auf einen Idealsubstratanteil von 30% hinauslaufen. Schutt und Gerölle sind ebenfalls in bemerkenswerter Menge vorhanden und bilden primär in den Rauschezonen die Deckschicht. Sandakkumulationen lassen sich auf der Oberfläche feststellen, beschränken sich aber auf die Poolzone und dessen Ränder. Während die Sohlenverfestigung im Vergleich zu anderen Probestellen des Eifgenbachs niedrig ist, zeigte eine Probegrabung anstehendes Festgestein bereits in 20 cm Tiefe auf der Habitatfläche. Totholz ist trotz der Waldlage nur geringfügig feststellbar.

Für das Laich- und Jungfischhabitat wurden mit je 9 von 15 bzw. 12 Punkten mäßige Eignungen ermittelt. Die Probestelle liegt an einem Übergang zwischen 2 Abschnitten, die mit „mäßig“ und „deutlich verändert“ bewertet wurden. Die Gewässerstruktur hier hat sich seit der Erstkartierung (bis 2004) stark verändert.

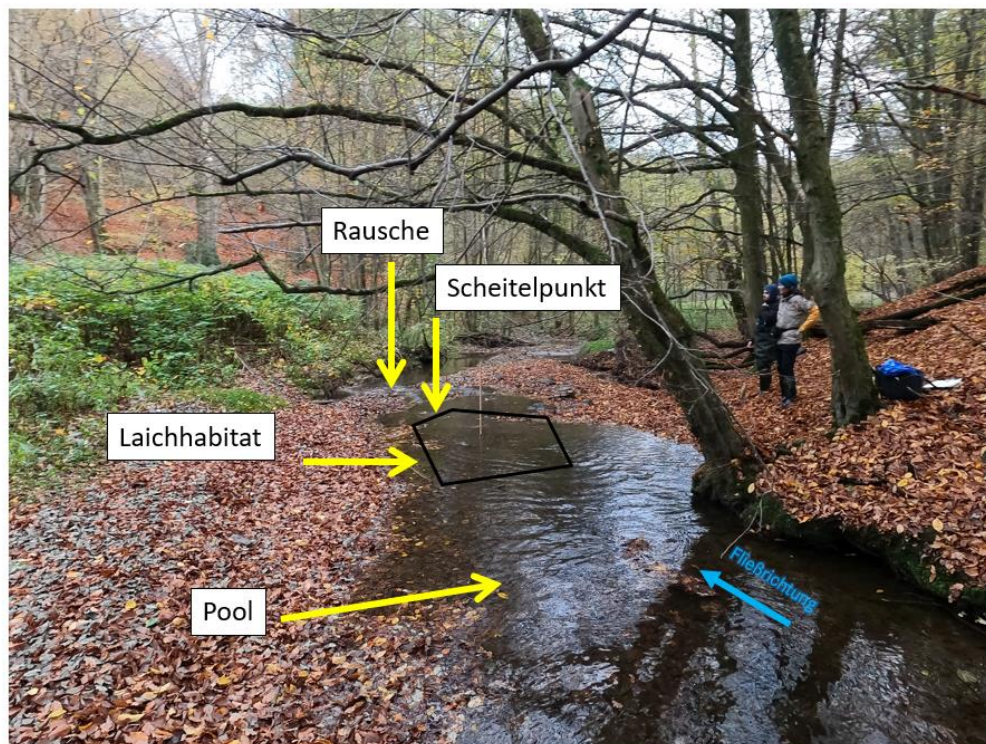


Abbildung 000: Probestelle Ei-12 (11/2022)

1.10.3 Einzugsgebiet Sieg

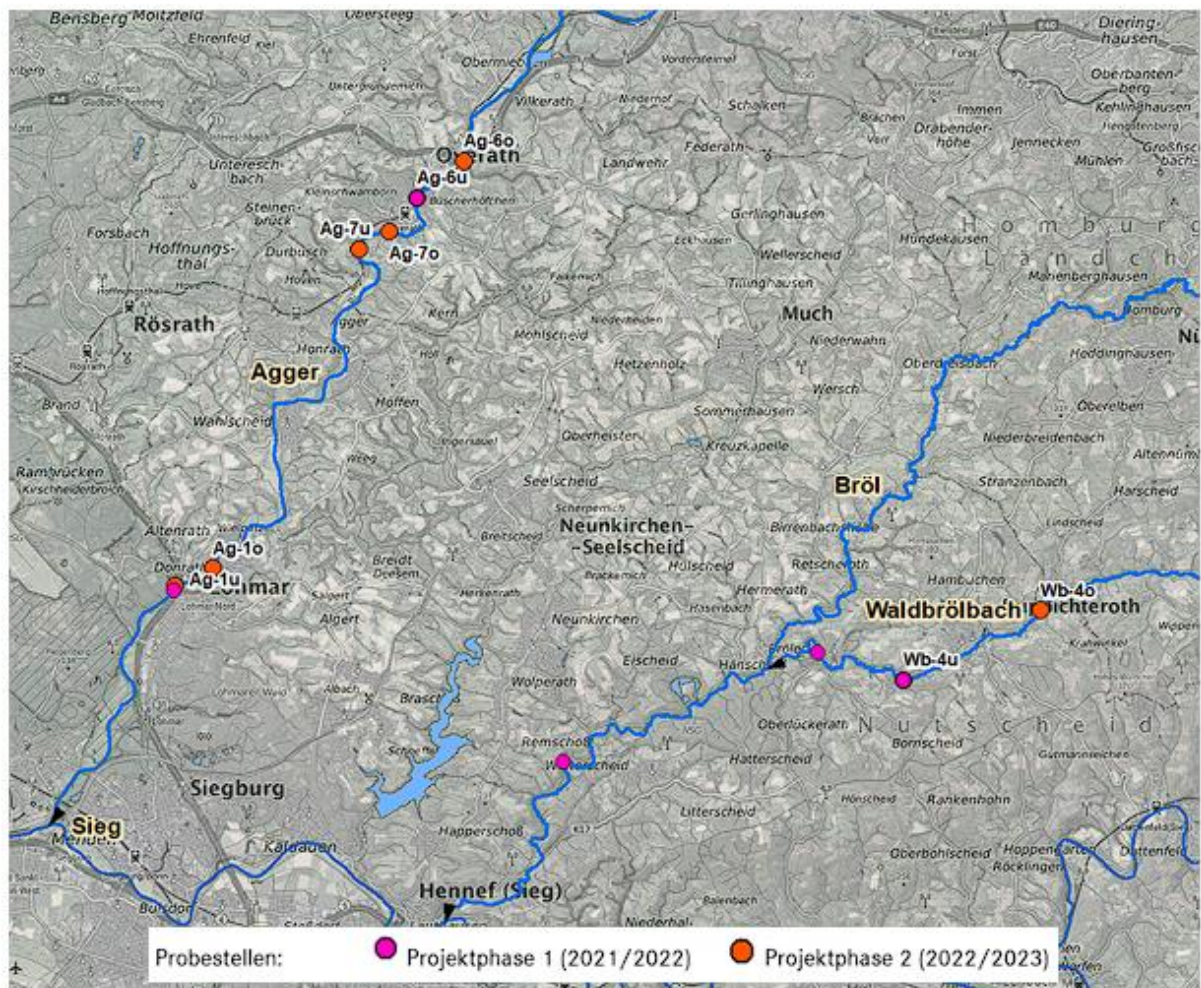


Abbildung ppp: Übersichtskarte Einzugsgebiet Sieg mit den Probestellen an Agger, Bröl und Waldbröl. Fablich eingefärbt nach Projektphase.

1.10.3.1 Agger

Die bei der Ortschaft Meinerzhagen auf einer Höhe von 438 m ü. NHN entspringende Agger hat insgesamt eine Lauflänge von 69,5 km und ein Einzugsgebiet von rund 816 km². Das direkte Umfeld ist landwirtschaftlich und durch Siedlungsgebiete geprägt. Sie entspringt bei Meinerzhagen und wird schon nach wenigen Kilometern durch die Aggertalsperre gestaut. Im weiteren Verlauf fließen ihr die Steinagger und die Dörpe bei Derschlag, Gummersbach zu. Von dort fließt die Agger über Engelskirchen und Overath Richtung Rhein-Sieg-Kreis, wo sie in die Sieg mündet.

Die im Rahmen des vorliegenden Projektes betrachteten Abschnitte der Agger nach OFWK, Auflage 3D (2013), dem Fischgewässertyp „Äschentyp Mittelgebirge“ zugeordnet, im Oberlauf existieren Abschnitte des Typs oberer und unterer Forellenregion des Mittelgebirges, im Unterlauf ist die Agger über einige Kilometer dem „oberen Barbentyp Mittelgebirge“ zugehörig. Leitbild gemäß LAWA ist Typ 9: Silikatischer, fein- bis grobmaterialreicher Mittelgebirgsfluss. Lediglich bis zum Zufluss der Steinagger und Dörpe ist ihr Typ 5, der silikatische, fein- bis grobmaterialreichen Gebirgsbach, zugeschrieben. Laut Gewässerstrukturkartierung von 2020 ist die Agger strukturell sehr wechselhaft, häufig in kurzen Abständen. Die Güte reicht von unverändert in naturnahen Umgebungen bis vollständig verändert in Siedlungsräumen. In der Gesamtlänge ist die Klasse „starker“ Veränderung am häufigsten vertreten, gefolgt

von „deutlicher“ und „sehr starker Veränderung“. Die für das Projekt kartierten Probestellen liegen bei Overath und Lohmar.

Untersuchungsbereich Ag-1

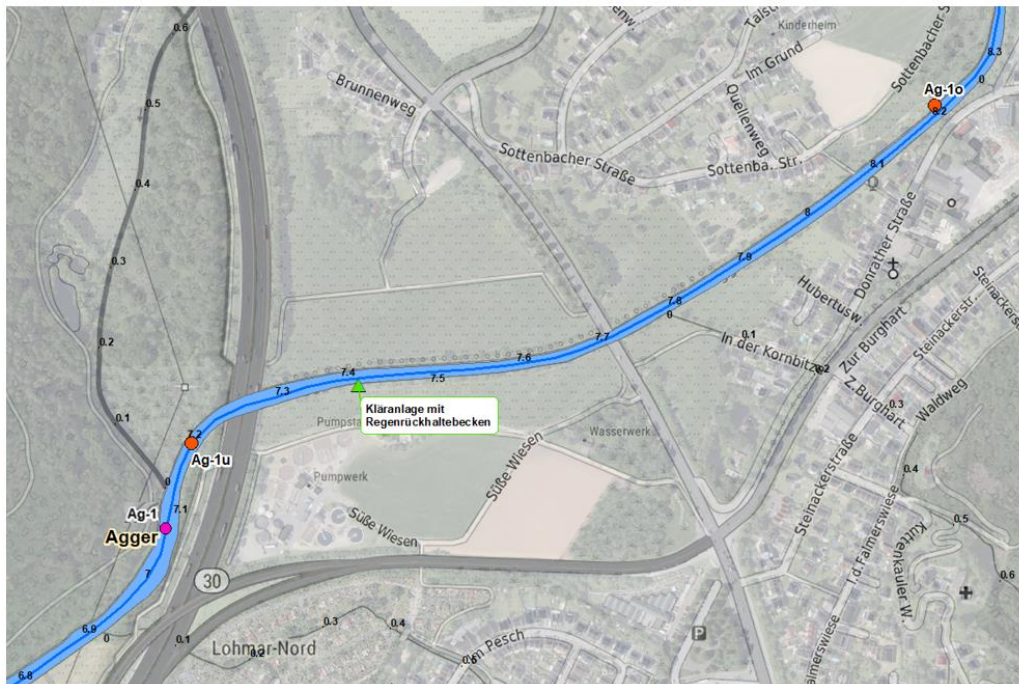


Abbildung qqq: Probestelle Ag-1 mit neu kartierter Probestelle oberhalb und angepasster Probestelle unterhalb der Kläranlage Lohmar-Donrath.

Probestelle Ag-1o

Die Probestelle Ag-1o wurde 2022 kartiert, um eine Vergleichsstelle oberhalb der potentiell Ag-1 beeinflussenden Einleitungen zu bilden. Die Standortbedingungen sind abgesehen von den Einleitungen vergleichbar: Das Gewässer hat eine Breite von 16,8 m, wo von das LH eine Fläche von 41,42 m² einnimmt. Die Form ist mit einer Länge von 10,9 und Breite von 3,8 m länglich. Hauptsubstrat bildet Feinkies, das Idealsubstrat insgesamt 65 % des Substrats. Die Scheitel-Pool Differenz ist mit 16 cm recht gering, die Jungfischhabitat-Fläche jedoch in kurzer Distanz, großflächig (1700 m²) und heterogen. Aufwuchs gibt es keinen.

Insgesamt wird der Standort mit 12/12 Punkten für das Jungfischhabitat und 10/15 für das Laichhabitat als „mäßig-gut“ eingestuft.



Abbildung rrr: Probestelle Ag-1o

Probestelle Ag-1 / Ag-1u

Probestelle Ag-1 bzw. Ag-1u (Projektphase 2023) liegt unmittelbar unterhalb der Mündung der Sülz in die Agger im Stadtgebiet von Lohmar. In der zweiten Projektphase ist die Verlagerung der Probestelle in den Bereich oberhalb der Sülzmündung geplant.

Gegenüber der Sülzmündung befindet sich eine langgestreckte Uferbank aus Kies und Schotter, welche bei Niedrigwasserabfluss mehrere Meter in die Agger hineinreicht. Erwartungsgemäß nimmt die Korngröße vom Ufer hin zum Stromstrich zu. Unterhalb der geplanten Probestelle schließt sich eine ausgedehnte Schnelle an, linksseitig unterbrochen durch kleine Buhnen aus Blocksteinen. In dieser Schnelle, aber auch oberhalb der Probestelle, wurden im Rahmen des mehrjährigen Monitorings zum Naturbrutaukommen Jungfische, wenn auch in relativ geringer Zahl, nachgewiesen.

Die Gewässerbreite ist mit 17,5 m vergleichbar mit der Stelle Ag-1-O. Die LHK kommt ebenfalls auf die gleiche gesamt Bewertung.

Im Jahr 2022 wurde die Größe des Laichhabitats deutlich größer (113,16 m²) eingeschätzt. Die Scheitel-Pool Differenz ist ebenfalls höher (60 cm), die stärkere Aufwuchsdichte wirkt sich hier schlecht auf die Bewertung aus. Das Idealsubstrat macht 70 % aus, das Hauptsubstrat bildet Kies-Grobkies. Durch hohe Heterogenität und große Fläche (> 1500 m²) wird das Jungfischhabitat positiv bewertet.

Insgesamt wird das Jungfischhabitat mit 12/12 Punkten „gut“ und das Laichhabitat mit 10/15 Punkten „mäßig“ bewertet.

Nach NEMITZ (2002) ist dies ein in unmittelbarer Nähe liegendes, geeignetes Jungfischhabitat. Am rechten, mit Blocksteinen verbauten Ufer verläuft eine leicht eingetiefte Rinne. Hinter den Buhnen befinden sich Kolke sowie ein großer Sturzbaum, welche Lachsen als Einstände dienen könnten. Zwei simulierte Laichplätze mit jeweils vier Brutboxen wurden am Übergang zwischen Bereich unterhalb der Sülzmündung und dem Scheitelpunkt der dann folgenden Schnelle (bzw. Riffel/Rausche) angelegt.

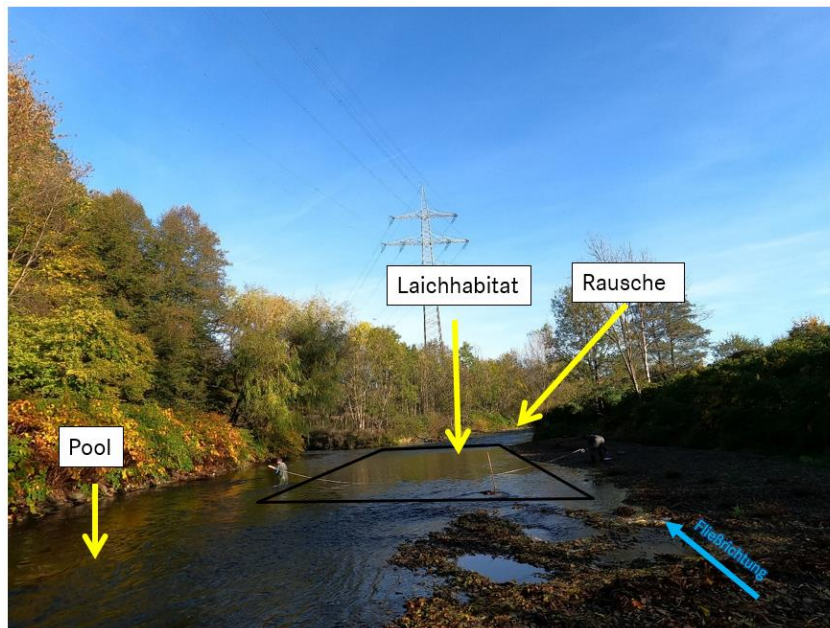


Abbildung sss: Blick in Fließrichtung auf Probestelle Ag-1/Ag-1u.

Untersuchungsbereich Ag-7

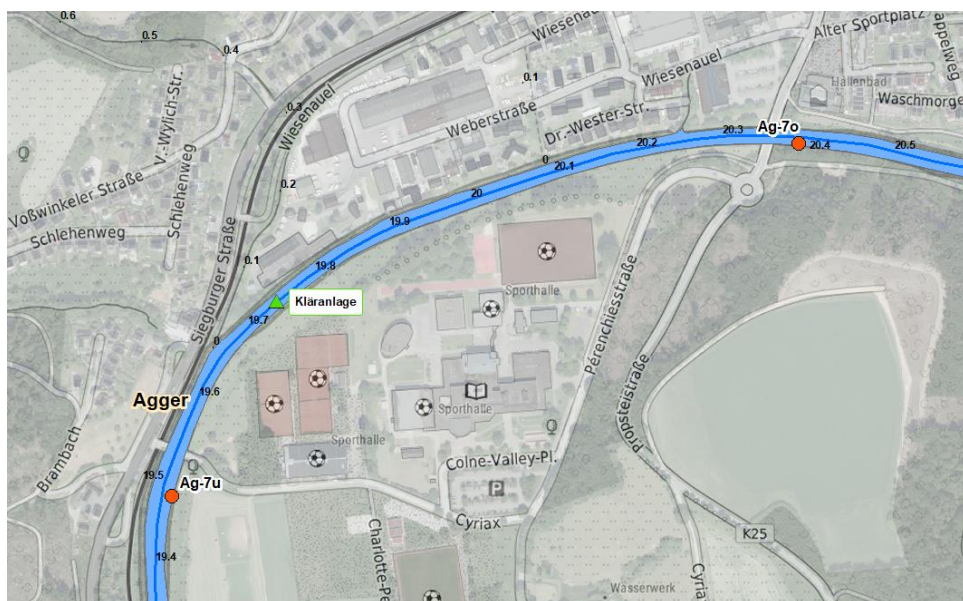


Abbildung ttt: Übersichtskarte des Probestellenbereichs Ag-7 mit Probestellen oberhalb und unterhalb der Kläranlage Overath.

Probestelle Ag-7o

Die Stelle Ag-OVE-O wurde 2022 neu in das Projekt aufgenommen. Hintergrund ist die Kläranlage Overath. Ag-7o befindet sich ca. 600 m oberhalb dieser Einleitung am Rand von Overath in der Agger.

Die Breite der Agger ist nicht wesentlich unterschiedlich zu den bereits beschriebenen Stellen der Agger (16,4 m). Das LH befindet sich auf einer Fläche von 34,65 m² (3,3 x 10,5 m) mit Schotter als Hauptsubstrat. Negativ wirkt sich der geringe Anteil an Idealsubstrat (20 %), der mäßig dichte Aufwuchs und das leicht verfestigte Sohlensubstrat aus. Ebenfalls nicht ideal ist die geringe Scheitel-Pool Differenz (17 cm). Die Jungfischhabitat-Einschätzung ist durch eine große Fläche (3200 m²) und hohe Heterogenität gut.

Zusammenfassend werden das LH „wenig“ 6/15 Punkte und das Jungfischhabitat „gut“ (12/12 Punkten) geeignet bewertet.

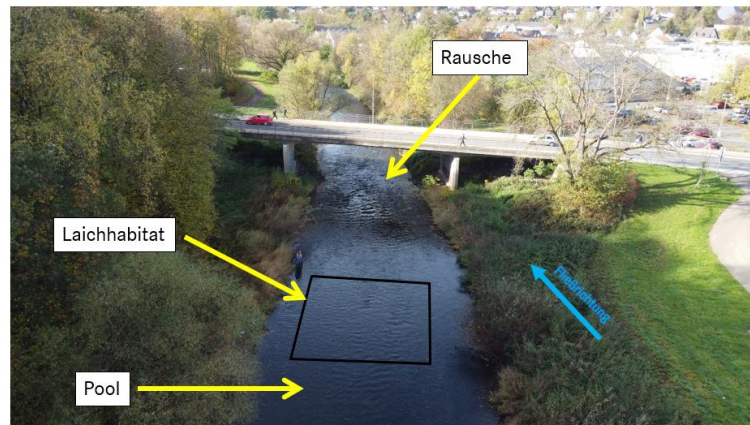


Abbildung uu: Probestelle Ag-7o oberhalb der Kläranlage Overath.

Probestelle Ag-7u

Die im Folgenden beschriebene Probestelle befindet sich etwa 250 m unterhalb der Kläranlage Overath. Die Agger ist hier im Vergleich zu allen anderen Probestellen der Agger mit 22,2 m am breitesten und auch das potentielle LH ist mit 83,72 m (5,2 x 16,1 m) groß. Das Hauptsubstrat bildet hier Schotter-Grobkies, was zu einem höheren Anteil an Idealsubstrat im Vergleich zu Ag-OVE-O führt (40 %). Das Substrat ist ähnlich verfestigt und der Aufwuchs vergleichbar ausgeprägt. Mit 56 cm ist die Pool-Scheitel Differenz deutlich größer, ebenso das Jungfischhabitat (6000 m²).

Die genannten positiveren Eigenschaften wirken sich auch auf die Gesamtbewertung aus: Das LH ist „mäßig“ (9/15 Punkte) und das JH „gut“ (11/12 Punkte) geeignet.

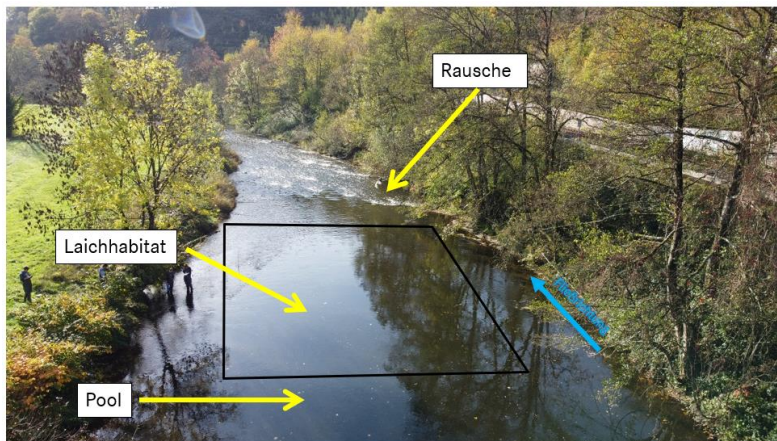


Abbildung vv: Probestelle Ag-7u m unterhalb der Kläranlage Overath.

Untersuchungsbereich Ag-6

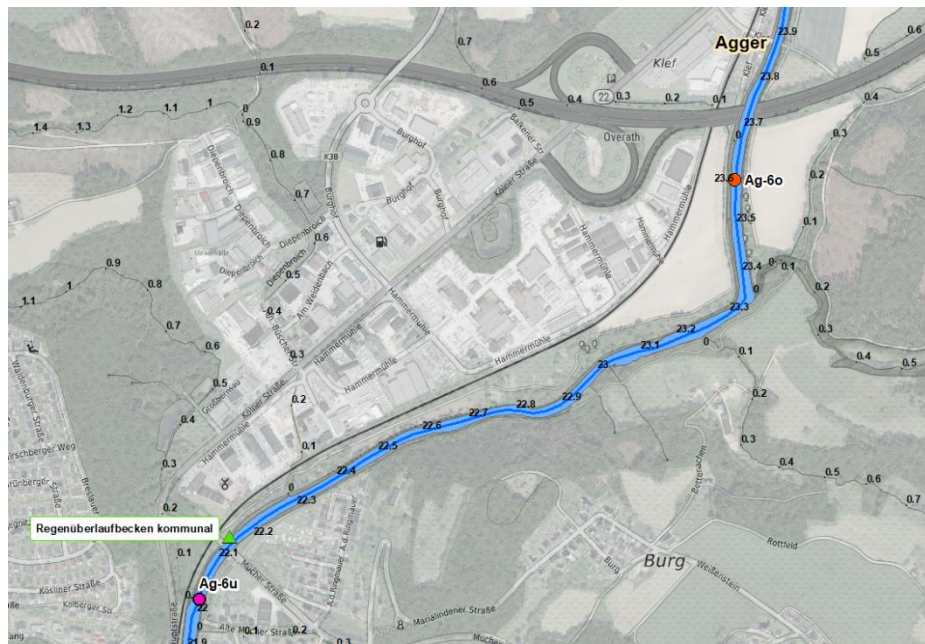


Abbildung www: Übersichtskarte des Probestellenbereichs Ag-6 mit Probestellen oberhalb und unterhalb eines kommunalen Regenüberlaufbeckens bei Overath.

Probestelle Ag-6o

Diese Untersuchungsstelle wurde 2022 neu in das Projekt aufgenommen, um die Probestelle Ag-6/Ag-6u (unterhalb einer Einleitung) vergleichen zu können.

Die Gewässerbreite ist hier so groß, wie an der Probestelle Ag-7o (16,4 m) und auch das Laichhabitat vergleichbar (32,3 m²). Hauptsubstrat bildet ebenfalls Schotter, der Anteil an Idealsubstrat mit 45 % aber doppelt so hoch. Die Sohle ist leicht verfestigt und mit ausgeprägtem Aufwuchs. Der Pool ist so tief wie an Ag-7o (54 cm), die Differenz zum Scheitel größer (34 cm). Mit >1500 m² gehört das Jungfischhabitat zu den größeren, ist aber nur mittelmäßig heterogen.

Zusammenfassend wird das JH als „gut“ (11/12 Punkte) und das LH als „wenig“ (6/15 Punkte) bewertet.

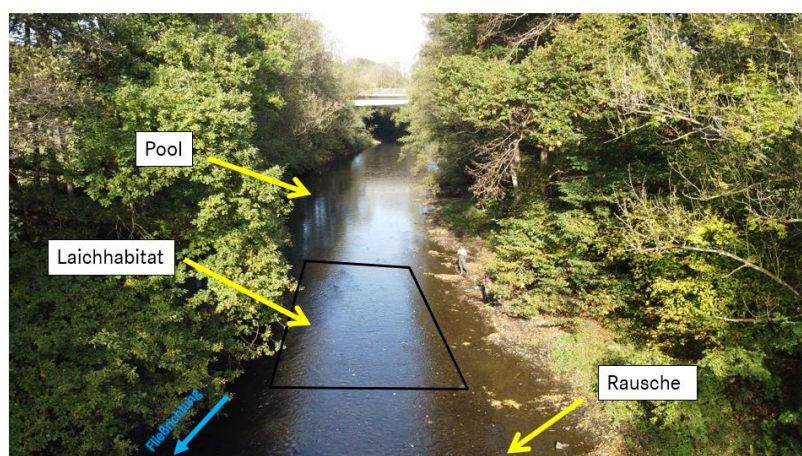


Abbildung xxx: Probestelle Ag-6o

Probestelle Ag-6 / Ag-6u

Probestelle Ag-6 liegt im Stadtgebiet von Overath in einer langgezogenen Linkskurve zwischen zwei Schnellen. Die oberhalb liegende Schnelle wird rechtsseitig durch eine flache Buhne aus Blocksteinen eingengt. Dahinter hat sich ein ruhigerer Bereich mit Kolk ausgebildet. Die unterhalb liegende Schnelle

(etwa 10 m unterhalb der simulierten Laichplätze) geht rechtsseitig in eine stark strömende Rausche über.

Die Sohlstruktur ist gemäß Gewässerstrukturgüte als deutlich verändert, das Längsprofil als mäßig verändert bewertet.

Am rechten Ufer befinden sich in regelmäßiger Abfolge mehrere kleine Blocksteinbuhnen mit anschließenden tieferen Rinnen und beruhigter Strömung, welche Laichtieren gegebenenfalls als Ruhe- und Sammelzonen dienen könnten.

Auf der linken Seite befindet sich eine langgezogene, eher schwach überströmte Uferbank aus Grobkies, Schotter und höheren Anteilen an Steinen, jedoch mit einem zur Gewässermitte abnehmenden Anteil an kleineren Schottern oder Grobkiesen.

Ein wichtiger Grund für die Wahl dieser Probestelle liegt darin, dass auf dieser Strecke in der Vergangenheit Großsalmonidenlaichplätze kartiert worden waren. Unterhalb der Probestelle wurden in der Vergangenheit beim Monitoring zum Naturbrutaukommen Jungfische erhoben, wenn auch in relativ geringer Zahl.

Die Einleitungen sowie Verortung wurden bereits 2021 beschrieben und blieben unverändert.

An dieser Stelle hat die Agger eine Breite von 20 m, wobei das potentielle LH eine Breite von 6,8 und Länge von 9,2 m einnimmt (61,56 m²). Das Idealsubstrat macht über die Hälfte aus (65 %) und wird durch Kies-Grobkies geprägt. Negativ wirken sich die leichte Verfestigung, sowie der stärker ausgeprägte Aufwuchs und die geringe Scheitel-Pool Differenz (35 cm) aus. Das JH Habitat ist unmittelbar anschließend, heterogen und großflächig (4000 m²).

Insgesamt wird das JH „gut“ (12/12 Punkte) und das LH „wenig“ (7/15 Punkte) geeignet.

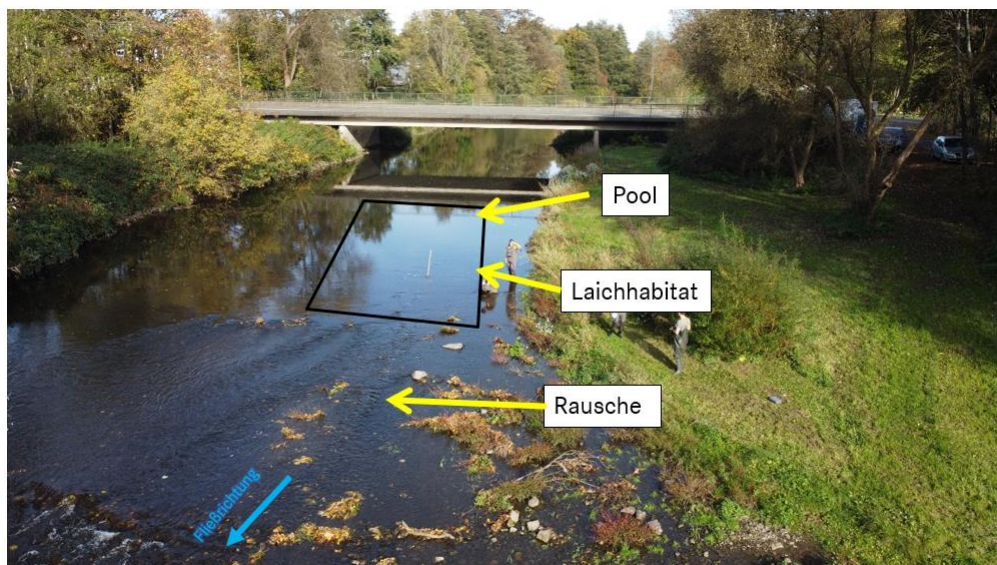


Abbildung yyy: Probestelle Ag-6/Ag-6u. Blick gegen die Fließrichtung.

1.10.3.2 Bröl und Waldbrölbach

Die wie die Agger im Einzugsgebiet der Sieg liegenden Projektgewässer Bröl und Waldbrölbach liegen zwischen der Stadt Bröl im Oberlauf und dem Osten von Hennef, wo die Bröl in die Sieg zufließt. Die Bröl entspringt dabei einer Höhe von 368 m ü. NHN, der Waldbrölbach in 280 m ü. NHN. Das Einzugsgebiet der Bröl umfasst 213 km², von denen 63 km² auf die Waldbröl entfallen. Der Zusammenschluss der Gewässer erfolgt bei Kilometer 14,1 der Bröl unterhalb des Ortsteils Bröleck, Gemeinde Ruppichteroth. Die Bröl entwässert nach etwa 45 Kilometern Gesamtverlauf in die Sieg bei Hennef.

Nach OFWK3D von 2013 sind die vorerst getrennt verlaufenden Gewässer dem Fischgewässertyp „oberer Forrellentyp des Mittelgebirges“ zuzuordnen. Ab dem Zufluss des Waldbrölbachs in die Bröl ändert

das Gewässer für den restlichen Verlauf die Typologie zum „Äschentyp des Mittelgebirges“. Der Lawatypus folgt einem ähnlichen Muster. Bis zum Zufluss der Waldbröl sind beide Gewässer dem Typ 5 „grobmaterialreiche, silikatische Mittelgebirgsbäche zugeordnet. Ab der Vereinigung bei Bröleck gilt die angewachsene Bröl schließlich als Typ 9 „silikatischer, fein- bis grobmaterialreicher Mittelgebirgsfluss“. Bezüglich der Gewässerstruktur, Stand 2020, gilt der Waldbrölbach mehrheitlich als stark bis sehr stark verändert. Nahe der Quelle in Waldbröl sind einige Abschnitte auch vollständig verändert. Die Bröl ist strukturell über ihre Gesamtlänge in einem merklich besseren Zustand. Hier überwiegen Abschnitte mit deutlicher bis mäßiger Veränderung. Kurz hinter dem Zufluss der Waldbröl sind zudem längere Strecken als unverändert eingestuft. Probestellen sind sowohl in Abschnitten der Äschenregion bzw. LAWA-Typ 9 wie auch in Bereichen des Forellentyps bzw. LAWA-Typ 5 kartiert.

Bröl

Probestelle Br-3

Probestelle Br-3 liegt südlich der Ortschaft Schöneshof (Gemeinde Neunkirchen-Seelscheid). Hier fließt die Bröl durch eine enge Linkskurve, auf deren Scheitelpunkt sich die Probestelle befindet.

Die Probestelle zeichnet sich, wenn auch nur für ein sehr kurzes Stück von ca. 10 m, durch eine besonders gute Bewertung aus der Laichhabitatkartierung aus (12 von 14 Punkten). Gemäß Gewässerstrukturgüte ist die Sohlstruktur als gering verändert und das Längsprofil als mäßig verändert bewertet.

Die Probestelle liegt am unteren Ende einer breiten Uferbank aus (Grob-)Kies sowie einem hohen Anteil an Schottern und einigen Steinen. Das Sohlsubstrat ist insgesamt von gröberer Körnung ($\varnothing$ 8-12 cm), enthält aber auch Kiese und Grobkiese. Einige eingelagerte Blocksteine stören allerdings die Qualität des Laichhabitats.

Der Lauf ist verengt, während sich etwa 15 m oberhalb eine Schnelle befindet, in welcher in der Vergangenheit Naturbrut in geringer Dichte nachgewiesen werden konnte. Am Prallhang verläuft eine tiefere Rinne, die zum Auslauf der Kurve hin in eine weitere Schnelle übergeht.

Durch die tiefe Rinne am gegenüberliegenden, mit Blocksteinen verbauten Ufer ist eine Durchströmung des Sedimentes durch Oberflächenwasser anzunehmen. Klassische Unterstände für rastende Laichfische finden sich nicht, auch wenn ein Sturzbaum direkt gegenüber etwas Deckung zu geben vermag.

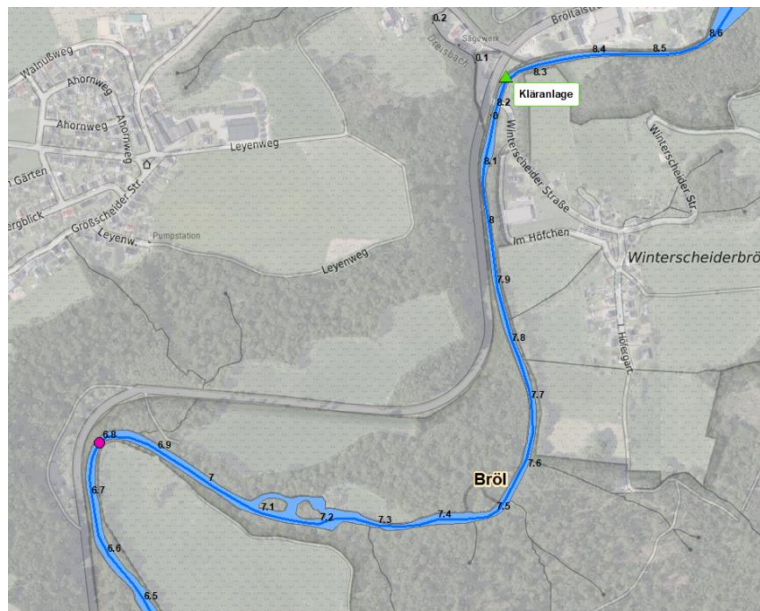


Abbildung zzz: Probestelle Br-3 an der Bröl unterhalb einer Kläranlage.

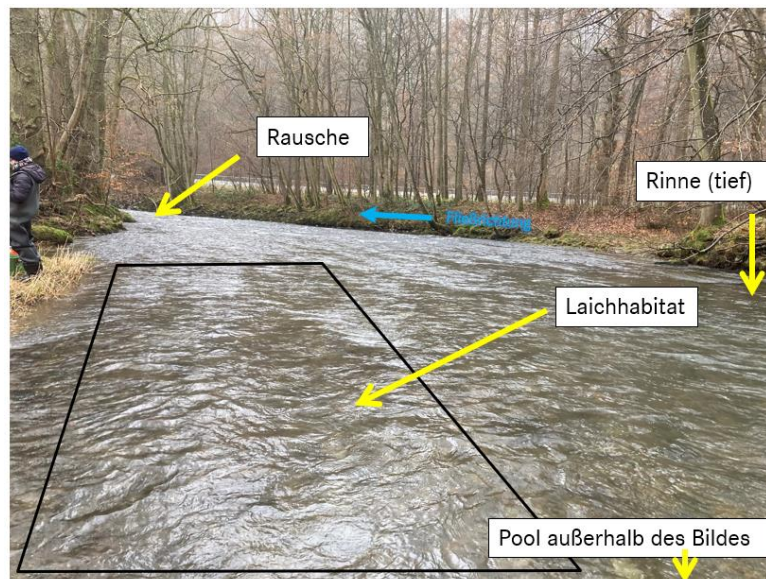


Abbildung aaaa: Blick in Fließrichtung auf Probestelle Br-3.

Waldbrölbach

Probestelle Wb-3

Probestelle Wb-3 liegt westlich der Ortschaft Schönenberg in einem naturnäheren, von gewässertypischen Gehölzen umsäumten Abschnitt der Waldbröl. Im Bereich des simulierten Laichplatzes wurden in der Vergangenheit auch schon Großsalmonidenlaichplätze kartiert, allerdings wurde in räumlicher Nähe (innerhalb von 250 m) nach den vorliegenden Daten keine Naturbrut nachgewiesen.

Gemäß Gewässerstrukturgüte sind die Sohlstruktur und das Längsprofil mit mäßig verändert bewertet. Im Bereich der Probestelle findet sich eine Abfolge von Schnellen und Stillen, begleitet von Längs- und Uferbänken in einer naturnahen Regelmäßigkeit.

Das hier unverbaute Querprofil ist aufgeweitet, so dass sich gewässermittig eine große Längsbank aus grobmaterialreichem Substrat ausprägen konnte, welche die Waldbröl in zwei Gerinne aufspaltet.

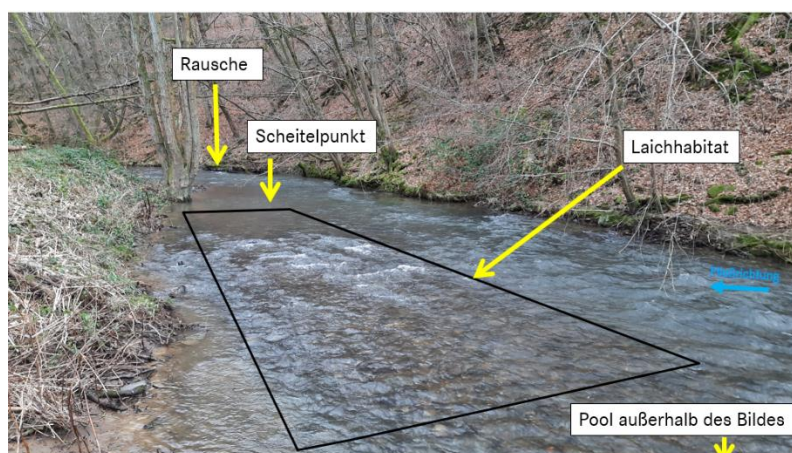


Abbildung bbbb: Probestelle Wb-3 in Fließrichtung.

Auf der rechten Seite verengt sich das Gerinne zu einer insbesondere bei niedrigen Wasserständen kaskadenähnliche Schnelle. Hier prallt das Gerinne gegen die Wurzelkloben einer großen Schwarzerle. Dahinter, im Strömungsschatten, hat sich nach einer Vertiefung am Ende der Schnelle rechtsseitig eine Uferlängsbank gebildet, die wenige Meter unterhalb am Zusammenfluss mit dem rechtsseitigen Gerinne in eine kurze Schnelle übergeht. Dahinter befindet sich ein für laichbereite Lachse als Ruhe- und Sammelplatz prädestinierter ruhiger, kolkartig vertiefter Bereich.

Das Substrat an der Uferlängsbank besteht aus Kiesen, Grobkiesen sowie Schottern und kann als günstig für ein Laichhabitat eingestuft werden. Aufgrund des Strömungsdruckes und der Vertiefung hinter der Schnelle und vor der Uferlängsbank kann davon ausgegangen werden, dass das Oberflächenwasser in das Sediment hineindrückt.

Untersuchungsbereich Wb-4

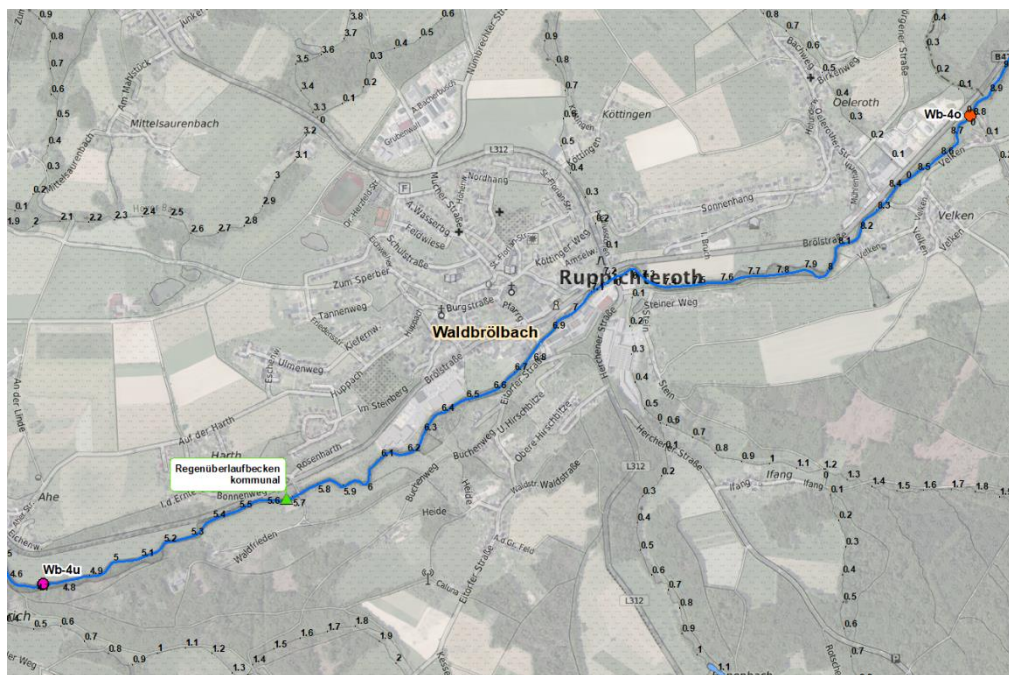


Abbildung cccc: Übersichtskarte des Probestellenbereichs Wb-4 mit Probestellen oberhalb und unterhalb eines kommunalen Regenüberlaufbeckens bei Ruppichterath.

Probestelle Wb-4o

Die Stelle Wb-4o befindet sich flussaufwärts der Siedlung Ruppichterath, unmittelbar neben der Bundesstraße 478 (Brölstraße). Oberhalb befindet sich der Zufluss eines Baches sowie eine kleinere mehrere Einleitungen. Die Fläche im Umfeld der Probestelle wird vor allem land- und forstwirtschaftlich genutzt.

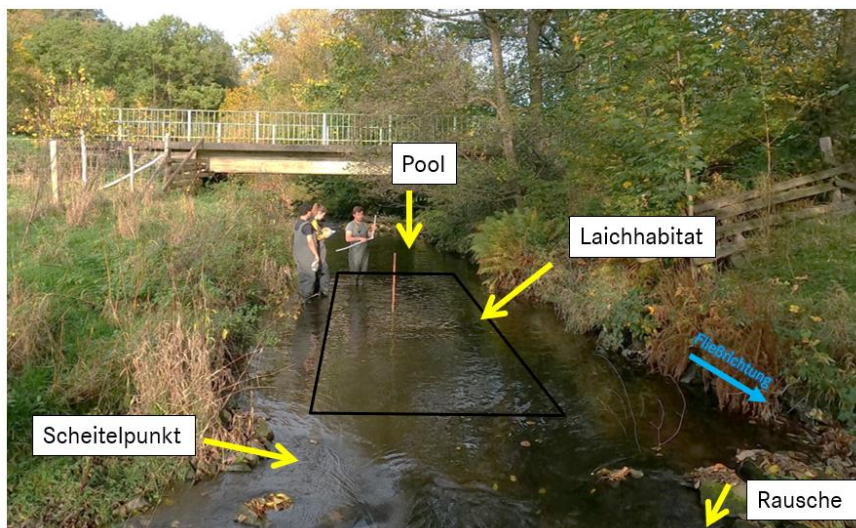


Abbildung dddd: Probestelle Wb-4o

Die Waldbröl ist hier, wie auch an anderen Stellen, schmal (4,5 m). Dementsprechend klein ist auch das Laichhabitat (1,6 x 4 m; 6,4 m²). Das Substrat ist im Umkreis sehr heterogen und besteht tendenziell aus größeren Blöcken. An dieser Stelle (evtl. durch den kleinen Zulauf) besteht das Substrat jedoch hauptsächlich aus Feinkies und 25 % können als Idealsubstrat bezeichnet werden. Es befindet sich kein Aufwuchs auf dem Substrat, dieses ist leicht verfestigt. Die Pool-Scheitel Differenz ist gering (39 cm) und das JH klein (400 m²).

Betrachtet man die Ergebnisse der Kartierung, wird das JH als „mäßig“ (10/12 Punkte) und das LH als „wenig“ (8/15 Punkte) geeignet bewertet.

Probestelle Wb-4u

Probestelle Wb-4 liegt südlich der Ruppichterother Ortschaft Ahe in einem gestreckten und ausgebauten Abschnitt der Waldbröl zwischen zwei etwa 50 m auseinanderliegenden Sohlschwellen, wobei des oberen nicht natürlichen Ursprungs ist.

Gemäß Gewässerstrukturgüte ist die Sohlstruktur als deutlich verändert und das Längsprofil als sehr stark verändert bewertet. Allerdings wurden in diesem Bereich trotz schlechter Bewertungen in der Vergangenheit mehrere Grobsalmonidenlaichplätze im Rahmen der Laichplatzkartierung registriert.

Wb-4 liegt am unteren Ende eines einheitlich strukturierten Bereiches mit Uferverbau im Regelprofil. Etwa 50 m oberhalb befindet sich eine künstliche Sohlschwelle. Linksseitig geht das Längsprofil mit geringer Tiefenvarianz kurz vor einer weiteren Sohlschwelle in eine mäßig ausgeprägte Kies-, Grobkies- und Schotterbank über.

Das Sohlsubstrat besteht größtenteils aus hohen Anteilen an Kiesen und kleineren Schottern, welches sehr gut als Lachslaichhabitate geeignet ist. Auffällig sind die hohen Anteile an Feinsedimente, welche nicht nur als äußere Kolmation das Substrat überziehen, sondern auch nach Grabung bis 20 cm Tiefe visuell als innere Kolmation sichtbar waren.



Abbildung eeee: Probestelle Wb-4/Wb-4u an der Waldbröl bei Ahe

Deckungsstrukturen sind am leicht unterspülten, linken Ufer allenfalls rudimentär vorhanden.

Die Einleitungen sowie Verortung wurden bereits 2021 beschrieben und blieben unverändert.

Auch hier ist die Waldbröl schmal (5 m) und das LH dementsprechend klein (9,1 m²) und länglich (1,4 x 6,5 m). Das Idealsubstrat macht nur 15 % aus, Hauptsubstrat bildet Kies. Das Substrat ist leicht verfestigt und stark bewachsen. Mit 36 cm ist die Pool-Scheitel Differenz gering, im Vergleich zu den übrigen Stellen aber vergleichbar. Bedingt durch das schmale Gewässer nimmt das heterogene JH nur eine kleine Fläche ein (75 m²).

Wie Wb-4-O wird auch hier das JH als „mäßig“ (10/12 Punkte) und das LH als „wenig“ (5/12 Punkte) geeignet eingestuft.

1.11 Abschlussarbeiten im Rahmen des Forschungsprojektes

„Ökotoxikologische Untersuchung von Fließgewässersedimenten mit Hilfe von in-vitro und in-vivo Verfahren im Rahmen des Projekts IMI Lachs“ (Bachelorarbeit Leslie Mai Nedwed, Universität Frankfurt)

In dieser Arbeit wurden vom Planungsbüro Zumbroich im Rahmen des Projekts IMI Lachs bereitgestellte Fließgewässersedimentproben mittels Bioassays untersucht, um deren Toxizität und Mutagenität zu bewerten. Dabei wurden der Ames-Test, der Leuchtbakterientest mit *Aliivibrio fischeri* (Mikrotox-Test) sowie der Fischembryotoxizitätstest mit *Danio rerio* (FET-Test) eingesetzt.

Insgesamt konnten dadurch 16 Sedimentproben aus sieben verschiedenen Gewässern in Nordrhein-Westfalen untersucht werden (Agger, Bröl, Waldbrölbach, Sieg, Dhünn, Eifgenbach, Vichtbach, Wehebach). Alle Sedimente wurden aus Laichgruben im Zeitraum Februar bis März 2022 entnommen. Zur Vorbereitung aller durchzuführenden Tests wurden aus den 16 gefriergetrockneten Sedimentproben sowie zusätzlich zur Kontrolle Proben aus Quarzsand, Extrakte hergestellt.

Die Ergebnisse der Bioassays zeigen deutliche Hinweise auf Belastungen in den untersuchten Proben, sowohl bezüglich Toxizität als auch Mutagenität. So lieferten die Ergebnisse des Ames-Tests auffällig viele Befunde auf mutagene Eigenschaften der Sedimente. Im Leuchtbakterientest wiesen alle Proben eine gewisse Toxizität auf, wobei die Proben Dh-4, Ei-6, Wb-3 und We-2 eine besonders hohe Belastung zeigten. Im Fischembryotoxizitätstest wurde hingegen nur bei wenigen Proben eine Toxizität nachgewiesen, insbesondere aber bei Wb-3.

Auffällig ist, dass die Proben Ei-4 und Ei-6 des Eifgenbachs in allen drei Bioassays sowohl toxische als auch mutagene Eigenschaften aufwiesen. Diese Proben stammen von Probestellen unterhalb von Einleitungen, wobei an einer Stelle zudem Schwermetallbelastungen festgestellt wurden. Dies deutet darauf hin, dass Einleitungen und Schwermetalle wesentliche Einflussfaktoren für die Belastung der Sedimente sein könnten. Dem gegenüber steht aber auch Probestelle Wb-3, die keine bekannten Einleitungen aufweist und dennoch erhöhte Toxizität zeigt.

Interessant ist die Analyse des Reproduktionserfolgs an den Probestellen im Zusammenhang mit den Testergebnissen. Hier zeigen sich teils widersprüchliche Befunde. So wurde an der Probestelle Ei-4 trotz der hohen toxischen und mutagenen Belastung ein außergewöhnlich hoher Bruterfolg von 86 % festgestellt, während die Probestelle Wb-3, die in den Bioassays ebenfalls erhöhte Toxizität aufwies, nur einen geringen Bruterfolg von 29 bis 67 % zeigte. Solche Ergebnisse verdeutlichen die komplexen Zusammenhänge zwischen der Sedimentqualität, toxischen Belastungen und den biologischen Auswirkungen auf die Reproduktionsleistung. Sie machen deutlich, dass die Faktoren, die den Bruterfolg beeinflussen, multifaktoriell und kaum eindeutig zuzuordnen sind.

Die Toxizität in den Proben könnte auf verschiedene Umweltfaktoren wie Einleitungen, Kläranlagen und Schwermetallbelastungen zurückgeführt werden, allerdings zeigt sich kein eindeutiger Zusammenhang zwischen den Toxizitäts- und Mutagenitätsergebnissen und den Bruterfolgen.

Die Untersuchung zeigt insgesamt, dass Sedimente eine zentrale Rolle als „hydromorphologisches Gedächtnis“ von Gewässern spielen. Sie sind in der Lage, Schadstoffe wie Schwermetalle oder organische Stoffe über lange Zeiträume zu speichern und bei veränderten Umweltbedingungen wieder freizusetzen. Dies kann zu einer anhaltenden Belastung von Gewässern führen. Um die genauen Ursachen der toxischen Belastungen zu identifizieren, sollten in künftigen Untersuchungen die spezifischen Substanzen ermittelt werden, die in den Bioassays angeschlagen haben. Zudem wäre es sinnvoll, die Bioverfügbarkeit der Schadstoffe und die Konzentrationen in den Tests zu variieren, um die Ergebnisse zu verifizieren. Die Diskrepanz zwischen den Ergebnissen der Bioassays und dem Reproduktionserfolg an den Probestellen verdeutlicht außerdem, dass chemische, hydromorphologische und biologische Parameter gemeinsam betrachtet werden müssen, um belastbare Aussagen zur Habitatqualität und zum Zustand von Fließgewässern treffen zu können. Letztlich ist es essenziell, solche Erkenntnisse in zukünftige Maßnahmen zur Wiederherstellung und Erhaltung von Lebensräumen für wandernde Fischarten wie den Lachs einfließen zu lassen.

„In-situ-Untersuchungen zur Beurteilung der Habitatbedingungen für Lachsbrut und Makrozoobenthos“ (Bachelorarbeit Lena Grätz, Universität Bonn)

Die Bachelorarbeit befasst sich mit der Qualität von Lachslaichhabitaten des Atlantischen Lachses (*Salmo salar*) im Zusammenhang mit der Qualitätskomponente Makrozoobenthos. Ziel war es, die Habitatbedingungen für die Entwicklung der Lachsbrut und des Makrozoobenthos zu untersuchen, insbesondere in Hinblick auf die Kolmation des Interstitials.

Im Rahmen der Bachelorarbeit wurden Kolmametermessungen sowie Messungen des Interstitialwassers durchgeführt, um die Habitatbedingungen zu erfassen. Zudem wurde als vergleichende Komponente der ökologische Zustand der Gewässer aus Daten der letzten Jahre hinzugezogen. Des Weiteren wurde Lachsbrut im Interstitial von Gewässern des Wanderfischprogramms eingebracht.

Die Probestellen für die Messungen befinden sich im Siegeinzugsgebiet an den Gewässern Agger, Bröl und Waldbrölbach. Für die Forschungsarbeiten wurde an Stellen, an denen in der Vergangenheit bereits der ökologische Zustand des Makrozoobenthos bestimmt wurde und in Form von Daten verschiedener Quellen vorliegt, Eier des Atlantischen Lachses im Augenpunktstadium in künstlich simulierte Laichgruben eingebracht. Untersucht wurde, wie sich die Lachsbrut in simulierten Laichgruben entwickelt und wie die Ergebnisse der Kolmametermessungen sowie der MZB-Bewertung in Zusammenhang stehen. Diese beiden Organismengruppen fungieren als Indikatoren und spiegeln durch ihre Reaktionen auf Umweltbedingungen den Zustand der Gewässer wieder. Besondere Aufmerksamkeit galt dabei der Frage, ob die Kolmation, gemessen durch Feinsedimentanteile, den Bruterfolg der Lachse und die Zusammensetzung der MZB-Gemeinschaft beeinflusst und ob diese Parameter mit der Allgemeinen Degradation der Gewässer korrelieren.

Insgesamt wurden pro Probestelle zwei Whitlock-Vibert-Boxen mit je 100 Lachseiern sowie zwei Filterkörbe mit je 50 Lachseiern eingesetzt. Insgesamt flossen 55 Brutbehälter in die Analyse ein. Nach ca. 500 Tagesgraden wurde die Entwicklung der Lachsbrut betrachtet. Zur Erfassung der Kolmation wurden pro Probestelle 10 Einzelmessungen getätigt, die in Orientierung am Perlodes-Verfahren die vorkommenden Substrattypen der einzelnen Probestellen repräsentativ darstellen. Außerdem wurden Kolmametermessungen in verschiedenen Tiefen des Interstitials getätigt, um die Kolmationssituation besser abzubilden. Mittels des Interstitialsamplers wurde an jeder Probestelle eine Interstitialwasserprobe entnommen und auf typische chemisch-physikalische Parameter untersucht. Die Kolmation und das Interstitialwasser wurden zu Beginn, in der Mitte und am Ende des Entwicklungszeitraumes der Lachsbrut beprobt.

In der vorliegenden Arbeit wurden verschiedene Kolmationsgrade festgestellt, mit kleinräumigen Unterschieden sowohl innerhalb einzelner Probestellen als auch zwischen verschiedenen Standorten und die Ergebnisse mit dem Bruterfolg und den Habitatpräferenzen des MZB verglichen. Dabei zeigte sich, dass die Kolmation oft punktuell auftritt, was auch auf den Bruterfolg der Lachse Einfluss gehabt haben könnte. Allerdings konnten keine statistisch signifikanten Zusammenhänge zwischen der Kolmation, dem Bruterfolg und der Allgemeinen Degradation festgestellt werden. Dies liegt u. a. daran, dass der Bruterfolg der 55 Brutbehälter ebenfalls sehr kontrastreich ist und zwischen sehr geringen sowie sehr hohen Überlebensraten variiert.

Hypothesen wie die Annahme, dass Einzugsgebiete mit einem höheren Anteil an landwirtschaftlichen Flächen stärker von Kolmation betroffen sind, konnten im vorliegenden Fall falsifiziert werden. Ebenso ließ sich kein eindeutiger Zusammenhang zwischen Kolmation und Bruterfolg, zwischen Kolmation und Allgemeiner Degradation oder zwischen Degradation und Bruterfolg nachweisen. Der Vergleich der Bruterfolge mit den Habitatpräferenzen des Makrozoobenthos zeigte teilweise Überschneidungen, insbesondere in Bereichen mit hohem Anteil an Feinsedimentbesiedlern, wies aber auch signifikante Differenzen auf.

Die Ergebnisse verdeutlichen die komplexen Wechselwirkungen zwischen den physikalischen, chemischen und biologischen Prozessen in Gewässern. Die punktuelle Verteilung der Kolmation sowie die Fleckenhaftigkeit der Substrate und der Makrozoobenthos-Gesellschaften spielen eine entscheidende Rolle und sollten in zukünftigen Studien stärker berücksichtigt werden. Auch eine zeitliche und räumliche Angleichung der Probenahmen von Kolmation, MZB und Lachsbrutentwicklung wäre wünschens-

wert, um die Zusammenhänge besser zu verstehen. Darüber hinaus könnten Analysen des Interstitialwassers, insbesondere in direkter Verbindung mit den Brutbehältern, wichtige Erkenntnisse über den Einfluss der Kolmation auf den Sauerstoffgehalt und andere hydrologische Parameter liefern.

Zusammenfassend zeigt diese Arbeit, dass sowohl die Habitatbedingungen für Lachsbrut als auch die Zusammensetzung des Makrozoobenthos wertvolle Hinweise auf die Gewässerökologie liefern können. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass ein umfassender Forschungsansatz, der die dynamischen Prozesse im Fluss sowie im hyporheischen Interstitial über längere Zeiträume hinweg betrachtet, notwendig ist, um die Auswirkungen der Kolmation auf rheophile Fischarten und andere Gewässerorganismen besser zu verstehen. Zusätzliche Analysen der Landnutzung und der Erodierbarkeit der Böden könnten weiterführende Erkenntnisse liefern, um den Zustand und die Belastungen von Gewässern systematisch zu bewerten und geeignete Maßnahmen zur Verbesserung der Habitatqualität zu entwickeln.

„In-situ-Untersuchungen zur Schwermetallbelastung des Interstitials von potenziellen Lachsgewässern in NRW“ (Masterarbeit Noah Biermann, Universität Bonn)

Im Rahmen der Masterarbeit wurden Schwermetallbelastungen in der fließenden Welle, dem Interstitialwasser und dem Feinsediment in Bezug auf den Bruterfolg anadromer Salmoniden untersucht. Zusätzlich wurden die allgemeinen chemisch-physikalischen Parameter und die Konzentrationen einiger Ionen in der fließenden Welle und im Interstitialwasser gemessen. Im Fokus standen Unterschiede der Konzentrationen im Interstitialwasser von denen in der fließenden Welle. Zusätzlich wurde untersucht, ob an Laichhabitaten unterhalb von Einleitungen schlechtere physikalische oder chemische Bedingungen herrschen, als oberhalb von Einleitungen.

Um die Effekte der Parameter auf den Bruterfolg der Lachse zu beurteilen, wurden an insgesamt acht Standorten (Gewässer Agger, Waldbrölbach Inde) zusätzliche Brutboxen mit Lachseiern eingebracht. Dabei wurden die Standorte immer paarweise, oberhalb und unterhalb von Einleitungen, ausgesucht. Eine Besonderheit stellen die Standorte in der Inde dar, die sich nicht bei einer Kläranlage befanden, sondern bei einer Halde, für die diffuse Einträge von Cadmium in das Gewässer bekannt sind.

Die Untersuchung der physikalisch-chemischen Parameter zeigte Unterschiede zwischen fließender Welle und Interstitialwasser. Im Interstitial wurden größere Schwankungen der Sauerstoffkonzentration und -sättigung festgestellt, während die Temperaturvariabilität geringer war. Sauerstoffkonzentration und pH-Wert im Interstitialwasser waren etwas niedriger, während die Trübung tendenziell höher war. An den Standorten IN-2o und IN-2u (beides Inde) wurden punktuell sehr hohe Leitfähigkeitswerte im Interstitialwasser gemessen.

Im Feinsediment lagen die Konzentrationen von Metallen wie Cadmium, Blei und Kupfer häufig über den Zielwerten der LAWA. Dies könnte bei bestimmten hydrologischen Ereignissen wie Starkregen oder Schneeschmelze zu einer Remobilisierung dieser Stoffe führen. Die Daten zeigten jedoch, dass die Konzentrationen dieser Metalle in der fließenden Welle bei Mittelwasser in den meisten Fällen unterhalb der Nachweisgrenze lagen.

Eine negative Korrelation wurde zwischen dem Cadmiumgehalt im Feinsediment und dem Bruterfolg festgestellt. Standorte mit hohen Cadmiumkonzentrationen zeigten tendenziell eine geringere Überlebensrate.

Die Untersuchung ergab keine signifikant schlechteren physikalisch-chemischen Bedingungen an Standorten unterhalb von Einleitungen im Vergleich zu oberhalb gelegener Standorte. Einzelne Parameter, wie die Sauerstoffsättigung im Interstitialwasser oder die Bleikonzentration, lagen zwar punktuell nahe der Signifikanzgrenze, jedoch war die Datenbasis begrenzt, um klare Schlussfolgerungen zu ziehen.

Der Bruterfolg zeigte an den untersuchten Standorten eine bimodale Verteilung: Entweder lag die Überlebensrate unter 30 % oder über 70 %. Die höchsten Überlebensraten an Standorten mit geringer Metallbelastung gemessen. Unterschiede im Bruterfolg in Laichgruben selber Standorte, wie sie beispielsweise an den Standorten WB-4u (Waldbrölbach) und IN-2u (Inde) festgestellt wurden, könnten auf kleinräumige Unterschiede in den physikalisch-chemischen Bedingungen zurückzuführen sein.

Die statistische Analyse zeigt, dass Cadmium im Feinsediment den stärksten Einfluss auf den Bruterfolg hat. Dieser Befund unterstreicht die Bedeutung der physikalisch-chemischen Bedingungen im Interstitialwasser sowie des Feinsediments für die Entwicklung der Salmonideneier.

Zusätzlich bleibt die Frage offen, ob die physikalischen und chemischen Bedingungen an Laichhabitaten unterhalb von Einleitungen schlechter sind als oberhalb dieser Einleitungen. Auch die Unterschiede zwischen den Parametern im Interstitial und der fließenden Welle könnten zu einer fehlerhaften Beurteilung der Habitatqualität führen, wenn das Interstitialwasser nicht berücksichtigt wird.

„In situ-Untersuchungen mit einer Mehrkammerbrutbox zur Lachslaichentwicklung in der Dhünn“ (Bachelorarbeit Nele Adler, Universität Bonn)

Das Interstitial spielt eine zentrale Rolle während der Embryonal- und Larvalphase des Atlantischen Lachses. Vor diesem Hintergrund ist die Erforschung des Interstitials und der anthropogenen Einflüsse, die dessen Eigenschaften verändern, essenziell. Ein zentrales Ergebnis der vorliegenden Arbeit ist die Anwendung der Mehrkammerbrutbox (MKB), auch als sogenanntes „Egg-Sandwich“ nach Pander et al. (2009) bekannt, deren Ergebnisse wertvolle Einblicke in die Habitatqualität des Untersuchungsstandortes Dh-2 liefern. Zusätzlich wurden Whitlock-Vibert-Boxen (2x jeweils 100 Eier) und Filterkorb-Brutboxen (4x jeweils 50 Eier) eingebracht.

Während des Zeitraums der Embryonal- und Larvalentwicklung fand eine Überprüfung der allgemeinchemischen Parameter und der Kolmation statt, um die Habitatbedingungen im Interstitial unter denen sich die Lachse entwickeln genauer zu untersuchen. Zur Erhebung der chemisch-physikalischen Parameter wurden mit einer 90 ml Spritze aus den in drei Tiefen liegenden Röhren der Mehrkammerbrutbox die Proben über Schläuche entnommen und untersucht. Die physikalisch-chemischen Parameter, wie Sauerstoffgehalt und Temperatur, zeigten unauffällige Werte. Die innere Kolmation wurde mit Hilfe des Kolmometers erhoben und ist am Standort Dh-2 während des Untersuchungszeitraumes teilweise nur schwach ausgeprägt.

Der Bruterfolg in der MKB am Standort Dh-2 beträgt 73 %. Dieser Wert allein bietet jedoch keine ausreichende Grundlage, um die Qualität des Laichhabitats zu beurteilen. Entscheidend sind die Expositionstiefe und die damit verbundenen physikalischen und chemischen Bedingungen, denen die Eier im Interstitial ausgesetzt sind. Die höchste Ausfallquote wurde in den oberen 6 cm des Brutbehälters festgestellt, wo die Überlebensrate lediglich 37 % betrug. Dieses Ergebnis lässt sich wahrscheinlich auf eine hohe Permeabilität des Substrats in Kombination mit einer langen Expositionsdauer zurückführen. Allerdings entspricht dieser Bereich nicht dem bevorzugten Tiefenspektrum für die natürliche Eiablage des Atlantischen Lachses. Zudem zeigte sich eine auffällig hohe Ausfallquote in der, in Fließrichtung, rechten Hälfte der Brutbox. Dennoch konnte in jeder Kammerreihe, von 0 cm bis -22 cm Tiefe, mindestens ein Bruterfolg verzeichnet werden.

Zusätzliche Brutboxen, die ebenfalls am Standort Dh-2 eingesetzt wurden, lieferten ergänzende Hinweise zur Habitatqualität. Der durchschnittliche Bruterfolg in diesen sechs Behältern lag bei 92,5 %. Im Gegensatz zur MKB waren die Eier und Larven in diesen Boxen einheitlichen tiefenspezifischen Substratbedingungen ausgesetzt. Insgesamt wurde am Standort Dh-2 eine hohe Schlupf- und Überlebensrate dokumentiert.

Für die Förderung der Rückkehr und Fortpflanzung des Atlantischen Lachses in den Fließgewässern Nordrhein-Westfalens sind Untersuchungen des Interstitials und seiner Belastungen von zentraler Bedeutung. Besonders vor dem Hintergrund zunehmender Kolmation durch Erosion, landwirtschaftliche Nutzung und Besiedlung muss die Funktion des Interstitials als Laichhabitat weiter erforscht werden. Die Mehrkammerbrutbox stellt dabei ein wertvolles Werkzeug dar, um die Habitatbedingungen während der Entwicklung von Lachslaich präzise zu überwachen.

Zukünftige Untersuchungen mit der MKB sind sinnvoll, um aussagekräftigere Ergebnisse zu erzielen. Mit bereits entwickelten Optimierungsvorschlägen werden die Untersuchungen in der Laichsaison 2022/23 an weiteren Lachsgewässern in Nordrhein-Westfalen fortgesetzt (siehe Masterarbeit Isabell Pfankuchen, Universität Bonn). Der Einsatz einer größeren Anzahl von Behältern, beispielsweise oberhalb und

unterhalb von Einleitungen, wird es ermöglichen, detaillierte und vergleichende Aussagen über den Einfluss von anthropogenen Belastungen auf die Habitatqualität zu treffen.

„In-situ investigations of hatching success and habitat quality in spawning waters of *Salmo salar*“ (Masterarbeit Isabell Pfankuchen, Universität Bonn)

In dieser Arbeit wurden die Habitatqualität und der Schlupferfolg in Laichgewässern des Atlantischen Lachses, *Salmo salar*, untersucht. Dabei wurden die hydromorphologischen und physikochemischen Bedingungen der interstitiellen Zone und des frei fließenden Wassers mit der Schlupfrate der Eier in Beziehung gesetzt.

Sechs Untersuchungsstandorte im Einzugsgebiet der Sieg wurden aufgrund ihrer Eignung als Laichhabitate des Atlantischen Lachses gemäß der vorangegangenen Kartierung der Standorte ausgewählt. Drei verschiedene Brutkastensysteme („Egg-Sandwich“ (ES), Whitlock-Vibert-Box (WV), Korbfilter (BF)) wurden in das Bachbett eingebracht und hinsichtlich ihrer Anwendbarkeit und des Schlupferfolgs miteinander verglichen. Die Wasserproben wurden auf Sauerstoffgehalt (O_2 -Sättigung und -konzentration), Temperatur, pH-Wert, elektrische Leitfähigkeit, Trübung sowie die Konzentrationen von Ammonium (NH_4^+), Nitrit (NO_2^-), Nitrat (NO_3^-) und Orthophosphat (PO_4^{3-}) untersucht.

Die Standorte lagen entweder flussauf- oder flussabwärts von Abwassereinleitungen. Basierend auf den Kartierungsergebnissen wurden alle Standorte als moderat bis gut geeignet für die Laichplätze von *S. salar* eingestuft. In Bezug auf den Schlupferfolg erwiesen sich die Korbfilter (Brutboxen) rein numerisch als das effektivste System. Sie zeigten die höchsten Schlupfraten (im Durchschnitt 65,9 %) und die meisten überlebenden Larven (im Durchschnitt 62,3 %), wobei jedoch keine signifikanten Unterschiede zwischen den untersuchten Boxsystemen festgestellt wurden. Eine detailliertere Analyse des ES-Systems offenbarte, dass interessanterweise die Eier in den oberen Reihen eine signifikant geringere Überlebenswahrscheinlichkeit aufwiesen als jene in den unteren Reihen ($F(2,30)=4.258$, $p=0.0236$). Dieses Ergebnis stand im Widerspruch zu den Erwartungen, da mit zunehmender Tiefe eine schlechtere Versorgung mit Frischwasser aus der fließenden Welle gerechnet wurde. Der tiefenabhängige Unterschied der Schlupfraten könnte auf eine zu geringe Einbautiefe der oberen Reihen zurückzuführen sein, sodass diese ggf. dem frei fließenden Wasser ausgesetzt waren und der dadurch entstehende Druck auf die Eier zu mechanischen Schäden geführt hatte.

Insgesamt wurde an den Probenahmestellen eine gute Habitatqualität festgestellt. Die Mehrheit der untersuchten physikochemischen Parameter hatte keinen signifikanten Einfluss auf die Schlupfraten der *S. salar*-Eier. Eine Rangkorrelation nach Spearman ergab jedoch eine moderate positive Korrelation zwischen der Sauerstoffsättigung und der Schlupfrate ($\rho(11)=0.58$, $p=0.034$). Es zeigte sich, dass die O_2 -Sättigung, die unter anderem von der Temperatur abhängt, zumindest im vorliegenden Fall eine wichtigere Rolle spielt als die absolute O_2 -Konzentration. Diese Korrelation verdeutlicht, dass nicht nur die Einzelwerte der Parameter entscheidend sind, sondern auch die Wechselwirkungen zwischen ihnen bei der Bewertung der Habitatbedingungen berücksichtigt werden sollten.

Beim Vergleich der flussauf- und flussabwärts gelegenen Standorte wurden signifikant höhere Werte der elektrischen Leitfähigkeit (EC) sowohl in der interstitiellen Zone als auch im frei fließenden Wasser sowie ein signifikanter Rückgang des pH-Werts in der interstitiellen Zone flussabwärts gemessen. Beide Variablen werden von einer Vielzahl umweltbedingter Faktoren beeinflusst, sodass ein eindeutiger Einfluss der Abwassereinleitung nicht mit Sicherheit festgestellt werden konnte.

Die Ergebnisse dieser Arbeit unterstreichen die Komplexität der ökologischen Anforderungen von *S. salar* an ihre Laichhabitate und zeigen die Bedeutung einer ganzheitlichen Bewertung der Umweltbedingungen für den Schutz und die Wiederherstellung geeigneter Lebensräume auf.

„Interstitialwassermessungen und Kolmationsintensität in Lachslaichhabitaten der Agger“ (Bachelorarbeit Maximilian Scholtes, Universität Bonn)

Bei dieser Arbeit handelte es sich um eine zweiwöchige Untersuchung an dem Fließgewässer Agger. Im Fokus stehen der chemische und strukturelle Zustand von Lachslaichhabitaten auf Basis von Interstitialparametern. Ziel der Arbeit war es, die kurzzeitige Veränderung allgemein-chemischer Parameter (ACP) und Kolmation in verschiedenen Abständen zur Sohloberfläche in Lachslaichhabitaten empirisch zu erfassen.

Zu diesem Zweck wurden an drei bekannten Lachslaichhabitaten im Unterlauf der Agger über den Zeitraum vom 21.07.2022 bis zum 07.08.2022 insgesamt 108 Kolmationmessungen sowie je 72 Messungen der allgemeinen chemisch-physikalischen Parameter Temperatur, Sauerstoff, Leitfähigkeit und pH-Wert, aufgeteilt auf 2 Tiefen, durchgeführt. Ergänzend wurden 9 Proben der fließenden Welle sowie 3 Interstitialwasser-Sammelproben zur Erfassung der Konzentrationen von Orthophosphat-P, Nitrat-N, Nitrit-N und Ammonium-N (im Folgenden Nähr- und Schadstoffe) im Interstitial entnommen.

Die allgemeinen chemisch-physikalischen Parameter (ACP), die in den Habitaten der Agger gemessen wurden, bewegen sich überwiegend, der Jahreszeit entsprechend, in typspezifischen Bereichen. Die Leitfähigkeit zeigt sich über alle Proben hinweg als der stabilste Parameter, der erwartungsgemäß in einem unauffälligen Bereich liegt und durch die Untersuchungstiefe nicht signifikant beeinflusst wird. Auch die gemessenen pH-Werte befinden sich in einem akzeptablen Bereich, weisen jedoch bereits auf dynamische Prozesse hin, die zu schwer vorhersehbaren Schwankungen führen können. Diese stehen in enger Wechselwirkung mit dem Sauerstoffgehalt.

Zum einen konnte beobachtet werden, dass der Sauerstoffgehalt mehrerer Entnahmeschichten desselben Messpunkts sich in den meisten Fällen nur unwesentlich unterscheidet. Zum anderen gab es allerdings große Unterschiede zwischen einzelnen Messtagen, sodass vor allem die zeitliche Komponente (der einwöchige Abstand zwischen den Messungen) von Bedeutung war.

Die Untersuchungen von Orthophosphat-P, Nitrat-N, Nitrit-N und Ammonium-N deuten auf lediglich geringfügige Probleme für Salmoniden hin. Dennoch ist anzumerken, dass selbst mäßige Belastungen des Freiwassers, durch Wechselwirkungen mit den ACP im Inneren der Sohle, potenzielle Risiken darstellen können. Weitere vergleichende Untersuchungen von Freiwasser- und Interstitialzonen in Bezug auf Nähr- und Schadstoffkonzentrationen könnten hier zu einem präziseren Verständnis der chemischen Verhältnisse beitragen.

Die Kolmationsuntersuchungen ergaben sowohl in der senkrechten wie auch horizontalen Ebene teils gravierende Unterschiede des Kolmationsgrads (Patchiness), häufig wenige Zentimeter voneinander entfernt. Dies ist vor allem vor dem Hintergrund interessant, dass bei der gesamtheitlichen Betrachtung der Gewässersohle keine starke Verstopfung des Porenraums in den relevanten Tiefen festgestellt werden konnte. Solche kleinräumigen Unterschiede in der Gewässersohle können die Qualität der Laichhabitate deutlich einschränken, selbst wenn die Gesamtheit der Sohle weniger stark beeinträchtigt ist.

Für die erfolgreiche Wiederansiedlung des Lachses im Einzugsgebiet der Sieg ist ein präzises, langfristiges Monitoring unabdingbar. Kleinräumige Prozesse und Unterschiede in der Gewässersohle können maßgeblich über den Erfolg der Wiederansiedlung sowie die Einhaltung der Vorgaben der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) entscheiden. Dies gilt insbesondere für die Überwachung und das Verständnis gewässercharakteristischer physikalisch-chemischer Parameter sowie des Kolmationsstatus im Interstitial.

Auf Grundlage der vorliegenden Ergebnisse wird empfohlen, relevante Parameter langfristig und in kurzen Intervallen in mehreren Abständen zur Sohloberfläche zu messen. Diese definierte Sedimenttiefen entsprechen den Interstitialräumen, die bspw. als Eiablageorte sowie als Aufenthaltsräume von Jungfischen der Salmoniden relevant sind. Werden Brutboxen zur Einschätzung der Schlupfraten eingesetzt, sollte pro Habitat eine räumlich getrennte Verteilung mehrerer Boxen erfolgen. Dadurch können Ausreißer infolge inhomogener Interstitialwasserchemie vermieden bzw. besser dargestellt werden. Werden kritische Werte aufgrund von kurzfristigen oder kleinräumigen Abweichungen übersehen, bleibt das Verständnis des Ökosystems sowie der Bruterfolg der Salmonidenpopulation unvollständig. In der Folge könnten Maßnahmen ihre potenzielle Wirkung nicht vollständig entfalten.

„Chemisch-physikalische Habitatbedingungen von Lachslaichgruben der Inde (NRW)“ (Bachelorarbeit Laura Wagner, Universität Bonn)

Die Bachelorarbeit beschäftigte sich mit den chemisch-physikalischen Habitatbedingungen innerhalb von simulierten Lachslaichgruben in der Inde. Ziel der Arbeit war es, die räumliche und zeitliche Dynamik der ACP-Parameter in der fließenden Welle und dem Interstitial in einem kleinräumig angelegten Forschungsdesign zu untersuchen und ihre Auswirkung auf die parallellaufenden in-situ Untersuchungen zum Bruterfolg des Atlantischen Lachses festzustellen.

Dazu wurden mehrere Messungen der chemisch-physikalischen Parameter Temperatur, Sauerstoff, Leitfähigkeit und pH-Wert sowie die Konzentrationen von Orthophosphat-P, Nitrat-N, Nitrit-N und Ammonium-N von Interstitialwasserproben und der fließenden Welle an einem Gewässerabschnitt der Inde bei Stolberg an drei unterschiedlichen Zeitpunkten durchgeführt. Ergänzt wurde die Beurteilung der Qualität der Laichhabitate durch die Untersuchung des Bruterfolgs von Lachslaich, der durch das Ausbringen und Auswerten von Brutboxen in der Gewässersohle gemessen wurde.

Die allgemeinen chemisch-physikalischen Parameter zeigen insgesamt im Untersuchungsgebiet im Verlauf stabile Messwerte und liegen zum großen Teil im Rahmen der Kennwerte. Temperaturschwankungen sind auf Änderungen der Lufttemperatur zurückzuführen. So folgt auch der Sauerstoffgehalt diesen Temperaturentwicklungen, sodass bei wärmeren Wassertemperaturen ein niedriger Sauerstoffgehalt festgestellt wurde. Zudem wurde in tieferen Zonen des Interstitials ein geringerer Sauerstoffgehalt gemessen als in darüber liegenden Zonen. Dieses Muster wurde auch bei der Trübung festgestellt, welche im unteren Bereich des Interstitials höhere Werte aufwies.

Die Nährstoffverhältnisse zeigten vor allem in Bezug auf Nitrat-N und Nitrit-N sowohl zeitliche als auch räumliche Schwankungen und wiesen eine heterogene Verteilung auf. Bei einigen Messungen wurde dabei der Nitrit-Kennwert für Salmonidenlaichgewässer überschritten. Die Nitratkonzentration zeigte, wie auch schon der Sauerstoffgehalt, einen Zusammenhang mit der Temperatur, sodass bei höheren Temperaturen eine höhere Nitratkonzentration festgestellt werden konnte.

Auch in verschiedenen Abständen zur Sohloberfläche zeigten die Messungen der Nährstoffkonzentrationen ein heterogenes Bild. Dies gibt einen Aufschluss auf punktuelle Nährstoffsinken im Interstitial, die durch punktuelle Quellen oder Sedimentanhäufungen entstehen könnten.

Der Bruterfolg zeigte erhebliche Unterschiede zwischen den Laichgruben und auch innerhalb derselben Grube zwischen einzelnen Brutboxen. So konnte in einigen Laichgruben kein Bruterfolg nachgewiesen werden, während in einer anliegenden Grube der höchste Bruterfolg von 75% verzeichnet wurde. Durch die Auswertung der ACP-Messungen können keine konkreten Hinweise auf den Bruterfolg geschlossen werden, da die Messungen Momentaufnahmen der Gewässersohle darstellen.

Insgesamt ist weitere Forschung notwendig, um die Habitatbedingungen von Salmoniden, wie dem Atlantischen Lachs, besser zu verstehen. Das gilt auch für die Heterogenität des Bruterfolgs. Zukünftig sollten weitere Aspekte wie Pilzkrankheiten, die während der Untersuchungen auftraten, in das Forschungsdesign integriert werden.

„Die Dynamik kleinräumiger Kolmationsprozesse in Lachslaichgewässern und deren Einfluss auf den Bruterfolg“ (Masterarbeit Isa Petzel, Universität Bonn)

In dieser Arbeit wurde der Zustand der Feinsedimente an Laichhabitatstrukturen im Zusammenhang mit der simulierten Brutaktivität des Lachses untersucht. Dafür wurde die Kolmation als Parameter gemessen und Brutboxen mit Laich des Atlantischen Lachses ausgebracht und der Bruterfolg ausgewertet. Ziel der Arbeit war es, die in vorangegangenen Untersuchungen bereits beobachtete ungleichmäßige Verteilung der Kolmation zu bestätigen, zeitliche Dynamiken zu untersuchen und dabei einen Zusammenhang zu dem Bruterfolg herzustellen. Die Arbeit wurde im Zusammenhang mit der Bachelorarbeit von Laura Wagner bearbeitet.

Zu diesem Zweck wurden Anfang 2024 parallel zu den in-situ Untersuchungen der Lachsentwicklung zu drei Zeitpunkten Kolmamtermessungen in 5 definierten Sedimenttiefen durchgeführt. Sie erfolgten an

einem, bereits im Laufe des Projektes erprobten, Abschnitt der Inde in einem engen räumlichen Zusammenhang innerhalb von ca. 400 Metern an 4 kartierten Laichhabitatstrukturen. An jeder dieser Strukturen wurden 3 Brutgruben angelegt, in welchen der Lachslaich zur Entwicklung eingegraben und gleichzeitig die Kolmation und weitere Gewässerspezifischen Parameter gemessen wurden.

Die Kolmametermessungen zeigten eine inhomogene Verteilung der Kolmation im Gewässerbett. Innerhalb einer Grube in verschiedenen Abständen zur Sohloberfläche, wie auch zwischen den Gruben und den Standorten ließen sich oft große Unterschiede zwischen wenig bis vollständig kolmatierten Bereichen feststellen. Dies zeigt den starken Einfluss kleinräumiger Sohlbeschaffenheiten und damit einhergehende Strömungsunterschiede auf die Ablagerung von Feinsedimenten im Interstitial. So sind auch an gleichen oberflächlichen Soilmorphologien ungleichmäßige Kolmationsverteilungen zu erkennen.

Bei der Betrachtung der Tiefenvariation waren zwei Zonen mit stärkerer Kolmation in einem Abstand von 20 und 50 cm zur Sohloberfläche erkennbar. Der wirkende Strömungseinfluss der fließenden Welle im oberen und des Grundwassers im unteren Bereich ließ sich hier erkennen.

Die Auswertung der zeitlichen Dynamik der Kolmation zeigte eine tendenzielle Zunahme der Verstopfung durch Feinsedimente bei der abnehmenden Abflussmenge zwischen den ersten beiden Messzeitpunkten. Zudem war eine tendenzielle Dekolmation aufgrund der simulierten Laichaktivität und hohen Abflussmengen in dem zweiten Zeitraum zu erkennen. Diese Beobachtungen ließen sich in die von Scholtes und Zumbroich (2025) aufgestellten Kolmationsmuster und deren Abfolgen einordnen.

Einen eindeutigen Zusammenhang zwischen den Ergebnissen des Bruterfolges und der Kolmation ließ sich nicht herstellen. Dennoch gibt die Variabilität des Bruterfolgs einen weiteren Hinweis auf die inhomogenen Zustände der Gewässersohle, die auch die Kolmation zeigte. Auch die Messung weiterer chemisch-physikalischen Parameter reihten sich in diese Erkenntnisse ein.

Nach diesen Erkenntnissen müssen Untersuchungen zur Qualität von Lachslaichgewässern auf kleinräumigen Skalen geschehen, um ein realistisches Bild des Zustandes der Gewässersohle zu erzielen. Vor allem die Kolmation muss dabei weiterhin berücksichtigt werden. In dieser Arbeit wurden nur Momentaufnahmen der Gewässersohle ausgewertet. Um ein umfassendes Bild der Dynamik der Kolmation zu erlangen sind weitere Forschungsarbeiten mit wiederholenden Messungen empfehlenswert.