



## **Durchführung systematischer Untersuchungen zur Konzeption funktionsgerechter Wanderhilfen im Bereich von Wasserkraftanlagen am Beispiel der Wasserkraftanlage Camburg/Döbritschen (Thüringen)**



Abschlussbericht Az: 18364/01

Das Projekt wurde unter dem Az: 18364/01+02 von der Deutschen  
Bundesstiftung Umwelt gefördert.

**Bearbeiter:** **Dipl.-Biol. Wolfgang Schmalz**  
**Dipl.-Biol. Maria Schmalz**

**Projektleitung:**

**Bewilligungsempfänger:** Hans Ulrich Graf

**Wiss. Kooperationspartner:** Hydrolabor Schleusingen

**Leitung des Hydrolabors:** Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Jörg Kranawetterreiser  
Dr.-Ing. Konrad Thürmer

Schleusingen, Juli 2007



## Inhaltsverzeichnis

<b>Verzeichnis der Abbildungen, Tabellen und Fotos .....</b>	<b>II</b>
<b>Verzeichnis von Begriffen und Definitionen .....</b>	<b>VIII</b>
<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>XI</b>
<b>1 Einleitung .....</b>	<b>1</b>
<b>2 Hauptteil .....</b>	<b>4</b>
<b>2.1 Untersuchungsgebiet.....</b>	<b>4</b>
2.1.1 Die Saale .....	4
2.1.2 Die Wasserkraftanlage Döbritschen .....	4
2.1.3 Die neu errichtete Fischwanderhilfe am Wehr.....	5
2.1.4 Der Fischabstiegsbypass.....	7
<b>2.2 Material und Methoden.....</b>	<b>8</b>
2.2.1 Untersuchungen zur Mindestwassermenge in der Ausleitungsstrecke.....	8
2.2.2 Untersuchung des Fischabstiegs.....	12
2.2.3 Funktionskontrolle des errichteten Fisch-Kanu-Passes hinsichtlich des Aufstiegs.....	16
<b>2.3 Ergebnisse und Diskussion.....</b>	<b>18</b>
2.3.1 Untersuchungen zur Mindestwassermenge in der Ausleitungsstrecke.....	18
2.3.2 Untersuchung des Fischabstiegs.....	34
2.3.3 Funktion des Fisch-Kanu-Passes hinsichtlich des Aufstiegs .....	46
<b>2.4 Öffentlichkeitsarbeit / Multiplikatoren.....</b>	<b>55</b>
<b>3 Fazit .....</b>	<b>58</b>
<b>4 Literaturverzeichnis .....</b>	<b>59</b>
<b>Danksagung .....</b>	<b>61</b>
<b>Anhang .....</b>	<b>62</b>

## Verzeichnis der Abbildungen, Tabellen und Fotos

### Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Zusammengefasste Daten zur Staustufe und zur Fischwanderhilfe in Döbritschen bei Camburg an der Saale.....	6
Tab. 2 Dominanzklassen aus [Müh93] .....	10
Tab. 3 ökologische Typisierung der aquatischen Makrofauna, verwendete Kategorien (aus [Bay98]) .....	11
Tab. 4: energetischer Verlust in einem Jahr in Abhängigkeit von der abzugebenden Mindestwassermenge .....	32
Tab. 5: Fischarten, deren Anzahl und prozentualer Anteil, die mit dem Hamen von 2003 bis 2004 erfasst wurden .....	34
Tab. 6: Verletzungskategorien äußerlich sichtbarer Verletzungen nach [Hol99] .....	35
Tab. 7: Verletzungskategorien erfasster Fischarten mit absoluten und prozentualen Häufigkeitsangaben .....	36
Tab. 8: Artanteil verendeter Fische, die nicht äußerlich erkennbar krankheitsbedingt vorgeschädigt waren .....	37
Tab. 9: Arten und deren Körpermaße sowie physischer Zustand, die aus dem Rechengut entnommen wurden .....	37
Tab. 10: max. Gesamtlänge der jeweiligen Fischart bei welcher sie anhand ihrer Körperbreite einen 20 mm Rechen passieren können .....	38
Tab. 11: Fischarten, deren Anzahl und prozentualer Anteil, die mit dem Hamen 2005 erfasst wurden ....	39
Tab. 12: Fischarten, deren Anzahl und prozentualer Anteil, die mit der Reuse im FKP 2005 erfasst wurden .....	43
Tab. 13: Fischarten, deren Anzahl und prozentualer Anteil, die 2005 mit der Reuse unterhalb des Bypasses erfasst wurden.....	44
Tab. 14: Übersicht der Veröffentlichungen .....	56
Tab. 15: Konzeptionelle Vorgaben des FKP und bauliche sowie hydraulische Aufmaßdaten zu verschiedenen Zeiten .....	65
Tab. 16: Anzahlen der detaillierten Verletzungsarten bei Barben (Mehrfachnennungen einzelner Tiere möglich) .....	122
Tab. 17: Anzahlen der detaillierten Verletzungsarten beim Döbel (Mehrfachnennungen einzelner Tiere möglich) .....	123
Tab. 18: Anzahlen der detaillierten Verletzungsarten bei Gründlingen (Mehrfachnennungen einzelner Tiere möglich) .....	125
Tab. 19: Anzahlen der detaillierten Verletzungsarten bei der Hasel (Mehrfachnennungen einzelner Tiere möglich) .....	127
Tab. 20: Anzahlen der detaillierten Verletzungsarten beim Hecht (Mehrfachnennungen einzelner Tiere möglich) .....	129
Tab. 21: Anzahlen der detaillierten Verletzungsarten bei der Plötze (Mehrfachnennungen einzelner Tiere möglich) .....	131
Tab. 22: Anzahlen der detaillierten Verletzungsarten bei Schmerlen (Mehrfachnennungen einzelner Tiere möglich) .....	133
Tab. 23: Anzahlen der detaillierten Verletzungsarten bei Stichlingen (Mehrfachnennungen einzelner Tiere möglich) .....	135
Tab. 24: Lateinische Artnamen der gefangenen Fischarten .....	174

## Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Überblick über Thüringer Fließgewässer (verändert nach [Thü98]) .....	1
Abb. 2: Lageplan der Wasserkraftanlage (WKA) (Karte verändert nach [Thü99]).....	5
Abb. 3: Vergleich der Individuenanzahl pro Probe im Mutterbett (MB) und der Referenzstrecke (Ref) mit Standardabweichung .....	20
Abb. 4: Vergleich der Taxazahl pro Probe im Mutterbett (MB) und der Referenzstrecke (Ref).....	21
Abb. 5: Vergleich der Ähnlichkeitskoeffizienten beim Vergleich der Proben zwischen Mutterbett und Referenz nach Sørensen bzw. Renkonen .....	21
Abb. 6: Dominanzverhältnisse der Taxa im Mutterbett zu den jeweiligen Probeterminen.....	22
Abb. 7: Dominanzverhältnisse der Taxa in der Referenzstrecke zu den jeweiligen Probeterminen.....	22
Abb. 8: Vergleich der Ähnlichkeitskoeffizienten beim Vergleich der Mai-Proben 2004 und 2005 zwischen Mutterbett und Referenz nach Sørensen bzw. Renkonen.....	23
Abb. 9: Dominanzverteilung der Strömungspräferenzen der Arten im Mutterbett und der Referenzstrecke Bedeutung der Abkürzungen in der Legende siehe Tabelle 3 in Kapitel 2.2.1.3.....	23
Abb. 10: Teilabbildung A: 2003 und 2005 erfasste Abundanzen der Köcherfliege <i>Hydropsyche</i> sp.; B: Präferenzkurve nach [DVW91]; C: CASIMIR-simulierte hydraulische Habitateignung bei unterschiedlichen Abflüssen; D: CASIMIR-simuliertes Habitatangebot bei unterschiedlichen Abflüssen .....	24
Abb. 11: Teilabbildung A: 2003 und 2005 erfasste Abundanzen der Eintagsfliege <i>Caenis</i> sp.; B: Präferenzkurve nach [DVW91]; C: CASIMIR-simulierte hydraulische Habitateignung bei unterschiedlichen Abflüssen; D: CASIMIR-simuliertes Habitatangebot bei unterschiedlichen Abflüssen .....	25
Abb. 12: Teilabbildung A: 2003 und 2005 erfasste Abundanzen der Egels <i>Erpobdella octoculata</i> ; B: Präferenzkurve nach [DVW91]; C: CASIMIR-simulierte hydraulische Habitateignung bei unterschiedlichen Abflüssen; D: CASIMIR-simuliertes Habitatangebot bei unterschiedlichen Abflüssen .....	26
Abb. 13: Vergleich der prozentualen Artenzusammensetzung der Befischungen im Mutterbett ohne (2003) und mit (2005) Mindestwasserabgabe .....	27
Abb. 14: fischfaunistische Referenz der Saale [Wag06] im Vergleich mit den Elektrobefischungen im Ober- und Unterwasser der WKA Döbritschen .....	33
Abb. 15: Größenklassen der erfassten Fische beim Fischabstieg 2005 über die Turbinen (Hamen), den Bypass und den FKP .....	39
Abb. 16: Vergleich des Fischabstiegs über den FKP im Vergleich zur Abwanderung durch die Turbinen innerhalb 12 Stunden .....	40
Abb. 17: Vergleich des Fischabstiegs über den FKP und den oberflächennahen Abstiegsbypass im Vergleich zur Abwanderung durch die Turbinen innerhalb 12 Stunden .....	41
Abb. 18: Vergleich des Fischabstiegs über den FKP und den bodennahen Abstiegsbypass im Vergleich zur Abwanderung durch die Turbinen innerhalb 12 Stunden .....	41
Abb. 19: Vergleich der Artenzusammensetzung (prozentuale Häufigkeit) der Elektrobefischungen im Oberwasser mit den Hamenfängen .....	45
Abb. 20: Vergleich der von oben und unten in die Besiedlungskisten eingewanderten Individuenanzahlen in der jeweiligen Probewoche .....	47
Abb. 21: Vergleich der von oben und unten in die Besiedlungskisten eingewanderten Taxazahlen in der jeweiligen Probewoche .....	47
Abb. 22: Einzeldarstellung der bevorzugten Einwanderungsrichtung dominanter Taxa .....	48
Abb. 23: Vergleich der erfassten Größenklassen bei den Elektrobefischungen mit den Fischaufstiegskontrollen 2005 .....	49

Abb. 24: Vergleich Häufigkeit der Arten bei den Aufstiegskontrollen mit den Daten der Elektrofischung – links mit Gründling und rechts Anzahlen ohne Gründling .....	50
Abb. 25: Vergleich erfasster Fischarten hinsichtlich ihrer Häufigkeit bei Elektrofischungen im Turbinenkanal im Vergleich zu Reusenfängen in der Fischwanderhilfe am Wehr im Frühjahr 2005 .....	52
Abb. 26: Vergleich erfasster Fischarten hinsichtlich ihrer Häufigkeit bei Elektrofischungen im Turbinenkanal im Vergleich zu Reusenfängen in der Fischwanderhilfe am Wehr im Herbst 2005 .....	52
Abb. 27: Vergleich der prozentualen Anteile aufgestiegener Fischen der Reusenkontrollen 2005 mit 2006 .....	54
Abb. 30: Skizze Draufsicht zur Riegelanordnung .....	64
Abb. 31: Lageplan der aufgemessenen Querprofile, der eingebrachten Datalogger 1 bis 10 und der projektbezogenen Pegelmesstellen .....	67
Abb. 32: mittels Datalogger stündlich gemessene Wassertemperaturen an verschiedenen Stellen im Mutterbett, Turbinenkanal und Oberwasser der WKA im August 2003 ohne Mindestwasserabgabe (Abfluss unter 20 m <sup>3</sup> /s).....	68
Abb. 33: mittels Datalogger stündlich gemessene Wassertemperaturen an verschiedenen Stellen im Mutterbett, Turbinenkanal, Zusammenfluss im UW und Oberwasser der WKA im November 2003 ohne Mindestwasserabgabe (Abfluss unter 20 m <sup>3</sup> /s).....	68
Abb. 34: mittels Datalogger stündlich gemessene Wassertemperaturen an verschiedenen Stellen im Mutterbett, Turbinenkanal und Oberwasser der WKA im Juni 2004 ohne Mindestwasserabgabe (bei Abfluss unter 20 m <sup>3</sup> /s) .....	69
Abb. 35: mittels Datalogger stündlich gemessene Wassertemperaturen an verschiedenen Stellen im Mutterbett, Turbinenkanal und Oberwasser der WKA im Juni 2005 mit Mindestwasserabgabe von mind. 3,1 m <sup>3</sup> /s.....	69
Abb. 36: mittels Datalogger stündlich gemessene Wassertemperaturen an verschiedenen Stellen im Mutterbett, Turbinenkanal und Oberwasser der WKA im Oktober 2004 ohne Mindestwasserabgabe (bei Abfluss unter 20 m <sup>3</sup> /s).....	70
Abb. 37: mittels Datalogger stündlich gemessene Wassertemperaturen an verschiedenen Stellen im Mutterbett, Turbinenkanal und Oberwasser der WKA im Oktober 2005 mit Mindestwasserabgabe von mind. 3,1 m <sup>3</sup> /s.....	70
Abb. 38: Skizze des Hamens .....	72
Abb. 39: Skizze der Steertreuse .....	73
Abb. 40: Prinzipskizze der Richtungsfallen [Arb03].....	98
Abb. 41: Seitenansicht (a) und Draufsicht (b) der Richtungsfallen [Arb03].....	98
Abb. 42: Strömungssimulation mit Hydro2de bei 1,75 m <sup>3</sup> /s .....	100
Abb. 43: Strömungssimulation mit Hydro2de bei 3,2 m <sup>3</sup> /s .....	100
Abb. 44: Strömungssimulation mit Hydro2de bei 6,4 m <sup>3</sup> /s .....	101
Abb. 45: Strömungssimulation mit Hydro2de bei 10,9 m <sup>3</sup> /s .....	101
Abb. 46: Strömungssimulation mit CASIMIR von 1,75 bis 10,9 m <sup>3</sup> /s .....	102
Abb. 47: Wassertiefen mit CASIMIR bei 1,75 bis 10,9 m <sup>3</sup> /s.....	103
Abb. 48: Sohlsubstratverteilung und dessen Lückigkeit mit CASIMIR.....	104
Abb. 49: CASIMIR-Habitatprognose adulte Barbe bei 1,75 bis 10,9 m <sup>3</sup> /s .....	105
Abb. 50: CASIMIR-Habitatprognose adulte Barbe im Winter bei 1,75 bis 10,9 m <sup>3</sup> /s .....	106
Abb. 51: CASIMIR-Habitatprognose Barbe laichend bei 1,75 bis 10,9 m <sup>3</sup> /s.....	107
Abb. 52: CASIMIR-Habitatprognose Barbe Brut bei 1,75 bis 10,9 m <sup>3</sup> /s.....	108
Abb. 53: CASIMIR-Habitatprognose Barbe juvenil bei 1,75 bis 10,9 m <sup>3</sup> /s.....	109

---

Abb. 54: CASIMIR-Habitatprognose Äsche laichend bei 1,75 bis 10,9 m <sup>3</sup> /s .....	110
Abb. 55: CASIMIR-Habitatprognose Äsche Brut bei 1,75 bis 10,9 m <sup>3</sup> /s .....	111
Abb. 56: CASIMIR-Habitatprognose Äsche juvenil bei 1,75 bis 10,9 m <sup>3</sup> /s .....	112
Abb. 57: CASIMIR-Habitatprognose Äsche adult bei 1,75 bis 10,9 m <sup>3</sup> /s.....	113
Abb. 58: CASIMIR-Habitatprognose Schmerle adult bei 1,75 bis 10,9 m <sup>3</sup> /s.....	114
Abb. 59: CASIMIR-Habitatprognose Schmerle juvenil bei 1,75 bis 10,9 m <sup>3</sup> /s .....	115
Abb. 60: CASIMIR-Habitatprognose Schmerle laichend bei 1,75 bis 10,9 m <sup>3</sup> /s .....	116
Abb. 61: CASIMIR-Habitatprognose Schmerle Brut bei 1,75 bis 10,9 m <sup>3</sup> /s.....	117
Abb. 62: Längen-Dickenverhältnis erfasster Aale .....	119
Abb. 63: Längen-Dickenverhältnis erfasster Bachforellen .....	120
Abb. 64: Längen-Dickenverhältnis erfasster Barben.....	121
Abb. 65: prozentuale Anteile der bei Barben ermittelten Verletzungskategorien.....	122
Abb. 66: Längen-Dickenverhältnis erfasster Döbel.....	123
Abb. 67: Längen-Dickenverhältnis erfasster Gründlinge.....	124
Abb. 68: prozentuale Anteile der bei Gründlingen ermittelten Verletzungskategorien .....	125
Abb. 69: Längen-Dickenverhältnis erfasster Hasel .....	126
Abb. 70: prozentuale Anteile der bei Haseln ermittelten Verletzungskategorien .....	127
Abb. 71: Längen-Dickenverhältnis erfasster Hechte.....	128
Abb. 72: prozentuale Anteile der beim Hecht ermittelten Verletzungskategorien.....	129
Abb. 73: Längen-Dickenverhältnis erfasster Plötzen .....	130
Abb. 74: prozentuale Anteile der bei Plötzen ermittelten Verletzungskategorien .....	131
Abb. 75: Längen-Dickenverhältnis erfasster Schmerlen .....	132
Abb. 76: prozentuale Anteile der bei Schmerlen ermittelten Verletzungskategorien.....	133
Abb. 77: Längen-Dickenverhältnis erfasster Stichlinge.....	134
Abb. 78: prozentuale Anteile der bei Stichlingen ermittelten Verletzungskategorien.....	135

## Fotoverzeichnis

Foto 1: Nadelwehr in Döbritschen vor Errichtung der Fischwanderhilfe .....	138
Foto 2: Modell einer Francisturbine .....	138
Foto 3: fertig errichtete Betonrinne für den FKP.....	139
Foto 4: mit Borstenelementen und Sohlsubstrat bestückter FKP vor Inbetriebnahme .....	139
Foto 5: Borstenelement bei der Herstellung.....	140
Foto 6: die Einzelborsten wurden auf einer Heizplatte zusammenschmolzen.....	140
Foto 7: Aufbau der Sohlstruktur.....	141
Foto 8: in Freischussschütz bodennah eingebrachtes Schlupfloch .....	141
Foto 9: das Feischussschütz mit bodennahem Schlupfloch beim Einsetzen in die U-Profile.....	142
Foto 10: montiertes Abstiegsbypassrohr .....	142
Foto 11: Abstiegsbypassrohr in Betrieb.....	143
Foto 12: Aufnahme des Geländeprofiles im Mutterbett.....	143
Foto 13: Messung der Sohlschubspannung mittels Halbkugelmethode im Mutterbett .....	144
Foto 14: gezielte Restwasserabgabe über das Wehr für die Strömungsmessungen und Halbkugeldatenerfassung im Mutterbett.....	144
Foto 15: Makrozoobenthosprobenahme mit dem Hess-Sampler in der Referenzstrecke .....	145
Foto 16: Makrozoobenthosprobenahme mit dem „Saug-Sampler“ im Mutterbett.....	145
Foto 17: ausgebreiteter Hamen nach seiner Anlieferung in Schleusingen .....	146
Foto 18: unterhalb der Turbinen eingebrachter Hamen .....	146
Foto 19: Detailansicht der Hamenöffnung mit Edelstahl-Dreiecken und Metallkette .....	147
Foto 20: rechter Stahlträger mit angeschweißter Führungsschiene .....	147
Foto 21: Detailaufnahme des in den rechten Stahlträger eingeführten T-Profiles .....	148
Foto 22: blaues Fass als Auftriebskörper zum Aufschwimmen der Hamenecke bei der Demontage .....	148
Foto 23: am Steertreusenende angebrachter Mörtelkübel.....	149
Foto 24: Messung abiotischer Parameter.....	149
Foto 25: Messung der Sichttiefe mittels Secchischeibe; sie wird im Wasser versenkt, bis sie gerade noch sichtbar ist und notiert dann die entsprechende eingetauchte Schnurlänge als Sichttiefe .....	150
Foto 26: an Führungsleine in richtung Steertreuse bewegter Ponton.....	150
Foto 27: Heben der Steertreuse auf den Ponton .....	151
Foto 28: Leerung des Mörtelkübels der Steertreuse durch deren Reißverschluss .....	151
Foto 29:Längenmessung einer Bachforelle.....	152
Foto 30:Dickenmessung einer Bachforelle.....	152
Foto 31: Gewichtsermittlung eines Fisches.....	153
Foto 32: mit Saalewasser durchströmte Fässer für die Fischhälterung .....	153
Foto 33: sezierter Gründling wird mit Licht durchleuchtet, um Wirbelsäulenschäden und Blutungen zu ermitteln .....	154
Foto 34: Durchsuchen des Rechengutes nach Fischen.....	154
Foto 35: mit Fass beschwerte Halterung (rechts im Bild) des Splitbeamers – dieser zur ist Erfassung von Fischen vor dem Rechen auf die rechte Seite des Rechens ausgerichtet.....	155
Foto 36: Auf- und Abstiegsreuse in den U-Profilen des Einlaufbauwerks des FKP eingesetzt .....	155

---

Foto 37: zusätzliche Wasserabgabe über das Wehr im Bereich der Fischwanderhilfe zur Gewährleistung der Mindestwasserabgabe .....	156
Foto 38: unter Holzbalken eingebrachte Schwalgreuse zur Kontrolle des Fischabstiegs über den Bypass .....	156
Foto 39: Elektrofischung im Staubereich des Oberwassers der WKA.....	157
Foto 40: Einbau der Besiedlungskisten in den FKP zur Kontrolle der Makrozoobenthoswanderung.....	157
Foto 41: geöffnete Wehrfelder zur Abgabe einer zusätzlichen Wassermenge zur Gewährleistung der Mindestwasserabgabe.....	158
Foto 42: das Freischussschütz im unmittelbaren Bereich vor dem Rechen ist optimal für den Fischabstieg geeignet.....	158
Foto 43: für den oberflächennahen Fischabstiegs wurde das oberste Brett des Feischussschützes entnommen.....	159
Foto 44: Blutung im Bereich der Wirbelsäule bei einem seziierten Gründling (siehe Pfeil).....	160
Foto 45: Wirbelsäulenverletzung bei einem seziierten Gründling (siehe Pfeil).....	160
Foto 46: unregelmäßige Stababstände des Rechens aufgrund von Verbiegungen .....	161
Foto 47: Sedimentablagerung vor dem Rechen im Bereich der linken Ufermauer (flussabwärts) .....	161
Foto 48: von Kormoranen verletzter Karpfen .....	162
Foto 49: beim ersten Probelauf umgefallene Borstenelemente .....	162
Foto 50: mittels Metallwinkel fixierte Borstenelemente .....	163
Foto 51: FKP in Betrieb .....	163
Foto 52: Aufstiegsreuse in den U-Profilen des Einlaufbauwerkes des FKP zur Aufstiegskontrolle 2006	164
Foto 53: FKP im Hintergrund des Bildes ohne paralleler gezielter Mindestwasserabgabe – durch das Wehr fließt unkontrolliert Wasser, welches konkurrierend zum FKP eine Lockströmung erzeugen kann .....	164
Foto 54: Döbel im Bereich unterhalb des Wehres .....	165
Foto 55: große Gründlingschwärme in flachen Bereichen im Mutterbett.....	165
Foto 56: blutunterlaufenes Auge unterhalb der Pupille bei einem Gründling.....	166
Foto 57: Blutung zwischen den Brustflossen auf der Bauchseite bei einem Gründling.....	166
Foto 58: infektiöse Fleischwunden bei Gründlingen .....	167
Foto 59: infektiöse Fleischwunde bei einem Gründling; die Afterflosse fehlt dadurch vollständig.....	167
Foto 60: Schuppenverluste im hinteren Drittel an einer Hasel; die Schwanzflosse war abgetrennt (Kategorie 5) .....	168
Foto 61: Schuppenverluste bei Haseln; rechts im Bild Hasel mit flächigen Schuppenverlusten .....	168
Foto 62: Schuppenverluste und Fleischwunde bei einem Hecht .....	169
Foto 63: Schuppenverluste und Fleischwunde bei einem Hecht; die Draufsicht zeigt, dass beide Seiten aufgrund der Rechenpassage gleichermaßen geschädigt sind .....	169
Foto 64: durch die Rechenpassage verletzter Hecht .....	170
Foto 65: Schuppenverluste und Fleischwunde bei einer Plötze .....	170
Foto 66: flächige Schuppenverluste und Blutung im hinteren Bereich bei einer Plötze .....	171
Foto 67: entzündete Wunde bei einer Plötze .....	171
Foto 68: Blutunterlaufenes Auge bei einem Stichling .....	172
Foto 69: Fleischwunde vor der Rückenflosse bei einem Zander .....	172

## Verzeichnis von Begriffen und Definitionen

**Abiotische Faktoren:** chemische und physikalische Faktoren, die auf die Organismen einwirken

**Abundanz:** Anzahl der Individuen pro Fläche

**Adult:** erwachsen bzw. geschlechtsreif

**Ausleitungskraftwerk:** Kraftwerk, welches über einen Mühlgraben Wasser zur Energieerzeugung ausleitet

**Ausleitungsstrecke:** auch Mutterbett; ehemaliges Gewässerbett an Ausleitungskraftwerken, welchem aufgrund der Energiegewinnung Wasser über einen Mühlgraben ausgeleitet wurde

**Energiedissipation:** (lat. Zerstreuung) Überführung der potentiellen und kinetischen Energie des Wassers in Wärme, als Maß der Turbulenzverhältnisse in Becken von Fischwanderhilfen

**Fischereischäkel:** Sonderform des Schäkels, der am Schraubbolzen keinen Flügel, sondern einen flachen Vierkantkopf zum Zuschrauben besitzt, welcher sich nicht im Netzwerk verheddern kann

**FKP:** Fisch-Kanu-Pass

**Floßgassenschütz:** Für die Flößerei ist ein entsprechender Durchlass am Wehr vorhanden, der mit einem Schütz (siehe Glossar) verschlossen ist und für die Floßpassage geöffnet wurde

**Freischuss bzw. Freischusskanal:** Kanal im unmittelbaren Bereich vor der WKA über welchen der Stauraum mittels Öffnen des Schützes abgelassen werden kann – wird auch im Hochwasserfall zur zusätzlichen Entlastung geöffnet.

**Habitat:** Standort, an dem eine Art regelmäßig vorkommt

**Hamen:** Fischfangeinrichtung, welche durch strömendes Wasser offen (fängig) gehalten wird

**Invertebraten:** wirbellose Organismen

**Juvenil:** nicht geschlechtsreif

**Kehle:** Netztrichter in einer Reuse, der das Entweichen der gefangenen Fische verhindert. In Reusen sind oft mehrere Kehlen hintereinander angeordnet, so dass sich mehrere Kammern ergeben.

**Laichhabitat:** Lebensraum, der zur Eiablage aufgesucht wird

**Makrozoobenthos:** mit bloßem Saugel erkennbare wirbellose Organismen, die den Gewässerboden besiedeln

**MHQ:** mittlerer Hochwasserabfluss; mittlerer oberer Grenzwert der Abflüsse, arithmetisches Mittel der oberen Grenzwerte mehrerer gleichartiger Zeitabschnitte

**MNQ:** mittlerer Niedrigwasserabfluss; mittlerer unterer Grenzwert der Abflüsse, arithmetisches Mittel der unteren Grenzwerte in mehreren gleichartigen Zeitabschnitten

**MQ:** mittlerer Abfluss, arithmetisches Mittel der Abflüsse im betrachteten Zeitraum

**Limnophil:** strömungsmeidend, ruhige Gewässerbereiche bevorzugend

**Mühlgraben:** über den Mühlgraben wird Wasser zur WKA zur Energiegewinnung ausgeleitet

**Mutterbett:** natürlicher Flusslauf an Ausleitungskraftwerken zwischen Wehr und somit dem Abzweig und der Einmündung des Mühlgraben; dem Mutterbett wird ein großer Teil des Wassers entzogen und der Wasserkraftnutzung zur Verfügung gestellt

**Oberwasser:** Teil des Gewässers, der sich oberhalb eines Querbauwerkes (z. B. Wehr) befindet

**Ponton:** (frz. »Brückenboot«), schwimmende Arbeitsplattform

**Reuse:** Netzschlauch mit eingebauten Kehlen zum Fang von Fischen

**Rheophil:** strömungsliebend, bevorzugt schnell strömende Bereiche

**Rheotaktisch:** sich gegen die Strömung orientierend

**Schäkel:** durch einen Schraubbolzen verschließbarer Metallbügel

**Schütz:** (hier Planschütz) Konstruktionselement zum Absperren und Aufstauen von Wasser in Wehranlagen, Talsperren und Wasserkraftanlagen, bestehend aus Stautafeln, die in seitlichen Führungsnuten gelagert sind

**Schwalgreuse:** Reuse mit durch Vorbau (Schwalg) erweitertem Reuseneingang

**Steert:** der Reusensteert ist die letzte Fangkammer in einer Reuse

**Steerreuse:** am Ende des Hamens angebrachte Reuse

**Taxa:** (Einzahl Taxon) Gruppe von Organismen, die als formale Einheit auf irgendeiner Stufe der hierarchischen Klassifikation gewertet wird (z. B. ist die Ordnung der Eintagsfliegen (*Ephemeroptera*) ebenso ein Taxon wie die Familie der Zuckmücken (*Chironomidae*))

**Triebwerkskanal:** siehe Mühlgraben

**Turbinenkanal:** Kanal, der das Wasser von den Turbinen kommend flussabwärts abführt

**Unterwasser:** Teil des Gewässers, der sich unterhalb eines Querbauwerkes (z. B. Wehr) befindet

**WKA:** Wasserkraftanlage

**Verwendete Formeln und Formelzeichen****Formel 1 Berechnung der Dominanz (nach [Müh93])**

$$D = \frac{n}{N} \times 100 \text{ in [\%]}$$

- n = Individuenzahl der Art i  
 N = Gesamtindividuenzahl der Artengemeinschaft

**Formel 2 Berechnung des RENKONEN-Koeffizienten (aus [Müh93])**

$$Re = \sum_{i=1}^G \min D_{A,B} \text{ in [\%]}$$

$$D = \frac{n_A}{N_A} \text{ bzw. } \frac{n_B}{N_B} \times 100$$

- min  $D_{A,B}$  = Summe der jeweils kleineren Dominanzwerte (D) der gemeinsamen Arten von zwei Standorten A und B  
 i = Art i  
 G = Zahl der gemeinsamen Arten  
 $n_{A,B}$  = Individuenzahl der Art i in Gebiet A bzw. B  
 $N_{A,B}$  = Gesamtindividuenzahl in Gebiet A bzw. B

**Formel 3 Berechnung des SØRENSEN-Quotienten (aus [Müh93])**

$$QS = \frac{2G}{S_A + S_B} \times 100 \text{ in [\%]}$$

- G = Zahl der in beiden Gebieten gemeinsam vorkommenden Arten  
 $S_A, S_B$  = Zahl der Arten in Gebiet A bzw. B

## Zusammenfassung

In dem hier vorgestellten Projekt wurden verschiedene ökosystemare Parameter untersucht, die im Bereich von Wasserkraftanlagen, hier am Beispiel des Ausleitungskraftwerks Döbritschen an der Saale, beeinflusst werden. Lösungsorientiert wurden davon ausgehend ökologische Verbesserungen vorgeschlagen bzw. umgesetzt. Untersuchungsschwerpunkte waren die über das Wehr abzugebende Mindestwassermenge, der Fisch- und Makrozoobenthosaufstieg, sowie der Fischabstieg. Bei letzterem wurden unter anderem auch die turbinenbedingten Fischschäden, verursacht durch die dort eingebauten Francisturbinen, untersucht. Im Rahmen der Untersuchungen des Fischaufstiegs wurde exemplarisch untersucht, ob nur eine Fischwanderhilfe am Wehr ausreichend ist oder ob eine zweite Fischwanderhilfe, die den Turbinenkanal mit dem Oberwasser verbindet, zusätzlich notwendig ist.

Bei der Restwasserproblematik zeigte sich, dass an diesem Standort mit rückgestautem, relativ breitem Mutterbett die gezielte, behördlich festgelegte Restwasserabgabe von 3,1 m/s keinen relevanten Einfluss auf die Biozönose des etwa 170 m langen Mutterbettes hat. Ohne gezielte Restwasserabgabe flossen schätzungsweise bis zu 1 m<sup>3</sup>/s unkontrolliert durch das Nadelwehr. Weder das Temperaturregime noch das Strömungsbild wurde durch die gezielte Restwasserabgabe maßgeblich beeinflusst.

Im Rahmen der Fischaufstiegskontrollen an der am Wehr neu errichteten Fischwanderhilfe wurde nachgewiesen, dass an diesem Standort zwei Fischwanderhilfen notwendig sind. So zogen limnophile Fischarten den Aufstieg über das strömungsberuhigte Mutterbett vor, während rheophile Arten vorwiegend in den Turbinenkanal einwanderten. Indifferente Arten wie Döbel und Gründling konnten in beiden Bereichen in größerer Anzahl nachgewiesen werden.

Für den Fischabstieg stellte die Wanderhilfe am Wehr keine nennenswerte Alternative dar. Ein eigens vor dem Rechen installierter Bypass wurde im direkten Vergleich besser angenommen. Dennoch sind hier Verbesserungen notwendig, um relevante Fischmengen abwärts zu führen.

Die turbinenbedingten Schäden an Fischen zeigten ein anderes Bild als die durch Dr. Holzner an einem Standort am Main mit Kaplan-turbinen gewonnen Erkenntnisse [Hol99]. Es war kein mit den Fischlängen korreliertes Verletzungsrisiko gegeben. Total- und Teildurchtrennungen waren die Ausnahme. Häufigste Verletzungen stellten Schuppenverluste und Blutungen (vorwiegend in den Augen) dar. 79% der untersuchten Fische überlebten unverletzt die Turbinenpassage.

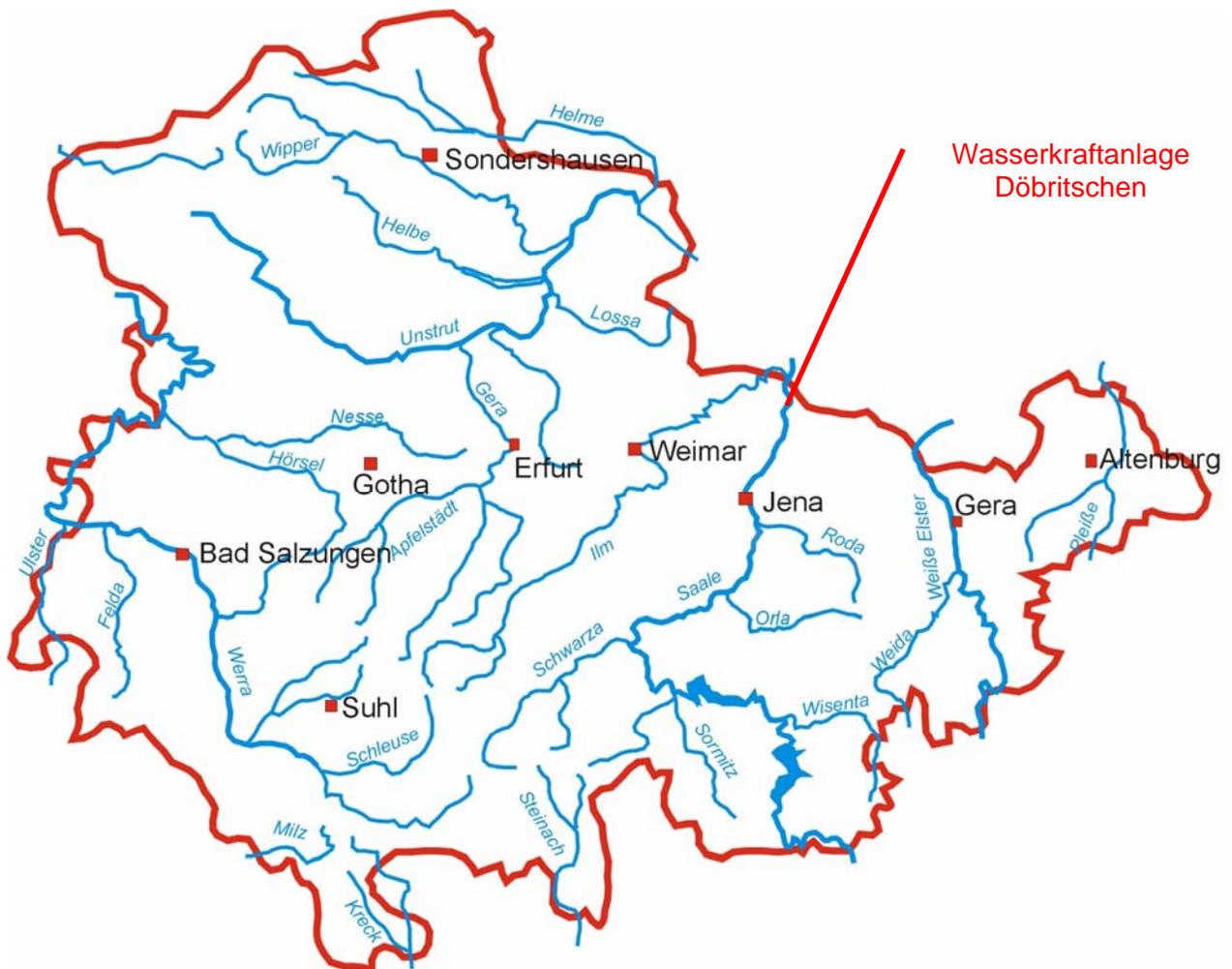
Die Ergebnisse verdeutlichen, dass die Schadensraten einzelner Wasserkraftanlagen mit ihren unterschiedlichen technischen Ausstattungen und Betriebsweisen diesbezüglich sehr differenziert betrachtet werden müssen.

Durch den Rechen kamen nur in Ausnahmefällen gesunde Fisch zu Schaden.



## 1 Einleitung

Die Notwendigkeit der Erzeugung alternativer Energien durch die Nutzung der Wasserkraft einerseits und die Beeinträchtigung der Fließgewässer durch die Zerschneidung mit Querbauwerken andererseits birgt ein hohes Konfliktpotenzial. Um dieses zu verringern, wird seit einigen Jahren angestrebt, bestehende Wasserkraftanlagen ökosystemverträglich zu verbessern. Dabei steht meist die Wiederherstellung der Durchgängigkeit des Gewässers für wandernde Organismen (Fische und bodenbewohnende Gewässerinvertebraten) im Vordergrund. Fische wandern aus unterschiedlichen Gründen. So werden auf Laichwanderungen geeignete Laichplätze aufgesucht oder auf der Suche nach neuen Nahrungsressourcen Wanderungen durchgeführt [Hol99]. Beide Wanderrichtungen, flussauf- und flussabwärts sind für viele Fischarten von existentieller Bedeutung [Sch00]. Oberstes Ziel des von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt geförderten Projektes ist die Wiederherstellung der Durchgängigkeit an der Wasserkraftanlage in Camburg/Döbritschen (Saale) in Thüringen, an welcher zuvor keine Wanderhilfen existierten (Abb. 1).



**Abb. 1:** Überblick über Thüringer Fließgewässer (verändert nach [Thü98])

Hierbei bot sich die Möglichkeit, den Einfluss der Errichtung von Wanderhilfen auf die Migrations- und Orientierungsbewegungen der Fischfauna und des Makrozoobenthos detailliert zu untersuchen. Von Projektbeginn an wurde auch das Problem des Fischabstieges betrachtet. Bezüglich der abwärts gerichteten Migration ist vieles wissenschaftlich ungeklärt [Ada00]. Dies ist mitunter auf methodische Schwierigkeiten bei der Erfassung abwandernder Fische zurückzuführen. Bei der Telemetrie mittels Funksendern beispielsweise lässt sich nur eine geringe Anzahl an Fischen verfolgen. Sollen allerdings verschiedene Größenklassen und möglichst alle Arten eines Gewässerabschnittes bei ihrer Wanderung erfasst werden, muss eine Fangtechnik mit Reusen und Netzen zum Einsatz kommen. Entsprechend kam die DBU-geförderte Fangtechnik zum Einsatz (Az. 18620 [Sch02a]), welche sich bereits 2001 bei der Effizienzkontrolle akustischer Scheuchanlagen in der Saale bewährt hatte (Az. 15864 [Sch02b]). Neben Wissensdefiziten bzgl. des Fischabstiegs allgemein sind fundierte Detailkenntnisse zu turbinenbedingten Fischschäden kaum vorhanden. So kann aufgrund fehlender Nachweise nicht klar belegt werden, welche Turbinentypen bei entsprechender Fallhöhe welche Schadenszahlen und Fischschadensarten an Fischen verursachen. Somit wird dieses Thema in der Öffentlichkeit äußerst konträr und polemisch diskutiert. Je nach Lobbyzugehörigkeit wird behauptet, dass alle Fische „zerhäckselt“ werden bzw. keine nennenswerten Fischschäden entstehen würden. Um hier einen Wissensbaustein hinzuzufügen, wurden methodisch vergleichbare Untersuchungen zu den Forschungsergebnissen von Holzner [Hol99] durchgeführt. Seine Arbeiten erfolgten an Kaplan- und Francis-Turbinen im Main. In den hier vorliegenden Ergebnissen wurden Untersuchungen an Francis-Turbinen vorgenommen.

Die Funktionskontrolle der nach Abschluss der Vorstudien errichteten Wanderhilfe erfolgte sowohl hinsichtlich der Durchgängigkeit für das Makrozoobenthos als auch im Hinblick auf die Durchwanderbarkeit des Gewässers für Fische in beide Richtungen.

Von behördlicher Seite ist für diesen Standort eine Restwassermenge von 3,1 m<sup>3</sup>/s vorgesehen. Um eine systemgerechte, möglicherweise dynamisch angepasste Mindestwasserabgabe vorzuschlagen, wurde die Ausleitungsstrecke mit Hilfe des „CASIMIR-Simulationsmodells“ (Computer Aided Simulation Modell for Instream Flow Regulation; DBU-Förderung Az 03995 und 12245) untersucht. Abschließend wurden die Auswirkungen verschiedener Restwassermengen betrachtet. Die konkreten Auswirkungen ohne und mit gezielter Mindestwasserabgabe auf die aquatische Biozönose waren ebenfalls Gegenstand der Untersuchungen.

Das Projekt ist als Stufenplan konzipiert. Dieser sieht vor, dass nach der Errichtung der Wanderhilfe zwischen Oberwasser und Mutterbett untersucht wird, ob damit die Durchgängigkeit bereits ausreichend gewährleistet ist. Dies schließt die Untersuchung der möglichen Umorientierungsleistung von Fischen an kurzen Turbinenauslaufkanälen ein. Sollte sich herausstellen, dass eine Wanderhilfe nicht ausreicht, wird eine zweite Anlage errichtet und hinsichtlich ihrer Funktion überprüft.

Die Projektphasen gestalten sich wie folgt:

**Erfassung des Ist-Zustandes:** In dieser Projektphase wurde 2003 und 2004 die Biozönose des Mutterbettes ohne gezielte Restwasserabgabe untersucht. Parallel fand die Erfassung der über den Turbinenkanal abwandernden Fische und ihrer turbinenbedingten Schädigungen statt. Mittels Echolot mit horizontalem Splitbeamer wurde die Orientierung der Tiere im Oberwasser vor der Wasserkraftanlage untersucht.

**Untersuchungen nach dem Bau der ersten Fischwanderhilfe:** Im Herbst 2004 wurde am Wehr ein Fisch-Kanu-Pass errichtet. Im Frühjahr 2005 wurde zusätzlich ein Bypass für den Fischabstieg vor dem Rechen der Wasserkraftanlage in Betrieb genommen. Nach dem Bau der Wanderhilfe wurde die behördlich geforderte Restwassermenge von 3,1 m<sup>3</sup>/s über das Wehr nicht unterschritten. Sie wurde überwiegend in der Nähe der Fischwanderhilfe abgegeben, um die Lockströmung zu verstärken. Vergleichend zum Ist-Zustand erfolgte die Erfassung der Biozönose im Mutterbett unter den veränderten Abflussbedingungen. Mit verschiedenen Reusen- und Netzfangmethoden wurden die Fischwanderungen (flussauf- und -abwärts) untersucht, um folgende Fragestellungen zu beantworten:

Gewährleistet die Wanderhilfe die Durchgängigkeit für die Fisch- und Makrozoobenthosfauna?  
Reicht diese eine Fischwanderhilfe aus oder muss eine weitere im Bereich des Ausleitungskraftwerkes errichtet werden?

Welchen Beitrag leistet die Fischwanderhilfe hinsichtlich des Fischabstiegs?

Wie viele Fische können über den Bypass vor der Rechenanlage im Vergleich zur Abwanderung durch die Turbinen flussabwärts geleitet werden?

Über den beantragten Projektrahmen hinausgehend wurde die Funktionsfähigkeit der Fischwanderhilfe am Wehr ohne gezielte Mindestwasserabgabe vergleichend zu den Untersuchungen 2005 mit lockströmungserzeugender Restwasserabgabe untersucht.

Der Stufenplan des Projektes sieht vor, eine zweite Fischwanderhilfe zu errichten, falls diese eine Anlage im Bereich des Wehres nicht ausreichend ist. Entsprechend der Ergebnisse schließt sich somit eine weitere Projektphase an.

**Untersuchungen nach dem Bau einer zweiten Fischwanderhilfe:** Sollten die Ergebnisse der ersten Projektphase zeigen, dass der Fisch-Kanu-Pass am Wehr als alleinige Anlage nicht ausreichend ist, wird eine zweite Fischwanderhilfe errichtet, die den Turbinenauslaufkanal mit dem Oberwasser verbindet. Anschließend erfolgen erneute Netz- und Reusenfänge, die auch den zweiten Fischpass einbeziehen. Über die Funktionskontrolle der Aufstiegsanlage hinausgehend sind dann Aussagen möglich, wie sich die Fischwanderungen im Vergleich beider Anlagen aufspalten.

Um den vorgegebenen Rahmen der Abschlussberichtslänge nicht zu überschreiten, wurden die Inhalte in möglichst komprimierter und zum Teil zusammengefasster Form dargestellt.

## 2 Hauptteil

### 2.1 Untersuchungsgebiet

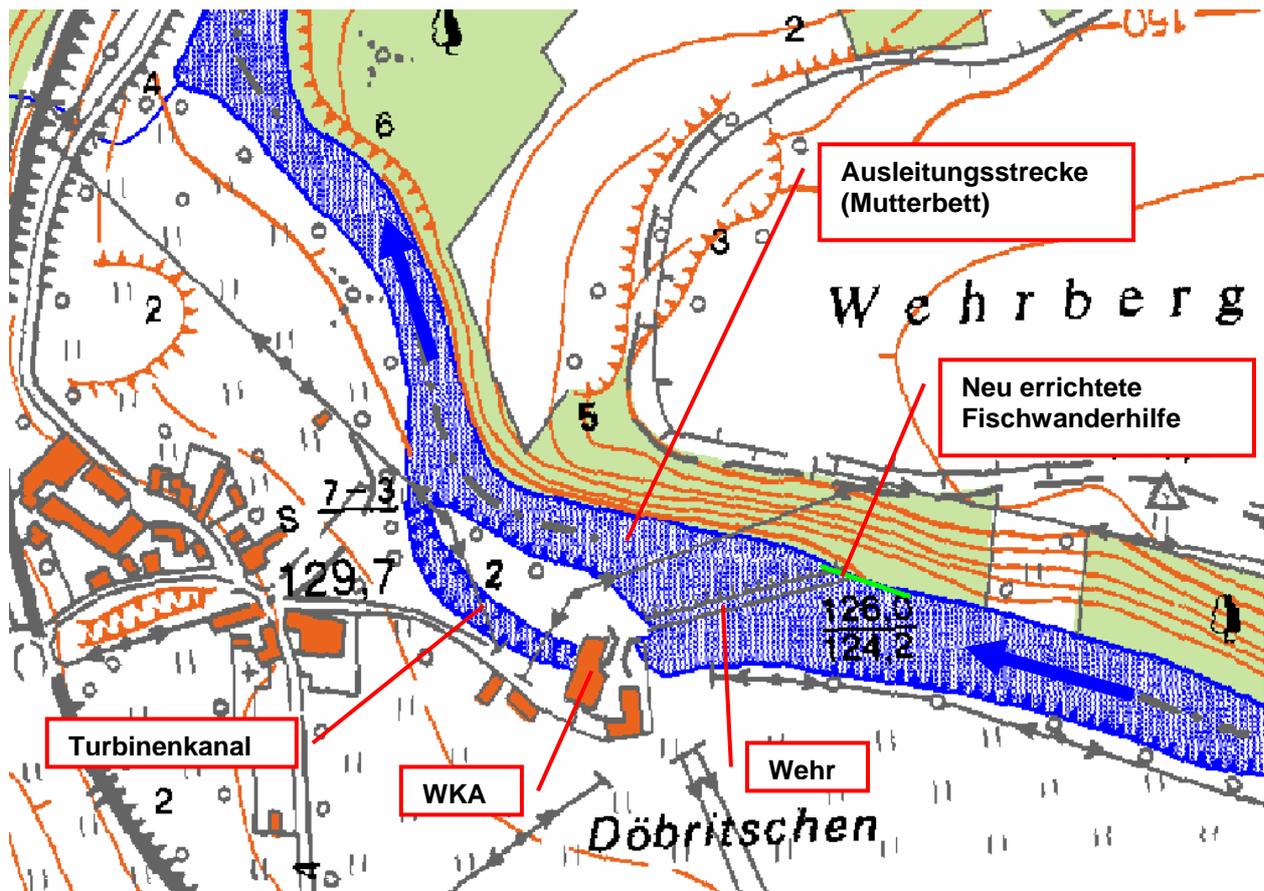
#### 2.1.1 Die Saale

Die Untersuchungen fanden im Bereich der Wasserkraftanlage Döbritschen bei Camburg an der Saale statt. Dieser Fluss durchfließt Thüringen von Süden kommend Richtung Norden (Abb. 1, Kap. 1).

Die Saale entspringt im Fichtelgebirge in Zell (Landkreis Hof). In Sachsen-Anhalt mündet sie nach über 430 km Fließstrecke bei Barby im Landkreis Schönebeck in die Elbe. Aus Gründen des Hochwasserschutzes wurden im Oberlauf mehrere Talsperren gebaut. Die so genannte „Saalekaskade“ besteht aus den Talsperren Bleiloch, Burgkhammer, Walsburg, Hohenwarte und Eichicht. Parallel zum Hochwasserschutz dienen die Sperren auch der Energiegewinnung [Thü93]. Da der Abfluss durch den Hochwasserschutz bestimmt wird, zeigt er mit seinen sprunghaften Abflussänderungen keine naturnahe Dynamik. Unterhalb Eichicht folgen innerhalb Thüringens 18 Wehre, die zum Teil zur Energieerzeugung mittels Kleinwasserkraftanlagen genutzt werden, so auch am Standort Döbritschen bei Camburg nördlich von Jena (Abb. 1, Kap. 1). 21 weitere Wehre existieren in Sachsen-Anhalt. Das Abflussregime im Bereich Döbritschen lässt sich anhand der Pegeldata von Camburg-Stöben mit folgenden Eckdaten charakterisieren: MNQ = 10,9 m<sup>3</sup>/s; MQ = 31,4 m<sup>3</sup>/s; MHQ = 138 m<sup>3</sup>/s (<http://www.tlug-jena.de/newwq/index.html>; 10.05.2006). Entsprechend des fischfaunistischen Leitbildes ist die Saale im Bereich der WKA in Döbritschen dem Epipotamal Saale (Typ 9.2 Große Flüsse des Mittelgebirges) zugeordnet [Wag06]. Die dominierenden Leitarten sind dementsprechend Ukelei, Barbe, Äsche, Elritze, Bachforelle und Schmerle. Die potentiell natürliche Fischfauna in Verbindung mit der aktuellen Situation ist in Kapitel 2.3.1.5 dargestellt.

#### 2.1.2 Die Wasserkraftanlage Döbritschen

Die Wasserkraftanlage Döbritschen ist ein Ausleitungskraftwerk. Das zur Energiegewinnung benötigte Wasser wird an einem Nadelwehr (Foto 1, Anhang 8) abgeschlagen und Richtung Turbinen geführt (Abb. 2). Zur Stromerzeugung kommen zwei Francisturbinen (Foto 2, Anhang 8) mit einem maximalen Schluckvermögen von jeweils 10 m<sup>3</sup>/s bei einer Fallhöhe von 2,5 m zum Einsatz. Die Drehzahl der Turbinen beträgt konstant 33 Umdrehungen in der Minute. Das abgeschlagene Wasser wird über einen etwa 140 m langen Turbinenkanal geleitet (Abb. 2). Die Ausleitungsstrecke hat vom Wehr bis zum Zusammenfluss mit dem Turbinenkanal eine Länge von etwa 170 m (Abb. 2). Das Wehr inklusive des Floßgassenschützes ist etwa 115 m lang (Abb. 2). Zu Beginn des Projektes war keine Fischwanderhilfe am Standort vorhanden. Im Laufe des Projektes wurde diese am rechten Widerlager der Wehrwange errichtet (Abb. 2).



**Abb. 2:** Lageplan der Wasserkraftanlage (WKA) (Karte verändert nach [Thü99])

### 2.1.3 Die neu errichtete Fischwanderhilfe am Wehr

Im Zuge der ersten Projektphase wurde eine Fischwanderhilfe am Wehr errichtet. Diese verbindet an der rechten Wehrwange (flussabwärts betrachtet) das Mutterbett mit dem Oberwasser (siehe Abb. 2). Der Fischpass ist ein relativ neuer Typ, ein so genannter Bostenfischpass bzw. Fisch-Kanu-Pass (FKP), der durch Herrn Dr.-Ing. Hassinger (Universität Kassel, Fachbereich Bauingenieurwesen, Institut für Geotechnik und Geohydraulik, Fachgebiet Geohydraulik und Ingenieurhydrologie) entwickelt wurde. Dabei handelt es sich um eine Rinne aus Beton (Foto 3, Anhang 8), in welche riegelförmig Bostenelemente eingebaut wurden. Zwischen diesen befinden sich größere Lücken, so dass die Fische hier ungehindert aufsteigen können (Foto 4, Anhang 8; Abb. 28 und 29, Anhang 1). Die jeweiligen Bostenelemente wurden wie folgt gebaut. Eine 20 mm starke Kunststoffplatte wurde mit 122 Löchern versehen. In diese wurden Borstenbündel gesteckt (Foto 5, Anhang 8). Jeweils zwei Löcher blieben für Schrauben zur Verankerung frei. Die Bostenbündel wurden aus 5 Einzelborsten hergestellt, die zuvor auf einer Heizplatte zusammengeschmolzen wurden (Foto 6, Anhang 8). Damit die Borstenbündel nicht aus der Lochplatte fallen können, wurde eine weitere 20 mm starke Kunststoffplatte von unten gegengeschraubt. Die so hergestellten Bostenelemente wurden auf zwei Betonelemente derart aufgebracht, dass die Konstruktion einer Brücke glich, unter welcher ein durchgängiges Sohlsubstrat eingebracht werden konnte. Zunächst wurden diese Elemente in die richtige Position in der Betonrinne gebracht. Anschließend wurde natürliches Sohlsubstrat eingebracht, so dass die senkrechten Betonelemente und die Kunststoffplatten der Bostenelemente im

20 cm tiefen Sohlsediment eingebettet wurden (Foto 7, Anhang 8, Abb. 28 und 29, Anhang 1). Um Kurzschlussströmungen zu vermeiden, wurde eine entsprechende Borstenelementverteilung aus kompletten und halbierten Elementen gewählt (siehe Abb. 30, Anhang 1) (Foto 4, Anhang 8).

Bei der Konzeption der Fischwanderhilfe wurde größter Wert darauf gelegt, dass anschließend alle Fischarten und –größen ungehindert aufsteigen können. In enger Abstimmung mit Herrn Dr. Hassinger wurden die Hydraulik und die Anordnung der Borstenbündel sowie der Borstenzahl berechnet bzw. festgelegt. Die hydraulischen Details sind in Tabelle 1 zusammengefasst und in Kapitel 2.3.3.1 ausführlich dargestellt.

Mit zusätzlicher finanzieller Förderung über Leader+ erfolgte die Konzeption der Fischwanderhilfe im Juli/August 2004. Basierend auf der Konzeption beantragte der Bewilligungsempfänger mit Zuarbeiten des Hydrolabors Schleusingen den Bau des Fischpasses bei der zuständigen Genehmigungsbehörde. Nach der Baugenehmigung begann der Bau Anfang Oktober 2004 und endete im November 2004. Nach endgültiger Fertigstellung des FKP im November 2004 war eine Funktionskontrolle im Jahr 2004 nicht mehr sinnvoll, da die Wetterlage und der Abfluss der Saale darauf schließen ließen, dass der Fischeaufstieg der Winterlaicher (Salmoniden) bereits weitgehend beendet war. Die Kontrollen zum Fischeaufstieg und –abstieg wurden somit auf das Frühjahr und Herbst 2005 verschoben. Parallel dazu fanden die geplanten Untersuchungen der Makrozoobenthoswanderung mit Besiedlungskästen statt. Für diese Untersuchungen war es nötig, den Fischpass bis zum Frühjahr 2005 nicht zu beaufschlagen, damit die Besiedlungsdynamik des Fischpasses mit den Makrozoobenthos-Besiedlungskästen erfasst werden konnte.

**Tab. 1:** Zusammengefasste Daten zur Staustufe und zur Fischwanderhilfe in Döbritschen bei Camburg an der Saale.

Fischeaufstiegsanlage Döbritschen Saale		Baujahr:	2004
Angaben zur Staustufe	Angaben zur Fischeaufstiegsanlage		
Gewässer: Saale (Thüringen)	Länge [m] :	l = 51,35	
Abfluss: MNQ = 10,9 m <sup>3</sup> /s MQ = 31,4 m <sup>3</sup> /s MHQ = 138 m <sup>3</sup> /s	Breite [m]:	b <sub>So</sub> = 1,20	
	Gefälle:	l = 1 : 18	
Fallhöhe: 2,5 m	Abfluss [m <sup>3</sup> /s]:	Q = 0,16	
	Wassertiefe [m]:	h = 0,31 - 0,44	
Nutzung: Energiegewinnung	Fließgeschwindigkeit [m/s]:	v <sub>max</sub> = 0,90-1,03	
	Anzahl der Becken:	n = 36	
	Länge der Becken [m]:	l <sub>b</sub> = 1,00-1,22	
	Wasserspiegeldifferenz zwischen den Becken [m]: dh = 0,046 - 0,105		
	Energiedissipation		
	1. in den Becken [W/m <sup>3</sup> ]:	E = 141-367	

Zu Beginn des Projektes wurde das Ziel anvisiert, sowohl den Fischeaufstieg, als auch den Fischabstieg über diese Fischwanderhilfe zu gewährleisten. Nach eingehenden Untersuchungen und detaillierten Standortbetrachtungen stellte sich heraus, dass an diesem Standort ein optimaler Fischeaufstieg nur an der rechten Wehrseite (flussabwärts betrachtet) möglich ist. Dieser Bereich ist wiederum nicht geeignet für den Fischabstieg, wie die Effizienzkontrollen mit Reusen belegten (Kap. 2.3.2.4). Somit wurde ein eigener Fischabstiegsbypass im Bereich vor dem Rechen der WKA installiert.

#### 2.1.4 Der Fischabstiegsbypass

Ein Abstiegsrohr mit 300 mm Durchmesser wurde am Schütz des Freischusses vor dem Rechen bodennah installiert (Fotos 8 bis 10, Anhang 8). Für die Konzeption wurde der aktuelle Kenntnisstand berücksichtigt [ATV04] [Göh04]. Der Bypass wurde dementsprechend bodennah am unteren Ende des etwa 3 m hohen Schützes in der Nähe des Rechens angebracht. Die Funktionsweise des Bypasses wird wie folgt hergeleitet. Abstiegswillige Fische wandern mit der Hauptströmung flussabwärts. Am Rechen entstehende Turbulenzen werden von abstiegswilligen Fischen vorerst gemieden. Durch entsprechendes Schreckverhalten orientieren sich viele Arten Richtung Gewässergrund. Die mittlere Anströmgeschwindigkeit am Rechen von etwa 0,5 m/s ist ausreichend gering, so dass gesunde Fische gegen die Strömung anschwimmen können, wie Untersuchungen des Rechengutes belegen (Kap. 2.3.2.1). Infolge von Suchbewegungen abstiegswilliger Fische in Grundnähe vor dem Rechen kann das dort befindliche Bypassrohr aufgefunden und für den Abstieg genutzt werden. Nach [Göh04] ist ein starker Sog im Öffnungsbereich des Bypasses zu vermeiden. Somit wurde das Rohr ansteigend montiert (Fotos 10 und 11, Anhang 8), so dass wie Wasserspiegeldifferenz zwischen Oberwasserstand vor dem Rechen und Auslass des Bypassrohres möglichst gering ist, um eine Sogwirkung zu minimieren. Hinsichtlich der Höhe war hierbei die Betondecke des Freischusses begrenzend (Fotos 10 und 11, Anhang 8). Den anschließenden freien Fall der Fische mit dem Wasserstrahl wird aus dieser Höhe von den Tieren unbeschadet überstanden, sofern darunter eine Wasserschicht ist, in welche die Fische eintauchen können (im Gegensatz zu hartem Boden auf den diese ungebremst aufschlagen würden) [ATV04].

Der Abfluss über den Bypass betrug rechnerisch 0,1 m<sup>3</sup>/s. Entsprechend stellte sich eine mittlere Strömungsgeschwindigkeit im Einstiegsbereich in das Rohr von 1,45 m/s ein.

## 2.2 Material und Methoden

Hinsichtlich der Vorgehensweise sind zeitlich bzw. räumlich getrennte Untersuchungen zu unterscheiden. Der zeitliche Projektverlauf ist Kapitel 1 zu entnehmen.

### 2.2.1 Untersuchungen zur Mindestwassermenge in der Ausleitungsstrecke

Die über das Wehr abgegebene Mindestwassermenge ist ausschlaggebend für die abiotischen Bedingungen und somit für die in der Ausleitungsstrecke (Mutterbett) siedelnden Organismen. Zum einen beeinflusst die Wasserströmung, die wiederum für eine entsprechende Sohlschubspannung sorgt, den Lebensraum für wirbellose Organismen und Fische, zum anderen ist die Wassertemperatur in dem mehr oder weniger stark durchströmten Bereich ausschlaggebend. Für die Untersuchungen bezüglich der abzugebenden Mindestwassermenge wurde mittels Aufnahme von Querprofilen ein Geländeprofil der Umgebung der Wasserkraftanlage erstellt. Zur Aufnahme der hierfür notwendigen Querprofile wurde hierfür ein Tachymeter (CTS-1, TOPCON, Netherland) verwendet (Foto 12, Anhang 8). Das Mutterbett weist nur ein sehr geringes Gefälle auf, so dass es vom Unterwasser her eingestaut wird. Auch bei fehlender Mindestwasserabgabe fällt es nicht trocken (Foto 12, Anhang 8). Somit ändert sich mit einer Wasserabgabe über das Wehr nur geringfügig die benetzte Fläche. Insofern ergibt sich in diesem Fall von einer abgegebenen Mindestwassermenge vornehmlich ein Einfluss auf das Strömungsbild und das Temperaturregime.

#### 2.2.1.1 Wasserströmung

Die Sohlschubspannung wurde mit der FST-Halbkugelmethode erfasst [DVW99]. An 100 zufällig gewählten Messstellen wurde eine Metallplatte (Metallwerkstatt der Versuchsanstalt, Universität Stuttgart, Germany) mit Hilfe der daran befestigten Libelle waagrecht ausgerichtet auf der Sohle eingebracht. Anschließend wurden die Halbkugeln (Nils Burghard, München, Germany) mit unterschiedlichen Dichten auf die Metallplatte gelegt und die Halbkugelnummer notiert, die gerade noch von der Strömung bewegt wurde (Foto 13, Anhang 8). Diese Daten wurden bei drei unterschiedlichen Abflussmengen, die über das Wehr abgegeben wurden, erfasst:

- 05.11.2003: Ohne gezielte Restwasserabgabe über das Wehr (zu diesem Zeitpunkt geschätzte Sickerwassermenge durch das Wehr 0,3 -0,5 m<sup>3</sup>/s). Da nur eine Strömung nahe am Wehr erfassbar war, wurden nur in diesem Bereich Halbkugelwerte erfasst.
- 05.11.2003: 1,7 m<sup>3</sup>/s Restwassermenge gezielt über das Wehr abgegeben zzgl. der geschätzten Sickerwassermenge durch das Wehr von 0,3 -0,5 m<sup>3</sup>/s ergibt insgesamt 2 - 2,2 m<sup>3</sup>/s.
- 11.11.2003: 3,1 m<sup>3</sup>/s Restwassermenge gezielt über das Wehr abgegeben zzgl. der geschätzten Sickerwassermenge durch das Wehr von 0,3 -0,5 m<sup>3</sup>/s ergibt insgesamt 3,4 - 3,6 m<sup>3</sup>/s.
- 12.11.2003: 5,8 m<sup>3</sup>/s Restwassermenge gezielt über das Wehr abgegeben (Foto 14, Anhang 8) zzgl. der geschätzten Sickerwassermenge durch das Wehr von 0,3 -0,5 m<sup>3</sup>/s ergibt insgesamt 6,1 - 6,3 m<sup>3</sup>/s.

Parallel wurden ergänzend zu den Halbkugelwerten die Fließgeschwindigkeiten in verschiedenen Wassertiefen mit einem induktiven Strömungsmessgerät erfasst (Flo-Mate 2000,

Marsh-McBirney Inc.; Maryland, USA) und die Wasserstände mit angebrachten Pegellatten im Oberwasser, im Mutterbett und im Turbinenkanal jeweils an verschiedenen Stellen sowie in der Saale unterhalb des Zusammenflusses von Mutterbett und Turbinenkanal erfasst.

Mit dem Simulationsprogramm CASIMIR, Modul BHABIM (Computer Aided Simulation Modell for Instream Flow Regulation; DBU-Förderung Az 03995 und 12245) lassen sich basierend auf den erfassten Halbkugeldaten die statistische Verteilung der sohnnahen Strömungsbedingungen im Mutterbett simulieren und Aussagen bezüglich ihrer Auswirkung auf die Makrozoobenthosorganismen machen.

Zur Bewertung der Abflussmengen bzgl. der Fischfauna mittels CASIMIR (Modul SORAS) wurden die verschiedenen Wasserspiegellagen bei den relevanten Abflussmengen im Mutterbett von 1,75 m<sup>3</sup>/s (etwa 1/6 MNQ), 3,2 (gezielte Mindestwasserabgabe in Höhe der behördlichen Vorgaben → 1/10 MQ das entspricht etwa 1/3 MNQ), 6,4 (gezielte Mindestwasserabgabe in doppelter Höhe der behördlichen Vorgaben) und 10,9 (gezielte Mindestwasserabgabe in Höhe von MNQ) in Verbindung mit den jeweiligen Querprofilen der Mutterbettsohle als Berechnungsgrundlage verwendet. Zudem gingen das vorhandene Sohlsubstrat (Abb. 48 Anhang 6), die Unterstandstypen, Beschattungsgrad und die Pooltypen nach entsprechender Kartierung in die Auswertung ein. Die für die Simulationen benötigten Fischeingangsdaten wurden von dem Mitentwickler des CASIMIR-Programmes Herrn Dr.-Ing. Matthias Schneider zur Verfügung gestellt.

Parallel wurden die Strömungsverteilungen unterhalb des Wehres und der Turbine bis einschließlich des Zusammenflusses von Mutterbett und Mühlgraben für die oben genannten vier Mindestwassermengen mit einem zweidimensionalen numerischen Modell (Hydro2de, beffa tognacca GmbH, Switzerland) simuliert. Eingangsdaten hierfür stellten ein Geländemodell, basierend auf aufgenommenen Querprofilen, sowie die Rauigkeit des kartierten Sohlsubstrats dar.

#### 2.2.1.2 Wassertemperatur

Für die Wassertemperaturmessung wurden Datalogger (Tinytalk, GLK, Germany) eingesetzt, die anfangs halbstündig und später stündlich die Wassertemperatur an verschiedenen Stellen im Oberwasser, im Mutterbett, im Turbinenkanal und im Zusammenfluss speicherten. Über diese Messungen ließ sich das Temperaturregime ohne und mit gezielter Restwasserabgabe vergleichen. Die Lage der Datalogger im Bereich der WKA ist dem Lageplan (Abb. 31) im Anhang 2 zu entnehmen.

#### 2.2.1.3 Makrozoobenthosfauna

Die bodenbewohnenden Invertebraten wurden zu verschiedenen Jahreszeiten nach dem Prinzip des Hess-Samplers erfasst [Sch94]. Hierbei wurde durch Aufsetzen eines DN 300 Rohres auf den Gewässergrund eine entsprechende Fläche erfasst (Foto 15, Anhang 8). Das darin befindliche Sediment wurde aufgewirbelt und die Gewässerströmung, die durch eine Gaze (Maschenweite von 500 µm) in das Rohr seitlich eintreten konnte, spülte die aufgewirbelten Organismen und Feinsedimente in ein auf der Gegenseite befindlichen Netztrichter (Maschenweite von 500 µm) (Foto 15, Anhang 8). Größere mit dem Rohr erfasste Steine wurden zuvor entnommen und die Organismen für die Beprobung abgebürstet. Die Proben wurden vor Ort mit 70 %igem Alkohol fixiert. Da im Mutterbett die Strömung während der

Probenahme zu gering war, wurde ein dem Hess-Sampler entsprechendes Rohr (DN 300), welches ebenfalls ein seitlich angebrachtes Netz jedoch keinen Netztrichter aufwies, auf den Gewässergrund aufgesetzt. Mit einer Pumpe wurden über ein in einem geschlossenen Rohr befindlichen separaten Netztrichter die aufgewirbelten Organismen und Feinsedimente abgesaugt (Foto 16, Anhang 8), die anschließend ebenfalls mit 70 %igem Alkohol fixiert wurden. Als Referenz wurden an 5 Stellen im schneller strömenden Bereich des Zusammenflusses von Mutterbett und Mühlgraben Proben genommen. Zur Einschätzung der Auswirkung der Mindestwasserabgabe wurden 5 repräsentative Proben im mittleren Bereich des Mutterbettes genommen. Parallel wurden an der jeweiligen Probenstelle die relevanten abiotischen Parameter erfasst: pH-Wert, Wassertemperatur, Leitfähigkeitswert, Sauerstoffgehalt und –sättigung sowie die Halbkugelwerte und die Strömung mit dem oben genannten induktiven Messgerät. Diese Datenerhebungen erfolgten vergleichend in einer Jahresperiode ohne gezielter Mindestwasserabgabe im Vergleich zu einem Jahr mit gezielter Mindestwasserabgabe von mind. 3,1 m<sup>3</sup>/s.

Im Rahmen der Datenauswertung wurde die Dominanz ermittelt. Sie beschreibt die relative Häufigkeit einer Art im Vergleich zu den übrigen Arten. Sie wurde berechnet mit (Formel 1):

**Formel 4 Berechnung der Dominanz (nach [Müh93])**

$$D = \frac{n}{N} \times 100 \text{ in [\%]}$$

n = Individuenzahl der Art i

N = Gesamtindividuenzahl der Artengemeinschaft

Die Einordnung in Dominanzklassen erfolgte nach dem logarithmischen System aus [Müh93], Tab. 2).

**Tab. 2** Dominanzklassen aus [Müh93]

eudominant	32,0-100%	
dominant	10,0-31,9%	Hauptarten
subdominant	3,2-9,9%	
rezendent	1,0-3,1%	
subrezendent	0,32-0,99%	Begleitarten
sporadisch	unter 0,32%	

Als Maß für die Ähnlichkeit der einzelnen Probestellen untereinander wurden die Ähnlichkeitszahlen nach RENKONEN und SØRENSEN berechnet. Der RENKONEN-Koeffizient ist eine Maßzahl für die Übereinstimmung in den Dominanzverhältnissen zweier Artengemeinschaften. Dabei fließen sowohl die an beiden Standorten gemeinsam vorkommenden Arten, als auch deren relative Häufigkeiten ein (Formel 2). Der SØRENSEN-Quotient berücksichtigt dagegen nur die Anzahl der gemeinsam vorkommenden Arten (Formel 3).

**Formel 5 Berechnung des RENKONEN-Koeffizienten (aus [Müh93])**

$$Re = \sum_{i=1}^G \min D_{A,B} \text{ in } [\%]$$

$$D = \frac{n_A}{N_A} b_{Z,W} \cdot \frac{n_B}{N_B} \times 100$$

$\min D_{A,B}$  = Summe der jeweils kleineren Dominanzwerte (D) der gemeinsamen Arten von zwei Standorten A und B

$i$  = Art i

$G$  = Zahl der gemeinsamen Arten

$n_{A,B}$  = Individuenzahl der Art i in Gebiet A bzw. B

$N_{A,B}$  = Gesamtindividuenzahl in Gebiet A bzw. B

**Formel 6 Berechnung des SØRENSEN-Quotienten (aus [Müh93])**

$$QS = \frac{2G}{S_A + S_B} \times 100 \text{ in } [\%]$$

$G$  = Zahl der in beiden Gebieten gemeinsam vorkommenden Arten

$S_A, S_B$  = Zahl der Arten in Gebiet A bzw. B

Für das Auswerten der Zusammensetzung der Biozönosen hinsichtlich ihrer Strömungspräferenz wurden aus [Bay96] entnommen (Tab. 3). Dabei wurden die Organismen nur dann in eine Kategorie eingeteilt, wenn eine eindeutige Zuordnung möglich war. Alle nicht eingeordneten Taxa (auch solche, für die keine Klassifikation angegeben war) wurden als Rest zusammengefasst.

**Tab. 3** ökologische Typisierung der aquatischen Makrofauna, verwendete Kategorien (aus [Bay98])

Ökologische Klassifizierung	Kürzel	Erklärung
Strömungspräferenz	LB	Limnobiont: an Stillgewässer gebunden
	LP	Limnophil: Stillgewässerart, strömungsmeidend
	LR	Limno-rheophil: Stillgewässerart, die häufiger auch in langsam fließenden Gewässern vorkommt
	RL	Rheo-limnophil: vorwiegend in Fließgewässern, hier in ruhigen Zonen
	RP	Rheophil: strömungsliebend, bevorzugt in schnell strömenden Bereichen
	RB	Rheobiont: an strömendes Wasser gebunden
	IN	Indifferent: keine Präferenz erkennbar

## 2.2.1.4 Fischfauna

Neben dem Makrozoobenthos wurde auch die Fischfauna bei der Ermittlung der Auswirkung der jeweiligen Mindestwassersituation einbezogen. Im Frühjahr/Frühsummer und im Herbst erfolgten Elektrofischungen im Mutterbett watend (EFGI 650, Jürgen Bretschneider Spezialelektronik, Germany) und per Boot (EFGI 4000, Jürgen Bretschneider Spezialelektronik, Germany). Die Fischfauna wurde vergleichend ohne (2003 und 2004) und mit gezielter Mindestwasserabgabe erfasst (2005).

## 2.2.2 Untersuchung des Fischabstiegs

Je nach Projektphase standen bis zu 4 Abstiegsmöglichkeiten für Fische zur Verfügung: Während der Ist-Zustandserfassung zu Projektbeginn (2003 und 2004) war als Hauptwanderweg nur der Abstieg durch die Turbinen möglich und dies wiederum nur für Fische, die anhand ihrer Größe durch den Rechen gelangen konnten (lichter Stababstand 25 mm). Nur bei großen Abflüssen, über den Ausbaugrad der Turbinen von 20 m<sup>3</sup>/s hinausgehend, konnten Fische auch über das Wehr abwandern. Eine gezielte Restwasserabgabe über das Wehr erfolgte nicht. Nach Errichtung der Fischwanderhilfe Ende 2004 am Wehr konnten Fische zusätzlich zur Turbinenpassage auch über die Fischwanderhilfe absteigen. Mit Abgabe einer Mindestwassermenge im Bereich der Fischwanderhilfe war auch der Fischabstieg über das Wehr möglich. Da sich nach ersten Untersuchungen herausstellte, dass die beiden letztgenannten Wanderwege für den Fischabstieg kaum genutzt wurden, wurde im Juni 2005 ein eigener Bypass für den Fischabstieg konzipiert, errichtet und kontrolliert (siehe Kap. 2.1.4 und 2.3.2.6). Für die Erfassung der Flussabwärts gerichteten Fischwanderung kamen an den unterschiedlichen Abstiegsstellen entsprechende Fangtechniken zum Einsatz, die nachfolgend beschrieben werden:

### 2.2.2.1 Hamenfangtechnik zur Erfassung abwandernder Fische durch die Turbine

Zur Erfassung der Abwanderung der Fische über die Turbinen wurde unterhalb der WKA ein Hamen eingesetzt (Foto 17, Anhang 8), in den alle Fische gelangten, die die Turbinen passiert hatten (Foto 18, Anhang 8). Im DBU-Bericht „Modifizierung, Erprobung und Untersuchung einer neuartigen Fangtechnik zur Erforschung des Fischabstiegs im Bereich von Wasserkraftanlagen“ wurde die Hamenfangtechnik einschließlich ihrer Anbringung detailliert beschrieben, sowie deren Einsatzmöglichkeiten und Grenzen aufgezeigt [Sch02a]. Im Folgenden wird die Hamenfangtechnik kurz vorgestellt.

Die konstruktiven Details und die Maschenweiten sind in der Hamenskizze (Abb. 38, Anhang 3) angegeben. An jeder der 4 Ecken der Hamenöffnung war ein rostfreies Stahldreieck eingearbeitet (Foto 19, Anhang 8). Zur Befestigung des Hamens direkt hinter dem Saugschlauch der Turbinen wurden speziell konstruierte Stahlhalterungen angebracht. Sie waren so gebaut, dass ein senkrechter Stahlarm von der Wasseroberfläche bis auf den Grund des Turbinenkanals reichte. Die biegesteifen Stahlarme wurden zusätzlich mit Stahlseilen entgegen der Strömung verspannt. An jedem Träger war eine Führungsschiene angeschweißt, die für die Aufnahme eines T-Profilstahles geeignet war (Foto 20 und 21, Anhang 8). Die zum linken Ufer (flussabwärts gesehen) zugewandten rostfreien Stahldreiecke (NIRO-Dreiecke) der Hamenöffnung wurden mit Fischereischäkeln an einem entsprechend vorgebohrten T-Profilstahl befestigt. Dieses konnte anschließend in die Führungsschiene des linken Trägers eingeführt werden (Foto 20 und 21, Anhang 8). In den rechten Träger wurde auf gleiche Weise ein T-Profil hineingeschoben. An diesem war in Bodennähe und an der Wasseroberfläche je eine rostfreie Umlenkrolle, sogenannte NIRO-Blöcke, mit Schäkeln befestigt. An den NIRO-Dreiecken der rechten Hamenseite waren Stahlseile und große Auftriebskörper (Foto 22, Anhang 8) angebracht. Letztere ließen die Stahldreiecke beim Auf- und Abbau aufschwimmen. Über die Seile wurde mittels Seilwinde der Hamen in Position gebracht.

Am Hamen wurde eine Steertreue mit einer Maschenweite von 8 mm befestigt (Abb. 39, Anhang 3). Am Ende der Reuse war ein handelsüblicher Mörtelkübel eingearbeitet (Foto 23, Anhang 8). Dieser gewährleistete eine strömungsberuhigte Zone für Fische. Ohne diese Strömungsreduktion am Reusenende wären die Tiere von der Strömung an die Netzwand gedrückt und dort durch den permanenten Wasserdruck verletzt oder getötet worden. Die Fangtechnik selbst durfte jedoch keine Verletzungen an den Fischen hinterlassen, da sonst das Ergebnis der turbinenbedingten Fischschäden verfälscht worden wäre. Der höchste Wasserdurchsatz durch den Hamen betrug entsprechend des maximalen Schluckvermögens der beiden Turbinen 20 m<sup>3</sup>/s.

Die Freilanduntersuchungen während der Ist-Zustandserfassung (ausschließlich Untersuchung der Abwanderung über die Turbine) erfolgten ein Mal im Monat (in der Woche vor Neumond) und umfassten ein komplettes Untersuchungsjahr. Der gewählte Zeitpunkt orientierte sich an der Mondphase, da zu Vollmond nur mit geringen Fischabstiegszahlen zu rechnen ist [Sch02b]. Die Freilanduntersuchungen starteten im April 2003 und endeten im März 2004. Die jeweiligen Untersuchungsblöcke begannen montags nach den Aufbauarbeiten um 19:00 Uhr und endeten donnerstags mit der letzten Reusenkontrolle um 7:00 Uhr. Danach wurde die Fangtechnik soweit abgebaut, dass keine Fängigkeit mehr gegeben war. Die Leerung der Steertreue am Hamen erfolgte nachts zwischen 19:00 Uhr und 7:00 Uhr aufgrund des vorwiegend nachts stattfindenden Abstiegs [Hol99] [Sch02b] [DVW97] alle zwei Stunden und tagsüber alle vier Stunden. Zu jeder Leerung wurden die wichtigsten abiotischen Wasserparameter wie Temperatur, pH-Wert, Leitfähigkeitswert und Sauerstoffgehalt sowie Sauerstoffsättigung bestimmt (Multiline P4, WTW, Germany) (Foto 24, Anhang 8). Parallel wurde mittels Datalogger (Tinytalk, GLK, Germany) stündlich die Wassertemperatur erfasst. Nachdem sich bei früheren Untersuchungen zeigte [Sch02b], dass die Trübung des Wassers die Fischwanderungen beeinflusst, wurde tagsüber die Sichttiefe als Parameter für die Wassertrübung mit einer Sichtscheibe (nach Secchi, Hydro-Bios, Germany) gemessen (Foto 25, Anhang 8). Des Weiteren erfolgten Notizen zur Geschwemmselmenge (z. B. Laubfall), zur Wetterlage, zum Bewölkungsgrad, zu den Wasserständen im Mutterbett, im Oberwasser vor der WKA und im Unterwasser unterhalb der WKA und zur Auslastung beider Turbinen. In die Auswertung flossen zudem Daten zum Abfluss der Saale (entnommen aus dem Internet: <http://www.tlug-jena.de/newwq/index.html>).

Zur Leerung wurde ein schwimmender Ponton an einer Führungsleine entlang zur Steertreue bewegt (Foto 26, Anhang 8). Letztere wurde von vorne beginnend aus dem Wasser gehoben, so dass sich der Inhalt (Fische und Geschwemmsel) am Reusenende in dem Mörtelkübel sammelte (Foto 27, Anhang 8). Der Inhalt des Kübels wurde anschließend durch den geöffneten Reißverschluss in ein geeignetes Behältnis mit Wasser überführt (Foto 28, Anhang 8). Der Reißverschluss der Reuse wurde anschließend verschlossen und die Reuse wieder in Fangposition gebracht. Dadurch entstanden keine Fangausfälle während der Leerung. Das Schwemmgut wurde aussortiert und die im Sortierbehälter zurückgebliebenen Fische auf Art bestimmt, deren Totallänge und Breite gemessen (Foto 29 und 30, Anhang 8), gewogen (Hängewaage KernMH5K5, Kern & Sohn GmbH, Germany – Foto 31, Anhang 8), auf äußere Verletzung untersucht und anschließend in Fässer, die permanent mit frischem Saalewasser versorgt wurden zur weiteren Zwischenhälterung überführt. Bei der Hamenleerung tot geborgene Fische wurden mit 10-prozentiger Formalinlösung konserviert und später im Labor

auf innere Verletzungen hin untersucht. Für jeden Leerungstag bzw. –nacht stand ein eigenes Fass zur Verfügung (Foto 32, Anhang 8). Nach jeder Hamenleerung wurden die Fässer auf verendete Fische hin untersucht. Tote Tiere wurden ebenfalls gemessen, gewogen und für weiterführende Laboruntersuchungen konserviert. Im Labor wurden die toten Fische seziiert, so dass die Wirbelsäule freilag. Mit Licht wurden sie anschließend durchleuchtet. Unter Zuhilfenahme einer Lupe konnten so Wirbelverletzungen und Blutungen im Bereich der Wirbelsäule erkannt werden (Foto 33, Anhang 8). Dadurch konnten innere Verletzungen an Fischen, die erst verzögert zum Tod der Tiere führten, ermittelt werden. Da möglicherweise Fische bereits vor der Turbinenpassage vom Rechen mit dem angeschwemmten Rechengut aus dem Wasser entfernt wurden, wurde zu jedem Hamenleerungsintervall das Rechengut auf darin enthaltene Fische hin untersucht (Foto 34, Anhang 8). Auch dort herausgelesene Tiere wurden nach erfolgter Artbestimmung wie oben beschrieben gemessen und gewogen.

#### 2.2.2.2 Echolotuntersuchungen

Zur Erfassung der Fischbewegungen vor dem Rechen kam zeitweise parallel Echolottechnik mit horizontalem Splitbeamer zum Einsatz. Die technischen und methodischen Details sind den entsprechenden Berichten im Anhang 4 zu entnehmen. Durchgeführt wurden diese Untersuchungen von Dipl.-Biol. Christian Götz der AG Fischbiologie des Departments Tierwissenschaften der Technischen Universität München.

2003 fanden die Echoloterfassungen des Fischabstiegs parallel zu den Hamenfängen im September (22.09.2003 bis 25.09.2003), Oktober (20.10.2003 bis 23.10.2003) und November (17.11.2003 bis 20.11.2003) statt. Die Erfassung der Fische erfolgte im Bereich vor dem Rechen quer zur Fließrichtung (siehe Abb. 1 im Anhang 4 des Berichtes Herbst/Winter 2003).

Mit Betrieb des Fischabstiegsbypasses und des FKP wurden erneut Untersuchungen mit dem Echolot im Oktober 2005 (04.10.2005 bis 07.10.2005) parallel zu den Hamen- und Reusenfängen vorgenommen. Im Unterschied zu den Echolotungen 2003 wurde der Splitbeamer parallel zur Strömung in Richtung Fischabstiegsbypass ausgerichtet (siehe Abb. 1 im Anhang 4 des Echoberichtes Oktober 2005; Foto 35, Anhang 8).

#### 2.2.2.3 Reusenfänge im Fisch-Kanu-Pass

In die U-Profile des 1,2 Meter breiten Einlaufbauwerks der Fischaufstiegsanlage wurde ein Metallrahmen eingesetzt, an welchem zwei doppelkehlige Schwalgreusen mit einer Maschenweite von 8 mm angebracht waren (Foto 36, Anhang 8). Die Reuse, die die rechte Hälfte des Rahmens überspannte (flussabwärts betrachtet) erfasste alle aufsteigenden Fische und die linke alle absteigenden Fische. Über die verschließbare Öffnung am Ende des Steerts (hinterer Fangteil) der Reuse konnten die gefangenen Fische entnommen werden. Die Fängigkeit der Reuse wurde in Einzelfällen bei starkem Laubaufkommen und durch Bisamverbiss eingeschränkt. Der Fischauf- und –abstieg wurde im Frühjahr 2005 vom 27.04.2005 bis zum 01.07.2005 und im Herbst 2005 vom 23.09.2005 bis zum 23.11.2005 mit täglichen Reusenkontrollen durchgeführt. In den Zeiten vor Neumond wurden die oben beschriebenen Hamenfänge parallel durchgeführt, um vergleichend festzustellen, wie viele Fische insgesamt flussabwärts wanderten.

#### 2.2.2.4 Fangtechnik am Wehr

2005 wurde mit Bespannung der Fischwanderhilfe die behördlich vorgesehene Mindestwassermenge von mind. 3,1 m<sup>3</sup>/s eingehalten. Die exakte Aufteilung der Teilwassermengen ist Kapitel 2.3.1 zu entnehmen. Die hierfür notwendige zusätzliche Wassermenge von 2,1 m<sup>3</sup>/s wurde über die rechte Wehrseite abgegeben, um die Lockströmung der Fischwanderhilfe zu erhöhen (Foto 37, Anhang 8). In Zeiträumen, in welchen sowohl der Fischabstieg über die Turbinen mit dem Hamen und der Fischabstieg über den Fisch-Kanu-Pass untersucht wurde, wurde eine doppelkehlige Schwalgreuse am Wehr mit einer Maschenweite von 8 mm im Fangteil aufgestellt, die einen Teil des mit Wasser beaufschlagten Bereichs überspannte.

#### 2.2.2.5 Reusenfänge am Fischabstiegsbypass

Im Freischusskanal wurde eine doppelkehlige Schwalgreuse (8 mm Maschenweite im Fangteil) eingebracht, die die komplette Breite des Kanals überspannte (Foto 38, Anhang 8). Somit wurden alle Fische in der Reuse gefangen, die den Bypass passierten. Diese Reusenfänge fanden in Kombination mit den Hamenfängen und anderen Abstiegskontrollen am Wehr und in der Fischwanderhilfe statt. Somit konnte ermittelt werden, welcher prozentuale Anteil aller absteigenden Fische den Bypass nutzt.

#### 2.2.2.6 Elektrobefischungen im Oberwasser

Für Aussagen, welche Fischarten beim Fischabstieg zu erwarten waren, wurden im Oberwasser der Wasserkraftanlage Elektrobefischungen per Boot durchgeführt (EFGI 4000, Jürgen Bretschneider Spezialelektronik, Germany) (Foto 39, Anhang 8). Dabei wurde beginnend an der nächsten flussaufwärts gelegenen Wasserkraftanlage in Dorndorf an der Saale flussabwärts befischt. Im Mutterbett der WKA in Dorndorf wurde watend befischt (EFGI 650, Jürgen Bretschneider Spezialelektronik, Germany). Die Strecke zwischen beiden Wehren betrug insgesamt etwa 6,5 km Länge.

Eine erste Befischung fand am 13.11.2003 statt. Hierbei wurden gefangene Fische mittels nadelfreier Injektion mit einem DermoJet™ (AKRA DermoJet, France) mit einem blauen Farbpunkt (Alcian blue 8 GX, Merck eurolab, Germany) in einer Flosse markiert. Das Pigment des Farbstoffes ist mehrere Jahre sichtbar. Zur zweiten Befischung am 24.11.2003 wurde neben der Erfassung von Fischen auf markierte wiedergefangene Tiere geachtet, mit dem Ziel, die Fangeffektivität einschätzen zu können.

## 2.2.3 Funktionskontrolle des errichteten Fisch-Kanu-Passes hinsichtlich des Aufstiegs

### 2.2.3.1 Kontrolle der hydraulischen Parameter

Die Erfassung relevanter hydraulischer und bautechnischer Parameter erfolgte nach dem Probelauf im April 2005 und nach einer Betriebsdauer von einem Jahr im Mai 2006. Für die verschiedenen Sohl-niveaus und Wasserstände in den Becken kam ein Nivellier zum Einsatz (Kompensator-Nivellier Ni 007, Carl-Zeiss Jena, GDR). Die Fischpasslänge und die Stationierung der einzelnen Riegel sowie die Beckenbreite wurden mit einem Maßband ermittelt. Zur Erfassung des Durchflusses mittels „Vielpunktmessung“ wurde das bereits genannte induktive Strömungsmessgerät „Flo-Mate“ im Einlaufbereich des Passes eingesetzt. Auch zur Strömungsmessung in den Durchlässen zwischen den Riegeln kam es zum Einsatz.

### 2.2.3.2 Makrozoobenthosfauna

Um die Besiedlungsdynamik des Makrozoobenthos auf der Sohle des neu errichteten FKP zu erfassen, wurden „kombinierte Richtungsfallen“ nach [Els01] in einer modifizierten Ausführung verwendet. Dabei handelt es sich um in Besiedlungskörbe eingebrachtes unbelebtes Kiesmaterial. Ein Einwandern des Makrozoobenthos ist nur aus definierten Richtungen flussauf- bzw. flussabwärts möglich. Den prinzipiellen Aufbau der Richtungsfallen zeigen die Abbildungen 40 und 41 im Anhang 5. Der unbesiedelte Kies wurde in kleine Körbe aus grobmaschigem Drahtgeflecht gefüllt. An vier Seiten waren diese durch zusätzliche engmaschige Edelstahlgaze (Maschenweite von 100 µm) vor dem Eindringen von Organismen geschützt. Nur zwei offene Seiten waren zur Besiedlung vorhanden. Die Körbe wurden in eine große Kiste aus Edelstahllochblech eingesetzt, die 8 Einzelkörbe aufnehmen konnte. Die offenen Seiten der Besiedlungskörbe waren so angeordnet, dass nur von flussauf- oder flussabwärts wandernde Organismen eindringen konnten (Abb. 41 im Anhang 5). Die Kisten wurden im Sohlsubstrat des FKP versenkt, so dass deren obere Fläche mit dem umgebenden Sohlsubstrat eine Ebene bildete (Foto 40, Anhang 8). Um zu verhindern, dass in die flussab liegenden Besiedlungskörbe driftende Organismen einwanderten, wurde über der unteren Reihe ein Spoiler aus Plexiglas angebracht.

Für die achtwöchige Besiedlungsuntersuchung wurden zwei nebeneinander eingebrachte Besiedlungskästen verwendet. 8 Wochen lang wurde wöchentlich nacheinander je eine oben- und eine untenliegende Besiedlungseinheit entnommen. (Einheit 1 war demnach eine Woche exponiert, Einheit 2 zwei Wochen lang usw.). Für drei erforderliche Parallelen wurden insgesamt 6 Kisten in 3 Reihen exponiert.

Für die Probenahme wurde jeweils der komplette Inhalt des Besiedlungskorbes entnommen und in 70 % Ethanol konserviert, im Labor sortiert und die Organismen bestimmt.

### 2.2.3.3 Fischfauna

Wie oben beschrieben (Kap. 2.2.2.3) waren zur Funktionskontrolle im Frühjahr und Herbst 2005 im Einlaufbereich des FKP zwei Reusen gegenläufig an einem Metallrahmen so eingebracht, dass alle in diesem Bereich auf- und abstiegswilligen Fische gefangen wurden. Um die Effektivität der Fischwanderhilfe einschätzen zu können, wurden die Reusenfangdaten mit

Fischbestandsuntersuchungen mittels Elektrofischung im Mutterbett und der flussabwärts anschließenden Gewässerstrecke verglichen.

Hinsichtlich des Fischaufstiegs haben die Fische unterhalb der WKA Döbritschen zwei Möglichkeiten. Sie können über das Mutterbett in Richtung Wehr oder über den Turbinenkanal in Richtung WKA wandern. Da auf der Seite des Triebwerkskanals noch keine Wanderhilfe errichtet war, wurde überprüft, ob die Fische, die hier eingewandert waren, sich umorientieren und den Weg über das Mutterbett in die Fischwanderhilfe am Wehr fanden. Hierfür wurden parallel zu den Fängen im Frühjahr und Herbst 2005 mehrere Elektrofischungen im Turbinenkanal unterhalb der WKA durchgeführt. Die Fische, die dort gefangen wurden und über 10 cm groß waren, wurden wie oben beschrieben nadellos in der Schwanzflosse markiert und wieder in den Turbinenkanal entlassen.

Während der Reusenkontrollen an der Wanderhilfe wurde darauf geachtet, ob und wie viele markierte Fische den Weg ins Mutterbett und in die Aufstiegsanlage fanden. Mittels Kontroll-Elektrofischungen wurde nachgewiesen, ob markierte Tiere ohne Standortwechsel im Turbinenkanal verblieben sind. Diese Untersuchungen im Jahr 2005 erfolgten unter Abgabe einer gezielten Mindestwassermenge von 3,25 m<sup>3</sup>/s. Davon wurden, wie bereits erwähnt, etwa 2,1 m<sup>3</sup>/s konzentriert in der Nähe des FKP abgegeben, um dort die Lockströmung zu verstärken.

Im Frühjahr und Herbst 2006 erfolgten zusätzliche, über den beantragten Projektrahmen hinausgehende Fischaufstiegskontrollen. Hierbei stand im Mittelpunkt der Untersuchung die Erfassung des Fischaufstiegs, ohne Einfluss einer Mindestwasserabgabe über das Wehr. Im Frühjahr begannen aufgrund hohen Abflusses (über das Schluckvermögen der Turbinen hinausgehend) die Reusenfänge zeitverzögert am 16.05.2006 und endeten am 05.07.2006 mit dem Ende des Frühljahrsaufstiegs aufgrund sommerlicher Wassertemperaturen. Vom 22.05.2006 bis zum 11.06.2006 wurden die Reusenfänge aufgrund hohen Abflusses unterbrochen. Im Herbst wurde die Reuse vom 17.10.2006 bis zum 25.11.2006 im Ausstieg des FKP mit täglichen Reusenkontrollen gestellt. Parallele 14tägige Elektrofischungen entlang des Wehres wurden durchgeführt, um zu ermitteln, ob dort vorhandene Fische vergeblich eine Aufstiegsmöglichkeit suchten. Die gefangenen Fische wurden mit einem Farbpunkt in der Schwanzflosse markiert (vgl. Kap. 2.2.2.6), um sie gegebenenfalls bei den Reusenfängen in der Fischwanderhilfe wieder zu erkennen.

## 2.3 Ergebnisse und Diskussion

### 2.3.1 Untersuchungen zur Mindestwassermenge in der Ausleitungsstrecke

Die dauerhaft im Jahr 2005 abgegebene Mindestwassermenge setzt sich wie folgt zusammen:

- Abfluss Fischwanderhilfe mindestens 0,16 m<sup>3</sup>/s (vgl. Kap. 2.3.3.1)
- Abfluss über vier geöffnete Wehrbretter nahe der Fischwanderhilfe zur Erhöhung der Lockströmung mindestens 2,1 m<sup>3</sup>/s (Foto 41 und 37, Anhang 8)
- Leckwassermenge durch das Nadelwehr und Freischussschütz wird für diesen Zeitraum mit 1 m<sup>3</sup>/s angenommen (Foto 1, Anhang 8)
- Zeitweise Abstiegsbypass geöffnet zusätzlich 0,1 m<sup>3</sup>/s (vgl. Kap. 2.1.4, Foto 11, Anhang 8)

Dies ergibt in der Summe eine Mindestwassermenge von 3,25 m<sup>3</sup>/s ohne Bypassrohrbetrieb und 3,35 m<sup>3</sup>/s mit geöffnetem Bypass. Diese ermittelte Wassermenge lag über der behördlich geforderten Mindestwasserabgabe von 3,1 m<sup>3</sup>/s. Somit wurde diese im Jahr 2005 garantiert, selbst wenn die eingeschätzte Leckwassermenge am Wehr zu hoch angesetzt worden wäre. In der Untersuchungsphase vor 2005 wurde keine gezielte Mindestwassermenge gewährleistet. In jenem Zeitraum wurde das Mutterbett nur von nennenswerten Wassermengen durchflossen, wenn der Abfluss der Saale den Ausbaugrad der WKA deutlich überstieg. Bei Gesamtabflussmengen in Höhe des Schluckvermögens der Turbinen und darunter wurde das Mutterbett nur von der Sickerwassermenge, die unkontrolliert das Nadelwehr passieren konnte, durchströmt.

#### 2.3.1.1 Wasserströmung

Ohne gezielte Mindestwasserabgabe weist das rückgestaute Mutterbett keine relevante Wasserströmung auf. Bei 2 m<sup>3</sup>/s, die das Mutterbett bei entsprechenden Versuchen am 05.11.03 durchflossen, waren nur an wenigen Bereichen Strömungen von über 0,2 m/s vorhanden. An den meisten Messpunkten lag die Wasserströmung unter 0,1 m/s. Am 11.11.2003 konnten bei etwa 3,5 m<sup>3</sup>/s, die über das Wehr geleitet wurden, in einigen Bereichen insbesondere in Oberflächennähe sowie in mittlerer Wassertiefe Strömungen von über 0,2 m/s und stellenweise über 0,5 m/s nachgewiesen werden. In Sohlnähe waren hierbei jedoch Strömungsgeschwindigkeiten um 0,1 m/s und darunter dominierend. Das untere Viertel des Mutterbettes mit seinen großen Wassertiefen wies auch bei 3,5 m<sup>3</sup>/s keine relevanten Strömungsgeschwindigkeiten auf. Am 12.11.2003 wurden Strömungsgeschwindigkeiten bei einer Mindestwasserabgabe von etwa 6,2 m<sup>3</sup>/s über das Wehr an 100 Messstellen erfasst. Dabei konnte nachgewiesen werden, dass sich gegenüber der Mindestwassermenge von 3,5 m<sup>3</sup>/s die Bereiche mit Strömungsgeschwindigkeiten über 0,2 m/s und stellenweise über 0,5 m/s deutlich ausweiteten. Geschwindigkeiten von unter 0,1 m/s waren nicht mehr dominierend. Diese reell im Mutterbett gemessenen Geschwindigkeiten in Korrelation mit der jeweiligen Mindestwassermenge sind vergleichbar mit den Daten, die im Rahmen der Computersimulationen mittels HYDRO2DE bzw. CASIMIR darstellbar sind (siehe Abb. 42 bis 46, im Anhang 6). Entsprechend ist auch die Simulation des Strömungsbildes bei der Abgabe der mittleren Niedrigwasserführung der Saale (MNQ) von 10,9 m<sup>3</sup>/s als realistisch einzuschätzen (siehe Abb. 45 und 46, Anhang 6).

Mit dieser Datenbasis wird in Kapitel 2.3.1.4 exemplarisch die Mindestwasserermittlung nach LAWA [LAW01] durchgeführt und die Ergebnisse der Habitatsimulation diskutiert.

### 2.3.1.2 Wassertemperatur

Für Aussagen bzgl. des Temperaturregimes im Mutterbett standen Dataloggerdaten vom 23.07.2003 bis zum 14.12.2004 ohne gezielte Restwasserabgabe weitgehend lückenlos zur Verfügung. Die Lage und Nummerierung der Datalogger ist in Abbildung 31 im Anhang 2 ersichtlich.

Von 2005 liegen vom 30.03.2005 bis zum 05.12.2005 annähernd vollständige Datenreihen mit gezielter Restwasserabgabe zum Vergleich vor. Da mehrere Datalogger sowohl im Mutterbett, als auch im Hauptstrom der Saale ober- und unterhalb der WKA ausgebracht wurden, konnte ein Vergleich gezogen werden, inwiefern die Ausleitungsstrecke bzgl. des Temperaturregimes von der komplett durchströmten Saale differiert. So war zu erwarten, dass sich das Mutterbett im Sommer stärker erwärmt, als die Saale mit voller Beaufschlagung. Diese Erwartung wurde nicht in dieser Form erfüllt. Selbst in dem sehr warmen Sommer 2003 erreichte das Mutterbett wie auch die Saale Temperaturen des Turbinenkanals (Logger T 03) von 20 °C (Abb. 32, Anhang 2). Der Temperaturlogger T 07 an der rechten Gewässerseite zeichnete zum Teil deutlich niedrigere Temperaturen mit gedämpftem Tagesgang ab, während selbiger und auch der Logger T 06 im Winter wärmere Temperaturen aufzeichneten (Abb. 33, Anhang 2). Dies ist eindeutig auf in diesem Bereich eintretendes Grundwasser zurückzuführen. Hiermit ist auch der Nachweis der im Grundwasser lebenden Art bei den Makrozoobenthosproben zu erklären (Kap. 2.3.1.3). Am linken Ufer im Mutterbett zeichnete der Datalogger oben links im flachen Wasser liegend etwas stärker schwankende Tagesgänge ab, die aber in ihren Maxima kaum die anderen Logger überschritten, sondern in deren Minima abwichen (Abb. 32, Anhang 2). Die Abflüsse lagen im August 2003 deutlich unter 20 m<sup>3</sup>/s. Es wurde keine Restwassermenge über das Wehr abgegeben. Entsprechend wäre zu erwarten gewesen, dass sich das rückgestaute Wasser im Tagesverlauf stärker erwärmt. Im Sommer 2004 traten im Gegensatz zu 2003 keine Abweichungen aufgrund eines Grundwassereintrags auf obwohl auch hier keine Mindestwasserabgabe über das Wehr erfolgte (Abb. 34, Anhang 2). Dafür zeigte die Tagesamplitude des Loggers im flachen Wasser am linken Ufer zum Teil höhere Maxima, als die anderen Logger. Diese Situation änderte sich auch bei Abgabe einer Mindestwassermenge von mindestens 3,1 m<sup>3</sup>/s im Sommer 2005 nicht maßgeblich. Auch im Juni 2005 zeichnete der Logger T 04 im Vergleich zu den anderen Loggern eine verstärkte Amplitude auf (Abb. 35, Anhang 2). Eine grundwasserbeeinflusste Abkühlung im Talweg bildete sich nicht aus. Im Oktober 2005 bewirkte die Mindestwasserabgabe eine Vereinheitlichung der Wassertemperatur (Abb. 37, Anhang 2) während im Oktober 2004 ohne Restwasserabgabe die Logger T 04 einen stärkeren Tag-Nachtrhythmus der Temperaturamplitude nachwies (Abb. 36, Anhang 2).

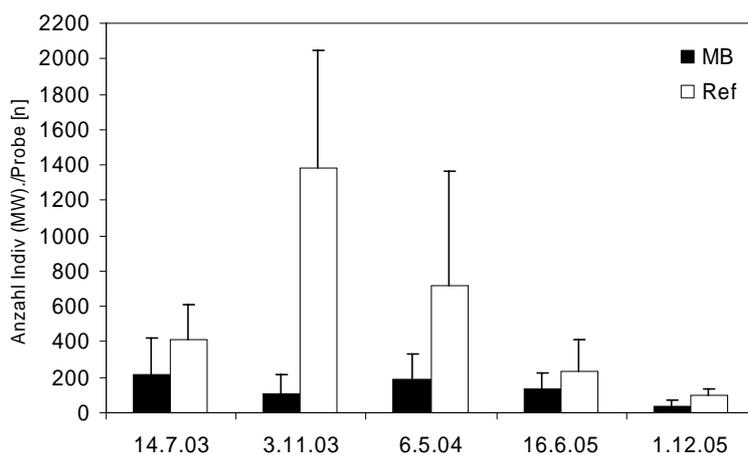
Zusammengefasst stellt sich die Situation so dar, dass wider Erwarten keine wesentlichen Unterschiede des sommerlichen Temperaturregimes des Mutterbettes mit oder ohne Mindestwasserabgabe von mind. 3,1 m<sup>3</sup>/s vorhanden waren. Der Einfluss des Grundwassers im Talweg der rechten Gewässerseite lässt sich mit Restwasserabgabe jedoch weitgehend ausschließen. Dies wäre für den Wanderkorridor im Talweg wichtig, da die Wanderung der Fische durch das Vorhandensein von kälterem und zudem sauerstoffärmerem Grundwasser im Frühjahr Frühsommer bspw. die Cypriniden bzw. die wärmeren Temperaturen im Herbst und Winter für die Winterlaicher (Salmoniden) die Auffindbarkeit des Tal- und Wanderweges empfindlich behindern kann.

### 2.3.1.3 Makrozoobenthosfauna

Die Besiedlung des Mutterbettes sowie einer Referenzstrecke mit Makrozoobenthos wurde zu 5 Zeitpunkten zwischen 2003 und 2005 untersucht. Dabei lagen 3 Probenahmeterminen ohne und zwei mit Einhaltung einer Mindestwasserabgabe von mind. 3,1 m<sup>3</sup>/s in das Mutterbett. Die Probenahmen wurden jahreszeitlich so gewählt, dass eine möglichst vollständige Taxazahl erfasst wurde.

Jede Beprobung wurde in je 5 Parallelen ausgeführt. Aus diesen Parallelen wurde für die Ermittlung der Besiedlungsdichte und weiterführend der Dominanz der Mittelwert gebildet. Da die Parallelen zum Teil recht unterschiedliche Individuenzahlen aufwiesen, ergab sich dabei eine hohe Standardabweichung. Die Taxazahl wurde demgegenüber kumulativ aus allen Parallelen pro Probenahme ermittelt.

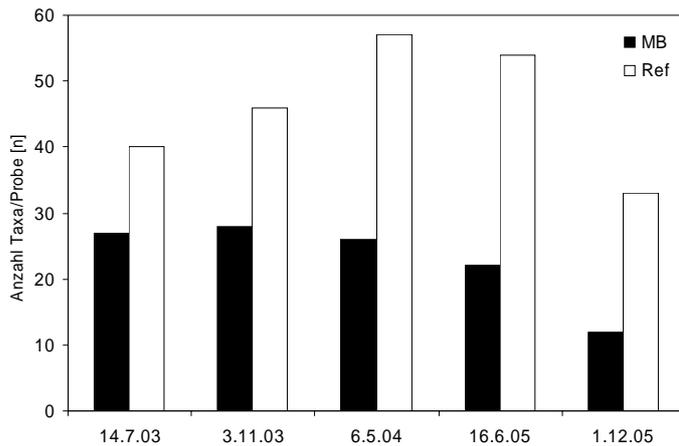
Es zeigte sich, dass das Mutterbett im Vergleich zur Referenzstrecke zu allen Zeitpunkten eine geringere Besiedlungsdichte und Artenvielfalt aufwies (Abb. 3). Die Besiedlungsdichte des Mutterbettes schwankte zwischen  $34,8 \pm 37,7$  Ind./Probe (Winter 2005) und  $220 \pm 202,0$  Ind./Probe (Sommer 2003) (Mittelwert  $130,5$  Ind./Probe). In der Referenzstrecke wurden zwischen  $101,0 \pm 32,8$  Ind./Probe (Winter 2005) und  $1384,0 \pm 662,2$  Ind./Probe (Winter 2003) (Mittelwert  $570,4$  Ind./Probe) gefunden.



**Abb. 3:** Vergleich der Individuenanzahl pro Probe im Mutterbett (MB) und der Referenzstrecke (Ref) mit Standardabweichung

Über den gesamten Untersuchungszeitraum wurden im Mutterbett insgesamt 68 Taxa und in der Referenzstrecke insgesamt 97 Taxa gefunden. Die Zahl der Taxa im Mutterbett zu den unterschiedlichen Probenahmeterminen schwankte zwischen 12 (Winter 2005) und 28 (Winter 2003). In der Referenzstrecke wurden zwischen 33 (Winter 2005) und 57 (Sommer 2004) Taxa gefunden (Abb. 4).

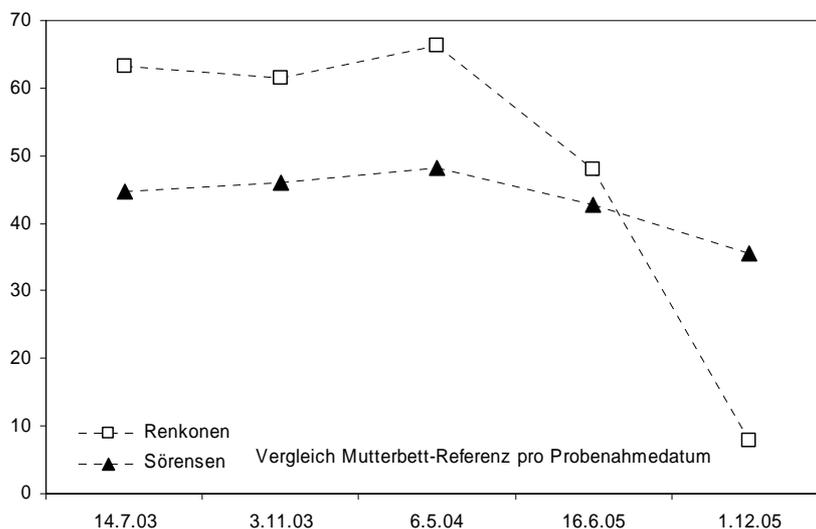
Diese Unterschiede spiegeln sich auch in den Ähnlichkeitsindizes nach Sørensen und Renkonen wider.



**Abb. 4:** Vergleich der Taxazahl pro Probe im Mutterbett (MB) und der Referenzstrecke (Ref)

Die geringste Ähnlichkeit zwischen Mutterbett und Referenz wurde im Jahr 2005 festgestellt (Abb. 5). Dies gilt für beide Indizes. Mit einem Ähnlichkeitskoeffizienten von 7,82 % (Renkonen) bzw. 35,5 % (Sørensen) war besonders der Winter 2005 von einer sehr geringen Übereinstimmung zwischen den beiden Strecken gekennzeichnet.

Bis auf diesen Zeitpunkt lag der Wert des Renkonen-Index meist über dem Sørensen-Index. (Mittelwert: Renkonen: 49,4 %, Sørensen 43,4 %). Dies bedeutet, dass es eine relativ geringe Übereinstimmung der Taxavielfalt gab, allerdings waren die (wenigen) gemeinsam vorkommenden Taxa in ähnlichen Abundanzen vorhanden.

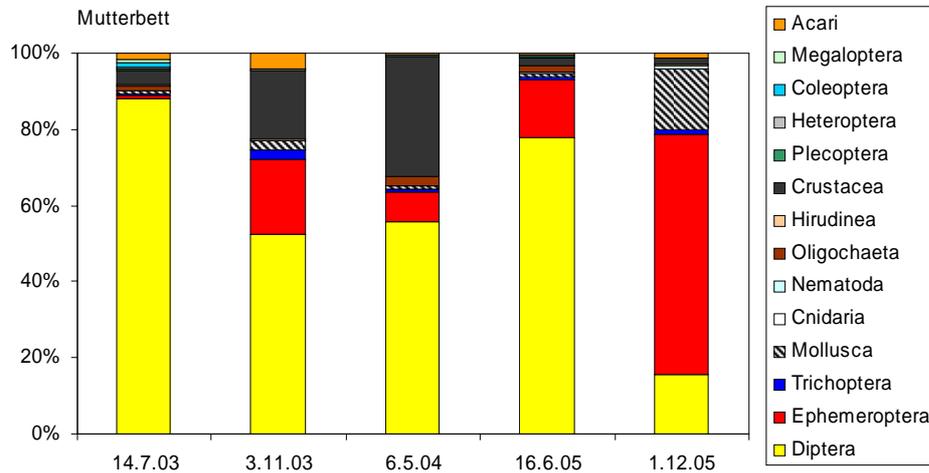


**Abb. 5:** Vergleich der Ähnlichkeitskoeffizienten beim Vergleich der Proben zwischen Mutterbett und Referenz nach Sørensen bzw. Renkonen

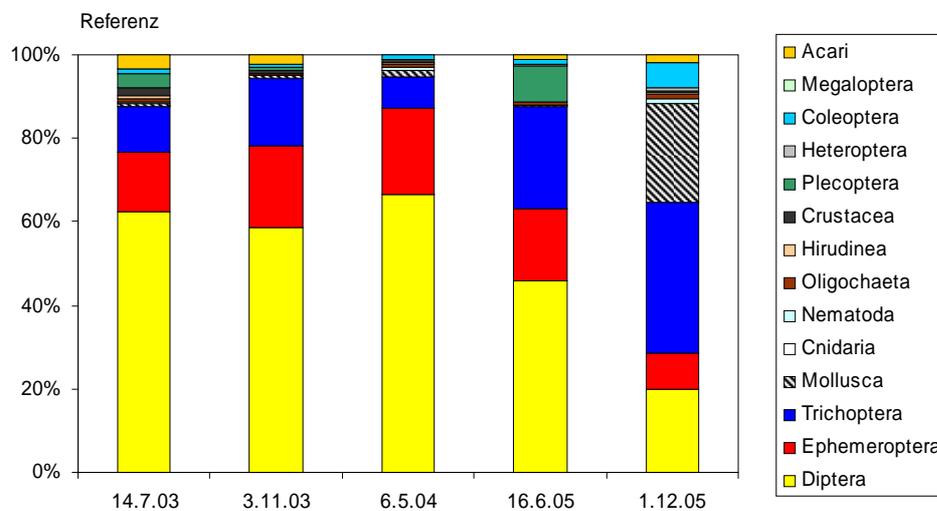
Insgesamt dominierten in beiden Strecken meist die Diptera (Fliegen; v. a. Chironomidae). In der Referenzstrecke waren auch Ephemeropteren ( Eintagsfliegen) und Trichopteren (Köcherfliegen) häufig vertreten. Während in der Referenzstrecke auch Plecopteren (Steinfliegen) des Öfteren vorkamen, spielten diese im Mutterbett kaum eine Rolle. Hier waren demgegenüber verstärkt Crustacea (Krebstiere) aufgetreten. Als Besonderheit sei erwähnt, dass der Grundwasser bewohnende Krebs *Niphargus* sp. im Mutterbett gefunden wurde. Dies

bestätigt die bei der Temperaturmessung festgestellten Grundwassereinflüsse im Mutterbett (siehe Kap. 2.3.1.2).

Im Winter 2005 waren aufgrund sehr geringer Taxazahlen und Besiedlungsdichten abweichende Dominanzverhältnisse vorzufinden. Während in der Referenzstrecke die Trichopteren als eudominante Gruppe auftraten (v. a. *Cheumatopsyche* sp. und *Hydropsyche* sp.), traf dies im Mutterbett für die Ephemeropteren zu (v. a. *Caenis* sp.) (vgl. Abb. 6 und 7).



**Abb. 6:** Dominanzverhältnisse der Taxa im Mutterbett zu den jeweiligen Probeterminen



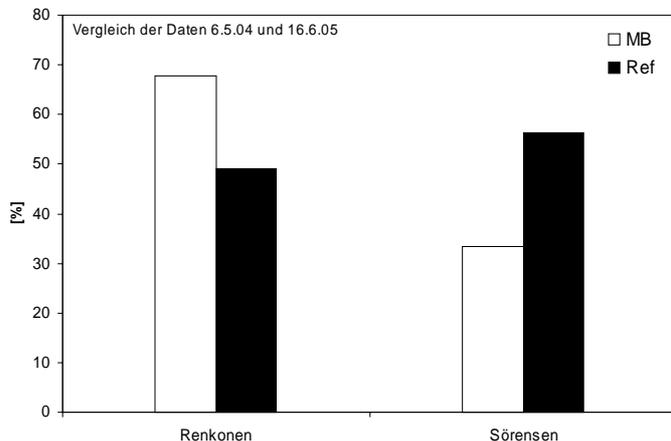
**Abb. 7:** Dominanzverhältnisse der Taxa in der Referenzstrecke zu den jeweiligen Probeterminen

Für das Makrozoobenthos konnten keine positiven Auswirkungen der Abgabe einer Mindestwassermenge von mind. 3,1 m<sup>3</sup>/s in das Mutterbett festgestellt werden. Taxazahl und Individuendichte im Mutterbett sowie die Ähnlichkeit zur Referenzstrecke nahmen im Probejahr 2005 ab (vgl. Abb. 3 und 4). Allerdings nahm auch Taxazahl und Besiedlungsdichte in der Referenzstrecke möglicherweise aufgrund veränderter Umweltbedingungen ab (Abb. 4).

Der Vergleich der Besiedlung des Mutterbettes vor und nach Abgabe der Restwassermenge ergab eine hohe Ähnlichkeit nach Renkonen (78,7 %) und eine relativ geringe Ähnlichkeit nach Sørensen (33,3 %). Dies deutet auf einen Artenwechsel innerhalb der rezendenten Taxa hin,

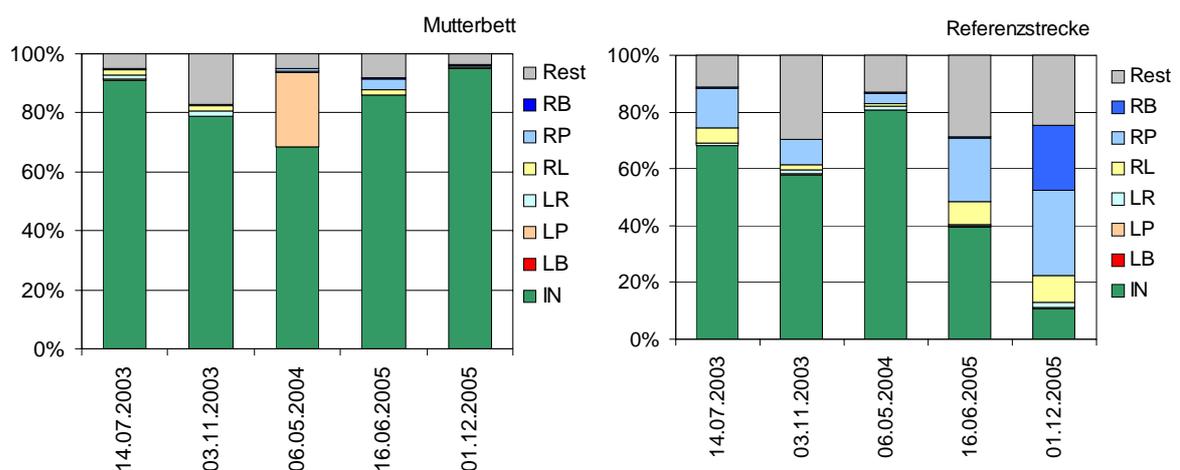
die dominanten Taxa konnten sich offensichtlich behaupten, wobei allerdings die Crustacea nach Abgabe der Restwassermenge abnahmen.

Der Vergleich der Referenzstrecke vor und nach Abgabe des Restwassers zeigte eine geringere Ähnlichkeit nach Renknoten (49,2 %) als das Mutterbett, allerdings war der Sørensen-Index recht hoch (56,4 %) (Abb. 8). Dies weist auf geänderte Dichteverhältnisse mit ähnlicher Artenzusammensetzung hin.



**Abb. 8:** Vergleich der Ähnlichkeitskoeffizienten beim Vergleich der Mai-Proben 2004 und 2005 zwischen Mutterbett und Referenz nach Sørensen bzw. Renknoten

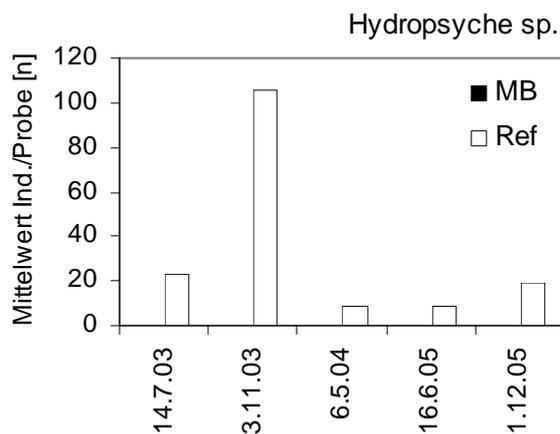
Die Auswertung der Strömungspräferenz der verschiedenen Taxa zeigt eindeutig, dass sich die Bedingungen für das Makrozoobenthos ohne gezielte Mindestwasserabgabe in den Jahren 2003 und 2004 im Vergleich mit einer abgegebenen Mindestwasserabgabe von mind. 3,1 m<sup>3</sup>/s im Jahr 2005 nicht wesentlich unterscheiden (Abb. 9). Es dominierten in jedem Fall Arten, die hinsichtlich der Strömungspräferenz indifferent eingestuft werden. Auch wenn in der Referenzstrecke ein hoher Anteil indifferenter Taxa vorhanden war, waren Vertreter rheophiler und rheobionter Taxa im Vergleich zum Mutterbett stärker vertreten (Abb. 9).



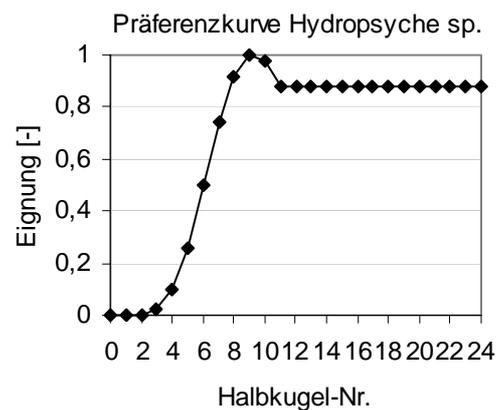
**Abb. 9:** Dominanzverteilung der Strömungspräferenzen der Arten im Mutterbett und der Referenzstrecke Bedeutung der Abkürzungen in der Legende siehe Tabelle 3 in Kapitel 2.2.1.3

Die im Jahr 2005 eingehaltene Mindestwasserabgabe in Höhe der behördlich geforderten Menge von mind. 3,1 m<sup>3</sup>/s hatte somit keinen ausschlaggebenden Einfluss auf die Makrozoobenthosfauna.

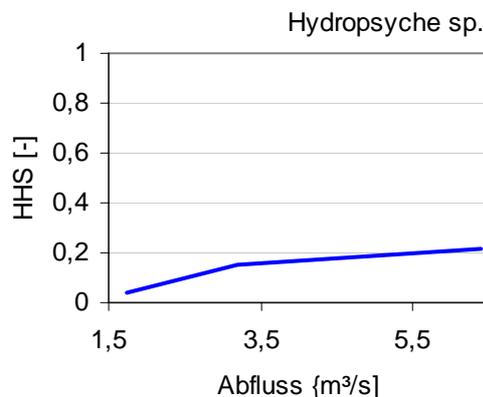
Im Folgenden werden diese Untersuchungsergebnisse mit den Habitatsimulationen verglichen. Mit dem Modul BHABIM (Benthos-Habitatmodellierung) des Simulationsprogrammes CASIMIR wurde für ausgewählte Makrozoobenthos-Taxa eine Habitatsimulation durchgeführt. Diese Simulationen beruhen auf Messungen nach der Halbkugelmethode und empirisch ermittelten Präferenzfunktionskurven für eine Anzahl an Organismen. Im Rahmen der Casimir-Entwicklung und angeschlossenen Forschungsarbeiten wurden Datensätze für über 200 Arten erstellt, von denen 50 auch auf andere Gewässer übertragbar sind. Aus diesen Datensätzen wurden drei Taxa ausgewählt, die bei der Beprobung im Bereich der WKA in Döbritschen vorgefunden wurden. Es handelt sich dabei um die rheophile Köcherfliege *Hydropsyche* sp., um die indifferent bis leicht strömungsliebend einzustufende Eintagsfliegenlarve *Caenis* sp. und um den limnophilen Egel *Erpobdella octoculata* (Abb. 10 bis 12). Mittels CASIMIR wurden für die Abflüsse von 1,75 bis 6,4 m<sup>3</sup>/s die hydraulische Habitatqualität (HHS *hydraulic habitat suitability index*) und die *weighted usable area* (WUA) ermittelt. Die HHS ist eine Maßzahl, die zwischen 0 (ungeeignet) und 1 (optimal geeignet) liegt und jeder sohnahen Strömung eine bestimmte Habitatqualität zuordnet. Die WUA beschreibt das Habitatangebot als vom Abfluss abhängige Fläche, die vom jeweiligen Taxon theoretisch genutzt werden kann.



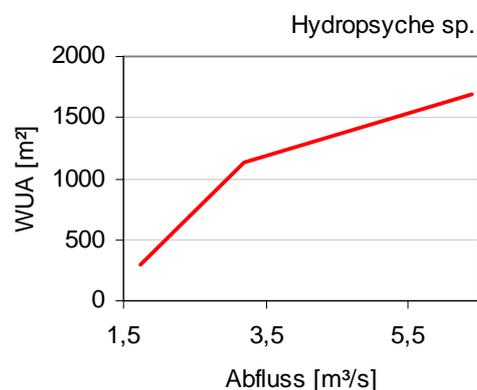
Teilabbildung A



Teilabbildung B



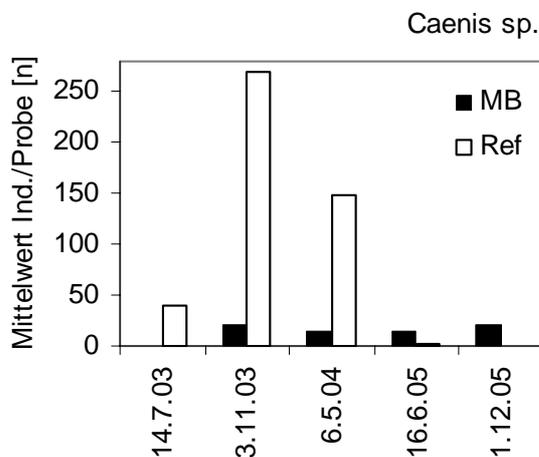
Teilabbildung C



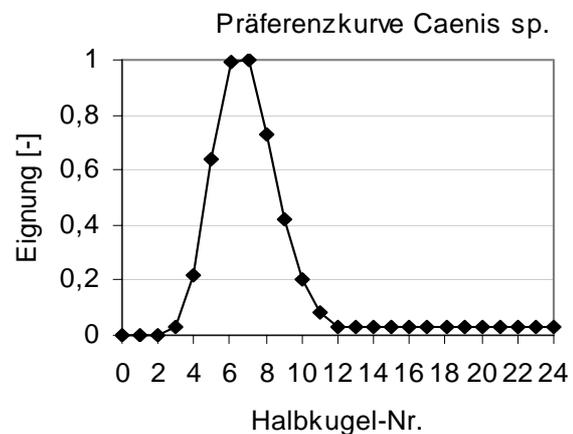
Teilabbildung D

**Abb. 10:** Teilabbildung A: 2003 und 2005 erfasste Abundanzen der Köcherfliege *Hydropsyche* sp.; B: Präferenzkurve nach [DVW91]; C: CASIMIR-simulierte hydraulische Habitatsignung bei unterschiedlichen Abflüssen; D: CASIMIR-simuliertes Habitatangebot bei unterschiedlichen Abflüssen

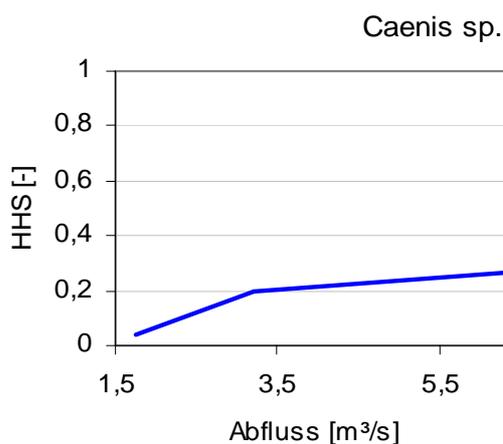
Die rheophile Köcherfliege *Hydropsyche* sp. kommt in Döbritschen in relativ hohen Abundanzen in der Referenzstrecke vor (Abb. 10). Sie bevorzugt relativ hohe Strömungsgeschwindigkeiten. Im Mutterbett waren nur Einzelexemplare zu finden. Daran änderte sich auch nach der Erhöhung der Restwassermenge nichts. Dies entspricht den Ergebnissen der Simulation, die selbst bei einem Abfluss von 6,4 m<sup>3</sup>/s nur eine Habitateignung von 0,22 und ein Habitatangebot von 1.690 m<sup>2</sup> (bei insgesamt 7.702 m<sup>2</sup> benetzter Fläche) ausweisen. Für diese Art ist demnach auch bei höheren Abflüssen keine relevante Steigerung der Individuenzahlen zu erwarten. Auch bei der indifferenten Art *Caenis* sp. ergeben sich nur geringe Habitateignungsindices. Bei 6,4 m<sup>3</sup>/s wird ein maximaler HHS von 0,27 und eine nutzbare Fläche von 2.061 m<sup>2</sup> errechnet (Abb. 11). Diese Art kommt sowohl in der Referenzstrecke als auch im Mutterbett vor (Abb. 11). In der Referenzstrecke wurden zeitweise hohe Abundanzen erreicht, die allerdings besonders 2005 nicht mehr erreicht wurden. Das Mutterbett zeigte demgegenüber eine gleichmäßigere Besiedlung. Die eingehaltene Mindestwasserabgabe zeigte 2005 keine Effekte.



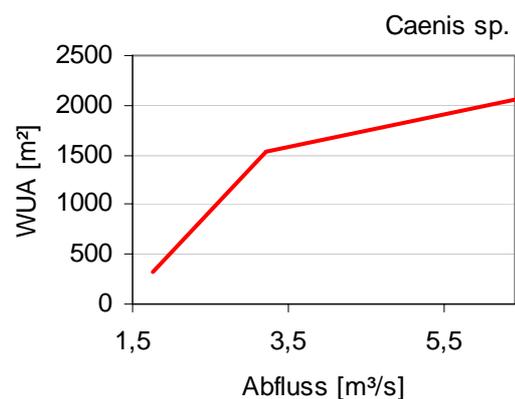
Teilabbildung A



Teilabbildung B



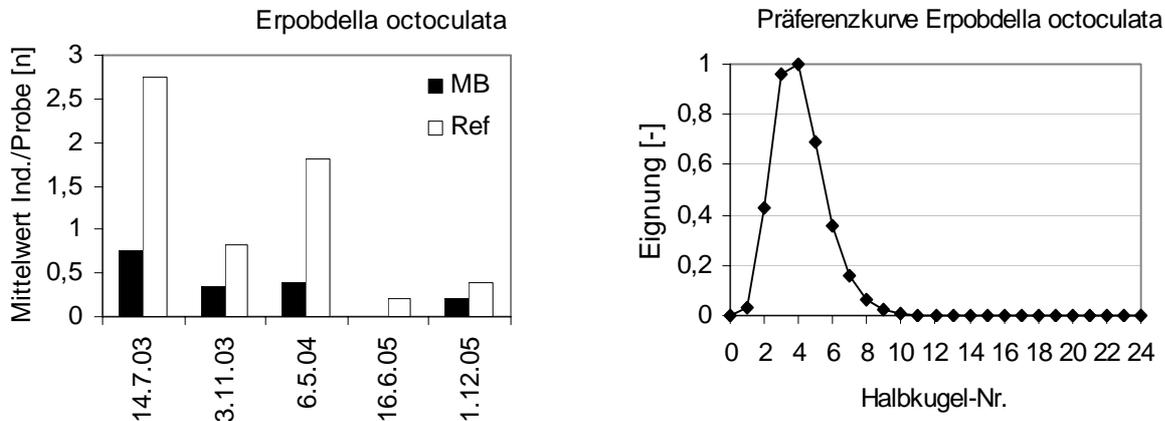
Teilabbildung C



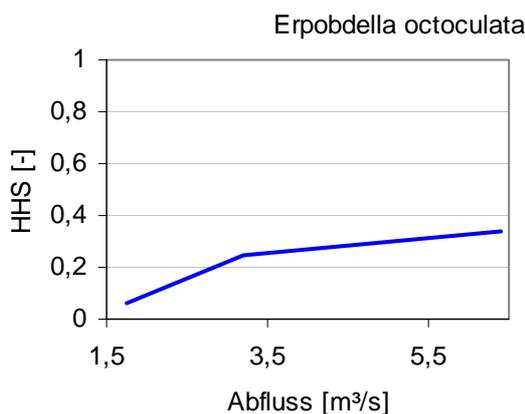
Teilabbildung D

**Abb. 11:** Teilabbildung A: 2003 und 2005 erfasste Abundanzen der Eintagsfliege *Caenis* sp.; B: Präferenzkurve nach [DVW91]; C: CASIMIR-simulierte hydraulische Habitateignung bei unterschiedlichen Abflüssen; D: CASIMIR-simuliertes Habitatangebot bei unterschiedlichen Abflüssen

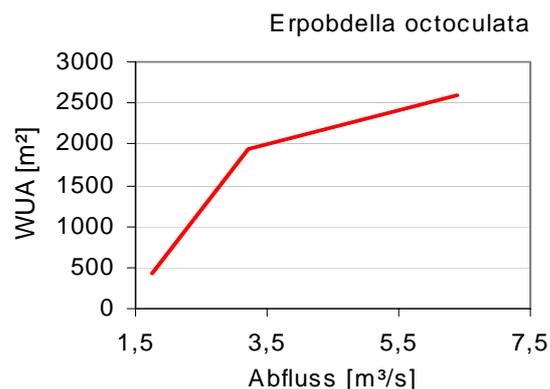
Die limnophile Art *Erpobdella octoculata* kommt in Döbritschen nicht häufig vor. Nach Abgabe der Mindestwassermenge wurde sie im Mutterbett nur noch sehr selten angetroffen (Abb. 12). Die Simulationsergebnisse zeigen jedoch, dass durch Abgabe von Restwasser diese Art sogar gefördert werden könnte. Bei 6,4 m<sup>3</sup>/s ergaben sich eine HHS von 0,34 und eine nutzbare Fläche von 2.587 m<sup>2</sup> (Abb. 12). Dies stellt 33,5 % der benetzten Fläche dar.



Teilabbildung A



Teilabbildung B



Teilabbildung C

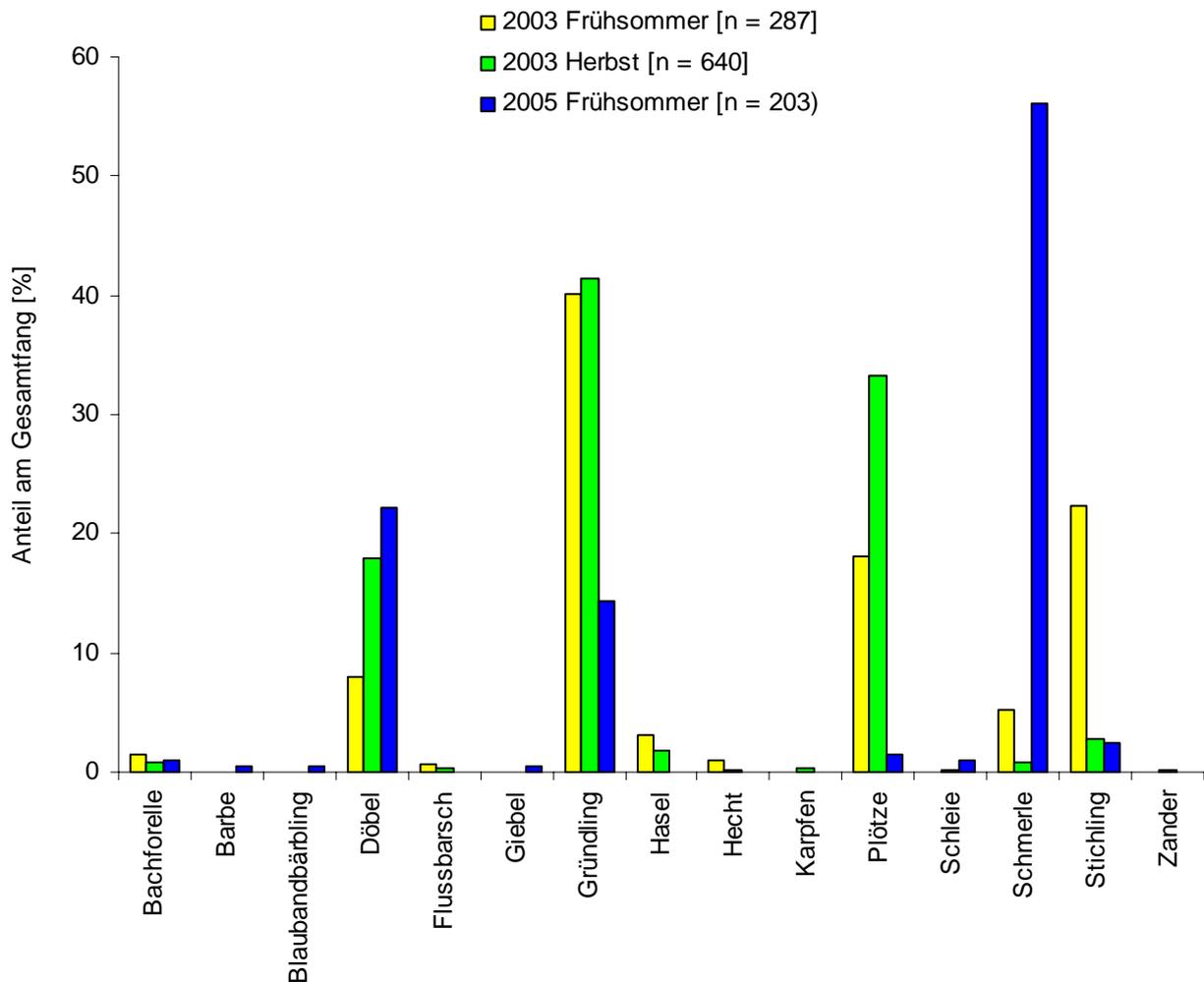
Teilabbildung D

**Abb. 12:** Teilabbildung A: 2003 und 2005 erfasste Abundanzen der Egels *Erpobdella octoculata*; B: Präferenzkurve nach [DVW91]; C: CASIMIR-simulierte hydraulische Habitateignung bei unterschiedlichen Abflüssen; D: CASIMIR-simuliertes Habitatangebot bei unterschiedlichen Abflüssen

Zusammenfassend wird festgestellt, dass für rheophile und indifferente Arten auch bei Abgabe von erhöhtem Mindestwasser keine bzw. nur geringfügig verbesserte Habitatbedingungen erreicht werden. Nur ein geringer Teil der benetzten Fläche kann genutzt werden. Demgegenüber können limnophile Arten gefördert werden, da sich bei erhöhter Mindestwasserabgabe eine langsame Durchströmung der tiefen und strömungsberuhigten Bereiche ergibt. Diese geringe Sohlschubspannung wird von der exemplarisch gewählten Art *Erpobdella octoculata* bevorzugt. Das Mutterbett, welches sich als stark degradierter Lebensraum im Vergleich zur voll durchströmten Referenzstrecke darstellt, wird hinsichtlich der Benthosorganismen auch durch eine gezielte Mindestwasserabgaben bis 6,4 m<sup>3</sup>/s nicht als Lebensraum aufgewertet.

### 2.3.1.4 Fischfauna

Bei einem Vergleich der Fischfauna des Mutterbettes ohne Abgabe einer gezielten Restwassermenge über das Wehr (2003) mit den Daten der Befischungen 2005 bei einer Mindestwasserabgabe von mind. 3,1 m<sup>3</sup>/s sind keine fischfaunistischen Veränderungen hin zu strömungsliebenden Fischarten wie Barbe und Bachforelle erkennbar (Abb. 13). Lediglich die Schmerle ist 2005 deutlich stärker vertreten, während Plötze und Gründling an Häufigkeit deutlich abnehmen.



**Abb. 13:** Vergleich der prozentualen Artenzusammensetzung der Befischungen im Mutterbett ohne (2003) und mit (2005) Mindestwasserabgabe

Würde die abgegebene Mindestwassermenge von mind. 3,1 m<sup>3</sup>/s für stärkere Strömung im Mutterbett sorgen, so wären strömungsliebende Arten wie Barbe und Bachforelle häufiger zu erwarten gewesen. Der Lebensraum hat sich in dieser Hinsicht nicht verbessert. So ergaben die hydraulischen Simulationen der Strömungsgeschwindigkeiten im Mutterbett, dass bei 3,2 m<sup>3</sup>/s die Strömungsgeschwindigkeiten, abgesehen vom direkten Einflussbereich der Wanderhilfe, lokal maximal 0,2 m/s erreichen (Abb. 43 und 46 im Anhang 6). Der größere Teil des Mutterbettes weist jedoch Strömungsgeschwindigkeiten von maximal 0,1 m/s auf. Lediglich direkt im Fischaufstiegsanlagenauslauf ist bei dortiger Abführung der Mindestwassermenge auf ganz begrenztem Raum mit höheren Strömungsgeschwindigkeiten zu rechnen. Dies ist nicht repräsentativ für das Mutterbett.

Im Folgenden werden unterschiedliche Ansätze der ökologischen Mindestwasserabgabe diskutiert. Zuerst wird die Vorgehensweise nach [LAW01] angewendet und anschließend die Ergebnisse der CASIMIR-Habitatsimulationen dargestellt und diskutiert.

Entsprechend der Vorgehensweise nach [LAW01] existieren zwei methodische Ansätze. Nach dem Biotop-Abfluss-Ansatz wird zuerst die repräsentative Flachstelle (pessimale Schnelle) ermittelt. Prinzipiell wird laut [LAW01] hier eine höhere Untersuchungsichte an weiteren pessimalen Stellen aufgrund des hohen Aufwandes als nicht gerechtfertigt angesehen. Da in den vorliegenden Untersuchungen eine entsprechende Datenmenge vorhanden ist, kann das komplette Mutterbett betrachtet werden. Dabei wird deutlich, dass es nur zwei Flachstellen gibt, die sich von der restlichen Gewässerstrecke abheben. Eine liegt in etwa in der Mitte des Mutterbettes, während die andere sich parallel vor dem Wehr verlaufend mit teilweiser Inselbildung erstreckt (Abb. 47, Anhang 6). Da die Flachstelle vor dem Wehr stark anthropogen beeinflusst ist, wird im Weiteren die Flachstelle in der Mitte des Mutterbettes als repräsentative pessimale Schnelle betrachtet.

Nach [LAW01] soll eine mittlere Querschnittsgeschwindigkeit von 0,3 m/s eingehalten werden. Diese stellt sich entsprechend der hydraulischen Berechnungen bei 6,4 m<sup>3</sup>/s ein (vgl. Abb. 44 und 46 im Anhang 6). Für die Wassertiefen sind in der Barbenregion mind. 0,3 m zum Erhalt der Durchgängigkeit erforderlich, während für den Lebensraum mindestens 0,6 m im Talweg (arithmetisches Mittel der Messpunkte im Talweg) gefordert werden. Die Wassertiefe im Bereich des Querprofils der pessimalen Stelle beträgt 0,5 m bei einer Mindestwasserabgabe von 1,75 m<sup>3</sup>/s. Im Talweg wären bei diesem Abfluss durchschnittlich 1,47 m Wassertiefe vorhanden (vgl. Abb. 47 im Anhang 6). Entsprechend wären sowohl die Mindestwassertiefe von 0,3 m an der Flachstelle für die Erhaltung der Durchgängigkeit und die mittlere Wassertiefe von mind. 0,6 m im Talweg eingehalten. Somit wären bei Begutachtung dieser Flachstelle 6,4 m<sup>3</sup>/s zu fordern damit sich eine mittlere Querschnittsgeschwindigkeit von 0,3 m/s im Bereich der pessimalen Flachstelle einstellt. Eine Dynamisierung des Abflusses ist nach [LAW01] in diesem Fall nicht notwendig, da die Wassertiefen zum Erhalt des Lebensraumes jederzeit gegeben sind.

Bezüglich des Wanderkorridors im Mutterbett wird Folgendes angemerkt: Da nach dieser Flachstelle ein tiefer Bereich anschließt, der bis zum Zusammenfluss mit dem Turbinenkanal reicht und Wassertiefen bis 2,8 m aufweist, werden dort selbst bei 10,9 m<sup>3</sup>/s (MNQ) 0,2 m/s als leitende Strömung nicht erreicht (vgl. Abb. 45 und 46 im Anhang 6). Als Mindestfließgeschwindigkeit für rheotaktische Aufstiegsbewegungen werden für die meisten Fische 0,2 m/s angegeben [AS01]. Somit ist für strömungsliebende Arten wie die Barbe nicht garantiert, dass bei erhöhter Mindestwasserabgabe eine verstärkte Einwanderung in das Mutterbett erfolgt. Sie werden bevorzugt den Turbinenkanal als Wanderkorridor aufsuchen.

Somit ist an diesem Wasserkraftanlagenstandort eine zweite Fischwanderhilfe zu fordern, der den Turbinenkanal mit dem Oberwasser verbindet. Diese Thematik wird in Kapitel 2.3.3.3 näher betrachtet. Als Lebensraum jedoch bietet der Talweg am rechten Ufer aufgrund seiner Tiefe nach [LAW01] gute Bedingungen.

Weiterführende Ergebnisse zu den Auswirkungen einer veränderten Mindestwasserabgabe auf die Fischfauna, zeigen die exemplarisch durchgeführten Simulationen mit CASIMIR an den Fischarten Barbe, Äsche und Schmerle. Diese drei Arten zählen zu den 6 Leitfischarten entsprechend des fischfaunistischen Referenzzustandes (siehe Abb. 14 in Kap. 2.3.1.5) und werden im Folgenden getrennt betrachtet.

**Barbe:**

Bei der Barbe werden im Rahmen der Simulationsmöglichkeiten mit CASIMIR 5 verschiedene Szenarien berücksichtigt:

- Barbe adult
- Barbe adult Winter (Winterhabitateignung)
- Barbe laichend
- Barbe Brut
- Barbe juvenil

Bei 1,75 m<sup>3</sup>/s Mindestwasserabgabe wird mittels CASIMIR-Prognose für die adulte Barbe etwa die Hälfte des Mutterbettes mit einer mittleren Habitatqualität von 0,50 und etwas besser eingestuft (Abb. 49, Anhang 6). Bei 3,2 m<sup>3</sup>/s verändert sich die Situation nur geringfügig. Wenige Bereiche erreichen jetzt eine gute bis sehr gute Habitateignung (8,80 und 0,90). Bei 6,4 m<sup>3</sup>/s Mindestwasserabgabe erreichen 20 bis 25 % der Mutterbettfläche eine Eignung von 0,80 und darüber. Bei der Abgabe von MNQ (10,9 m<sup>3</sup>/s) steigt dieser gut geeignete Flächenanteil auf 40 bis 50 % an.

Als Winterhabitat eignet sich das Mutterbett deutlich schlechter (Abb. 50, Anhang 6). Bei 1,75 m<sup>3</sup>/s und 3,2 m<sup>3</sup>/s ist das Mutterbett nicht als Winterhabitat geeignet (Abb. 50, Anhang 6). Bei 6,4 m<sup>3</sup>/s erreichen wenige Bereiche eine mittelgute Qualität. Bei Abflussmengen in Höhe von MNQ sind weniger als 50 % der Fläche als gut oder sehr gut zu bezeichnen.

Für die laichende Barbe fallen alle Szenarien deutlich schlechter aus (Abb. 51, Anhang 6). Lediglich punktuell sind gute und teilweise sehr gute Eignungen für Laichhabitate gegeben.

Im Gegensatz zu den Habitatansprüchen der adulten Barbe sinkt für die Barbenbrut die Habitateignung mit steigender Abflussmenge (Abb. 52, Anhang 6). Bei 1,75 m<sup>3</sup>/s sind 20 bis 25 % des Mutterbettes für die Brut gut und stellenweise sehr gut geeignet.

Für juvenile Barben ist eine zunehmende Abflussmenge positiv mit der Habitateignung korreliert (Abb. 53, Anhang 6). Jedoch liegt im Vergleich zur adulten Barbe allgemein eine deutlich schlechtere Habitateignung vor. Bei 10,9 m<sup>3</sup>/s Mindestwasserabgabe wäre maximal 25 % der Fläche gut mit wenigen Bereichen sehr guter Eignung vorhanden.

Zusammenfassend stellt sich die Habitatprognose mit CASIMIR für die Barbe so dar, dass der Gewässerbereich vorwiegend für adulte Barben geeignet ist. Die Abflussmenge entscheidet darüber, ob eine mittelgute Eignung oder ob sich mit zunehmenden Flächenanteilen eine zunehmend sehr gute Eignung einstellt. Bei den Befischungsergebnissen konnten keine adulten Barben im Mutterbett nachgewiesen werden. Dies war auch im Jahr 2005 unter Einhaltung der behördlich vorgesehene Mindestwassermenge der Fall obwohl einige Bereiche nach CASIMIR dann bereits sehr gute Eignungen aufweisen. Dies ist vermutlich auf die geringen Strömungsgeschwindigkeiten am unteren Ende des Mutterbettes zurückzuführen, die sich auch bei einer hohen Restwasserabgabe kaum verändern. Die sich rheotaktisch orientierenden Fische wandern daher eher in den Turbinenkanal ein (Abb. 42 bis 45, Anhang 6).

**Äsche:**

Bei der Äsche werden im Rahmen der Simulationsmöglichkeiten mit CASIMIR 4 verschiedene Szenarien berücksichtigt:

- Äsche adult
- Äsche laichend
- Äsche Brut
- Äsche juvenil

Für laichende Äschen, Brut und heranwachsende juvenile Tiere ist das Mutterbett unabhängig von der Abflussmenge weitgehend ungeeignet (Abb. 54 bis 56, Anhang 6). Bei adulten Äschen steigen die Flächenanteile mittelguter Eignung von max. 20 % auf bis zu 40 % bei 10,9 m<sup>3</sup>/s an einige Teilbereich erreichen dann eine sehr gute Habitateignung von 0,80 und darüber (Abb. 57, Anhang 6). Im Vergleich zur Barbe ist das Mutterbett als Lebensraum für die Äsche schlechter geeignet. Bei den Elektrofischungen konnten in der Saale am WKA-Standort keine Äschen nachgewiesen werden. Beim Fischabstieg durch die Turbinen wurden einzelne Tiere gefangen.

**Schmerle:**

Auch bei der Schmerle werden im Rahmen der Simulationsmöglichkeiten mit CASIMIR 4 verschiedene Szenarien unterschieden:

- Schmerle adult
- Schmerle laichend
- Schmerle Brut
- Schmerle juvenil

Für alle 4 Szenarien ist das Mutterbett als Schmerlenhabitat überwiegend ungeeignet (Abb. 58 bis 61, Anhang 6). Für juvenile und für adulte Schmerlen sind einige Stellen mittelgut und besser in der Habitateignung eingeschätzt. Während CASIMIR mit zunehmendem Abfluss für adulte Schmerlen eine sukzessive Vergrößerung der mittelguten Bereiche prognostiziert, nimmt die Habitateignung für juvenile Tiere mit höherem Abfluss ab. Bei den Elektrofischungen sind ohne und auch mit Mindestwasserabgabe von mind. 3,1 m<sup>3</sup>/s vorwiegend im Bereich vor dem Wehr Schmerlen in geringer Anzahl gefangen worden. Ausgewachsene Tiere waren dabei in geringer Anzahl nachzuweisen. Dies entspricht den Ergebnissen der vorliegenden CASIMIR-Simulation.

Bezüglich der abzugebenden Restwassermenge lässt sich zusammenfassend feststellen:

Die vergleichenden Untersuchungen der Gewässerfauna des Mutterbettes bei Abgabe einer gezielten Mindestwassermenge von mind. 3,1 m<sup>3</sup>/s (2005) und ohne gezielter Abgabe (2003 und 2004) zeigten, dass keine wesentlichen Verbesserungen für die Fisch- und Makrozoobenthosfauna resultieren. Dies deckt sich mit den Ergebnissen der Simulation des jeweiligen Strömungsbildes und der Habitatprognose. Wie beispielhaft an den Arten Barbe, Äsche und Schmerle im Rahmen der CASIMIR-Simulationen gezeigt werden konnte, profitierten Fischbrut und juvenile Tiere von einer geringeren Restwassermenge von 1,75 und 3,2 m<sup>3</sup>/s (Abb. 52, 55, 56, 59 und 61, Anhang 6), wobei die geringere Wasserabgabe zu geringfügigen Verbesserungen führt. Im Rahmen der Untersuchungen konnten große Menge von Fischlarven und heranwachsenden Jungtieren von Gründling, Döbel, Plötze, Hasel und Stichling im Mutterbett in den Jahren 2003 und 2004 registriert werden, als keine gezielte

Mindestwasserabgabe erfolgte. Jedoch werden diese im Mutterbett heranwachsenden jungen Fischstadien von Starkregenereignissen gefährdet. Im Rahmen des Hochwasserschutzes werden dann aus der Saalekaskade große Mengen kalten Tiefenwassers abgeführt, welches insbesondere die Fischbrut schädigen kann. Da dann der Saaleabfluss deutlich über dem Schluckvermögen der Turbinen liegt, werden mit dem hohen Abfluss über das Wehr zudem viele Tiere flussabwärts verdriftet.

Sollten strömungsliebende Arten wie die Leitart Barbe durch eine entsprechende Mindestwasserabgabe gezielt gefördert werden, wären aufgrund der Ergebnisse der CASIMIR-Simulation und der Mindestwassermittlung nach [LAW01] Mindestwassermengen von mindestens 6,4 m<sup>3</sup>/s abzugeben (Abb. 49, Anhang 6). Jedoch bleibt ungeklärt, ob Barben mit rheotaktischem Wanderverhalten auf der Suche nach geeigneten Lebensräumen in das Mutterbett einwandern, da selbst bei einer Abgabe von 10,9 m<sup>3</sup>/s die Strömungsgeschwindigkeiten in dem sehr tiefen Bereich am unteren Ende des Mutterbettes nicht 0,2 m/s erreichen (Abb. 45 und 46, Anhang 6). Insofern sind auch die Ansätze nach LAWA nicht zielführend, das Mutterbett zu einem geeigneten Wanderkorridor mit den ermittelten 6,4 m<sup>3</sup>/s Mindestwasserabgabe zu entwickeln. Um diesen Standort für alle Fischarten vollständig durchgängig zu gestalten, ist eine zweite Fischwanderhilfe zwingend erforderlich, die den Turbinenkanal mit dem Oberwasser verbindet. Dabei wird den Barben der Aufstieg ermöglicht, um beispielsweise gut geeignete Habitate im Bereich der Stauwurzel im Oberwasser der WKA Döbritschen zu erreichen. Dort konnten bei den Elektrobefischungen im November 2003 einige adulte Tiere nachgewiesen werden, die aufgrund der starken Strömung nicht gefangen und gemessen werden konnten. Eine Dynamisierung der Abflussmengen ist unter der Voraussetzung, dass eine zweite Fischwanderhilfe errichtet wird und bei Auswertung der Simulationsergebnisse nicht zielführend. Eine Dynamisierung mit zeitweise erhöhten Mindestwasserabgaben wäre vorzuschlagen wenn bspw. verschiedene Lebensstadien der Tiere an diesem Standort dies benötigen würden. Würden z. B. adulte Barben im Winter bei hohen Abflussmengen ein geeignetes Winterhabitat und im Frühjahr ein gutes Laichhabitat vorfinden, während die Brut im Frühjahr und im Sommer eine geringere Wassermenge benötigt, wäre eine Dynamisierung vorzusehen. Da das Mutterbett weder als Laich- noch als Winterhabitat bei Betrachtung unterschiedlicher Abflussmengen großflächig gut geeignet ist (siehe Abb. 50 und 51, Anhang 6), ist der Ansatz einer Dynamisierung nicht zielführend. Somit ist zwischen zwei Szenarien zu unter- und zu entscheiden:

#### Entwicklung des Mutterbettes

- für Brut und juvenile Fische bei Abgabe einer Restwassermenge von max. 3,2 m<sup>3</sup>/s (besser darunter) oder
- für adulte Barben als Sommerhabitat bei Mindestwasserabgaben von mindestens 6,4 m<sup>3</sup>/s).

Den hier vorliegenden Mindestwasserermittlungen werden die energetischen Verluste gegenüber gestellt (Tab. 4). Zur Berechnung der Verluste durch den WKA-Betreiber wurde ein Wirkungsgrad der energieumwandelnden Technik (Turbinen, Getriebe und Generator) für die Stromerzeugung mit 0,7 kalkuliert.

Bei einer durchschnittlichen Jahresleistung von 2 Mio. kWh betragen die Leistungsverluste bei einer ganzjährigen Einhaltung einer Mindestwasserabgabe von 3,1 m<sup>3</sup>/s 10%, bei 6,4 m<sup>3</sup>/s über 25 % und bei 10,9 m<sup>3</sup>/s über 50 % (Tab. 4).

**Tab. 4:** energetischer Verlust in einem Jahr in Abhängigkeit von der abzugebenden Mindestwassermenge

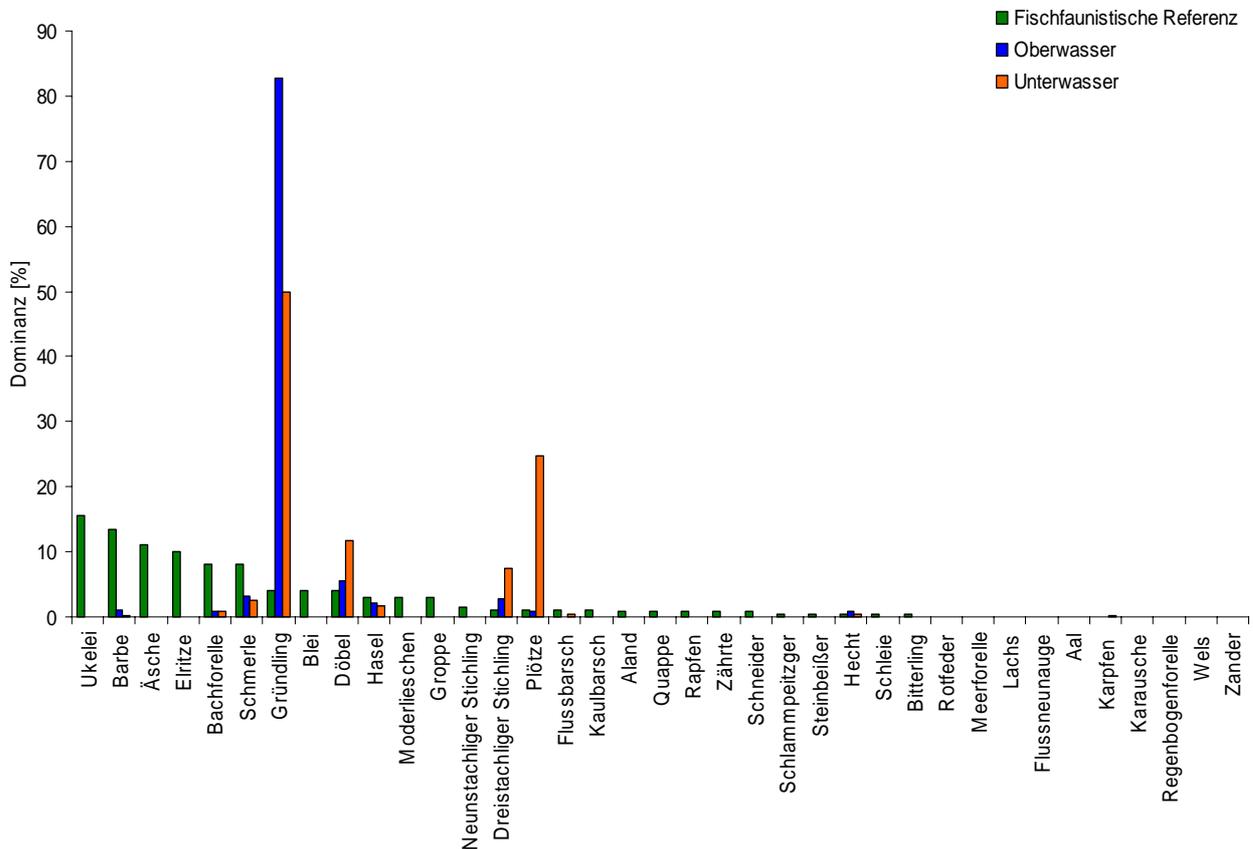
<b>Restwasserabgabe [m<sup>3</sup>/s]</b>	<b>energetischer Verlust pro Jahr [kWh] (Hr. Graf)</b>	<b>Verlust %</b>
1,75	122.576	6,1
3,1	223.521	11,2
6,4	544.951	27,2
10,9	1.075.150	53,7

Abschließend ist festzuhalten, dass eine Mindestwasserabgabe in Höhe von 1,7 bis 1,8 m<sup>3</sup>/s in jedem Fall einzuhalten ist, um die Auswirkungen des in das Mutterbett einströmenden Grundwassers zu reduzieren. Bei jener Mindestwassermenge finden Brut und juvenile Fische einiger Arten ein geeignetes Habitat zum Heranwachsen. Hierfür wären neben der eingeschätzten Sickerwassermenge durch das Nadelwehr von 1 m<sup>3</sup>/s und des Abflusses durch den FKP von 0,16 m<sup>3</sup>/s und bei Betrieb des Abstiegsbypasses mit 0,1 m<sup>3</sup>/s zusätzlich 0,5 m<sup>3</sup>/s über das Wehr in der Nähe des FKP abzugeben. Das Einhalten der behördlich vorgesehenen Restwassermenge in Höhe von 3,1 m<sup>3</sup>/s bringt aufgrund der großen Breite und zum Teil großen Tiefe in dem rückgestauten Mutterbett keine ausschlaggebenden Verbesserungen mit sich. Diese Wassermengen führen in dem hier vorliegenden Fall zu einem indifferenten Zustand, der weder Fischbrut und juvenilen Tieren noch strömungsliebenden Arten zugute kommt. Um adulten Barben im Sommer verbesserte Bedingungen zu schaffen, sind mindestens 6,4 m<sup>3</sup>/s abzuführen (zusätzlich über 5,1 m<sup>3</sup>/s über das Wehr). Dies deckt sich mit den Ermittlungen nach [LAW91]. Basierend auf der CASIMIR-Simulation würden dann 20 bis 25 % und bei einer Abgabe von 10,9 m<sup>3</sup>/s max. 50 % der Fläche für die Barbe als gut bis sehr gut eingestuft werden. Diese Gesamtfläche des relativ kurzen Mutterbettes von 170 m ist im Vergleich zu den ausgedehnten Stauräumen der Wasserkraftanlagen in diesem Saaleabschnitt, die sich über mehrere Kilometer ausdehnen und welche die Habitateignung ihrerseits nachhaltig beeinträchtigen, relativ gering. Größere ökologische Verbesserungen würden vergrößerte frei fließende Saalestrecken bewirken. In Anbetracht des Energieverlustes regenerativer Energie bleibt abzuwägen, welche der Mindestwasserabgaben anzustreben sind. Diese Belange werden im Rahmen eines weiteren Scopingtermins dargestellt und diskutiert. Ziel sollte hierbei sein, gemeinsam mit den Behörden und allen direkt und indirekt Betroffenen anhand der dargestellten Szenarien eine ökologisch sinnvolle Restwassermenge festzulegen.

Diese Betrachtungen der Mindestwasserabgabe kann nicht beliebig auf andere Standorte übertragen werden. Aufgrund ihrer unterschiedlichen Länge, Breite und ihres jeweiligen Gefälles sowie ihres Arteninventars sind in jedem Fall Einzelbetrachtungen der Ausleitungsstrecken notwendig, um eine ökologisch sinnvolle Mindestwasserabgabe zu fordern. Unabhängig der geforderten Mindestwassermenge ist zur Gewährleistung der Durchgängigkeit eine zweite Fischwanderhilfe im Turbinenkanal zwingend notwendig.

### 2.3.1.5 Einschätzung der Fischfauna allgemein

Der Vergleich der Fischfauna in der Saale oberhalb des Wehres (etwa 6 km untersucht) und unterhalb des Wehres (etwa 400 m befischt) mit dem fischfaunistischen Referenzzustand (Dominanzdaten entnommen aus [Wag06]) zeigt eine stark vom Referenzzustand abweichende Fischfauna (Abb.14).



**Abb. 14:** fischfaunistische Referenz der Saale [Wag06] im Vergleich mit den Elektrobefischungen im Ober und Unterwasser der WKA Döbritschen

Entsprechend deutlich wird, dass der gute Zustand, der in der Leitbilddarstellung des Referenzzustandes vorliegt, deutlich von einem guten Gewässerzustand abweicht. Insbesondere fällt die Dominanz des Gründlings auf. Als Gründe für die stark veränderte Fischfauna sind die Gewässerzerschneidung, das anthropogen veränderte Strömungsbild ausgedehnter Stauräume und der Fraßdruck des Kormorans zu nennen. So verhindert die Gewässerzerschneidung mit Querbauwerken das erfolgreiche Aufkommen von Langdistanzwanderern wie Lachs, Meerforelle, Aal und Flussneunauge. Die Kombination aus Querverbauung mit dem verändertem Strömungsbild durch Stauräume und auch die damit verbundene Strukturveränderung durch Ablagerung von Feinsedimenten, reduziert besonders die Lebensräume und Laichhabitate für Äsche, Bachforelle, Barbe, Elritze und Groppe sowie die Erreichbarkeit geeigneter Habitats. Zu diesen anthropogen bedingten Problemen für die Fischfauna kommt in den letzten Jahren der verstärkte Räuberdruck durch Kormorane hinzu. Die Bestandsdefizite durch die Kormoranprädatoren sind in diesem nicht optimalen Biotopzustand durch natürliche Fortpflanzung kaum noch auszugleichen.

### 2.3.2 Untersuchung des Fischabstiegs

Bei den Ergebnissen zum Fischabstieg ist zwischen Ist-Zustand ohne Fischwanderhilfe bzw. Fischabstiegsbypass und der Projektphase 1 nach Errichtung der genannten Passagemöglichkeiten zu unterscheiden. Während des Ist-Zustandes stand den Fischen bei Abflüssen, die den Ausbaugrad der Turbinen nicht überschritten nur der Abstieg durch die Turbinen zur Verfügung, vorausgesetzt, dass sie aufgrund der Körpermaße den Rechen passieren konnten.

Nach Errichtung des FKP mit paralleler Abgabe einer Mindestwassermenge über das Wehr konnten die Fische zusätzlich über den FKP und über das Wehr absteigen. Nachdem es sich herausstellte, dass die Fische den FKP sowie das Wehr kaum für den Fischabstieg nutzten, wurde zusätzlich eine Passagemöglichkeit über den Freischuss im unmittelbaren Bereich vor dem Rechen ermöglicht. Dies war zuerst in der Oberflächennähe eine Öffnung, indem ein Brett am Schütz in Oberflächennähe gezogen wurde (Fotos 42 und 43, Anhang 8). Im weiteren Projektverlauf wurde wie in Kapitel 2.1.4 beschrieben ein Bypassrohr mit Einstiegsöffnung in der Nähe des Gewässerbodens vor dem Rechen installiert.

#### 2.3.2.1 Abwanderung der Fische durch die Turbinen und turbinenbedingte Verletzungen (Ist-Zustandserfassung ohne Fischwanderhilfe)

Während der monatlichen Hamenfänge (3 Tage und 2 Nächte je Monat) von April 2003 bis März 2004 wurden über 18.000 Fische aus 21 Arten mit dem Hamen gefangen, welche die Turbine passierten. Die Arten und die jeweiligen Anzahlen der Tiere sind in Tabelle 5 enthalten. In Tabelle 24 in Anhang 9 sind die lateinischen Bezeichnungen der jeweiligen Art enthalten.

**Tab. 5:** Fischarten, deren Anzahl und prozentualer Anteil, die mit dem Hamen von 2003 bis 2004 erfasst wurden

Art	Anzahl	Prozentualer Anteil
Aal	18	0,1
Äsche	4	0,0
Bachforelle	18	0,1
Barbe	195	1,1
Blaubandbärbling	4	0,0
Döbel	26	0,1
Elritze	3	0,0
Flussbarsch	4	0,0
Goldfisch	1	0,0
Gründling	12.523	69,2
Hasel	2.179	12,0
Hecht	68	0,4
Karausche	2	0,0
Plötze	1.077	6,0
Regenbogenforelle	3	0,0
Roftfeder	1	0,0
Schleie	5	0,0
Schmerle	215	1,2
Stichling	1.743	9,6
Wels	4	0,0
Zander	5	0,0
<b>Gesamtanzahl</b>	<b>18.098</b>	<b>100</b>

Mit 69,2 % dominierte der Gründling die Fänge, gefolgt von Hasel (12 %), Stichling (9,6 %), Plötze (6 %), Schmerle (1,2 %) und Barbe (1,1 %). Alle anderen Arten liegen deutlich unter 1 % des Gesamtfanges (0,1 bis 0,4 %: Aal, Bachforelle, Döbel und Hecht). Die restlichen Arten Äsche, Blaubandbärbling, Elritze, Flussbarsch, Goldfisch, Karausche, Regenbogenforelle, Rotfeder, Schleie, Wels und Zander waren mit maximal 5 Individuen als Einzelfänge vertreten. Für diese 11 Arten ist anhand der geringen Stückzahl keine tiefergehende Auswertung möglich. Während das geringe Auftreten von Exoten wie Goldfisch und Blaubandbärbling als positiv zu bewerten ist, deuten die geringen Wanderbewegungen insbesondere von Äsche, Elritze, Bachforelle und Aal auf eine nicht intakte Ichthyozönose dieser Gewässerregion der Saale hin (vgl. Kap. 2.3.1.5).

Die Klassifizierung der turbinenbedingten Verletzungen erfolgte in Anlehnung nach [Hol99], um eine Vergleichbarkeit der Untersuchungen zu ermöglichen (Tab. 6):

**Tab. 6:** Verletzungskategorien äußerlich sichtbarer Verletzungen nach [Hol99]

Verletzungskategorie	Verletzungsart
1	Keine Verletzung äußerlich erkennbar
2	Schuppenverluste, Schürfungen, Blutungen
3	Fleischwunden
4	Teildurchtrennungen
5	Totaldurchtrennungen

Im Anschluss an die meisten Steertreusenleerungen wurden alle im Hamen gefangenen Tiere auf äußere Verletzungen untersucht. In Zeiträumen, an denen innerhalb kurzer Zeit sehr große Fischmengen abwanderten (z. B. im Juli 2003) wurde nur eine repräsentative Anzahl an Tieren untersucht und deren Verletzungen in Kategorien eingeordnet. Insgesamt wurden 9095 Fische auf Verletzungen untersucht. Insgesamt betrachtet waren 83,1 % der untersuchten Tiere äußerlich unverletzt (Kategorie 1). 15,7 % wiesen Verletzungen der Kategorie 2 auf. Bei 1,1 % waren Fleischwunden sichtbar. Teil- und Totaldurchtrennungen blieben mit einzelnen Tieren die Ausnahme. Tabelle 7 zeigt zusammengefasst alle Arten mit ihren jeweiligen Verletzungskategorien. Im Anhang 7 sind die jeweiligen Arten mit ihren Verletzungen detailliert dargestellt.

**Tab. 7:** Verletzungskategorien erfasster Fischarten mit absoluten und prozentualen Häufigkeitsangaben

Verletzungskategorie	Individuenanzahl / Anteil je Art in %									
	1		2		3		4		5	
Aal (17)	15	88,2	1	5,9	1	5,9				
Äsche (4)	3	75	1	25						
Bachforelle (18)	16	88,9	2	11,1						
Barbe (195)	173	88,7	19	9,8	3	1,5				
Blaubandbärbling (4)	4	100								
Döbel (25)	20	80	4	16	1	4				
Elritze (3)	3	100								
Flussbarsch (4)	3	75			1	25				
Goldfisch (1)	1	100								
Gründling (4.251)	3.736	87,9	476	11,2	39	0,9				
Hasel (1.639)	1.202	73,3	405	24,7	27	1,6	2	0,1	3	0,2
Hecht (68)	26	38,2	37	54,4	5	7,4				
Karausche (2)			2	100						
Plötze (898)	436	48,6	451	50,2	9	1,0	1	0,1	1	0,1
Regenbogenforelle (3)	2	66,7	1	33,3						
Rotfeder (1)			1	100						
Schleie (5)	4	80	1	20						
Schmerle (215)	207	96,3	6	2,8	2	0,9				
Stichling (1.734)	1.702	98,2	18	1,0	7	0,4	1	0,1	6	0,3
Wels (4)	4	100								
Zander (5)	4	80			1	20				
<b>Gesamt</b>	<b>7.560</b>	<b>83,12</b>	<b>1.425</b>	<b>15,67</b>	<b>96</b>	<b>1,06</b>	<b>4</b>	<b>0,04</b>	<b>10</b>	<b>0,11</b>

### Sektion der Fische im Labor

Von 9095 auf Verletzungen untersuchten Tieren waren 11,3 % direkt nach der Turbinenpassage tot bzw. starben zeitverzögert in den Hälterungsfässern. Diese 1028 toten Fische wurden konserviert (377 von Hamenfängen und 651 aus den Fässern). und 890 davon, wie in Kap. 2.2.2.1 beschrieben, seziiert. Von diesen 890 Tieren stammten 371 aus Hamenfängen und 519 aus den Fässern.

Von 377 toten Fischen aus dem Hamen waren 15,6 % mit äußerlich erkennbaren Erkrankungen befallen (z. B. Verpilzungen od. Bakterienbefall, siehe Anhang 7), und verendeten nicht aufgrund turbinenbedingter Schädigung. Weitere 29 % wiesen Verletzungen unterschiedlicher Kategorie auf, während über die Hälfte der toten Fische keine äußeren Verletzungen oder Krankheiten aufwies.

Von den 651 Individuen, die in den Fässern zeitverzögert verendeten, waren 27 % von äußerlich erkennbaren Pilz- und Bakterienerkrankungen befallen (siehe Anhang 7). 41 % der Fische wiesen äußere Verletzungen unterschiedlicher Kategorie auf, während 32 % äußerlich unversehrt waren.

Abzüglich der 235 deutlich durch Krankheiten vorgeschädigten Fische, die nicht aufgrund der Turbinenpassage verendeten, sind 793 tote Fische auf die Folgen der Turbinenpassage zurückzuführen. Dies entspricht 8,7 % der 9095 detailliert untersuchten Tiere. In Tabelle 8 ist enthalten, welchen Anteil die jeweiligen Fischarten an der Gesamtmenge einnehmen. Es dominieren deutlich die Arten Gründling, Hasel und Plötze.

**Tab. 8:** Artanteil verendeter Fische, die nicht äußerlich erkennbar krankheitsbedingt vorgeschädigt waren

Art	Anteil [%]
Äsche	0,3
Bachforelle	0,3
Barbe	1,9
Elritze	0,1
Gründling	32,7
Hasel	24,7
Hecht	0,8
Plötze	25,3
Rotfeder	0,1
Schmerle	0,1
Stichling	13,5

Da innere Verletzungen an den konservierten Tieren kaum zu diagnostizieren waren, wurde der Schwerpunkt der Untersuchung auf Blutungen in den Muskeln und auf Verletzungen im Wirbelsäulenbereich gelegt. Diese Schäden waren in geringer Anzahl vorhanden. Bei den Hamenfängen wies ein Gründling eine Blutung im Bereich der Wirbelsäule auf und ein weiterer einen Wirbelsäulenschaden im Bereich des 3. und 4. Wirbels vor dem Schwanz auf.

Bei Betrachtung der verendeten Tiere in den Fässern konnten an drei Tieren (2 Hasel und 1 Gründling) Blutungen im Bereich der Wirbelsäule festgestellt werden. 4 Gründlinge wiesen im letzten Drittel Wirbelsäulenverletzungen auf (Fotos 44 und 45, Anhang 8).

#### Ergebnisse der Rechengutuntersuchungen

Während mit dem Hamen unterhalb der WKA über 18.000 Fische gefangen wurden, so sind beim Durchsuchen des Rechengutes nach Fischen lediglich 34 Tiere im Rechengut vorhanden gewesen (Tab. 9). Die mittlere Anströmgeschwindigkeit im Bereich des Rechens ist bei einer Rechenfläche von 39 m<sup>2</sup> und maximalem Schluckvermögen der Turbinen von 20 m<sup>3</sup>/s mit maximal 0,51 m/s relativ gering, so dass es nicht zum strömungsbedingten Anpressen gesunder Tiere an den Rechen kommt. Die von der Rechenreinigungsanlage erfassten Tiere wurden entweder als unversehrte Tiere eher zufällig erfasst, waren krank und geschwächt bzw. bereits verendet oder blieben im Falle der Hechte bei dem aktiven Versuch, den Rechen Kopf voran zu passieren, stecken (siehe Anhang 7).

Der Rechen wies in der Regel einen lichten Stababstand von 25 mm auf. Auf Foto 46 im Anhang 8 ist jedoch ersichtlich, dass der Stababstand nicht durchgängig gleichmäßig ist. Im Laufe der Betriebszeit ergaben sich Verbiegungen an den Stäben, da zum Teil sperriges Treibgut wie Baumstämme entsprechende Beschädigungen hervorrufen.

**Tab. 9:** Arten und deren Körpermaße sowie physischer Zustand, die aus dem Rechengut entnommen wurden

Art	Anzahl gesamt	Anzahl tot	Anzahl krank	Länge [cm]	Dicke [cm]
Aal	1	1		74	4,3
Bachforelle	1			33	keine Angabe
Barbe	8	4		6 bis 57	0,4 bis 5,5
Gründling	5	2	1	8,2 bis 9,6	0,6 bis 1
Hecht	13			33 bis 45	2,7 bis 3,7
Plötze	4	2	2	17,2 bis 25	1,7 bis 2,7
Stichling	2			4	0,4

In Tabelle 10 ist die Auswertung der Körperbreitenerfassung (vgl. Anhang 7) zusammengefasst. Im Rahmen der Auswertung einzelner Fischarten im Anhang 7 wird deutlich, dass ein Rechen mit einem lichten Stababstand von 20 mm für viele Fische erst einen wirksamen Schutz darstellt, wenn sie eine Gesamtlänge von etwa 20 cm erreicht bzw. überschritten haben (Tab. 10). Für manche Kleinfischarten wie Schmerle, Stichling oder Gründling stellt dieser Rechentyp kein Passagehindernis dar.

Besonders für junge Tiere geringer Körpergröße ist der Fischabstieg bedeutsam [Sch02b].

**Tab. 10:** max. Gesamtlänge der jeweiligen Fischart bei welcher sie anhand ihrer Körperbreite einen 20 mm Rechen passieren können

<b>Fischart</b>	<b>Max. Länge der Tiere in cm, die anhand ihrer Breite einen 20 mm – Rechen passieren können</b>
Aal	43
Äsche	Zu geringe Datenbasis
Bachforelle	19,5
Barbe	18,5
Blaubandbärbling	Zu geringe Datenbasis
Döbel	19
Elritze	Zu geringe Datenbasis
Flussbarsch	Zu geringe Datenbasis
Goldfisch	Zu geringe Datenbasis
Gründling	Kleinfisch, der 20 mm Körperbreite nicht überschreitet
Hasel	20
Hecht	25
Karausche	Zu geringe Datenbasis
Plötze	20,5
Regenbogenforelle	Zu geringe Datenbasis
Rotfeder	Zu geringe Datenbasis
Schleie	Zu geringe Datenbasis
Schmerle	Kleinfisch, der 20 mm Körperbreite nicht erreicht
Stichling	Kleinfisch, der 20 mm Körperbreite nicht erreicht
Wels	Zu geringe Datenbasis
Zander	Zu geringe Datenbasis

#### 2.3.2.2 Abwanderung der Fische durch die Turbinen nach dem Bau der Fischwanderhilfe

Parallel zu den Funktionskontrollen des FKP im Frühjahr und Herbst 2005 wurden einmal im Monat Abstiegsuntersuchungen mit dem Hamen unterhalb der Turbinen durchgeführt. Die Untersuchungen verliefen identisch wie im Kapitel 2.2.2.1 beschrieben. Die anschließende Hälterung der Fische in den Fässern entfiel jedoch bei diesen Untersuchungen, da die Schädigung der Fische durch Turbinen im Gegensatz zum Untersuchungsjahr 2003/2004 nicht im Vordergrund stand. Untersuchungen hinsichtlich des Fischabstiegs erfolgten in den Monaten Mai (Kalenderwoche 19), Juni (KW 23 und 26), und Oktober (KW 40). Bei den weiteren Ausführungen sind aufgrund von Fangtechnikausfällen nicht alle Untersuchungstage vollständig dargestellt. Insbesondere im Oktober 2005 musste der Hamen tagsüber mehrmals geflickt werden, da er aufgrund des Wasserdruckes durch Verblockung nach starkem Laubeintrag mehrmals beschädigt wurde. Dies führte zeitweise zu Datenausfällen, die nicht zu allen Fangterminen auswertbare Datensätze lieferten.

In den Abbildung 16 bis 18 wird deutlich, dass während der auswertbaren Fangtermine in der Gesamtsumme nur wenige Fische (6 bis 36 innerhalb 12 h) abstiegen. Nur im Oktober waren

an zwei auswertbaren Terminen mit 206 und 301 gefangenen Individuen deutlich größere Fangzahlen vorhanden (Abb. 18).

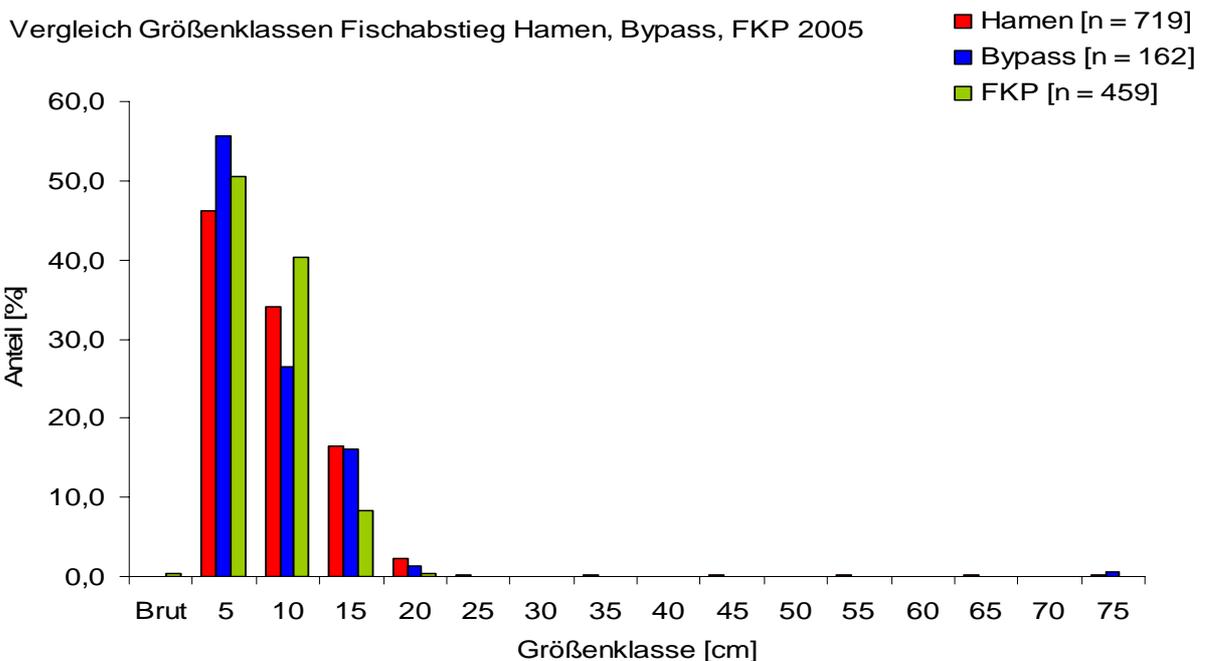
Die geringe Wanderaktivität der Fische schränkt die Aussagekraft der Daten hinsichtlich der Effizienz der Abstiegsanlagen ein.

Tabelle 11 enthält die Arten, die 2005 durch die Turbinen abgestiegen sind. Es dominierten die Arten Gründling, Plötze und Stichling.

**Tab. 11:** Fischarten, deren Anzahl und prozentualer Anteil, die mit dem Hamen 2005 erfasst wurden

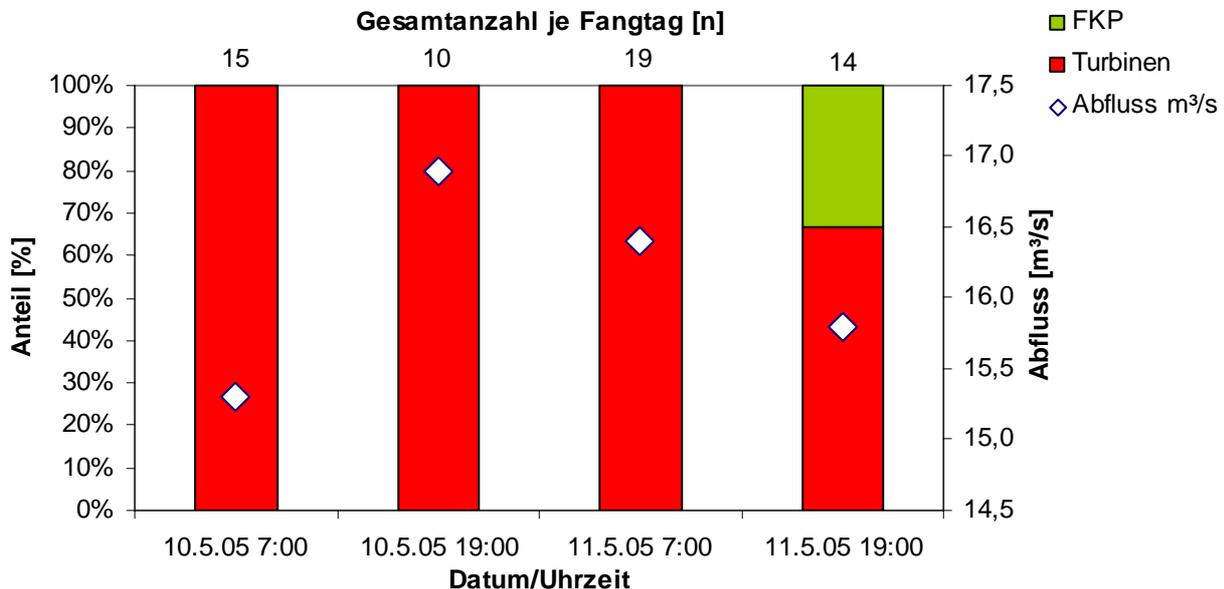
Fischart	Anzahl	prozentualer Anteil
Aal	3	0,4
Bachforelle	32	4,4
Bachneunauge	1	0,1
Barbe	10	1,4
Blaubandbärbling	12	1,7
Döbel	30	4,2
Flussbarsch	1	0,1
Gründling	280	38,9
Hasel	16	2,2
Karusche	4	0,6
Plötze	99	13,8
Rotfeder	1	0,1
Schleie	6	0,8
Schmerle	16	2,2
Stichling	205	28,5
Ukelei	1	0,1
Zander	3	0,4

In Abbildung 15 sind die Größenklassen der abgestiegen Tiere dargestellt. Die abwandernden Arten sind bis auf wenige Ausnahmen den Größenklassen 5, 10 und 15 zuzuordnen.



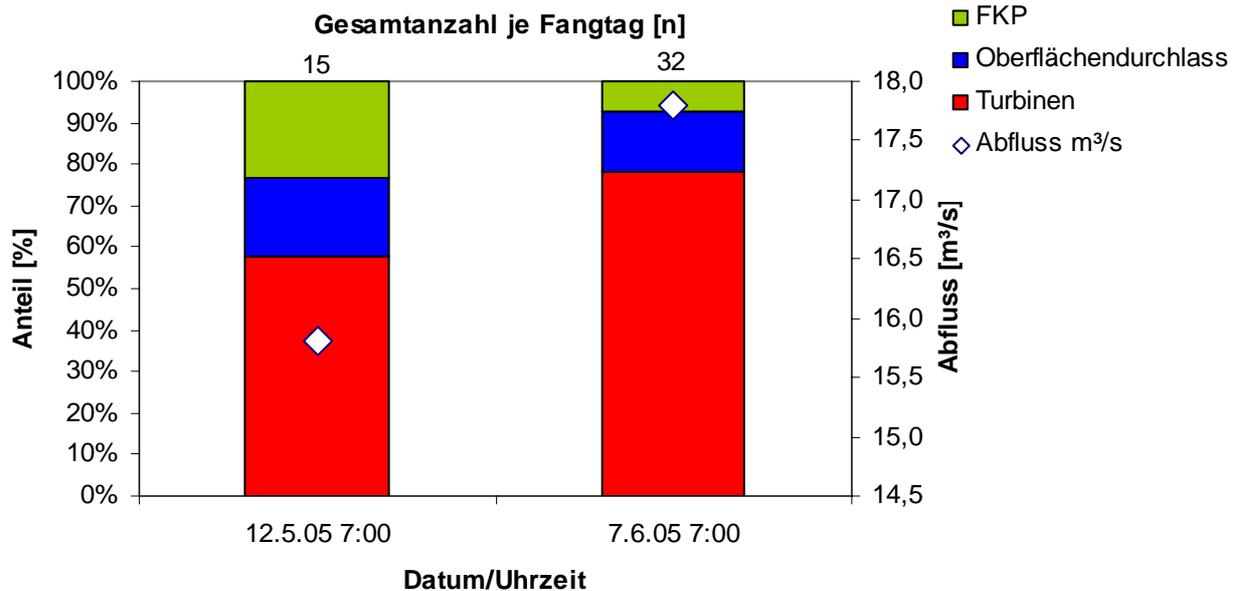
**Abb. 15:** Größenklassen der erfassten Fische beim Fischabstieg 2005 über die Turbinen (Hamen), den Bypass und den FKP

Bei einem Vergleich abwandernder Fische, die durch die Turbinen bzw. über den FKP abstiegen, wird deutlich, dass letzter hinsichtlich des Abstiegs eine untergeordnete Rolle spielt (Abb. 16) Bei den Untersuchungen des Fischabstiegs im Mai 2005 ist anzumerken, dass der Fischabstieg insgesamt mit wenigen Individuen (max. 19) innerhalb von 12 h stattfand.



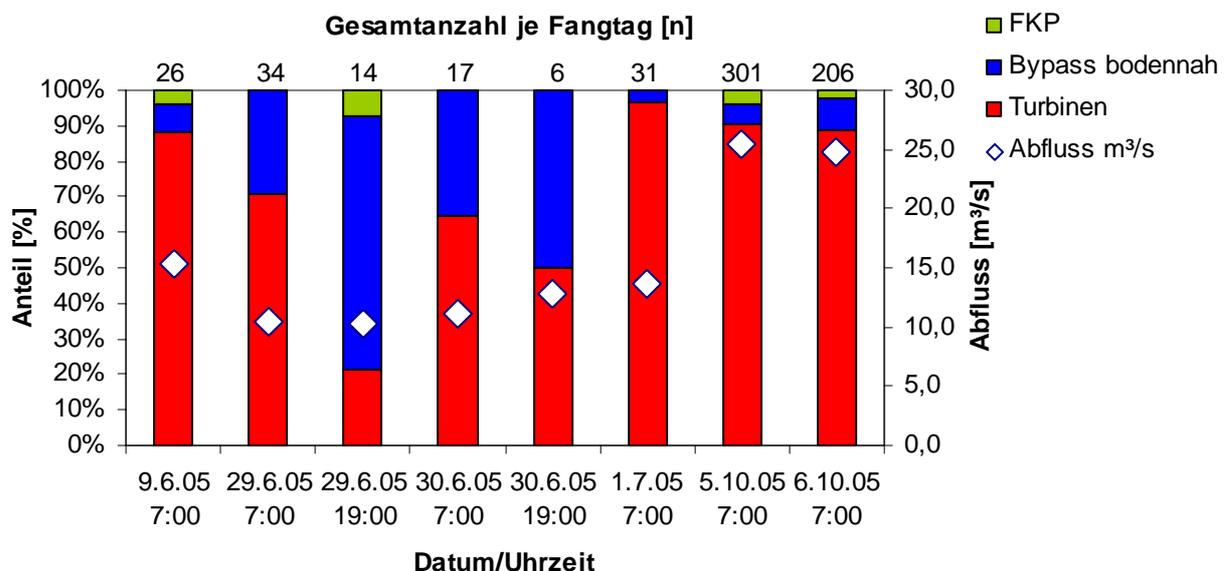
**Abb. 16:** Vergleich des Fischabstiegs über den FKP im Vergleich zur Abwanderung durch die Turbinen innerhalb 12 Stunden

Nachdem deutlich wurde, dass der Fisch-Kanu-Pass mit seiner Lage am rechten Widerlager des Wehres für den Fischabstieg ungeeignet ist, wurde ein eigener Bypass vor dem Rechen installiert. Im ersten Versuch wurde im oberen Bereich des Schützes ein Brett gezogen. Die hierbei entstandene Öffnung von 192 cm Länge und 20 cm Höhe ließ rechnerisch eine Wassermenge von 0,32 m³/s abfließen. Wiederum waren die Gesamtanzahlen absteigender Fische innerhalb von 12 h gering (max. 32 Tiere). Der oberflächennahe Abstieg wurde im Vergleich zum FKP ebenfalls nur von einzelnen Tieren genutzt (Abb. 17). Die vorrangige Zielart für den oberflächennahen Fischabstieg, die Bachforelle, ist hier in der Barbenregion nur in geringer Stückzahl vertreten (vgl. Kap. 2.3.1.5).



**Abb. 17:** Vergleich des Fischabstiegs über den FKP und den oberflächennahen Abstiegsbypass im Vergleich zur Abwanderung durch die Turbinen innerhalb 12 Stunden

Größere Anzahlen absteigender Fische konnten über den bodennah angebrachten Abstiegsbypass abgeleitet werden (Abb. 18). Die Wirksamkeit des Bypasses unterliegt jedoch starken Schwankungen, deren Gründe noch nicht geklärt werden konnten. Würde man ein rein auf die Abflussaufteilung bezogene Abstiegsaufteilung erwarten, so wären maximal nur 0,01 % der abwandernden Fische im Bypass zu erwarten gewesen. So stellen 0,1 m³/s des Abflusses durch den Bypass maximal 0,01 % des Abflusses der Saale dar, der während der Untersuchungen mindestens insgesamt 10 m³/s betrug (Abb. 18).



**Abb. 18:** Vergleich des Fischabstiegs über den FKP und den bodennahen Abstiegsbypass im Vergleich zur Abwanderung durch die Turbinen innerhalb 12 Stunden

### 2.3.2.3 Echolotuntersuchungen

Wie in den Diagrammen 1, 4 und 7 des Echolotberichtes Herbst / Winter 2003 (Anhang 4) dargestellt, gab es oberhalb des Rechens keine Uferseite, die durchgängig von den absteigenden Fischen bevorzugt wurde. Da jedoch verstärkte Sedimentansammlungen im Bereich des linken Ufers vor dem Rechen vorhanden sind (Foto 47, Anhang 8), war mit einem verstärkten Auftreten von Tieren, die sich auf der rechten Seite in Bodennähe aufhalten und somit im Bereich des Freischussschützes zu erwarten. Diese Feinsedimentablagerung weist darüber hinaus auf eine geringere Strömung im linken Uferbereich hin, so dass die Hauptströmung, mit welcher sich die absteigenden Fische flussabwärts orientieren, rechts auf den Rechen trifft. Somit war das Freischussschütz zur Montage des Fischabstiegsbypasses in jeder Hinsicht als optimal zu erachten.

Im Rahmen der Echolotuntersuchungen im Oktober 2005 konnte mit dem auf den Fischabstiegsbypass gerichteten Splitbeamer kein gerichteter Fischabstieg in Bodennähe erfasst werden (siehe Echolotbericht Oktober 2005 im Anhang 4). Somit zeichnet sich weiterer Verbesserungsbedarf der Fischabstiegseinrichtung ab, indem bspw. Leiteinrichtungen die Fische zum Bypass leiten, bzw. in unterschiedlicher Wassertiefe Abstiegsmöglichkeiten angeboten werden.

### 2.3.2.4 Fischabstieg über den Fisch-Kanu-Pass

Während der Fisch-Kanu-Pass hinsichtlich des Aufstiegs von großen Fischmengen genutzt wurde (vgl. Kap. 2.3.3.3), war der Fischabstieg in jenem Bereich als sehr gering zu bezeichnen. Es waren vorwiegend Tiere, die im Bereich des FKP-Einlaufbauwerkes lebten oder dort zufällig auf ihrem Weg flussabwärts in diesen Bereich gelangten. Die Bedeutung dieser Fischwanderhilfe ist bzgl. der Fischabstiegsmenge unbedeutend. Dies ist damit zu erklären, dass die Fische mit der Hauptströmung flussabwärts wandern. Diese führt direkt in den Bereich vor der Wasserkraftanlage. Nur zufällig am rechten Ufer wandernde Fische können in den Einflussbereich des von der WKA etwa 100 m entfernten FKP gelangen, um dort abzusteigen. Im Laufe des Projektes wurden weitere Untersuchungen veröffentlicht, die entsprechend dieser Erkenntnisse Ansätze für Lösungsmöglichkeiten geben [ATV04] [Göh04]. Diese Erkenntnisse wurden bei der Errichtung des Abstiegsbypasses berücksichtigt.

Tabelle 12 enthält die Arten, die in entsprechender Häufigkeit den Fisch-Kanu-Pass als Fischabstieg nutzten. Es dominierten die Arten Gründling und Stichling.

**Tab. 12:** Fischarten, deren Anzahl und prozentualer Anteil, die mit der Reuse im FKP 2005 erfasst wurden

Fischart	Anzahl	prozentualer Anteil
Barbe	2	0,4
Blaubandbärbling	22	4,6
Döbel	30	6,3
Gründling	190	40,0
Hasel	2	0,4
Karausche	1	0,2
Plötze	48	10,1
Regenbogenforelle	1	0,2
Rotfeder	7	1,5
Schleie	7	1,5
Schmerle	25	5,3
Stichling	139	29,3
Wels	1	0,2

Der Abstieg wurde fast ausschließlich von Fischen genutzt, die den Größenklassen 5, 10 und 15 zugeordnet werden (Abb. 15, Kap. 2.3.2.2).

#### 2.3.2.5 Fischabstieg über das Wehr

2005 wurde eine Wassermenge von 2,1 m<sup>3</sup>/s über den rechten Wehrbereich in unmittelbarer Nähe der neu errichteten Fischwanderhilfe abgegeben (Foto 37 und 41, Anhang 8). Mit einer in diesem Bereich installierten Reuse wurden keine Fische gefangen. Dass dort keine Fische abstiegen, steht im Gegensatz zu den Ergebnissen der Untersuchungen an der Wasserkraftanlage in Jägersdorf an der Saale [Sch02b]. Dort wanderten viele Fische über das Schlauchwehr flussabwärts. Je nach Art waren dies unterschiedliche prozentuale Anteile im Vergleich mit dem Abstieg über die Fischwanderhilfe bzw. in Richtung der WKA. Möglicherweise wird in Döbritschen der Sog bzw. das laute Geräusch des über das Wehr abfließenden Wassers von Fischen gemieden. Aufgrund des gemeinsamen Interesses an der Hydroakustik in Zusammenhang mit dem Hörvermögen von Fischen erfolgten hydroakustischen Messungen von Herrn Dipl.-Biol. Arne Rüter (Institut für Zoologie der Universität Bonn) an verschiedenen Stellen des WKA Standortes. Es konnte insbesondere am Wasserüberfall über die Bretter des Wehres (Foto 41, Anhang 8) ein hoher, für Fische wahrnehmbarer Schalldruckpegel ermittelt werden.

### 2.3.2.6 Fischabstieg über den Fischabstiegsbypass

In Tabelle 13 sind die Arten in entsprechend ihrer Häufigkeit enthalten, die den Fischabstiegsbass nutzten. Dabei dominierten die Arten Gründling, Plötze und Döbel.

**Tab. 13:** Fischarten, deren Anzahl und prozentualer Anteil, die 2005 mit der Reuse unterhalb des Bypasses erfasst wurden

Fischart	Anzahl	prozentualer Anteil
Aal	1	0,6
Barbe	4	2,5
Blaubandbärbling	1	0,6
Döbel	13	8,0
Gründling	50	30,9
Plötze	85	52,5
Schmerle	1	0,6
Stichling	7	4,3

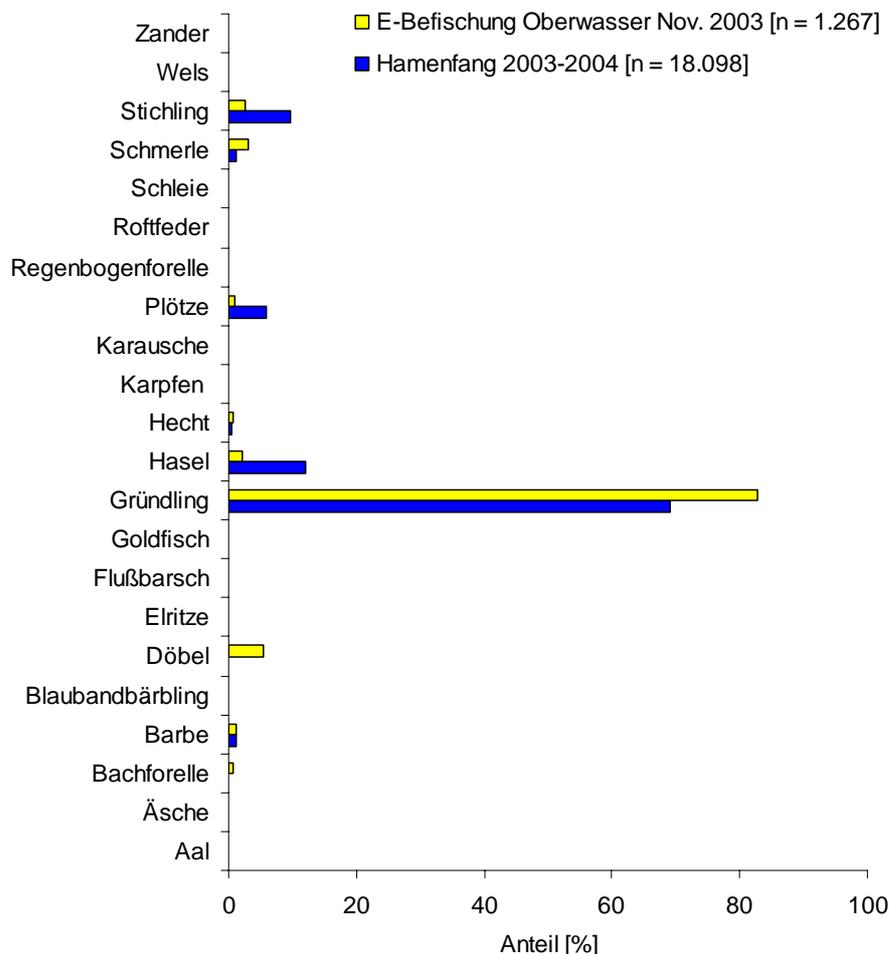
Der Abstieg wurde fast ausschließlich von kleinen Fischen genutzt, die, wie auch bei den FKP-Abstiegskontrollen den Größenklassen 5, 10 und 15 zugeordnet werden (Abb. 15, Kap. 2.3.2.2). Diese Tiere hätten aufgrund der überwiegend geringen Körpergröße den Rechen passieren und über die Turbinen absteigen können.

Zusammenfassend ist der Fischabstieg wie folgt zu bewerten:

- Die mittlere Anströmgeschwindigkeit von 0,5 m/s am Rechen ist ausreichend gering, dass dort bis auf Ausnahmen keine Fische von der Rechenreinigungsmaschine erfasst werden.
- 79 % der Fische überlebten die Turbinenpassage unbeschadet.
- Ein Fischabstieg über die am Wehr abgegebene Mindestwassermenge erfolgte nicht.
- Für den Fischabstieg spielt der FKP aufgrund seiner Lage eine untergeordnete Rolle.
- Bessere Ergebnisse zum sicheren Fischabstieg konnten mit einem eigens hierfür errichteten Abstiegsbypass direkt vor der Rechenanlage erzielt werden. Dieser war mit 0,1 m<sup>3</sup>/s und somit maximal mit 0,01 % der Abflussmenge der Saale beaufschlagt. Dort stiegen im Vergleich zum FKP deutlich mehr Fische ab, die aufgrund ihrer Größe den Rechen in Richtung Turbinen passieren hätten können. Diese mieden die Rechenpassage und wanderten gezielt durch den Bypass ab. Besonders Döbel, Gründling und Plötze nutzten den Bypass. Dennoch sind weitere hydraulische und strukturelle Verbesserungen in Verbindung mit Untersuchungen nötig, um die Fische noch effizienter abzuleiten.

### 2.3.2.7 Elektrobefischungen im Oberwasser

Die Befischungen im Nov. 2003 im Oberwasser zwischen den Wasserkraftanlagen Döbritschen und Dorndorf hatten das Ziel die Artzusammensetzung zu erfassen, welche beim Fischabstieg zu erwarten war. Wie bei den Fischabstiegsuntersuchungen dominierte der Gründling deutlich den Fischbestand (Abb. 19). Die geringe gefangene Gesamtstückzahl von 1.267 an zwei Befischungsterminen auf einer Gesamtstrecke von etwa 6 km ist einerseits der geringen Effizienz der Elektrobefischung bei den zum Teil großen Wassertiefen insbesondere im Stauraum der WKA Döbritschen geschuldet (Foto 39, Anhang 8). So wurde nur ein markierter Gründling bei der zweiten Befischung wiedergefangen. Andererseits sorgte der Räuberdruck der Kormorane, die in der Nähe der Befischungsstrecke ihre Schlafbäume hatten für eine reduzierte Fischdichte. So konnten bei Befischungen im November 2003 von Kormoran verletzte Fische gefangen werden (Foto 48, Anhang 8). Ihr Jagd- und Fressverhalten begünstigt kleine Individuen und somit Arten wie den Gründling.



**Abb. 19:** Vergleich der Artenzusammensetzung (prozentuale Häufigkeit) der Elektrobefischungen im Oberwasser mit den Hamenfängen

### 2.3.3 Funktion des Fisch-Kanu-Passes hinsichtlich des Aufstiegs

#### 2.3.3.1 Hydraulische Parameter

Ein erster Probelauf des FKP erfolgte am 11.04.2005. Die in das Sohlsubstrat eingebrachten und nicht zusätzlich verankerten Bostenelemente hielten dem fließenden Wasser nicht stand und fielen um (Foto 49, Anhang 8). Der Bauherr ging zunächst davon aus, dass das Sohlsubstrat die Betonelemente unter den Borstenelementen ausreichend fixieren würde. Zur Fixierung wurden die Elemente daraufhin mit Winkeleisen auf der Betonsohle fest verschraubt (Foto 50, Anhang 8). Einzelne Borstenelemente wurden nicht auf diese Weise verankert, sondern mit Betonkleber auf der Betonrinne befestigt. Bei einem erneuten Probelauf am 26.04.2005 hielten die Borstenelemente dem Wasserdruck und der Strömung stand. Beim Probelauf zeigte sich, dass viele Bosten im mittleren Bereich der Anlage nicht komplett bis zum oberen Borstenelement mit Wasser bespannt waren. Die Ermittlung des Durchflusses ergab einen Wert von 160 l/s, der deutlich unter den angestrebten 200 l/s lag. Die hydraulischen Parameter sind der Tabelle 15 im Anhang 1 zu entnehmen. Um die Durchflussmenge auf das konzeptionelle Ziel zu erhöhen wurde der erste Riegel entnommen. Der sich daraufhin einstellende Abfluss war ausreichend, um alle Riegel zu bespannen. Anschließend wurden die Reusen eingebracht (eine Reuse für den Fischabstieg und eine weitere für den Fischaufstieg). Da die Abstiegsreuse in die Fischtreppe hineinreichte, musste vom 2. Riegel das mittlere Borstenelement entfernt werden, damit die Abstiegsreuse und die aufstiegswilligen Fische ausreichend Platz hatten. Die daraufhin eingestellten hydraulischen Parameter wurden erneut erfasst (Tab. 15, Anhang 1). Dies hatte eine Abflusserhöhung auf 300 l/s zur Folge. Die Kontrollen des Fischauf- und -abstiegs im Frühjahr und Herbst 2005 erfolgten in diesem Zustand der Fischwanderhilfe. Nach Abschluss der Funktionskontrolle wurde das mittlere Borstenelement des 2. Riegels wieder eingesetzt. Der erste Bostenelementriegel blieb entfernt. Ein weiteres Aufmaß der hydraulischen Parameter erfolgte am 16.05.2006 in diesem nun endgültigen Zustand (Foto 51, Anhang 8). Diese Daten sind der Tabelle 15 im Anhang 1 zu entnehmen.

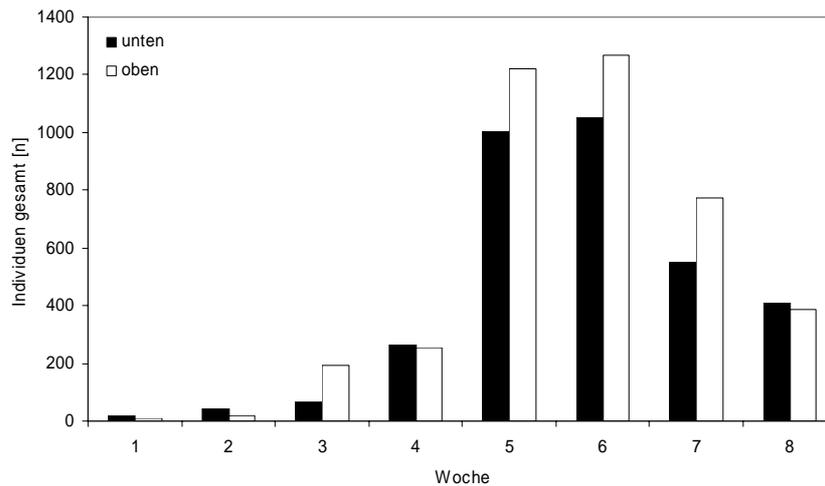
#### 2.3.3.2 Makrozoobenthosfauna

Die Besiedlungskisten im FKP waren vom 30.4.2005 bis 23.6.2005, insgesamt 8 Wochen, exponiert. Nach jeder Expositionswoche wurden 3 Parallelen entnommen. Da sich zeigte, dass sich die einzelnen Parallelen hinsichtlich ihrer Besiedlungsdichte stark voneinander unterschieden, wurden nicht die Mittelwerte der Individuen- und Taxazahlen gebildet, sondern die Proben als Sammelprobe behandelt und gepoolt. Die folgenden Werte beziehen sich als Summe demnach immer auf alle drei gleichzeitig entnommenen Besiedlungseinheiten.

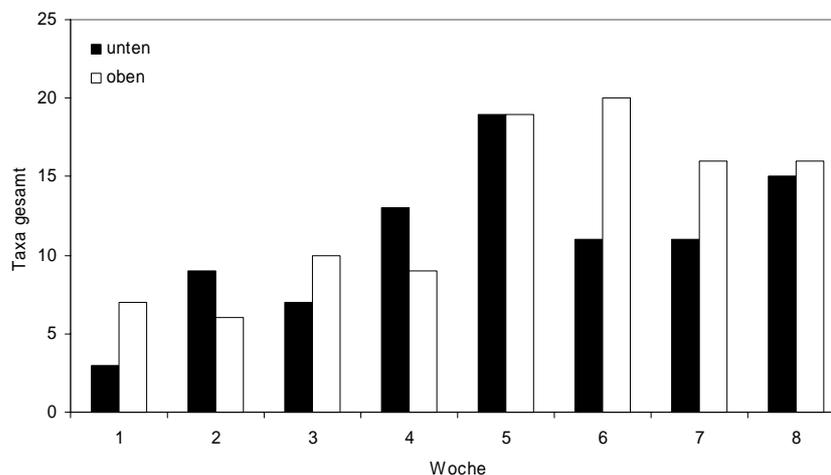
Insgesamt wurden 7.535 Individuen in den Besiedlungseinheiten gefunden, die 41 Taxa zuzuordnen waren. Die Individuenzahl in den Einheiten nahm bis zur 6. Woche kontinuierlich zu, danach war eine starke Abnahme zu verzeichnen. Von minimal 11 Individuen in der ersten Woche in den unteren Einheiten steigerte sich die Individuenzahl bis auf maximal 1270 Individuen in der 6. Woche (obere Einheiten). Die maximale Taxazahl betrug 20 Taxa in der 6. Woche (obere Einheiten), minimal wurden nur 3 Taxa in der ersten Woche (untere

Einheit) registriert. Auch die Taxazahl steigerte sich bis zur 6. Woche der Exposition, danach war ein Rückgang der Artenvielfalt zu verzeichnen. In den unteren Besiedlungseinheiten war bereits in der 5. Woche die maximale Taxavielfalt erreicht.

Meist waren von oben mehr Individuen eingewandert als von unten (Abb. 20). Bei niedrigen Abundanzen gab es jedoch keinen Unterschied zwischen der Zahl von oben oder von unten eingewanderter Tiere. Auch die meisten Taxa waren von oben eingewandert (Abb. 21). Besonders als die Abundanz in der 7 und 8 Woche wieder abnahm, konnten sich in den oberen Einheiten mehr Taxa behaupten.



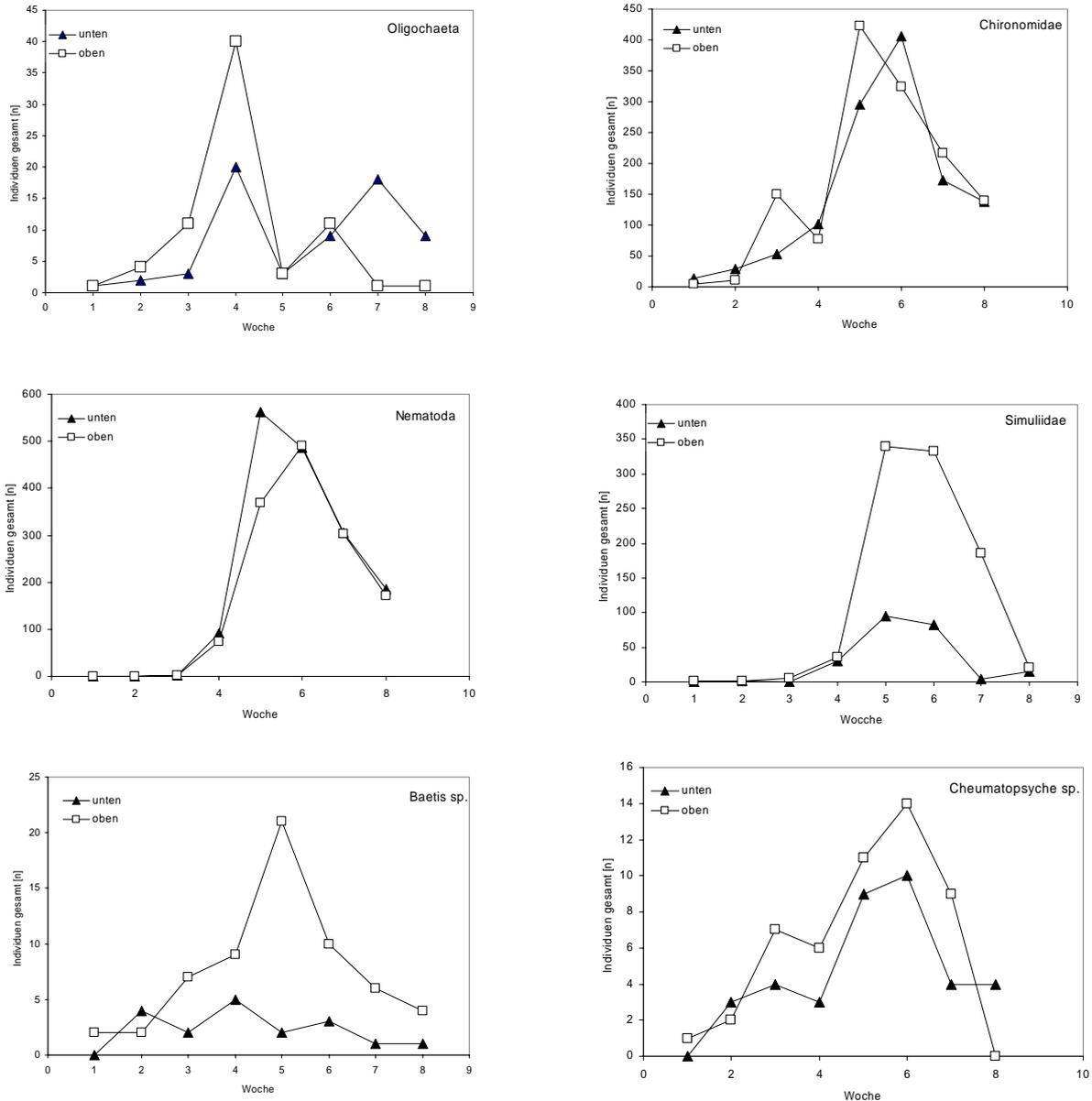
**Abb. 20:** Vergleich der von oben und unten in die Besiedlungskisten eingewanderten Individuenanzahlen in der jeweiligen Probewoche



**Abb. 21:** Vergleich der von oben und unten in die Besiedlungskisten eingewanderten Taxazahlen in der jeweiligen Probewoche

Die Besiedlung des FKP wurde von 3 Taxa dominiert. Dies waren Nematoden (40,35 % aller Individuen), Chironomiden (Zuckmücken, 33,88 %) und Simuliiden (Kriebelmücken, 15,25 %). Limoniidae, Oligochaeta (Wenigborster) sowie die Köcherfliege *Chematopsyche* sp., und die Eintagsfliege *Baetis* sp. machten zusammen 6,99 % der Gesamtindividuenzahl aus. Wie die Einzeldarstellung der mindestens einmal subdominanten Taxa (>3,2 %

Dominanz) zeigt, konnte insbesondere bei den eudominanten Taxa Chironomidae und Nematoda keine bevorzugte Besiedlungsrichtung festgestellt werden (Abb. 22). Oligochaeta zeigten eine stark schwankende Besiedlungsdichte. Bei Simuliiden, *Baetis* sp. und *Cheumatopsyche* sp. dominierte die Einwanderungsrichtung von oben.



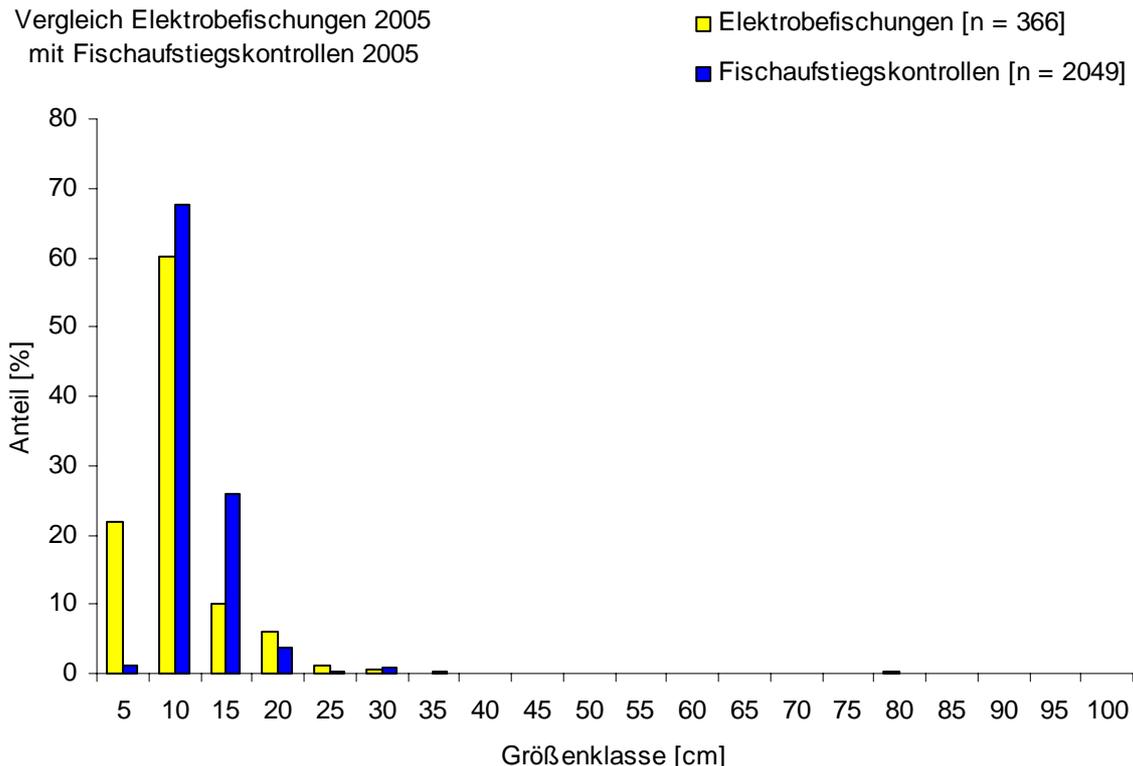
**Abb. 22:** Einzeldarstellung der bevorzugten Einwanderungsrichtung dominanter Taxa

Prinzipiell lässt sich feststellen, dass der FKP für eine relativ große Artenvielfalt besiedelbar ist. Da es vielen Individuen, die zu wenig mobilen Taxa wie Chironomidae, Nematoda und Oligochaeta gehören, gelang aufzuwandern, konnte belegt werden, dass der FKP kein Wanderhindernis für die Makrozoobenthosfauna darstellt. Das über die gesamte Breite und Länge sowie auch unter den Borstenelementen hindurchgehende Sohlsubstrat in Verbindung mit dem geringen Gefälle des FKP von 1 : 18 sind diesbezüglich als optimal zu betrachten.

### 2.3.3.3 Fischfauna

Zur Funktionsüberprüfung der Fischwanderhilfe wurden die Daten der Elektrobefischungen von 2005 im Unterwasserbereich hinsichtlich der Erfassung der relevanten Fischfauna für den Fischaufstieg verwendet und mit den Daten der Fischaufstiegskontrollen im Frühjahr und Herbst 2005 verglichen.

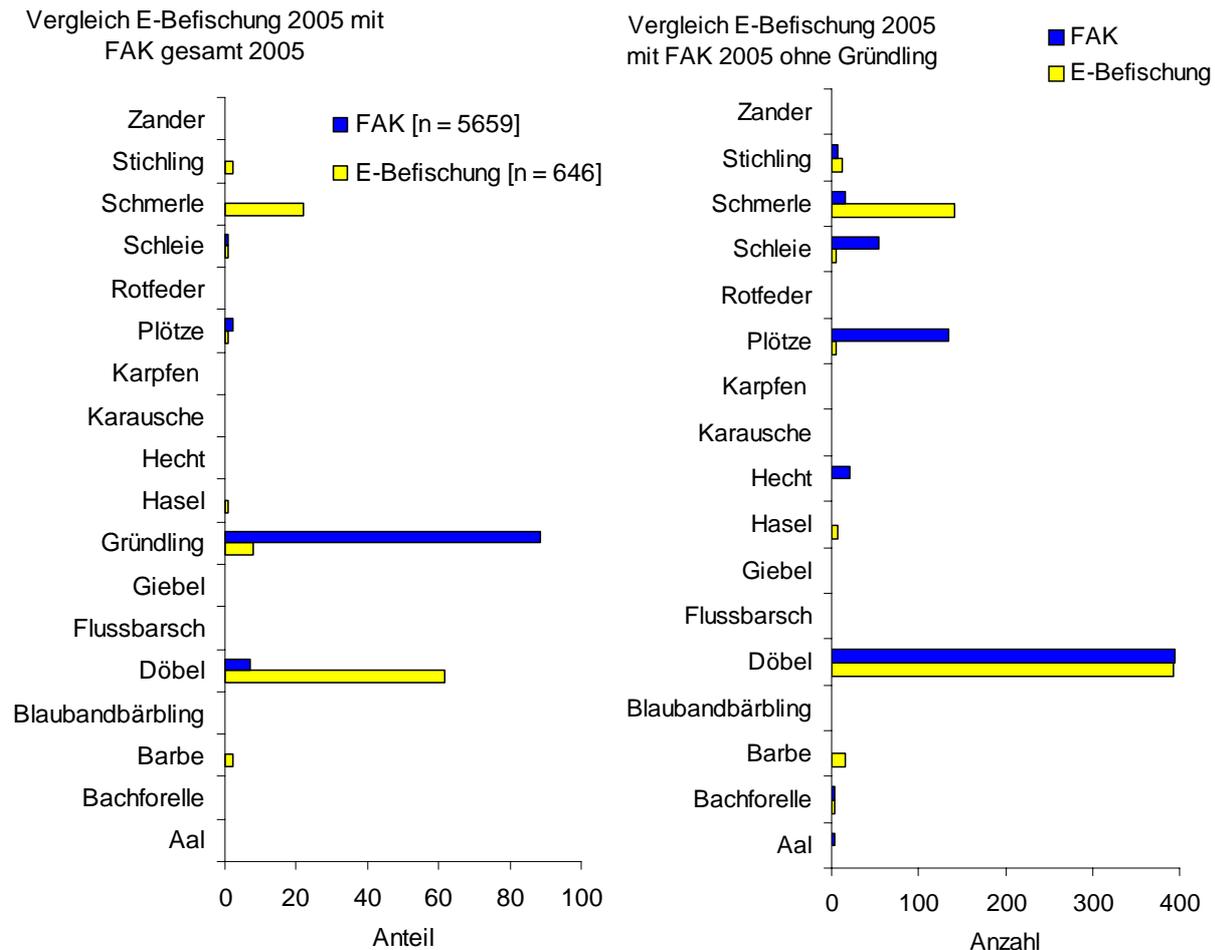
Abbildung 23 zeigt die erfassten Größenklassen der Fische, die 2005 bei Elektrobefischungen erfasst wurden im Vergleich mit den Funktionskontrollen der Fischwanderhilfe.



**Abb. 23:** Vergleich der erfassten Größenklassen bei den Elektrobefischungen mit den Fischaufstiegskontrollen 2005

Die größten in der Fischwanderhilfe gefangenen Tiere waren 3 Aale (80, 96 und 100 cm) sowie ein Hecht mit 60 cm. Bei der Elektrobefischung wurde als einzelnes größeres Tier ein Zander mit 80 cm Länge erfasst. Beim Fischaufstieg sind die kleinen Individuen der Größenklasse von 5 cm im Vergleich zu den Daten der Elektrobefischung deutlich unterrepräsentiert. Diese Größenklasse wurde von über 54 % von Schmerlen, von über 21 % Gründlingen und 16 % Stichlingen gestellt. Diese zum Teil juvenilen Individuen führen keine ausgeprägten Aufstiegsbewegungen durch. Ihre Hauptausbreitungsbewegung ist vorwiegend flussabwärts gerichtet (vgl. Kap. 2.3.2.1).

In Abbildung 24 sind alle erfassten Fischarten dargestellt. Da der Gründling hinsichtlich des prozentualen Anteils mit über 5.000 gefangenen Individuen stark dominierte, wurde ein weiterer Vergleich der Fangzahlen ohne Gründling dargestellt.



**Abb. 24:** Vergleich Häufigkeit der Arten bei den Aufstiegskontrollen mit den Daten der Elektrofischung – links mit Gründling und rechts Anzahlen ohne Gründling

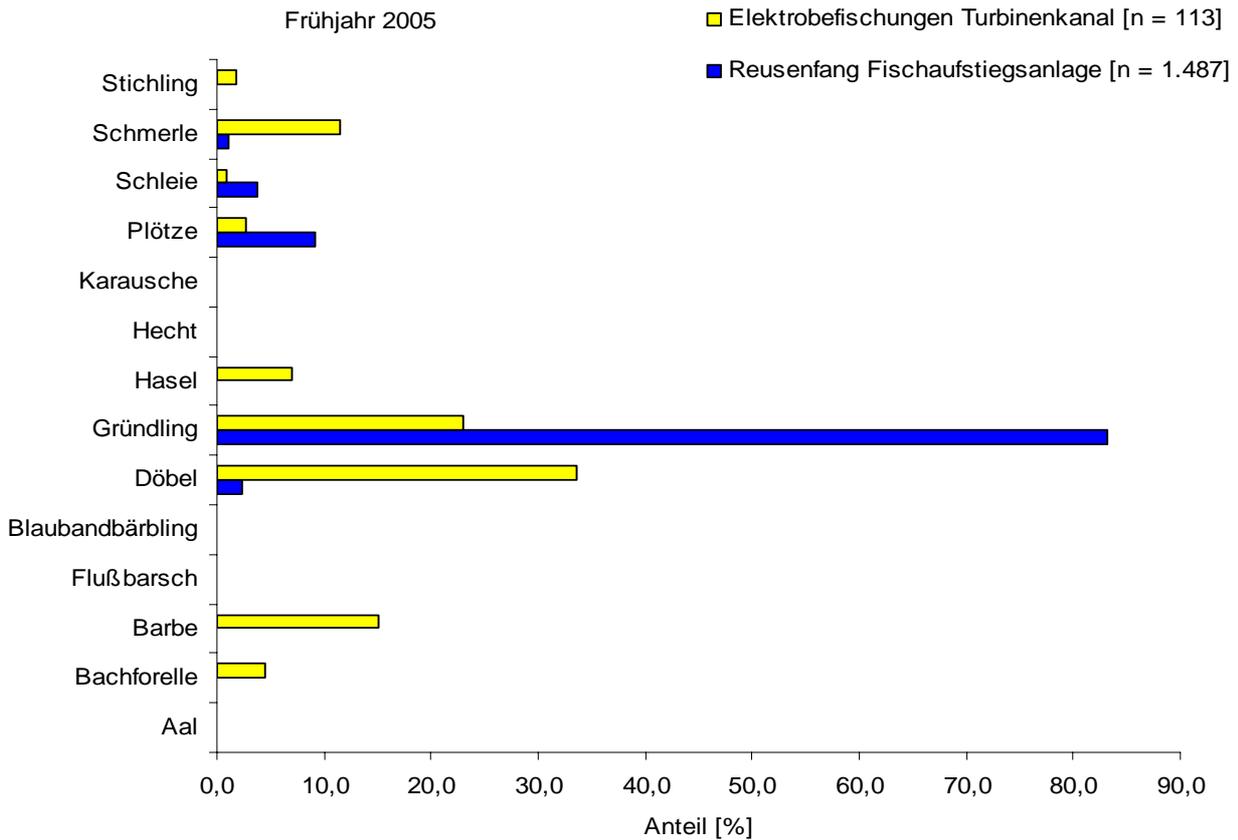
Es ist ersichtlich, dass neben schwimmstarken Arten wie dem Gründling und dem Döbel auch schwimmschwache Fische wie Plötze und Schleie erfolgreich aufstiegen. Im Vergleich zu den Elektrofischungen stieg die Schmerle in deutlich geringerer Anzahl auf.

Hasel und Barbe wurden nicht beim Aufstieg nachgewiesen wurden. Dies ist auf die für diese Arten nicht optimale Lage der Fischwanderhilfe am Standort in Döbritschen zurückzuführen.

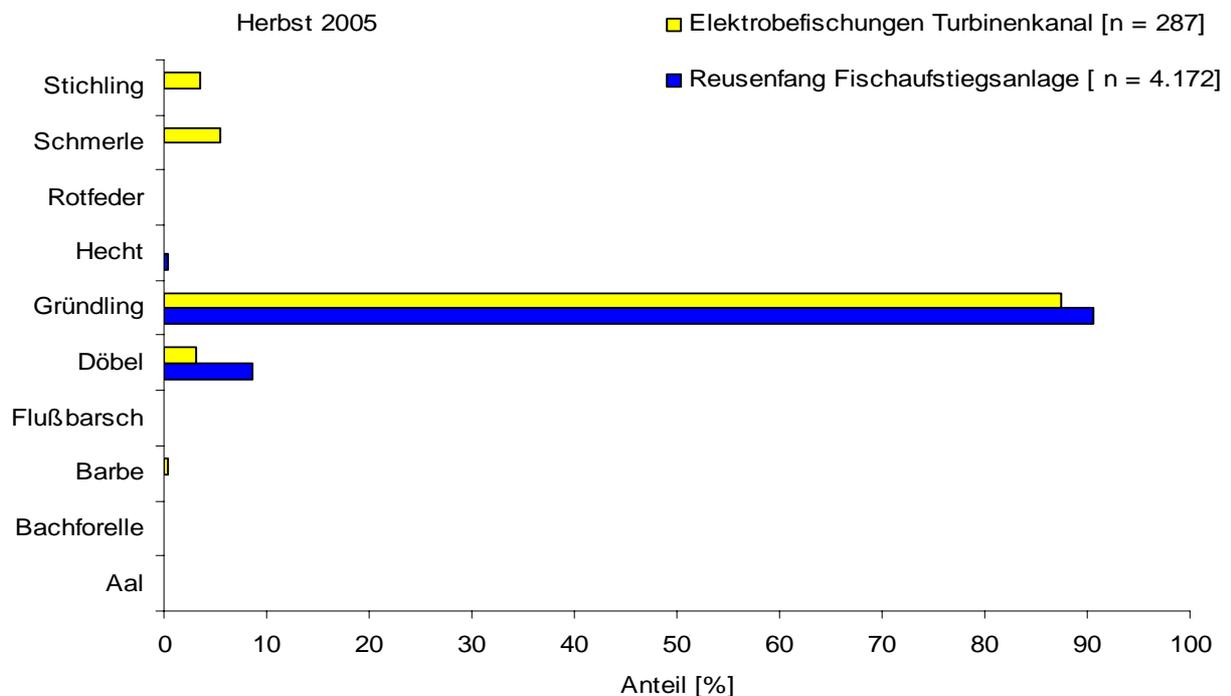
Bei Ausleitungskraftwerken wie in Döbritschen wird mittels eines Wehres der Flusslauf über einen Mühlgraben umgeleitet, um die kinetische Energie des Wassers zu nutzen. Über das Wehr wird, falls gefordert, eine bestimmte Mindestwassermenge in das Mutterbett abgegeben. Sobald der Abfluss des Fließgewässers den Ausbaugrad der Wasserkraftanlage übersteigt, also eine größere Abflussmenge vorhanden ist als zur Energiegewinnung genutzt werden kann, wird das Mutterbett entsprechend stark durchströmt. Beide Gewässeräste, die sich am Wehr trennen und unterhalb der Wasserkraftanlage wieder zusammenfließen, müssen hinsichtlich ihrer Rolle für den Fischaufstieg getrennt betrachtet werden. Der aufsteigende Fisch orientiert sich an der Gewässerströmung. Schwimmstarke und rheophile Arten folgen der Hauptströmung, während schwimmschwächere und limnophile Arten an dessen Randbereichen aufsteigen. Ist die Turbinenbemessung in Annäherung an die Mittelwasserführung des Flusses ausgelegt, so wird der Hauptabfluss des Wassers über den Jahresverlauf vorwiegend über den Mühlgraben geführt. Somit leitet das Strömungsbild die Fische in Richtung Wasserkraftanlage

(Abb. 42 bis 45, Anhang 6). Als Mindestfließgeschwindigkeit für rheotaktische Aufstiegsbewegungen werden für die meisten Fische 0,2 m/s angegeben [AS01]. Diese Werte werden im größer dimensionierten Fließgewässerquerschnitt des Mutterbettes im Vergleich zu dem engeren Mühlgraben im Jahresverlauf weit unterschritten. Der Kanal unterhalb des Turbinenauslasses ist strukturarm und ausgebaut. Dies bedeutet, dass kein ausgeprägtes Strömungsmosaik aus ruhigen und stark strömenden Bereichen vorhanden ist. Über die gesamte Turbinengrabenbreite und -länge ist eine relativ starke Strömung vorhanden. Als Wanderkorridor oder evtl. als Lebensraum wird dieser Bereich vorwiegend von rheophilen Arten bevorzugt. Mehrere Elektrofischungen im Turbinenkanal belegen dies. Vorwiegend schwimmstarke Arten wie Bachforelle, Barbe, Gründling, Döbel und Hasel wurden dort nachgewiesen (Abb. 25 und 26). Bei einem Vergleich der Elektrofischungsdaten im Turbinenkanal mit den Reusenfangdaten in der Fischwanderhilfe am Wehr wird deutlich, dass Bachforelle, Barbe und Hasel bis auf Ausnahmen nicht über das Mutterbett und somit nicht über den Fischpass am Wehr aufgestiegen, sondern in den Turbinenkanal eingeschwommen sind (Abb. 25). Würde dort im Laufe des Forschungsprojektes keine weitere Fischwanderhilfe errichtet werden, die den Turbinenauslasskanal mit dem Oberwasser verbindet, würden die Arten Barbe, Hasel und Forelle am erfolgreichen Fischaufstieg gehindert werden. Selbiges gilt für die Äsche, sollte sie sich in diesem Gewässerbereich wieder ausbreiten. Auch Langdistanzwanderfische wie Lachs, Flussneunauge oder Meerforelle, die in Zukunft wieder bis in Thüringer Gewässer aufsteigen sollen, würden den Aufstieg im Bereich der Turbinen aufsuchen. Der Standort ist somit nach der ersten Projektphase nicht uneingeschränkt durchgängig. Im Rahmen des Forschungsprojektes ist eine zweite Fischwanderhilfe im Bereich des Turbinenhauses zu errichten.

Im Vorfeld der Forschungsarbeiten in Döbritschen an der Saale wurde behördlich ausschließlich ein Fischpass um das Krafthaus herum gefordert. Dies wiederum hätte bedeutet, dass Fischarten, welche ruhigere Wasserbereiche bevorzugen, an ihrem erfolgreichen Aufstieg gehindert worden wären. Arten wie Hecht, Plötze und Schleie stiegen über das Mutterbett auf und wanderten bis auf Ausnahmen nicht in den Turbinenkanal ein (Abb. 25). Dies verdeutlicht die Aufteilung der Fischwanderung hinsichtlich unterschiedlicher Arten bei Ausleitungskraftwerken. Bei Abflüssen, bei denen der Hauptteil über den Mühlgraben abfließt ist ein Aufstieg rheophiler Arten im Bereich des Kraftwerks zu erwarten, während die anderen Arten vorwiegend in das Mutterbett einwandern. Indifferente Arten wie Gründling und Döbel, die im Turbinenkanal in relativ hohen Stückzahlen auftraten, stiegen auch in großen Mengen über den Fischpass am Wehr auf (Abb. 25 und 26), obwohl die Restwassermenge über die meiste Zeit nur ein Viertel bis ein Fünftel des Gesamtabflusses betrug. Würde am Wehr kein Fischpass existieren, würde ein erheblicher Teil der Population am Aufstieg gehindert werden.



**Abb. 25:** Vergleich erfasster Fischarten hinsichtlich ihrer Häufigkeit bei Elektrobefischungen im Turbinenkanal im Vergleich zu Reusenfängen in der Fischwanderhilfe am Wehr im Frühjahr 2005



**Abb. 26:** Vergleich erfasster Fischarten hinsichtlich ihrer Häufigkeit bei Elektrobefischungen im Turbinenkanal im Vergleich zu Reusenfängen in der Fischwanderhilfe am Wehr im Herbst 2005

Bezüglich der Umorientierungsleistung von Fischen wurden zusätzliche Untersuchungen durchgeführt. Die im Turbinenkanal gefangenen Fische wurden mit einem Farbpunkt mittels nadelfreier Injektion in einer Flosse markiert. Während den Reusenkontrollen wurde darauf geachtet, ob markierte Tiere in den Reusen der Aufstiegsanlage gefangen wurden. Dort wurde nur ein markiertes Tier erfasst, welches nach 3 Wochen den Aufstieg am Wehr fand. Dies zeigt, dass Tiere, die in den Turbinenkanal der Wasserkraftanlage eingeschwommen sind, sich kaum umorientieren. Sie verlassen den relativ kurzen 150 m langen Turbinenkanal nicht flussabwärts, um dann über das Mutterbett und in der weiteren Folge über die Fischwanderhilfe am Wehr aufzusteigen.

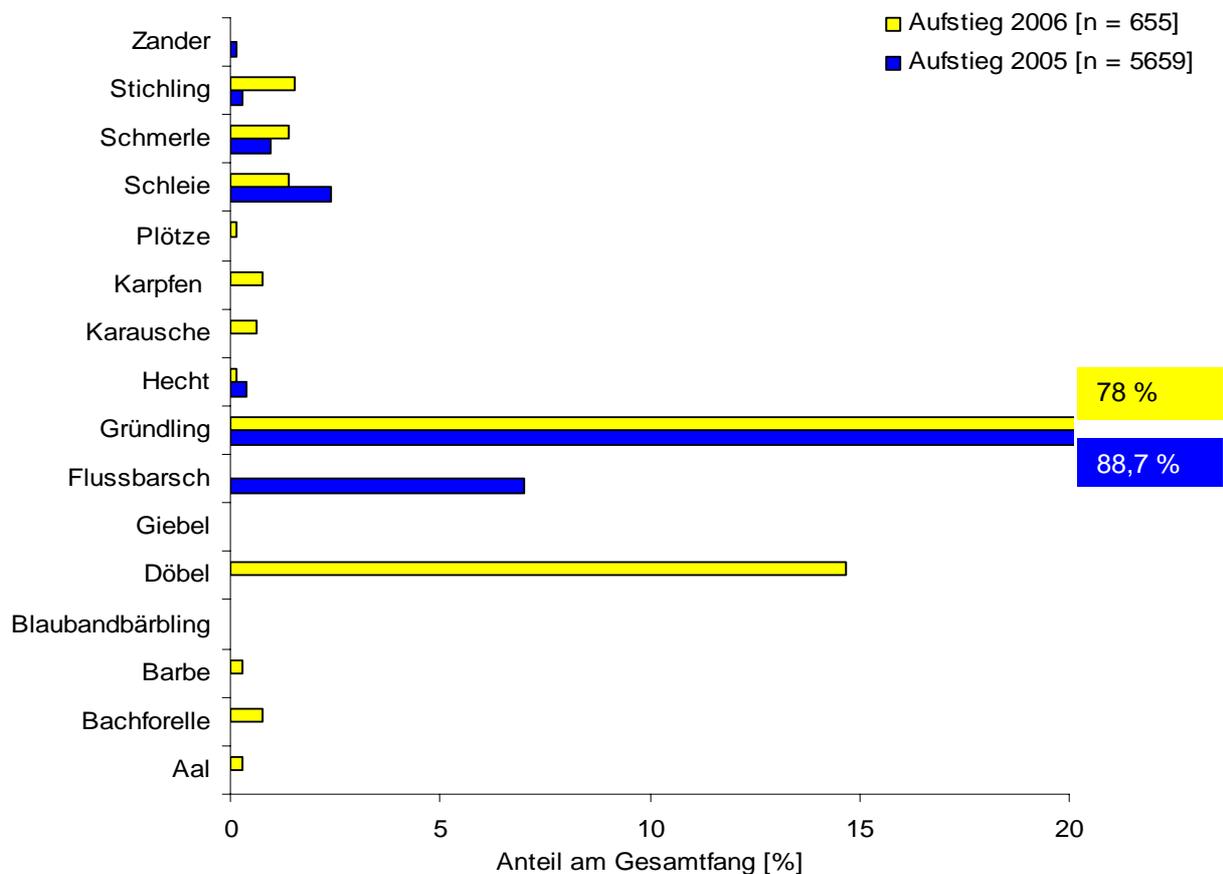
Untersuchungen an der Lahn brachten ähnliche Ergebnisse [SGA98]. In dem dort betrachteten Fall teilt sich der Abfluss des Gewässers Richtung Wasserkraftanlage und Schiffsschleuse auf. Wanderfische wie Aal, Flussneunauge, Lachs und Meerforelle stiegen nur als Einzeltiere über die Schleuse auf. Sie folgten ebenso der Hauptströmung Richtung Wasserkraftanlage wie Gründling, Barbe, Groppe und Bachforelle. Arten, die strömungsberuhigte Gewässerbereiche aufsuchen wie Plötze, Ukelei, Brachse, Güster und Rotfeder bevorzugten zum Teil mit sehr hohen Aufstiegszahlen eindeutig den Aufstieg über die Schleuse, obwohl die abgegebene Wassermenge von 1 m<sup>3</sup>/s nicht ausreichend war, um eine ausreichende Leitströmung, im Gegensatz zum Abfluss über die Wasserkraftanlage, zu erzeugen. Dies bedeutet, dass diese letztgenannten Arten der Hauptströmung regelrecht ausweichen.

Die Aufstiegskontrollen 2006 mit nur einer Aufstiegsreuse im Fisch-Kanu-Pass (Foto 52, Anhang 8) ohne gezielte Mindestwasserabgabe in Form einer Lockströmungsverstärkung dienten dazu, nachzuvollziehen, ob die Fische dennoch die Fischwanderhilfe in ausreichender Anzahl auffinden oder ob sie sich am Wehrfuß verteilen und dort nach einer Aufstiegsmöglichkeit suchen. Die im Bereich des Wehrfußes gefangenen Fische, die mit einem Farbpunkt markiert wurden, wurden bei den Aufstiegskontrollen des Fisch-Kanu-Passes nicht wiedergefangen. Insofern liegt der Schluss nahe, dass sie nicht erfolgreich den Fischaufstieg fanden. Die 14tägig wiederholten intensiven Befischungen des Wehrbereiches widerlegen jedoch diese Annahme.

- So hätten Fische, die vergeblich nach Aufstiegsmöglichkeiten suchten, bevorzugt in Bereichen gefangen worden sein, die eine relativ starke Wasserströmung durch diffus durchs Wehr abfließendes Wasser aufwiesen (Foto 53, Anhang 8). Dies war bei keiner Befischung der Fall.
- Die im Bereich des Wehrfußes gefangenen Fische nutzten diesen Bereich vielmehr als Lebensraum. So sammelten sich dort im Frühsommer beispielsweise Döbel, die in flachen Wasserbereichen ablaichten (Foto 54, Anhang 8). Die bei den Befischungen erfassten Döbelmännchen gaben bei der Längenmessung Sperma ab. Große Gründlingschwärme besiedelten die flachen Bereiche im Mutterbett in der Nähe des Wehres (Foto 55, Anhang 8).
- Im Herbst wurden die Fische (überwiegend Plötzen und Döbel) bei den Elektrobefischungen vorwiegend in grundnahen Unterständen größerer Steine gefangen. Die Fische waren nicht selten mit Feinsedimenten auf der Schleimhaut belegt. Je später im Herbst die Befischungen stattfanden, umso weniger Tiere waren im Freiwasser nachzuweisen. Einige Tiere wiesen Markierungen von vorherigen Befischungen auf. Somit fanden kaum Ortsveränderungen der Individuen statt. Würden

jene Fische eine Aufstiegsmöglichkeit suchen, dann hätten sie sich in der Umgebung stärker durchströmter Bereiche aufgehalten, die von unkontrollierten Restwasserabgaben durch das Nadelwehr verursacht wurden (Foto 53 im Anhang 8). Der Aufenthalt der Fische in Unterständen auf Grundnähe deutet auf den Bezug von Winterquartieren hin.

Es kann davon ausgegangen werden, dass die aufstiegswilligen Fische am Wehr entlang aufsteigen und erfolgreich den Einstieg in den FKP im spitzen Winkel des Wehres finden. Bei einem Vergleich der Aufstiegskontrollen 2005 mit den Ergebnissen von 2006 kann festgestellt werden, dass alle Arten bis auf die Barscharten Zander und Flussbarsch, die 2005 beim Aufstieg nachgewiesen wurden auch 2006 in den Reusenfängen präsent waren (Abb. 27). Da diese Arten 2006 nicht bei den Elektrobefischungen im Wehrbereich gefangen wurden. Somit liegt dies nicht an der mangelnden Auffindbarkeit des FKP innerhalb der Ausleitungsstrecke, sondern möglicherweise an der Auffindbarkeit des Mutterbettes, wenn keine Restwassermenge abgegeben wird. Dies verdeutlicht auch die 2006 geringe Gesamtaufstiegszahl von 655 Tieren an 72 Kontrolltagen (durchschnittlich 9,1 Tiere pro Fangtag) als im Jahr 2005 mit 5.659 Individuen an 125 Reusenfangtagen (durchschnittlich 45,3 Tiere pro Fangtag). Eine reduzierte Restwassermenge macht eine zweite Wanderhilfe im Kraftwerksbereich noch notwendiger. Bereits bei der eingehaltenen Mindestwassermenge von mind. 3,1 m<sup>3</sup>/s im Rahmen der Aufstiegskontrollen 2005 konnte belegt werden, dass eine zweite Fischwanderhilfe zur Gewährleistung des uneingeschränkten Fischaufstiegs notwendig ist.



**Abb. 27:** Vergleich der prozentualen Anteile aufgestiegener Fischen der Reusenkontrollen 2005 mit 2006

## **2.4 Öffentlichkeitsarbeit / Multiplikatoren**

Von Anbeginn des Projektes wurden alle direkt und indirekt betroffenen Personenkreise und Behörden im Rahmen von Scopingterminen über das Projekt umfassend informiert. Darüber hinaus wurde die breite Öffentlichkeit über die Presse auf das Vorhaben aufmerksam gemacht. Am 30.11.2004 erfolgten Filmaufnahmen vom Bau des Fischkanupasses die Anfang Dezember 2004 im Thüringen Journal (mdr) gesendet wurden.

Teilergebnisse sowie Informationen zum Projekt wurden im Rahmen mehrerer, zum Teil wissenschaftlich ausgerichteter Tagungen vorgestellt. Diese verschiedenen gezielten Aktivitäten sind in der Tabelle 14 zusammenfassend dargestellt. Darüber hinaus wird die Öffentlichkeit mehr oder weniger systematisch über verschiedene Belange informiert. So kommen regelmäßig Schulklassen aus der Region, die sich vor Ort ein Bild von der Wasserkraftnutzung als regenerative Energiequelle informieren können.

Auch Kanuten und Saale-Radwanderer sowie alle weiteren Besucher können das Kraftwerk besichtigen. Das Wasserwandern per Kanu auf der Saale nimmt in den letzten Jahren zu. Seit 2004 werden verstärkt touristische Angebote wie Biergarten bzw. Zelt- sowie Lagerfeuermöglichkeiten auf der Insel der WKA geboten, die vom Mutterbett und dem Turbinenkanal umschlossen ist. Viele Besucher zeigen ein reges Interesse an der WKA mit den technischen Ausstattungen. Seit Bestehen des Fisch-Kanu-Passes am Wehr wurden seitens der Kanuten verschiedene Hinweise und Informationen zu dem Standort gestreut, wie bspw. mit entsprechenden Suchbegriffen im Rahmen von Internetsuchmaschinen festzustellen ist.

**Tab. 14:** Übersicht der Veröffentlichungen

<b>Datum</b>	<b>Art der Veröffentlichung</b>	<b>Verfasser / Vorträger</b>	<b>Zielgruppe</b>	<b>Inhalt / Titel</b>
04.12.2002	Scopingtermin / Vortrag	Dipl.- Biol. Wolfgang Schmalz	„Obere Behörden“	Projektvorstellung
11.12.2002	Scopingtermin / Vortrag	Dipl.- Biol. Wolfgang Schmalz	„Untere Behörden“	Projektvorstellung
12.12.2002	Scopingtermin / Vortrag	Dipl.- Biol. Wolfgang Schmalz	Fischerei/Angler, Wasserkraft, Bürgermeister	Projektvorstellung
14.01.2003	Scopingtermin / Vortrag	Dipl.- Biol. Wolfgang Schmalz	alle vorgenannten, DBU, Ministerium, Naturschutz- Verbände	Projektvorstellung
14.01.2003	Vortrag NABU- Veranstaltung in Jena	Dipl.- Biol. Wolfgang Schmalz	NABU Jena und Gäste	Aktuelle Untersuchungen der Fischwanderung in der Saale (Projektvorstellung und FSA und Fangtechnik)
April 2003	Artikel in „Naturschutz in Thüringen“ – Mitteilungen des NABU Thüringen e. V. – Ausgabe 2/2003 Leitthema Fließ- gewässer in Thüringen	Dipl.- Biol. Wolfgang Schmalz		Die Saale und ihre Fischfauna – Situationsbericht (Erwähnung dieses und anderer DBU-Projekte)
30.04.2003	Zeitungsartikel	OTZ-Redakteur H.U. Fischer	breite Öffentlichkeit	Biologen prüfen bei Camburg Verletzungs- gefahr für Fische Ragout nach der Turbine
03.06.2003	Zeitungsartikel	TA – Frauke Adrians	breite Öffentlichkeit	Fische flussaufwärts – Biologen erforschen optimale Wanderhilfen für die Saale-Bewohner
Juli 2003	Artikel in „der bogen 3, 2003“; Journal der Bauhaus-Universität Weimar	Hydrolabor Schleusingen (Dipl.- Biol. Wolfgang Schmalz)	Bauhaus- Universität Weimar	Konflikt Fließgewässerökologie – Wasserkraft Forschungsprojekt angelaufen
25.10.2003	Vortrag / XII internationale Naturschutztagung „Zoologischer und botanischer Artenschutz in Mitteleuropa“ in Bad Blankenburg	Dipl.- Biol. Wolfgang Schmalz		Gewährleistung des Fischauf- und -abstieges, turbinenbedingte Fisch- schäden, ökol. Sinnvolle Restwassermenge – Forschungsarbeiten an einer Wasserkraftanlage an der Saale
07. 02.2004	Vortrag / Fachtagung „Probleme des Fisch- artenschutzes“ in Jena Veröffentlichung im Artenschutzreport Sonderheft 16/2005 Jena	Dipl.- Biol. Wolfgang Schmalz		Aktuelle Untersuchungen der Fischfauna in Thüringen (kurze Vorstellung des Projektes u. a. auch Az. 18620 [Sch02a] und Az. 15864 [Sch02b])
12.05.2004	Scopingtermin / Vortrag	Dipl.- Biol. Wolfgang Schmalz	alle aus den Scopingterminen vom 04.12.2002 bis 14.01.2003	erste Ergebnisse, finanzielle Situation für Bau erste FWH

26.06.2004	Kolloquium „Wasserkraftnutzung und EG-Wasserrahmenrichtlinie“ in Jena Veranstalter Verband für Angeln und Naturschutz Thüringen e. V. (VANT)	Dipl.- Biol. Wolfgang Schmalz	Angler, Behörden, Wasserkraft, Arbeitsgemeinschaft Thüringer Wasserkraftwerke e. V., Naturschutzverbände	Wasserkraft und Ökologie – Aktuelle Untersuchungen in Thüringen – Forschung, Wissensstand und Defizite
Juni/Juli 2004 25.06.04 Jubiläumsfeier	Jubiläumsfeier 50 Jahre Fakultät Bauingenieurwesen Ausstellung einer Fahne	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Hans-Peter Hack, Dr.-Ing. Konrad Thürmer, Dipl.-Ing. Michael Sabrowski, Dipl.-Biol. Wolfgang Schmalz		Mindestwasserproblematik unter fließgewässeruntypischen Randbedingungen
13.09.2004	Vortrag zur internationalen Tagung in Madrid „5 <sup>th</sup> International Symposium on Ecohydraulics; Aquatic Habitats: Analysis and Restoration“, 12.-17. September 2004; Session: Fish Passes and Migration Facilities	Dipl.-Ing. M. Sabrowski & Univ.-Prof. Dr.-Ing. H.-P. Hack		Influence of the back water effect on migration in diversion canal type power plants
2004	Veröffentlichung im Tagungsband	Dipl.-Ing. M. Sabrowski & Univ.-Prof. Dr.-Ing. H.-P. Hack		The Problem of Minimal Water Amount and Migration on Artypical Boundary Condition Watercauses
13.10.2004	Zeitungsartikel	OTZ-Redakteur H.U. Fischer	breite Öffentlichkeit	Borstenhilfe für Schuppenträger
28.10.2004	Zeitungsartikel	Peter Beutler	breite Öffentlichkeit	Fisch-Pass macht den Fischen Spaß – Am Wasserkraftwerk rutschen auch bald Kanuten durch
02.11.2004	Zeitungsartikel	OTZ-Redakteur H.U. Fischer		Freiwillige Bürstenmacher mit Werkstatt in Wichmar
Dez. 2004	Filmbeitrag im mdr Thüringen Journal	Bericht: Christian Müller Kamera: Robert Hansch Schnitt: Kerstin Wössner	breite Öffentlichkeit	
26.09.2006	Vortrag zur DGL-Jahrestagung in Dresden (25.09.06 bis 29.09.06)	Dipl.- Biol. Wolfgang Schmalz	vorwiegend Wissenschaftler	Untersuchung des Fischaufstiegs und – abstiegs im Bereich einer Wasserkraftanlage
18.10.2006	Vortrag im Zoologischen Kolloquium der Uni in Bonn	Dipl.- Biol. Wolfgang Schmalz	Wissenschaftler und Studierende	Fischauf- und Fischabstieg im Bereich von Wasserkraftanlagen – Notwendigkeit, Stand des Wissens und der Technik, Defizite

### 3 Fazit

Im Fazit werden die jeweiligen Untersuchungsschwerpunkte getrennt bewertet:

- Bezüglich der ökologischen Mindestwasserabgabe brachte die geforderte Abgabe von mind. 3,1 m<sup>3</sup>/s keine positiven Veränderungen hinsichtlich der Fisch- und Makrozoobenthosfauna im Vergleich zu Untersuchungen ohne gezielter Restwasserabgabe. An diesem Standort ist eine Mindestwasserabgabe von 1,7 bis 1,8 m<sup>3</sup>/s einzuhalten, indem mind. 0,5 m<sup>3</sup>/s über das Wehr im Bereich des FKP abgegeben werden, um Auswirkungen in das Mutterbett einströmenden Grundwassers zu reduzieren. Von dieser geringen Abflussmenge werden Brut und juvenile Tiere einiger Arten begünstigt. Um die Bedürfnisse strömungsliebender Arten wie adulten Barbe zu erfüllen, müssten deutlich höhere Wassermengen abgeführt werden, welche ihrerseits die Wirtschaftlichkeit der Anlage reduziert, indem 25 bis 50 % weniger Energieausbeute die Folge wäre. Gleichzeitig wäre nicht sichergestellt, dass sich die Auffindbarkeit des Mutterbettes verbessern würde.
- Beim Fischabstieg durch die Turbinen waren deutlich geringere Verletzungsanzahlen im Vergleich mit den Untersuchungen in Dettelbach [Hol99] nachzuweisen. 79 % der Fische überlebte die Turbinenpassage unbeschadet. Eine positive Korrelation zwischen Verletzungsrate und Fischgröße war bis auf Hechte nicht gegeben. Diese wiederum verletzten sich anhand ihrer Körpergröße bei der Passage durch den Rechen, indem sie sich beidseitig Schürfungen und Schuppenverluste zuzogen. Diese hier dargestellten geringen Verletzungsraten sind unter keinen Umständen willkürlich auf andere Wasserkraftanlagen zu übertragen. Diese Daten gelten allenfalls übertragbar für Anlagen mit identischer Technik (Francisturbinen identischer Größe und Drehzahl...), Dimension, Durchfluss und Gefälle. Der errichtete Fisch-Kanu-Pass trägt kaum zum Fischabstieg bei. Somit wurde ein eigener Fischabstiegsbypass errichtet und getestet. Dessen Effektivität war höher als die des FKP. Dennoch sind weiterführende Forschungsarbeiten zur Erhöhung der Effektivität notwendig, um verschiedene Parameter wie Veränderungen des Locksogs oder strukturelle Anreize für Fische zu testen.
- Die errichtete Fischwanderhilfe in Form eines Fisch-Kanu-Passes ist für alle Fischarten und –größen passierbar. Auch das Makrozoobenthos kann ungehindert die Fischwanderhilfe passieren. Die Auffindbarkeit des Mutterbettes ist nicht für alle Fischarten gegeben. Strömungsliebende Arten wie Bachforelle und Barbe orientierten sich an der Hauptströmung, die sie in den Turbinenkanal unterhalb der Turbinen leitet. Von dort aus orientieren sie sich nicht um, um über das Mutterbett und den Fischpass am Wehr aufzusteigen. Entsprechend ist eine zweite Fischwanderhilfe notwendig, die den Turbinenkanal mit dem Oberwasser verbindet. Arten, die geringe Strömungen bevorzugen, nutzen hingegen verstärkt die Wanderung über das Mutterbett. Somit wäre die Fischwanderhilfe auch dort nicht verzichtbar. An diesem Standort ist in jedem Fall eine Fischaufstiegsanlage nicht ausreichend, unabhängig davon, ob diese sich am Wehr oder am Kraftwerk befindet. Dies gilt exemplarisch für alle Ausleitungskraftwerke, die sich anhand des Ausbaugrades der Turbinen an MNQ des Gewässers orientieren und deren Lage sich nicht unmittelbar am unteren Ende des Mühlgrabens befindet.

## 4 Literaturverzeichnis

- [Ada00] ADAM, B. (2000): *Fischabstieg – ein bislang vernachlässigtes Problem der Wasserwirtschaft*. – KA – Wasserwirtschaft, Abwasser, Abfall 47/5: 740-743.
- [ASD] ADAM, B.; SCHWEVERS, U.; DUMONT, U. (KEINE JAHRESANGABE VORHANDEN): *Beiträge zum Schutz abwandernder Fische – Verhaltensbeobachtungen in einem Modellgerinne*. Bibliothek Natur & Wissenschaft Band 16; VNW Verlag Natur & Wissenschaft, Solingen.
- [Arb03] ARBEITSGEMEINSCHAFT ZUR REINHALTUNG DER WESER (ARGE WESER) [HRSG.] (2003): *Durchgängigkeitskontrolle an fünf Querbauwerken an Werra und Schmalkalde*. Wassergütestelle Weser Hildesheim
- [AS01] ADAM, B.; SCHWEVERS, U. (2001): *Planungshilfen für den Bau funktionsfähiger Fischaufstiegsanlagen*. – Bibliothek Natur & Wissenschaft Band 17; VNW Verlag, Solingen.
- [ATV04] ATV-DVWK (2004): *Fischschutz- und Fischabstiegsanlagen – Bemessung, Gestaltung, Funktionskontrolle*.
- [Bay96] BAYERISCHES LANDESAMT FÜR WASSERWIRTSCHAFT [Hrsg.] (1996): *Ökologische Typisierung der aquatischen Makrofauna*; Informationsberichte Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft 4. München.
- [DVW97] DVWK (1997): *Fischabstieg – Literaturdokumentation*. Bonn.
- [DVW99] DVWK (1999): *Ermittlung einer ökologisch begründeten Mindestwasserführung mittels Halbkugel-Methode und Habitat-Prognose-Modell*. Schriftenreihe des Deutschen Verbands für Wasserwirtschaft und Kulturbau e. V. (DVWK), Heft 123.
- [Els01] ELSER, P. (2001): *Untersuchungen zur Besiedlungsdynamik benthischer Evertebraten in einem Fließgewässer unter dem Einfluss experimenteller Störungen*. Dissertation an der Friedrich-Schiller-Universität Jena
- [Göh04] GÖHL, C (2004): *Bypasseinrichtung zum Abstieg von Aalen an Wasserkraftanlagen*. – Berichte des Lehrstuhls und der Versuchsanstalt für Wasserbau und Wasserwirtschaft, Nr. 98.
- [Hol99] HOLZNER, M. (1999): *Untersuchung zur Vermeidung von Fischschäden im Kraftwerksbereich, dargestellt am Kraftwerk Dettelbach a. Main / Unterfranken*. Schriftenreihe des Landesfischereiverbandes Bayern e. V. München, Heft 1.

- [LAW01] LÄNDERARBEITSGEMEINSCHAFT WASSER (LAWA) [HRSG.] (2001): *Empfehlung zur Ermittlung von Mindestwasserabflüssen in Ausleitungsstrecken von Wasserkraftanlagen und zur Festsetzung im wasserrechtlichen Vollzug*. Schwerin.
- [Müh93] MÜHLENBERG, M. (1993): *Freilandökologie*, 3. Auflage, UTB-Verlag
- [Sch94] SCHWÖRBEL, J (1994): *Methoden der Hydrobiologie, Süßwasserbiologie*, 4. Auflage – Stuttgart, Jena, New York. Gustav Fischer Verlag.
- [Sch00] SCHWEVERS, U. (2000): *Biologische Mechanismen der Fischabwanderung*. – Wasser & Boden 52/4: 4-9.
- [SGA98] SCHWEVERS, U.; GUMPINGER, C.; ADAM, B. (1998): *Zum Fischaufstieg durch Schiffsschleusen*. – Wasser & Boden, 50/5, S. 26-30, Berlin.
- [Sch02a] SCHMALZ, W. (2002): *Modifizierung, Erprobung und Untersuchung einer neuartigen Fangtechnik zur Erforschung des Fischabstiegs im Bereich von Wasserkraftanlagen*. – Abschlußbericht zum DBU-geförderten Projekt, Az: 18620.
- [Sch02b] SCHMALZ, W. (2002): *Untersuchung der Möglichkeiten der Anwendung und Effektivität verschiedener akustischer Scheueinrichtungen zum Schutz der Fischfauna vor Turbinenschäden*. – Abschlußbericht zum DBU-geförderten Projekt, Az: 15864.
- C
- [Thü93] THÜRINGER TALSPERRENVERWALTUNG [Hrsg.] (1993): *Talsperren in Thüringen*. Erfurt.
- [Thü98] THÜRINGER LANDESANSTALT FÜR UMWELT [Hrsg.] (1998): *Gewässergütebericht 1998*. Jena.
- [Thü99] Thüringer Landesvermessungsamtes (1999): *TOP 10, digitale topografische Karten*.
- [Wag06] WAGNER, W. (2006): *Dokumentation zur Überarbeitung des „Fischfaunistischen Referenzkataloges für alle Thüringer Fließgewässer“*, im Auftrag des Thüringer Ministeriums für Landwirtschaft, Naturschutz und Umwelt.

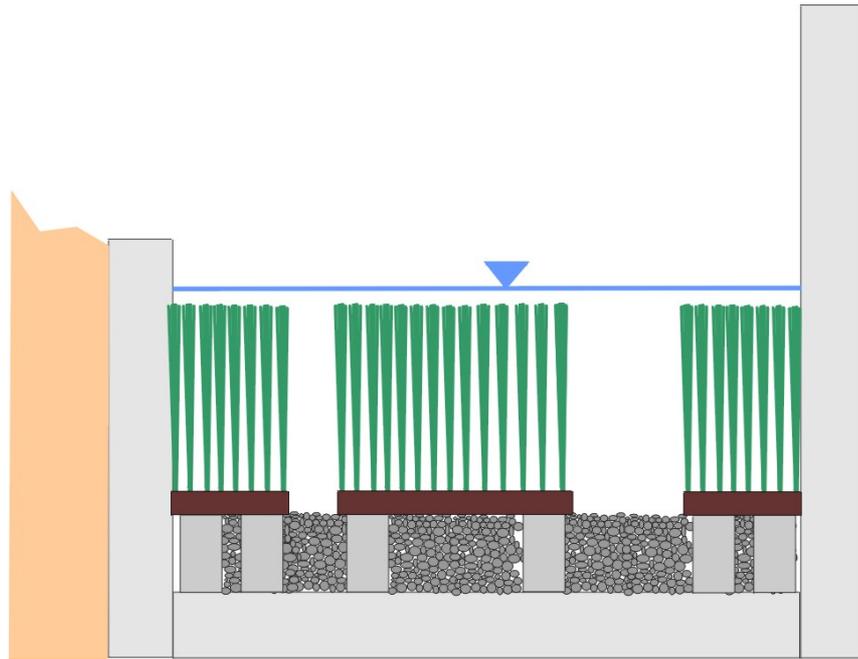
## Danksagung

Neben den im Bericht erwähnten Personen sei noch folgenden Helfern gedankt für:

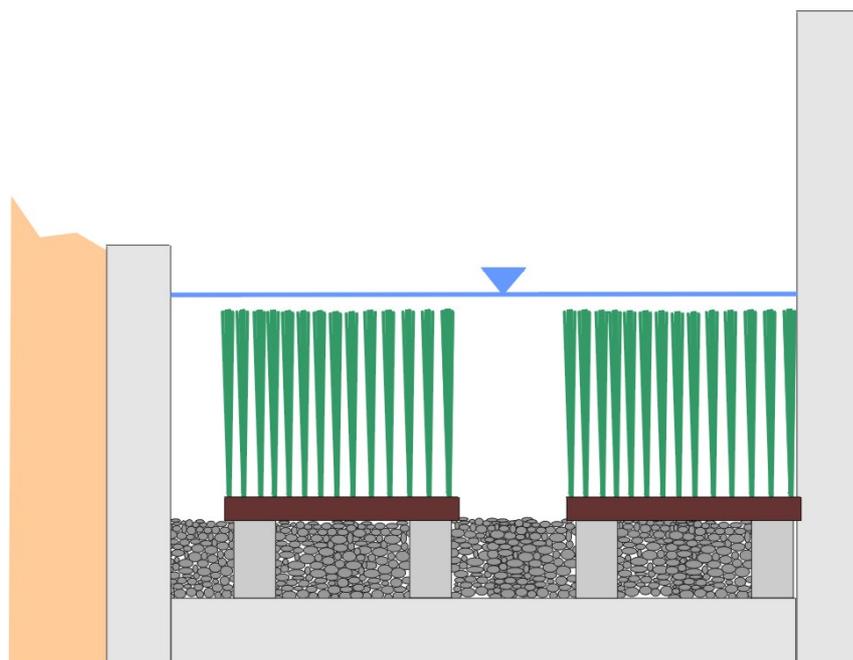
- Konzeption, Baubegleitung und Hilfe beim Einbau der Hamenfangtechnik und Aufmessung der hydraulischen Parameter des FKP: Dipl.-Ing. Jens Sauerwein
- Bauausführung und Montage der Stahlhalterungen sowie technische Unterstützung: Wolfgang Härtel, Günther Fischer und Guido Schmidt. Herrn Günther Fischer gilt insbesondere unser Gedenken. Er verstarb im April 2005. Im Team des Hydrolabors wird er durch seinen Humor, seinen Sachverstand und seine Zuverlässigkeit unvergessen bleiben.
- In den Teams zur Schichtarbeit der Reusenkontrollen rund um die Uhr wirkten mit: André Henneberg, Norman Schleitzer, Andreas Michael, René Köhler, Jens Burisch, Thomas Harrlandt, Raimund Kleemann, Henning Kopmann, Michael Kraus und Dr. Falko Wagner
- Technische Unterstützung vor Ort erfolgte jederzeit durch Achim Lobenstein, der die WKA betreut.
- Der ortsansässige Anglerverein Camburger Angelfreunde e. V. wirkte bei den täglichen Reusenkontrollen des Fisch-Kanu-Passes mit und half tatkräftig bei dem Bau der Borstenelemente für den FKP.
- Auch der ortsansässige Kanuverein Camburger Kanuten e. V. war bei der Herstellung der Borstenelemente maßgeblich beteiligt.
- Die Absolventen des freiwilligen ökologischen Jahres Claudia Hauthal, Karina Messerschmidt, Natalja Rosly und Christoph Junghanns halfen beim Aussortieren des Makrozoobenthos, bei der Dateneingabe und deren Vorbereitung für die Auswertung und unterstützten durch ihre Mitarbeit die Freilandarbeiten.
- Bei der Artbestimmung des Makrozoobenthos unterstützte maßgeblich Frau Dipl.-Biol. Karin Krenkel.
- Dipl.-Ing. Michael Sabrowski begleitete die Geländeaufnahme und die Auswertung der Strömungssimulationen
- Roy Eckhart befasste sich intensiv mit der Hydro2de-Simulationen.
- Dr. Manfred Holzner, Dipl.-Biol. Christian Götz, Dipl.-Biol. Manfred Ache und Dipl.-Biol. Thomas Oswald der AG Fischbiologie des Departments Tierwissenschaften der Technischen Universität München führten die Echolotuntersuchungen durch.
- Herrn Dr.-Ing. Reinhard Hassinger danken wir für die hilfreichen Ratschläge und das Überlassen seiner Berechnungsgrundlagen für die Konzeption des Fisch-Kanu-Passes.
- Dr.-Ing. Matthias Schneider stellte die für die Simulationen benötigten Fischeingangsdaten für das CASIMIR-Programm zur Verfügung. Auch für den konstruktiven Gedankenaustausch wird ihm gedankt.

**Anhang**

## Anhang 1: Fischkanupass



**Abb. 28:** Skizze Querschnitt Riegel mit 2 kleinen und einem großen Element



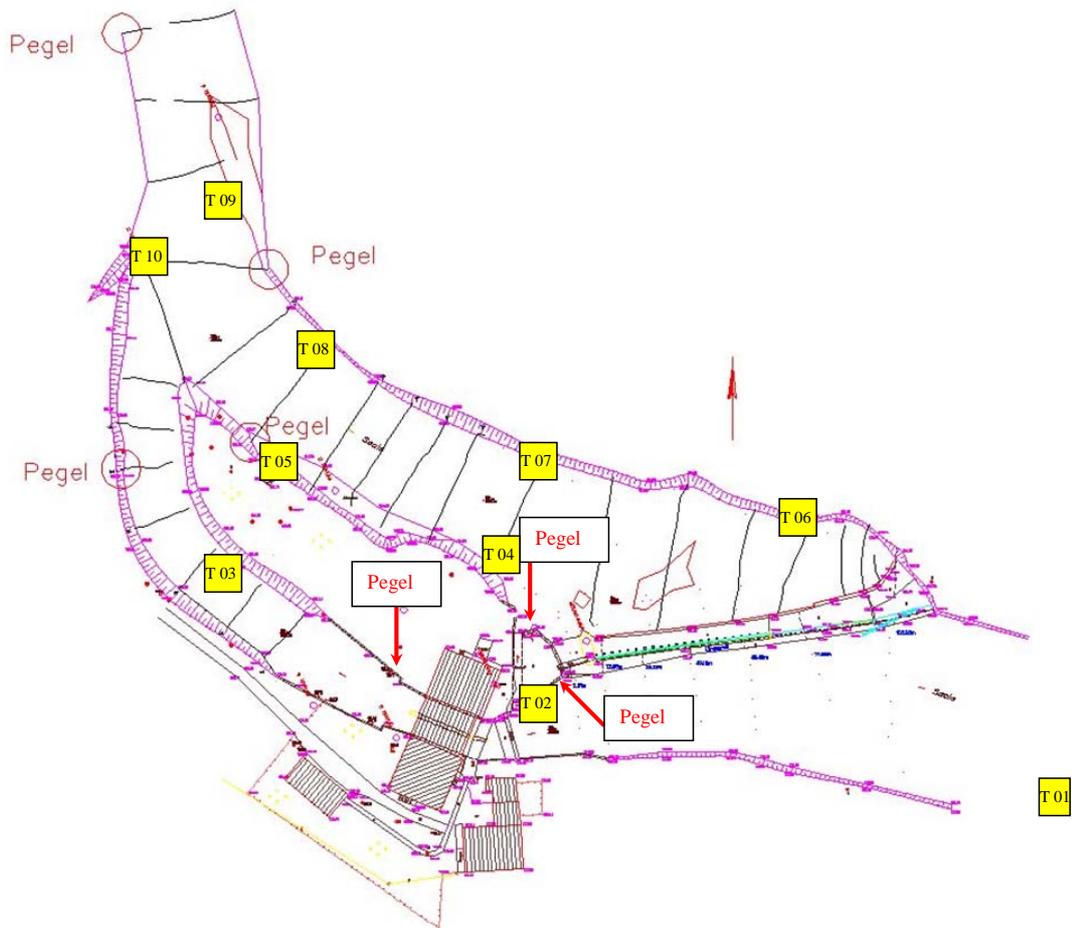
**Abb. 29:** Skizze Querschnitt Riegel mit zwei großen Borstenelementen

**Abb. 30:** Skizze Draufsicht zur Riegelanordnung

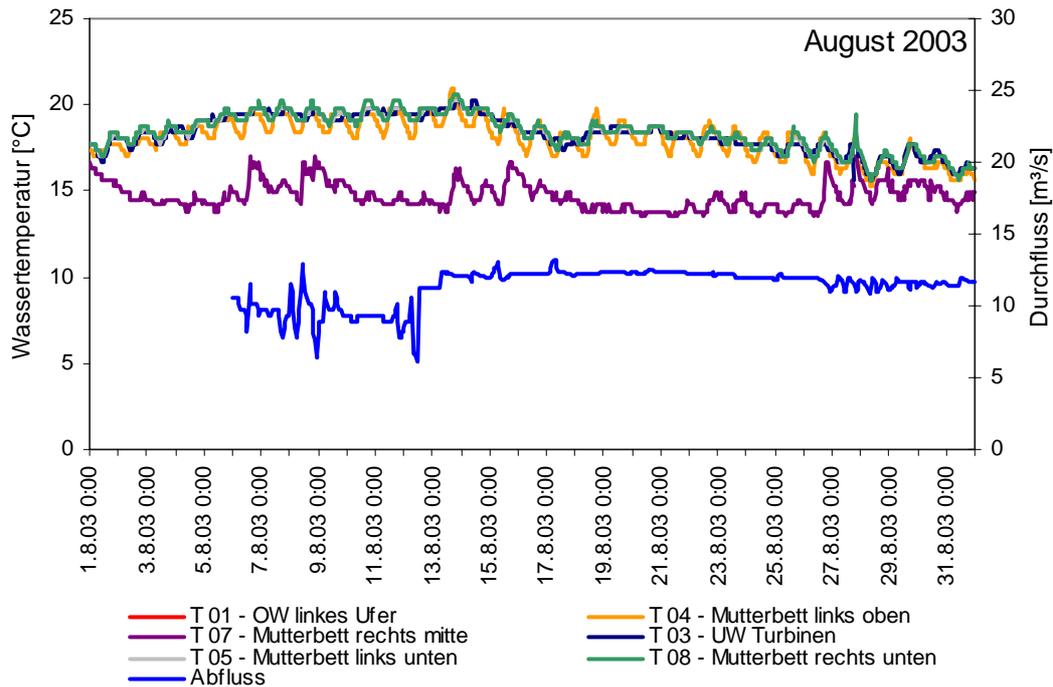
**Tab. 15:** Konzeptionelle Vorgaben des FKP und bauliche sowie hydraulische Aufmaßdaten zu verschiedenen Zeiten

	konzeptionelle Vorgaben	Realisiert 26.04.05 Mittlere Fließstrecke des FKP zeigt zu niedrigen Wasserstand	Realisiert 26.04.05 Veränderter Zustand nach Riegelentnahme	Realisiert 16.05.06 Veränderter, endgültiger Zustand	Realisiert 21.06.06 Veränderter, endgültiger Zustand
Rinnenlänge [m] Fallhöhe 2,65 m	mind. 45	51,35			
Rinnenbreite [m]	1,2	1,2			
Gefälle max.	1 : 17	1 : 18			
Wassertiefe [m]	0,4	0,25-0,46	0,32-0,48	0,31-0,44	0,3-0,44
Borstenlänge [m]	0,4	0,4			
Borstenzahl pro Bündel	8	5			
Bündelanzahl pro Element	144	114-120			
Abfluss [l/s]	200	0,16	0,3	0,15	0,16
Wasserspiegeldifferenz pro Riegel [m]	0,074	0,039-0,104	0,034-0,109	0,046-0,105	
Fließgeschwindigkeit in den Lücken [m/s]	1,206	0,66-0,91	Keine Werte	Keine Werte	0,90-1,03
Energiedissipation W/m <sup>3</sup>	241	144-449	185-709	147-367	141-380
Riegelanzahl	36	38	36-37	37	37
Beckenanzahl	35	37	35-36	36	36
Lichte Beckenlänge [m]	1	1 – 1,2	1 – 1,2	1 – 1,2	0,91 – 1,22
Bostendurchmesser [mm]	4,8	Oval: Durchmesser ca. 4 mm quer und 7 mm längs			
Grundplattenbreite [m]	0,5	0,45			
Grundplattenlänge [m]	0,26	0,3			
Lichte Lückenbreite [m]	0,2	0,3 (gesamt) Je Riegel ein 10 cm breiter und ein 20 cm breiter Durchlass			

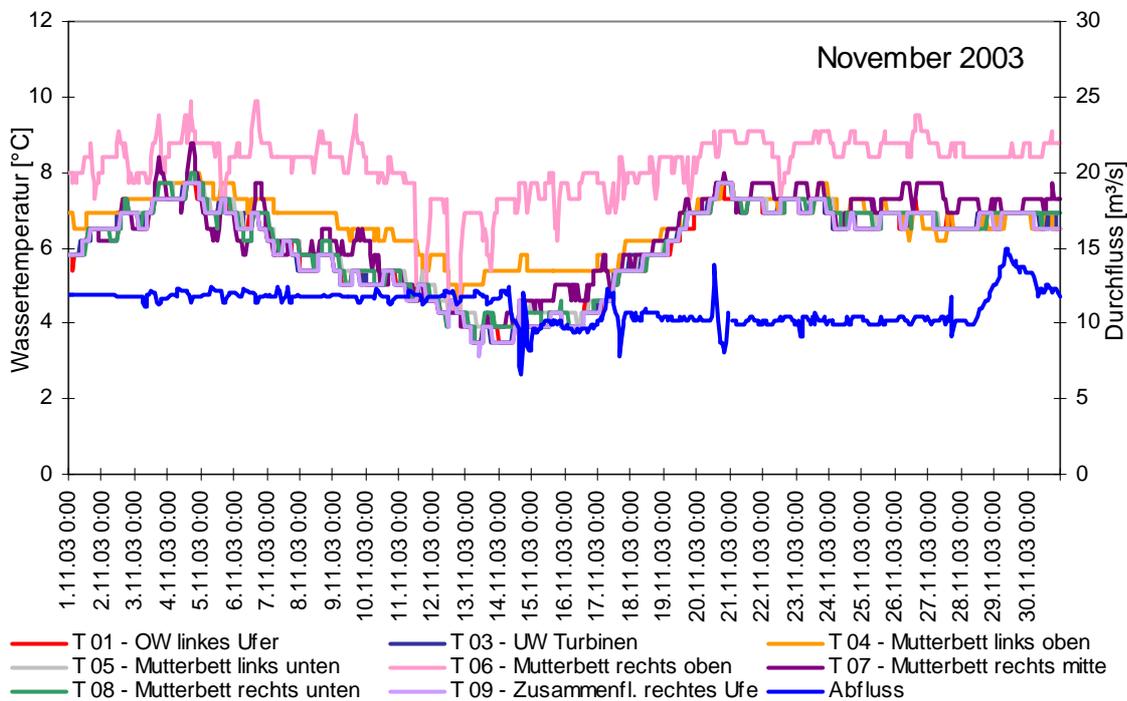
Anhang 2: Lagepläne Querprofile, Datalogger Pegel  
Auswahl von Diagrammen der Dataloggermessungen



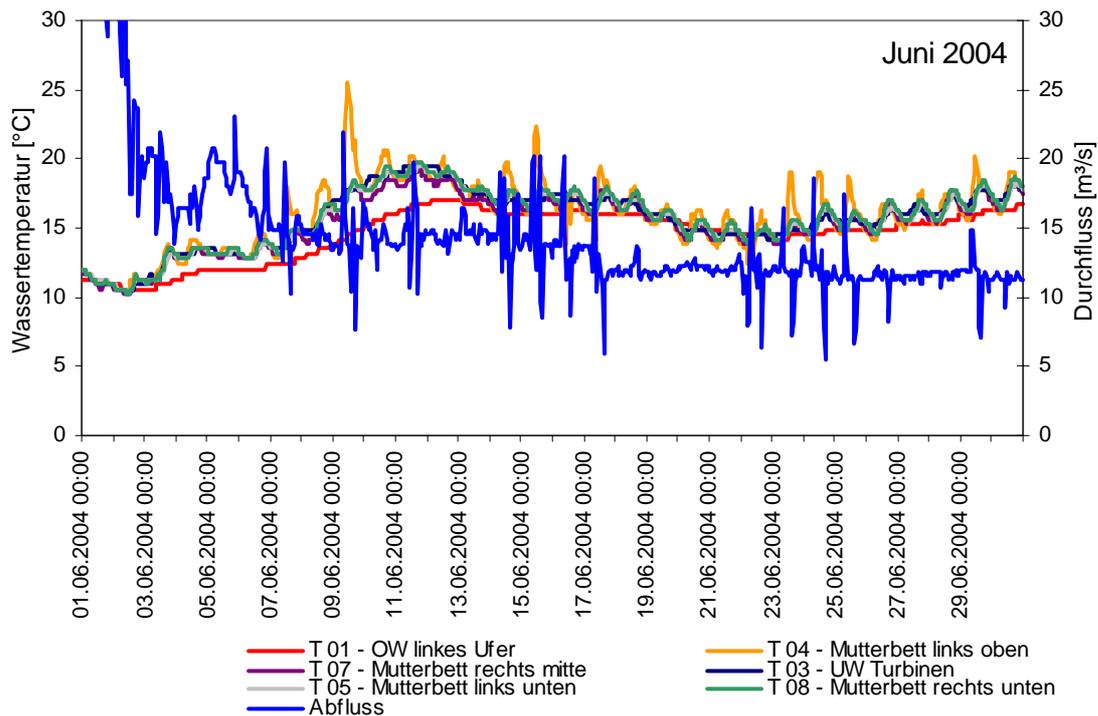
**Abb. 31:** Lageplan der aufgemessenen Querprofile, der eingebrachten Datalogger 1 bis 10 und der projektbezogenen Pegelmessstellen



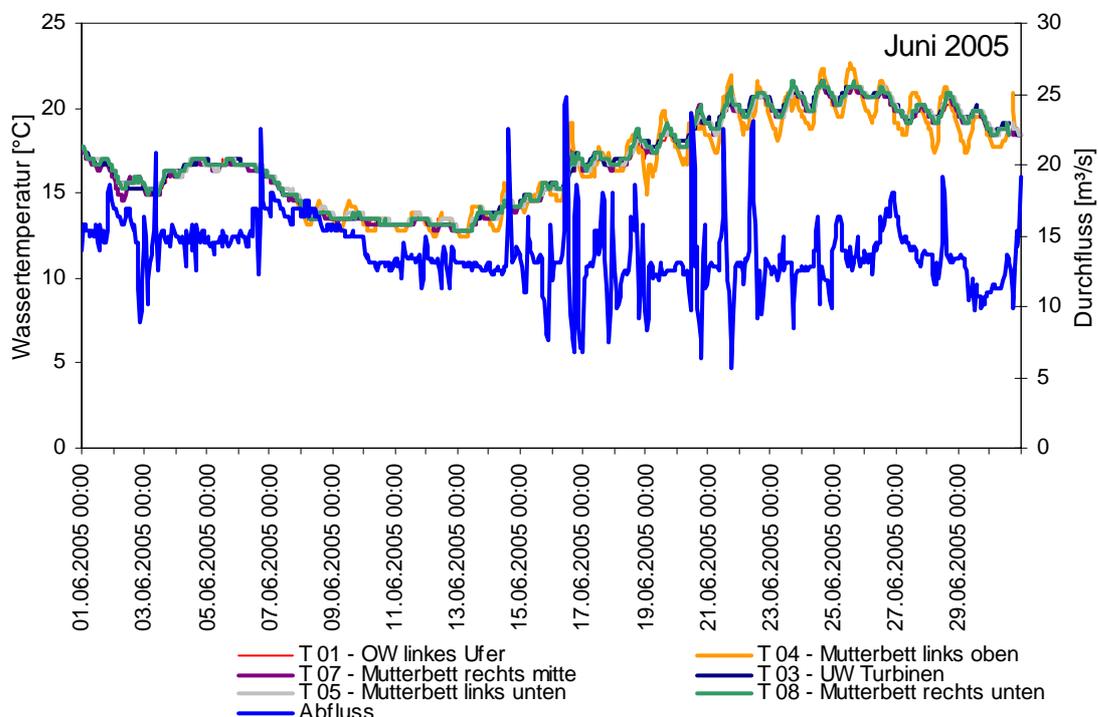
**Abb. 32:** mittels Datalogger stündlich gemessene Wassertemperaturen an verschiedenen Stellen im Mutterbett, Turbinenkanal und Oberwasser der WKA im August 2003 ohne Mindestwasserabgabe (Abfluss unter 20 m³/s)



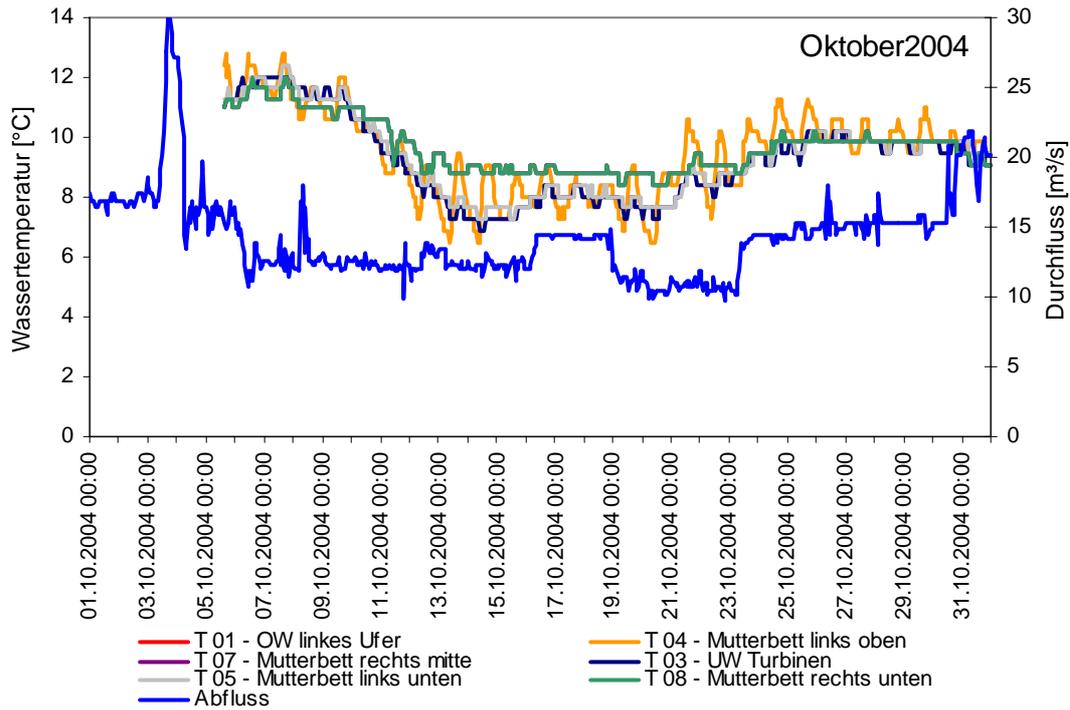
**Abb. 33:** mittels Datalogger stündlich gemessene Wassertemperaturen an verschiedenen Stellen im Mutterbett, Turbinenkanal, Zusammenfluss im UW und Oberwasser der WKA im November 2003 ohne Mindestwasserabgabe (Abfluss unter 20 m³/s)



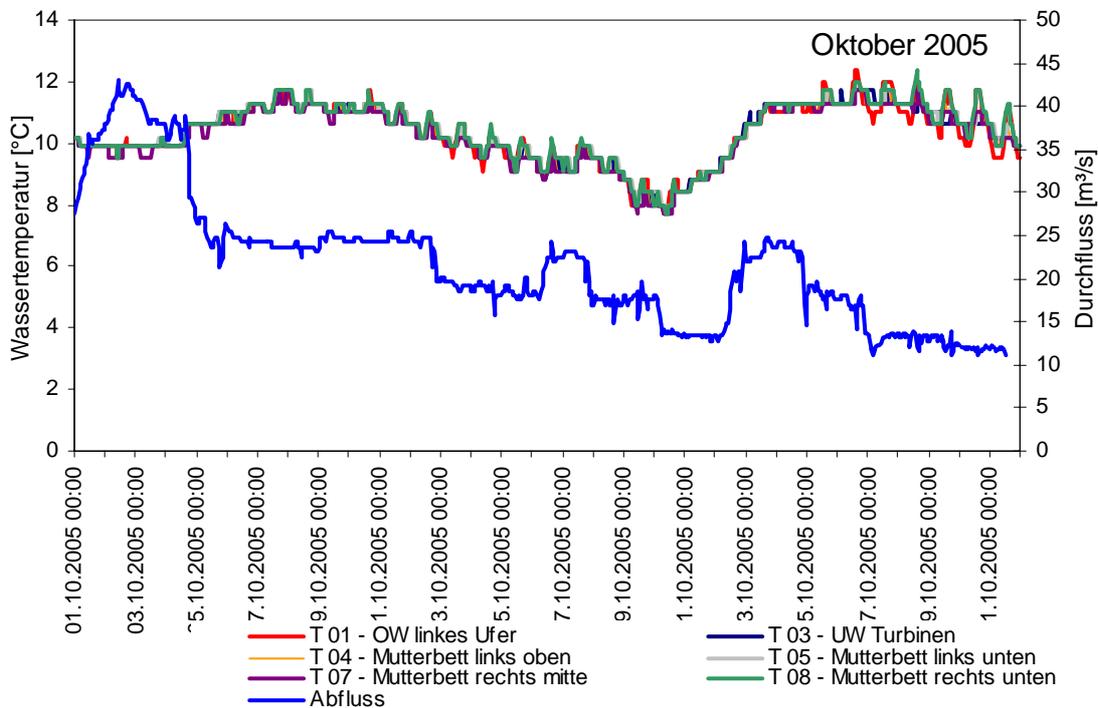
**Abb. 34:** mittels Datalogger stündlich gemessene Wassertemperaturen an verschiedenen Stellen im Mutterbett, Turbinenkanal und Oberwasser der WKA im Juni 2004 ohne Mindestwasserabgabe (bei Abfluss unter 20 m³/s)



**Abb. 35:** mittels Datalogger stündlich gemessene Wassertemperaturen an verschiedenen Stellen im Mutterbett, Turbinenkanal und Oberwasser der WKA im Juni 2005 mit Mindestwasserabgabe von mind. 3,1 m³/s



**Abb. 36:** mittels Datalogger stündlich gemessene Wassertemperaturen an verschiedenen Stellen im Mutterbett, Turbinenkanal und Oberwasser der WKA im Oktober 2004 ohne Mindestwasserabgabe (bei Abfluss unter 20 m<sup>3</sup>/s)



**Abb. 37:** mittels Datalogger stündlich gemessene Wassertemperaturen an verschiedenen Stellen im Mutterbett, Turbinenkanal und Oberwasser der WKA im Oktober 2005 mit Mindestwasserabgabe von mind. 3,1 m<sup>3</sup>/s

### Anhang 3: Skizzen der Hamenfangtechnik

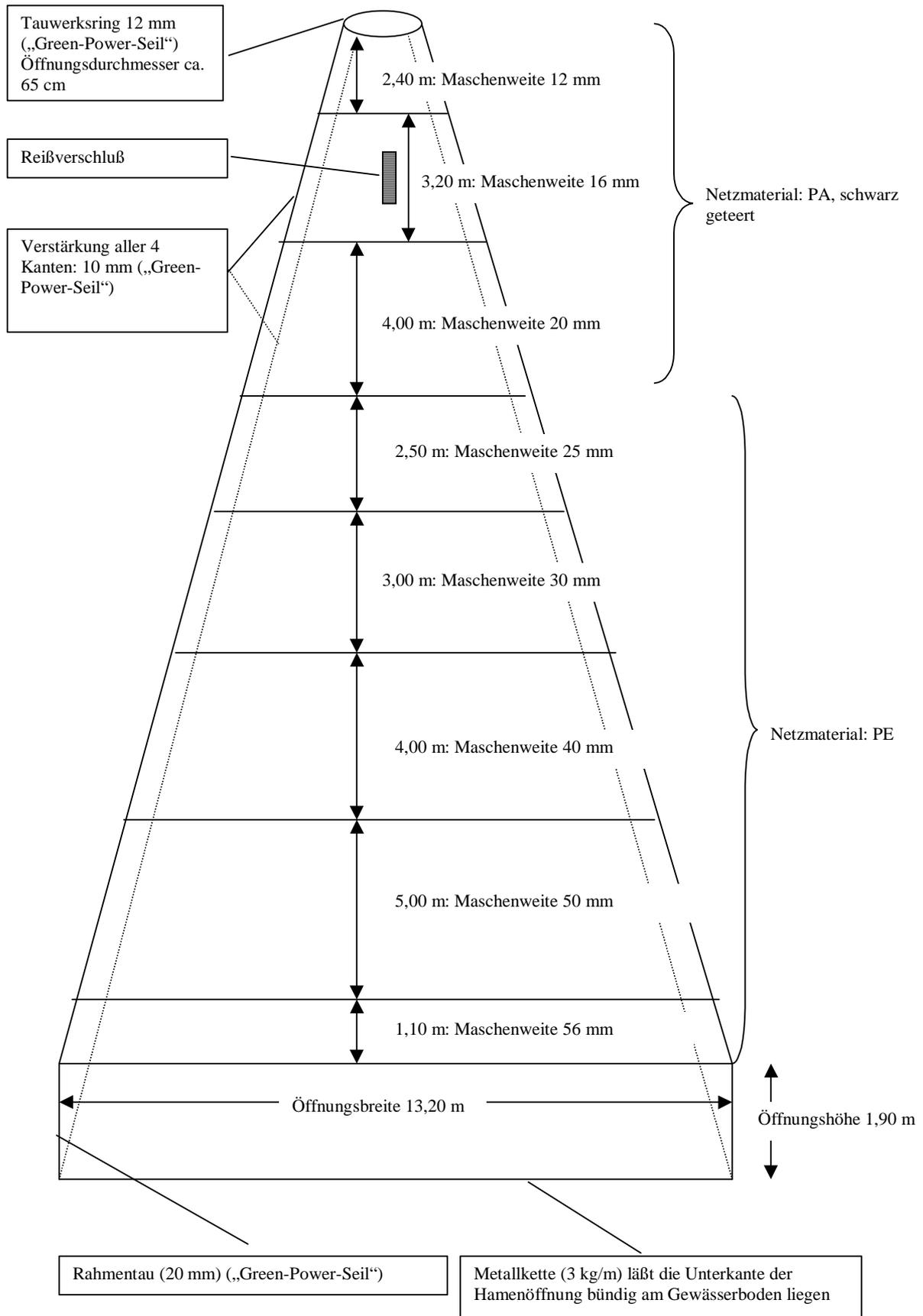
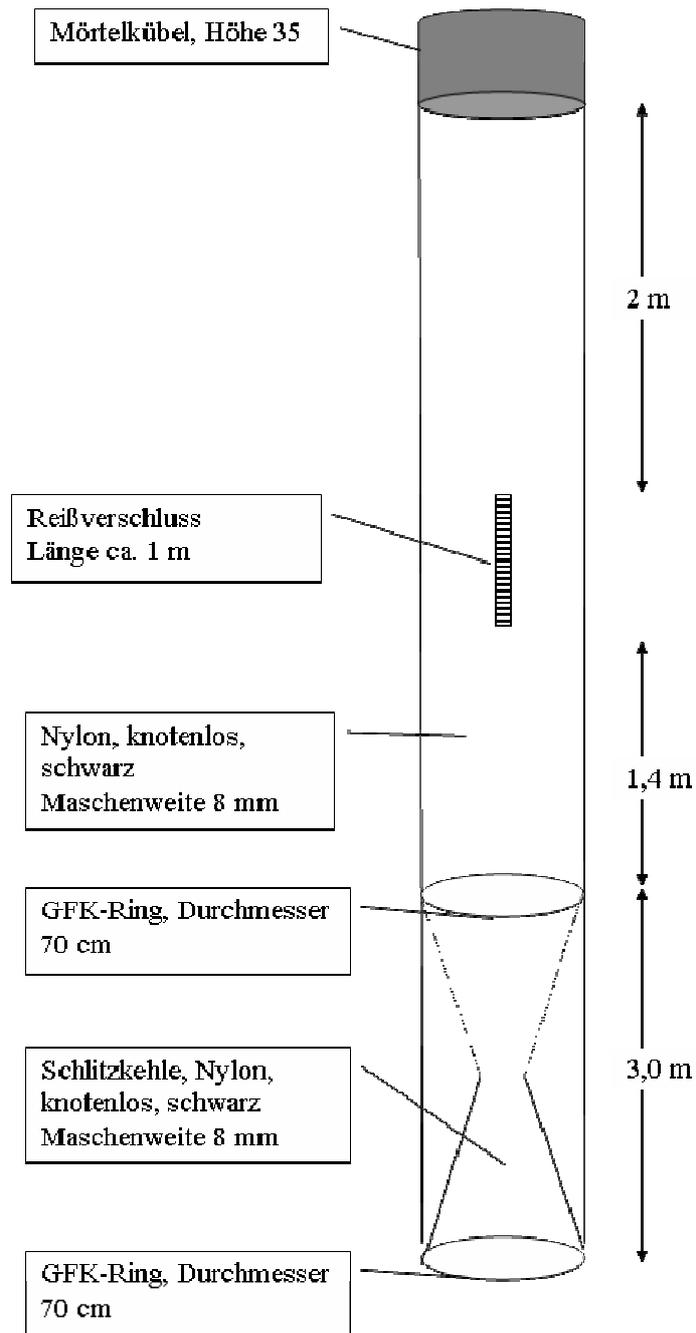


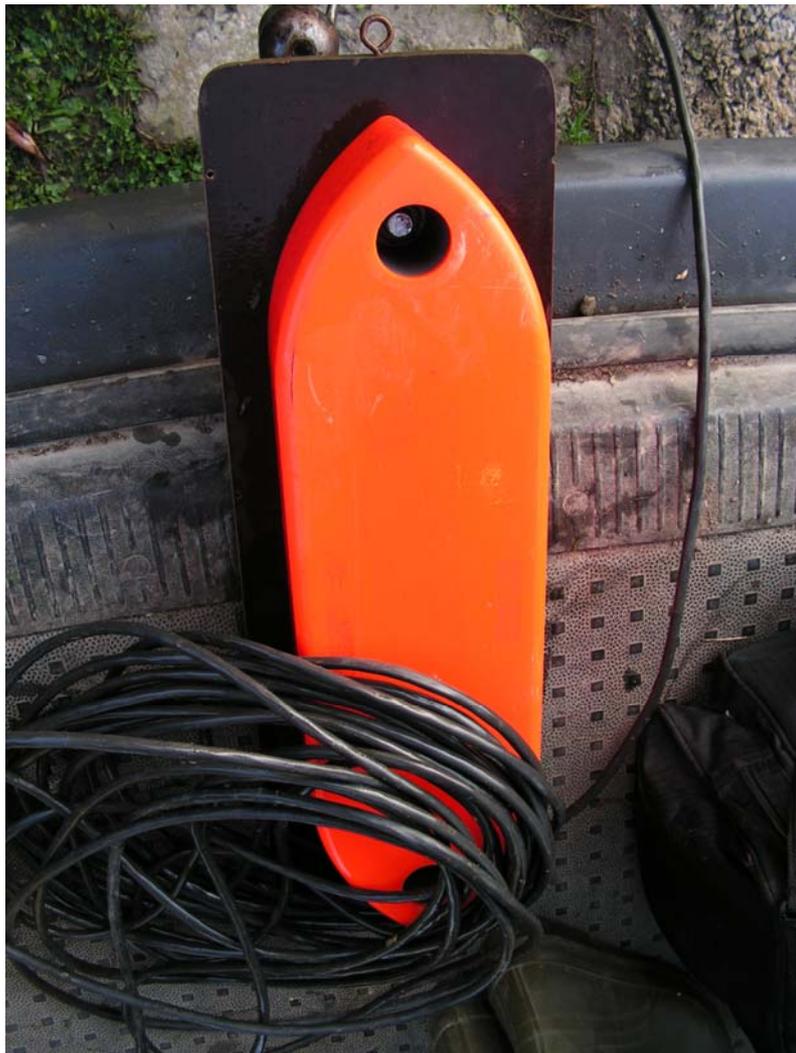
Abb. 38: Skizze des Hamens



**Abb. 39:** Skizze der Steertreuse

## Anhang 4: Echolotberichte

# Hydroakustische Untersuchungen im Turbinenvorfeld des Wasserkraftwerks Döbritschen in Thüringen



**Durchgeführt im Herbst / Winter 2003  
von Dipl. Biol. Christian Götz**

---

## Einleitung

Im Folgenden werden Methodik und Ergebnisse der begleitenden hydroakustischen Untersuchungen am Wasserkraftwerk Döbritschen im Herbst / Winter 2003 dargestellt. Die im Anhang beiliegenden Rohdaten wurden in Hinblick auf zeitliche und räumliche Fischverteilung, Schwimmverhalten sowie die Echostärkenverteilung ausgewertet.

## 1. Material und Methoden

### 1.1 Untersuchungsort

Die Untersuchungen wurden im direkten Turbinenvorfeld des Wasserkraftwerks Döbritschen an der Sächsischen Saale durchgeführt. Der Echolotschallgeber (im Folgenden als „Schwinger“ bezeichnet) befand sich 8,5 m oberhalb des Kraftwerksrechens. Abbildung 1 zeigt die Schwingerhalterung im Vordergrund sowie die Rechenanlage.



**Abbildung 1 Wasserkraftanlage Döbritschen mit Rechenanlage und Schwingerhalterung im Vordergrund**

### 1.2 Untersuchungszeitraum

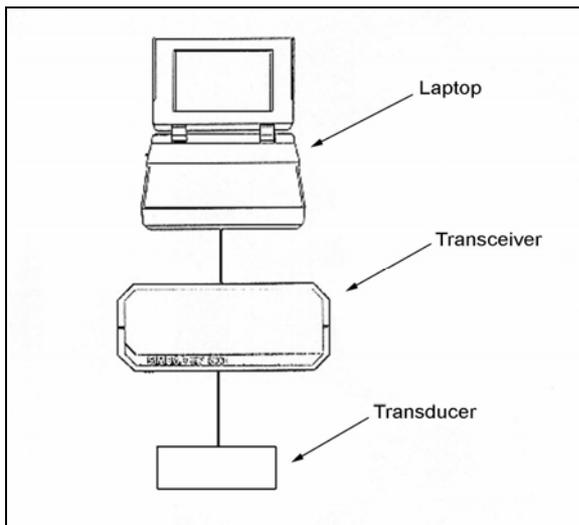
Die Untersuchungen fanden in drei Blöcken statt. Block 1 erstreckte sich von 22.09. bis 25.09.2003, Block 2 von 20.10. bis 23.10.2003 und Block 3 von 17.11. bis 20.11.2003. Jeder Block umfasste 60 Stunden, wobei die Messungen am ersten Tag um 19:40 begannen und am letzten Tag um 07:00 endeten. Da die Echolotrohdateien sehr speicherplatzintensiv sind (ca. 70 MB pro Stunde), wurden von jeder Stunde nur 20 Minuten aufgezeichnet.

### 1.3 Gerätschaften

Für die hydroakustischen Erfassungen wurde ein Echolot der Firma SIMRAD vom Typ EY 500 verwendet. Dieses Echolot besteht im Wesentlichen aus drei Komponenten:

- Computer
- Transceiver
- Transducer

Abbildung 2 zeigt eine schematische Darstellung der einzelnen Bestandteile.



**Abbildung 2 Echolotkomponenten (schematisch)**

Im Folgenden sollen vereinfacht die Funktionen der einzelnen Bauteile und deren Vernetzung beschrieben werden. Da es hierbei um ein grundsätzliches Verständnis geht, wird auf technische Details verzichtet.

Der Transceiver besteht im Grunde aus zwei Elementen: Einem Sender (Transmitter) und einem Empfänger (Receiver). Der Sender erzeugt einen elektrischen Puls von definierter Länge und Frequenz. Dieser wird an den Transducer weitergeleitet und dort in ein akustisches Signal („Ping“) gleicher Frequenz umgewandelt. Dieser Ton breitet sich nun in Form eines Schallkegels im Wasser aus und trifft möglicherweise auf seinem Weg auf ein Objekt. Dieses reflektiert den ausgesandten Schall und ein Teil der Energie gelangt wieder beim Transducer an. Dieses sogenannte Echo wird vom Transducer aufgenommen, wieder in einen elektrischen Impuls umgewandelt und zum Empfänger weitergeleitet. Dort wird es verstärkt und an den Computer übermittelt, wo die weitere Bearbeitung stattfindet. Aus der zeitlichen Diskrepanz zwischen ausgesandtem und eingetroffenem Signal und dessen Lage im Schallkegel können nun Erkenntnisse über die Echostärke und die Entfernung des Objekts vom Transducer gewonnen werden. Der Transducer, (= Schwinger), stellt also die eigentliche Schallquelle dar. Die Firma SIMRAD bietet eine Anzahl verschiedener Schwinger an. Diese unterscheiden sich hauptsächlich im Austrittswinkel des Schallkegels und in der Frequenz. Je nach Art der

Untersuchungen kann somit das optimale Equipment gewählt werden. Für die Aufzeichnungen am Kraftwerk Döbeitschen wurde ein 120 kHz-Schwinger mit elliptischem Schallkegelquerschnitt verwendet. Die Austrittswinkel betragen  $2,5^\circ * 10^\circ$ . Dieser Schwinger eignet sich besonders für horizontale Lotung in Gewässern geringer Tiefe. Durch den flachen Austrittswinkel von  $2,5^\circ$  werden Störungen durch Wasseroberfläche und Grund weitgehend vermieden. Andererseits bietet der größere Winkel von  $10^\circ$  in der Horizontalen die Möglichkeit, Echos von einzelnen Objekten länger zu verfolgen. Der Schwinger wurde vorab mit einer dafür eigens angefertigten Kupfer-Eichkugel exakter Echostärke ordnungsgemäß kalibriert (siehe MacLENNAN & SIMMONDS, „Fisheries Acoustics“ und SIMRAD – Betriebsanleitung).

Um die Bewegung eines Objektes, zum Beispiel eines Fisches, im Schallkegel aufzuzeichnen, bedient man sich der sogenannten „Split - Beam“- Technik. Hierbei wird der Schallkegel in vier Quadranten unterteilt. Bewegt sich nun ein Fisch von einem Quadranten in den nächsten, so lassen sich daraus Bewegungsrichtung und Geschwindigkeit bestimmen. Zusätzlich bietet sich die Möglichkeit, fehlerhafte Echostärken zu korrigieren. Befindet sich nämlich ein Objekt am Rand des Schallkegels, so ist dessen Echo schwächer als in der Nähe der Mittelachse. Aus dem Winkel zwischen dem Objekt und der Mittelachse einerseits und der Entfernung zum Schwinger andererseits lässt sich die tatsächliche Echostärke bestimmen.

Die mit dem oben beschriebenen Equipment erfassten Daten wurden anschließend komprimiert und mit einem speziellen Auswertungsprogramm weiter bearbeitet und in Excel – lesbare ASCII – Dateien umgewandelt.

#### **1.4 Aufbau**

Für die feste Installation des Schwingers im Kraftwerksobwasser wurde ein Holzgestänge mit Aluminiumführungsschienen verwendet. Dieses wurde mittels einer wassergefüllten Tonne beschwert und zusätzlich durch Seile gesichert, sodass der Schwinger ca. 8,5 m oberhalb des Kraftwerksrechens vibrationsfrei mittels Seilzug in der optimalen Tiefe versenkt werden konnte. Der Schallkegel erstreckte sich horizontal über die gesamte Gewässerbreite von ca. 19 m. Die Schwingertiefe variierte zwischen 0,60 m und 1,50 m, wobei keine signifikanten Unterschiede in den Fischechoanzahlen festzustellen waren.

Die Abbildungen 3 und 4 zeigen schematisch die Schwingermontage.

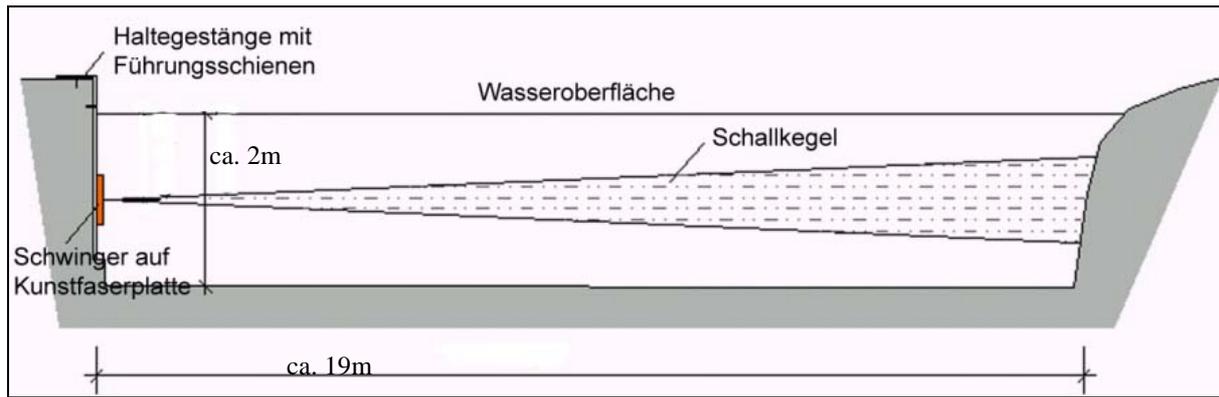


Abbildung 3 Schwingermontage Seitenansicht schematisch

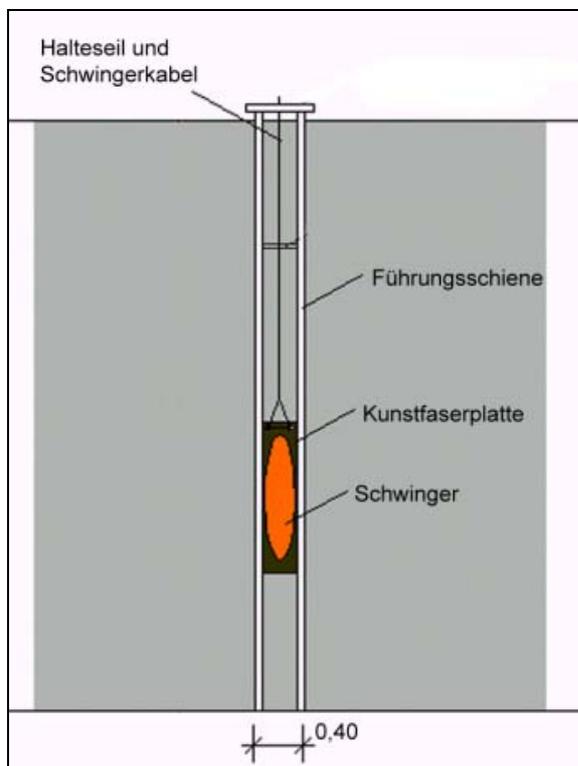


Abbildung 4 Schwingermontage Frontalansicht schematisch

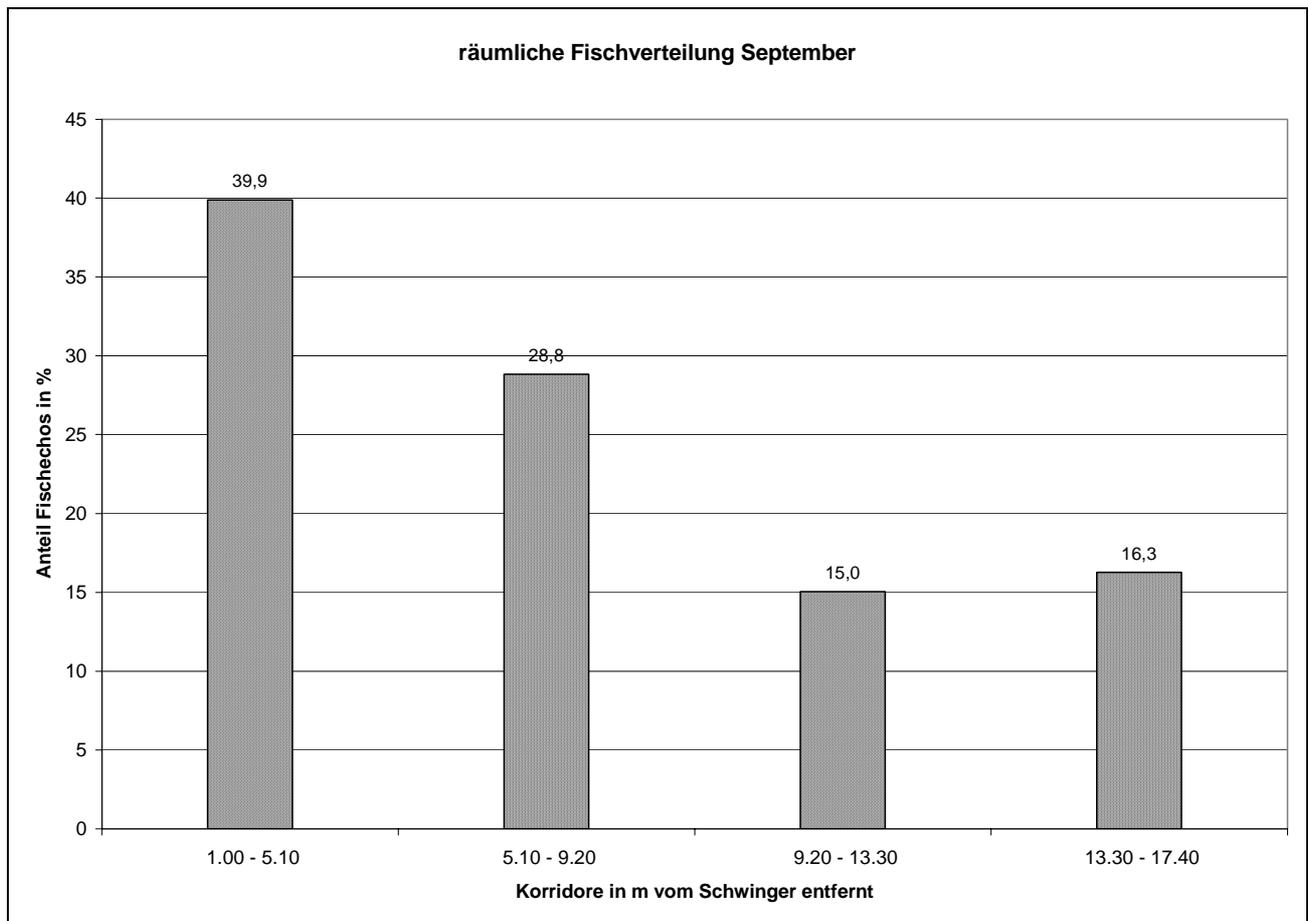
## 2. Ergebnisse

Im Folgenden werden die Ergebnisse im Hinblick auf räumliche Fischverteilung, Schwimmverhalten und Echostärkenverteilung für jeden Untersuchungsblock separat dargestellt, die tageszeitliche Fischverteilung wurde für alle drei Blöcke zusammengefasst.

## 2.1 September

### 2.1.1 Räumliche Fischverteilung

Diagramm 1 zeigt die räumliche Fischverteilung über die Gewässerbreite. Hierfür wurde der gesamte Schallkegel in vier Segmente unterteilt, wovon jeder eine Ausdehnung von 4,10 m aufweist. Um Nahfeldeffekte und Störungen des gegenüberliegenden Ufers zu vermeiden, wurde sowohl der erste, als auch die letzten 1,5 m nicht miteinbezogen. Da die Volumina der einzelnen Schallkegelsegmente unterschiedlich groß sind, wurden die Einzelfischechos für jedes Segment in Fisch pro Hektar umgerechnet und in Prozentwerten dargestellt.



**Diagramm 1 räumliche Fischverteilung September 2003**

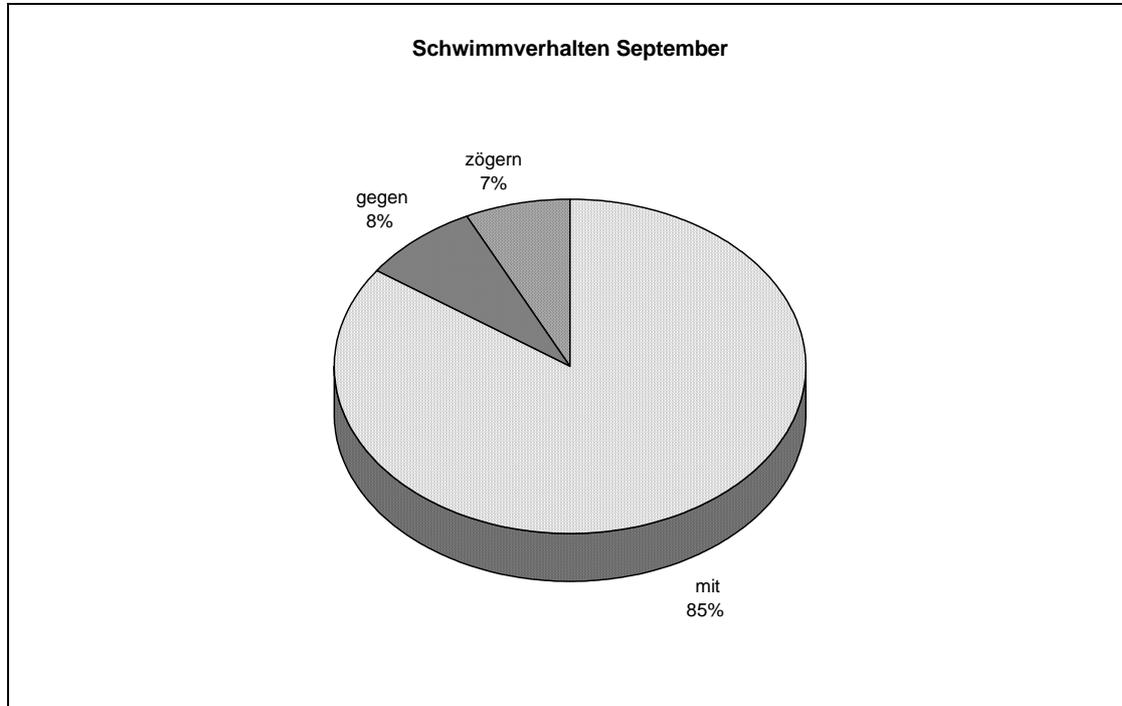
Zwischen 22.09. und 25.09.2003 zeigten sich fast 70% aller erfassten Fischechos in den ersten beiden, schwingernächsten Segmenten. In Segment 3 und 4 fanden sich nur etwa 32% aller georteten Echos.

### 2.1.2 Schwimmverhalten

Mit Hilfe des Auswertungsmodus „trace – tracking“ wurden alle erfassten Einzelfischechos hinsichtlich ihrer Schwimmrichtung in drei Klassen unterteilt:

- mit – alle Fische, die sich mit der Strömung fortbewegen
- gegen – alle Fische, die aktiv gegen die Strömung schwimmen
- zögern – alle Fische, die keine eindeutige Schwimmrichtung zeigen

Die Ergebnisse werden wieder in Prozent aller erfassten Einzelfische dargestellt.



**Diagramm 2 Schwimmverhalten September**

85% der im Septemberblock erfassten Fische zeigen ein mit der Strömung gerichtetes Schwimmverhalten. Nur 15% schwammen gegen die Strömung oder zeigten keine eindeutige Schwimmrichtung.

### 2.1.3 Echostärkenverteilung

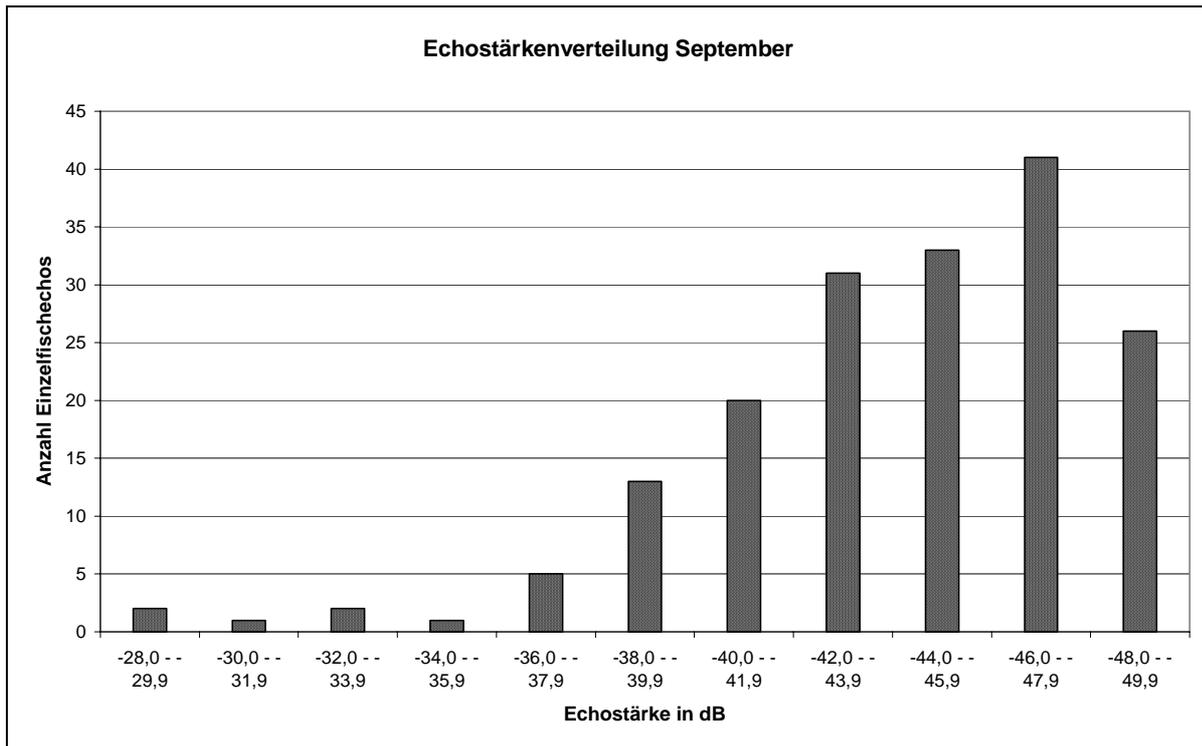
Das folgende Diagramm zeigt die Echostärkenverteilung aller im September erfassten Einzelfischechos. Nach LOVE (1977) korreliert die Echostärke (TS, „target strength“) wie folgt mit der Fischgröße:

$$1. \quad TS = 20 \log (TL) - 69,23$$

Aufgelöst nach der Körperlänge (TL) ergibt sich:

$$2. \quad TL = 10^{(TS + 69,23)/20}$$

Um akustische Störungen durch abtreibende Gegenstände wie Laub etc. möglichst zu vermeiden, wurden nur Echos mit einer Mindeststärke von  $-50$  dB in die Auswertungen einbezogen. Dies entspricht einer Fischkörperlänge von etwa 9 cm.



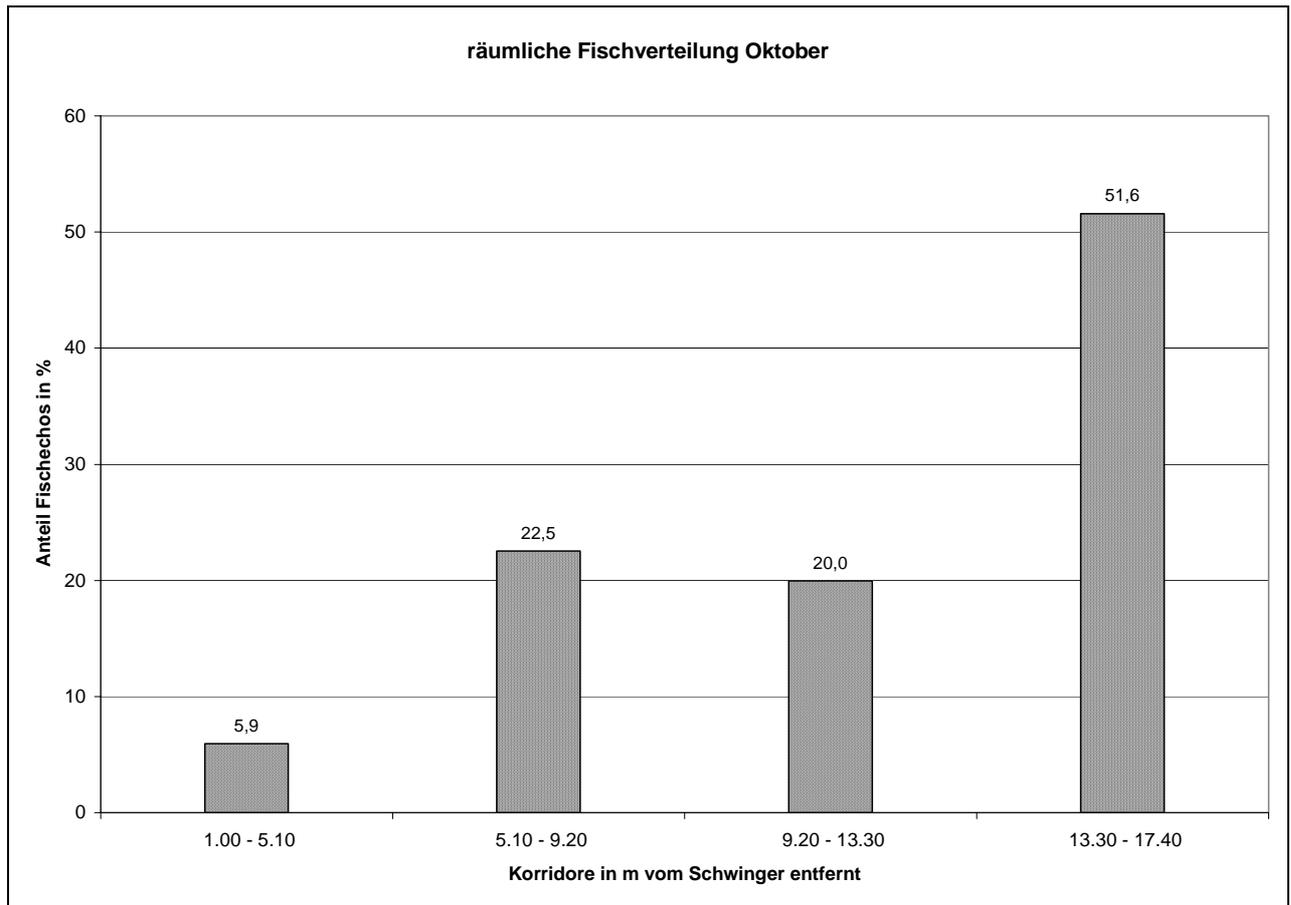
**Diagramm 3 Echostärkenverteilung September**

Die Mehrzahl der im Septemberblock erfassten Fische wies Echostärken zwischen  $-42,0$  dB und  $-49,9$  dB auf. Dies entspricht Körperlängen von 10 cm bis 23 cm.

## 2.2 Oktober

### 2.2.1 Räumliche Fischverteilung

Auch die im Oktober hydroakustisch erfassten Fische wurden in Hinblick auf die Querverteilung im Gewässer ausgewertet. Einstellungen und Rahmenparameter entsprechen den Septemberergebnissen.

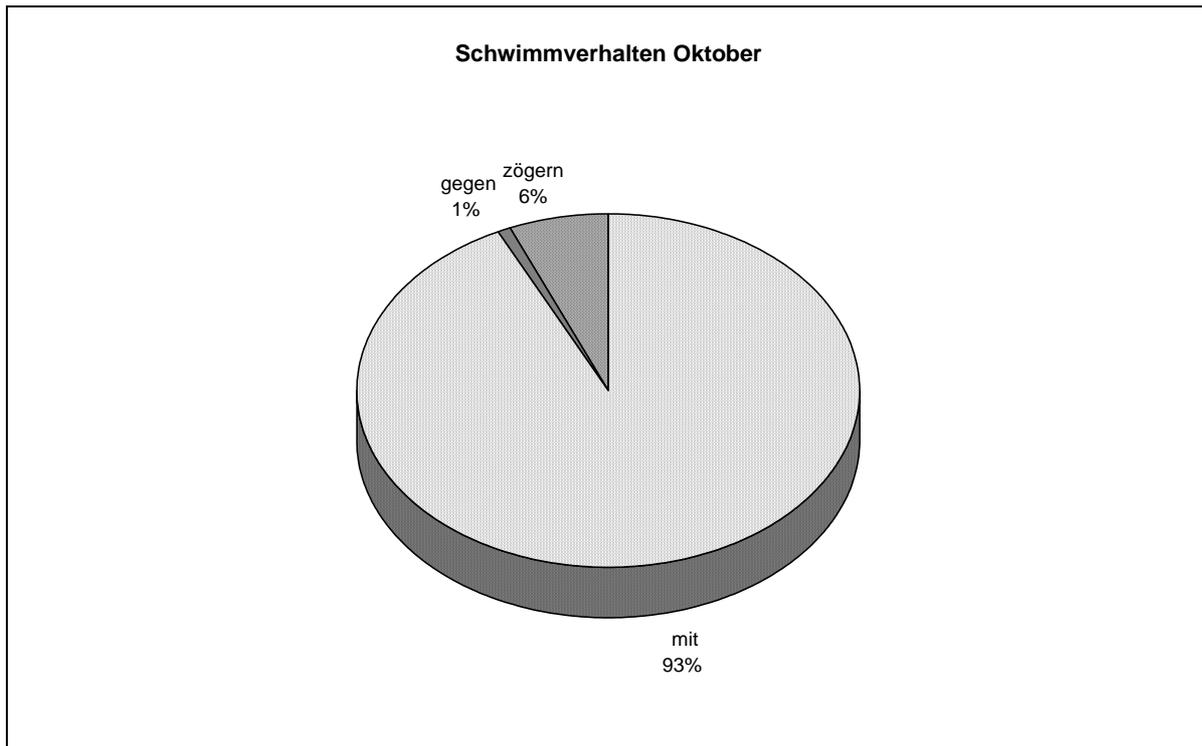


**Diagramm 4 räumliche Fischverteilung Oktober 2003**

Im Oktoberblock zeigten sich über 50% aller erfassten Einzelfische im vom Schwinger entferntesten Segment. Die beiden mittleren Korridore weisen jeweils etwa 20% der Gesamtanzahl auf, der erste Korridor nur knapp 6%.

### 2.2.2 Schwimmverhalten

Auch die im Oktober aufgezeichneten Daten wurden hinsichtlich des Schwimmverhaltens ausgewertet.

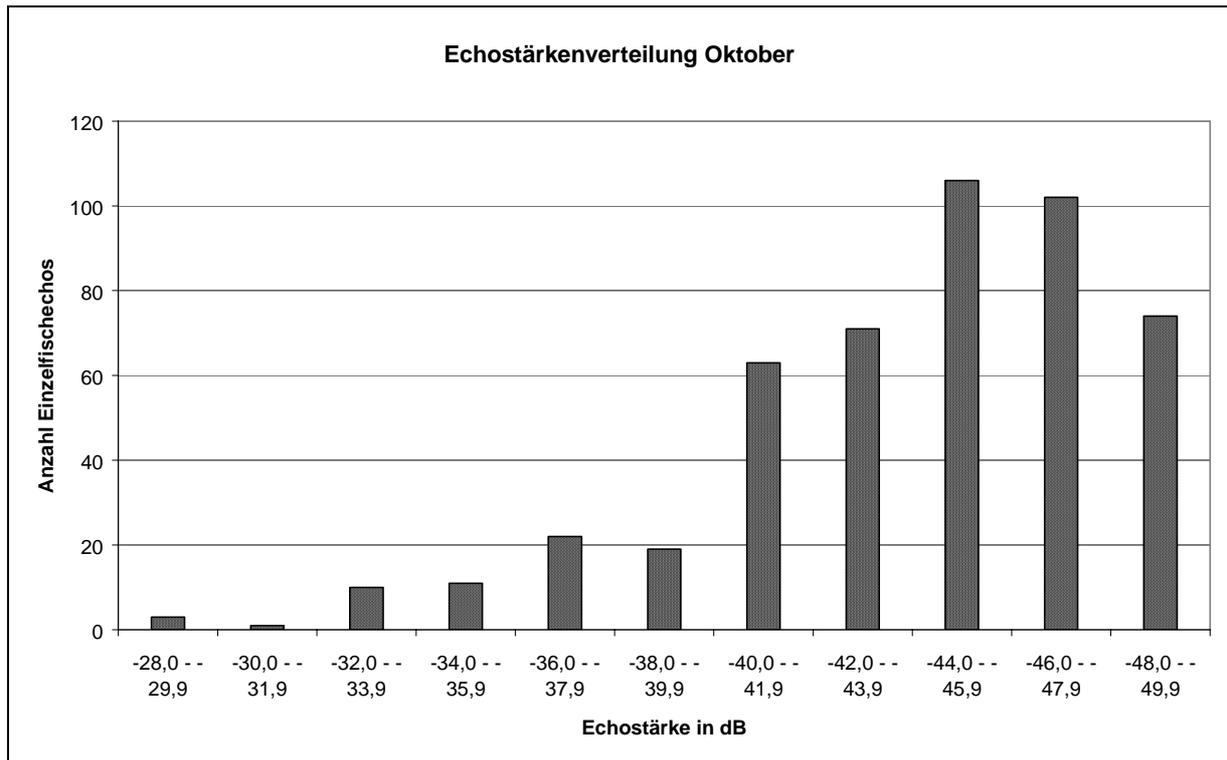


**Diagramm 5 Schwimmverhalten Oktober**

Im Oktober schwammen 93% aller hydroakustisch erfassten Fische mit der Strömung. 6% zeigten keine eindeutige Schwimmrichtung, wohingegen nur 1% eindeutig gegen die Strömung schwamm.

### **2.2.3 Echostärkenverteilung**

Diagramm 6 zeigt die Echostärkenverteilung der Oktoberaufzeichnung. Es wurden wiederum nur akustische Signale ab einer Stärke von  $-50$  dB berücksichtigt.



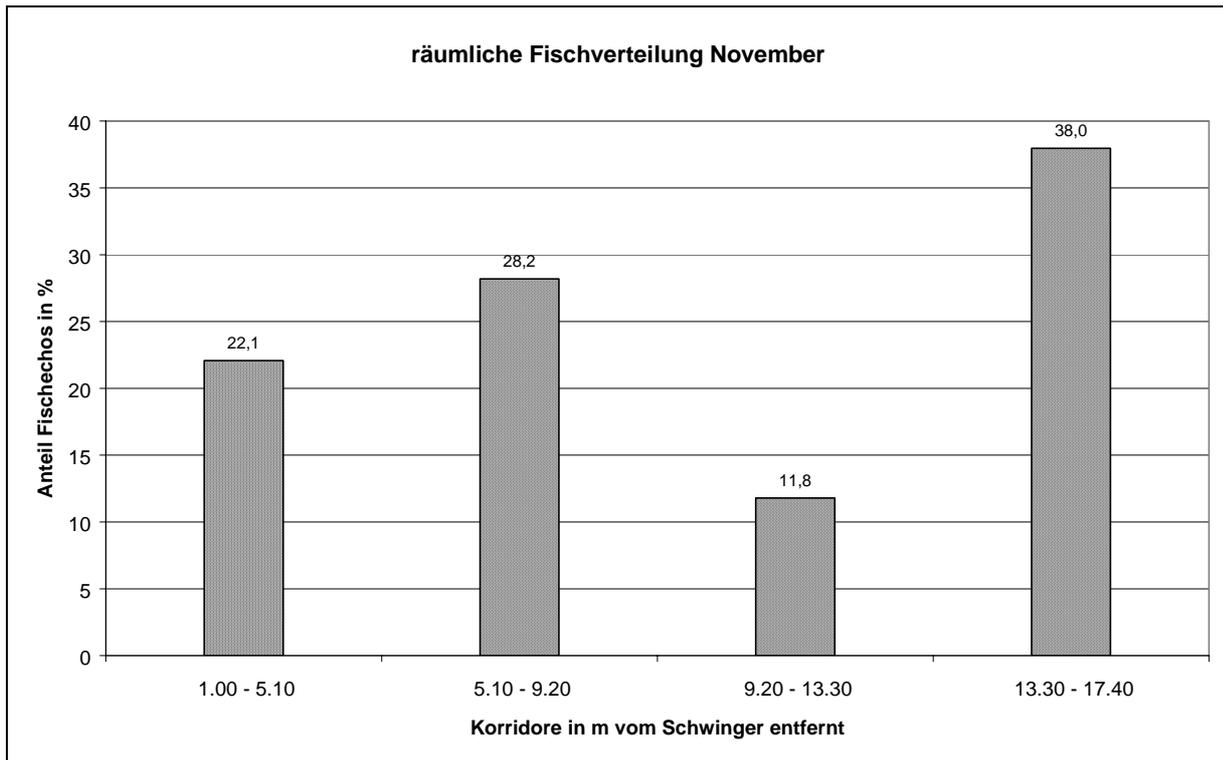
**Diagramm 6 Echostärkenverteilung Oktober**

Auch im Oktober lag die Mehrzahl der Echos im Bereich zwischen  $-42,0$  dB und  $-49,9$  dB.

## 2.3 November

### 2.3.1 Räumliche Fischverteilung

Im folgenden Diagramm ist die räumliche Verteilung der im Novemberblock erfassten Fischsignale dargestellt. Der Schallkegel wurde wieder in die oben erwähnten Segmente unterteilt.

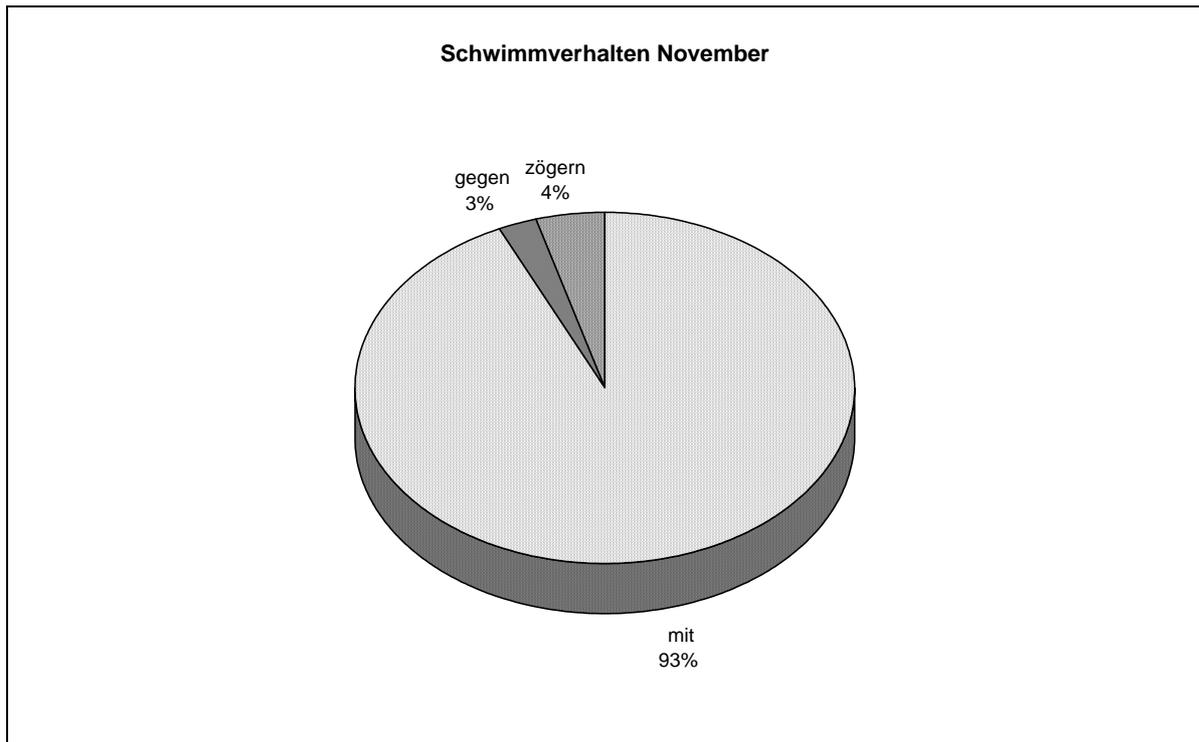


**Diagramm 7 räumliche Fischverteilung November**

Der am weitesten vom Schwinger entfernte Korridor wies auch im November mit 38% die größte Fischdichte auf. Die Segmente 1 und 2 waren mit 22,1% bzw. 28,2% noch relativ häufig frequentiert, wohingegen Korridor 3 nur 11,8% der Gesamtfischanzahl beinhaltete.

### 2.3.2 Schwimmverhalten

Diagramm 8 zeigt die Fortbewegungsrichtung der im November hydroakustisch erfassten Fische.

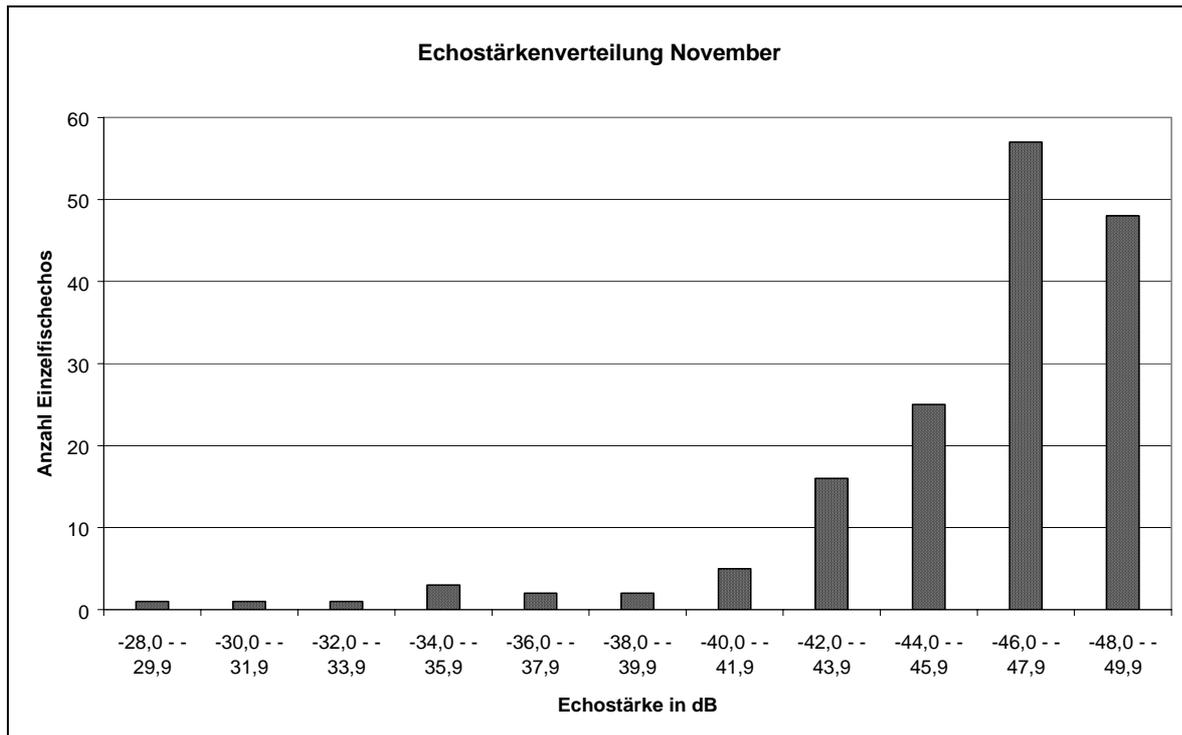


**Diagramm 8 Schwimmverhalten November**

Auch im November zeigten 93% der georteten Fische ein mit der Strömung gerichtetes Schwimmverhalten. Nur insgesamt 7% widersetzten sich der Strömung aktiv, indem sie keine eindeutige Fortbewegungsrichtung erkennen ließen oder in entgegengesetzter Richtung schwammen.

### **2.3.3 Echostärkenverteilung**

Auch die im November erfassten Fischechos wurden hinsichtlich ihrer Stärke untersucht.

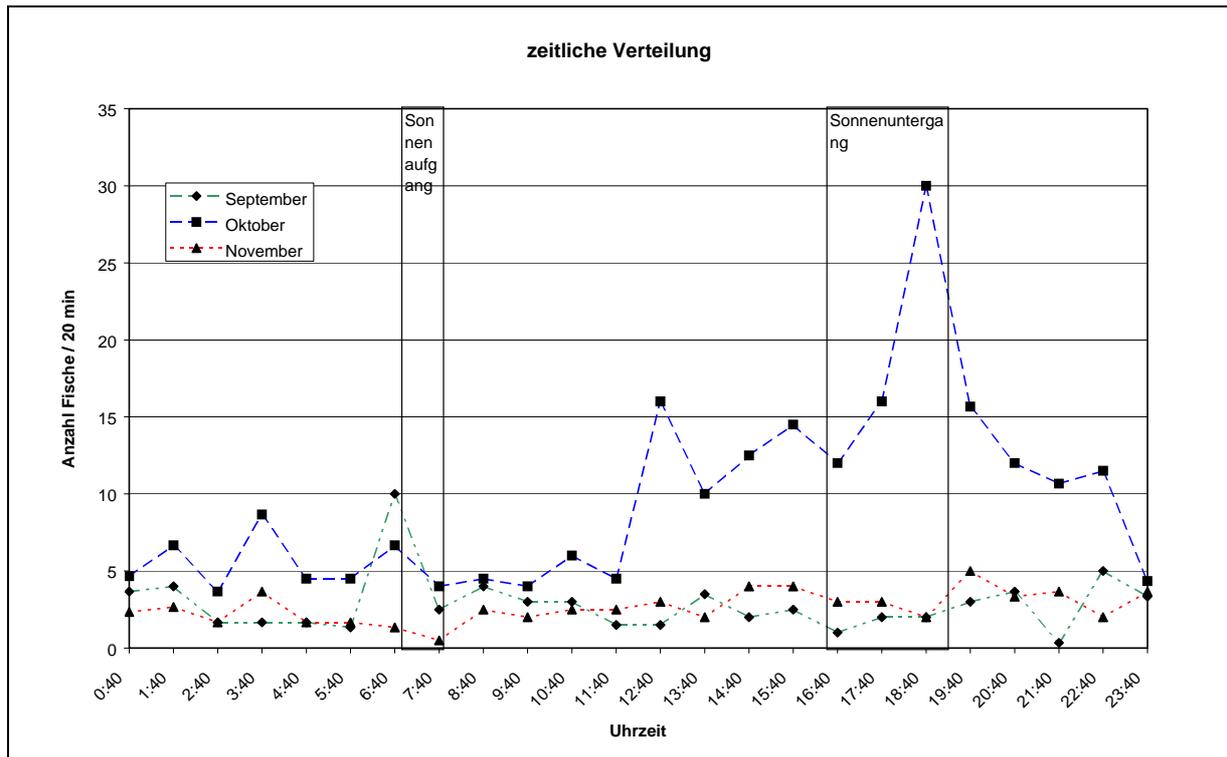


**Diagramm 9 Echostärkenverteilung November**

Hier zeigte die überwiegende Mehrzahl Echostärken zwischen  $-46,0$  dB und  $-49,9$  dB. Dies entspricht Körperlängen von etwa 10 cm bis 14,5 cm.

## 2.4 Tageszeitliche Fischverteilung

Um etwaige tageszeitliche Aktivitätsrhythmen zu erfassen, wurde die zeitliche Verteilung der Einzelfischechos untersucht („echo - counting“). Im folgenden Diagramm wird jeder Untersuchungsblock durch eine eigene Linie repräsentiert. Die Anzahlen pro Stunde stellen jeweils einen Mittelwert dar.



**Diagramm 10 tageszeitliche Fischverteilung September bis November**

Die zeitliche Verteilung der Fischechos lässt für September und November, abgesehen von einem deutlichen Anstieg kurz vor Sonnenaufgang im September, keinerlei Aktivitätsrhythmen erkennen. Die Oktoberaufzeichnungen zeigen jedoch im Mittel einen klaren Anstieg der Einzelfischechos zwischen 11:40 und 18:40. Anschließend fällt die Anzahl wieder stark ab und bleibt auf vergleichsweise niedrigem Niveau.

### Literaturverzeichnis:

- Love, R. H. (1977): Target strength of an individual fish at any aspect. J. acoust. Soc. Am.
- MacLennan, D. N.; Simmonds, E. J. (1992): Fisheries Acoustics. Chapman & Hall.



# Hydroakustische Untersuchungen im Turbinenvorfeld des Wasserkraftwerks Döbritschen / Thüringen (Oktober 2005)

Bearbeitung: Dipl.-Biol. C. Götz

## 1 Einleitung

Um Aussagen über das Verhalten von Fischen im Kraftwerksnahbereich zu machen, kam zwischen 04.10. und 07.10.2005 am Kraftwerk Döbritschen an der Sächsischen Saale ein Hochleistungsecholot zum Einsatz. Das Hauptaugenmerk lag dabei auf der räumlichen Verteilung, da sich zu diesem Zeitpunkt neben dem Turbineneinlass eine Fischabstiegseinrichtung in Betrieb befand.

## 2 Material und Methodik

Wie in den vorangegangenen Jahren kam abermals ein Echolot der Firma Simrad vom Typ EY 500 mit elliptischem Schallkegelquerschnitt zum Einsatz (Öffnungswinkel  $2,5^\circ \times 10^\circ$ ). Der Schwinger wurde am in Fließrichtung rechten (südlichen) Ufer in einer Entfernung von ca. 26 m oberhalb der Rechenanlage justiert. Das Schwingerzentrum befand sich etwa 85 cm unter der Wasseroberfläche. Der Schallkegel wurde leicht nach unten geneigt, so dass der grundnahe Bereich des Rechens erfasst wurde. Die folgenden Abbildungen zeigen die Situation schematisch aus der Vogelperspektive und der Seitenansicht.

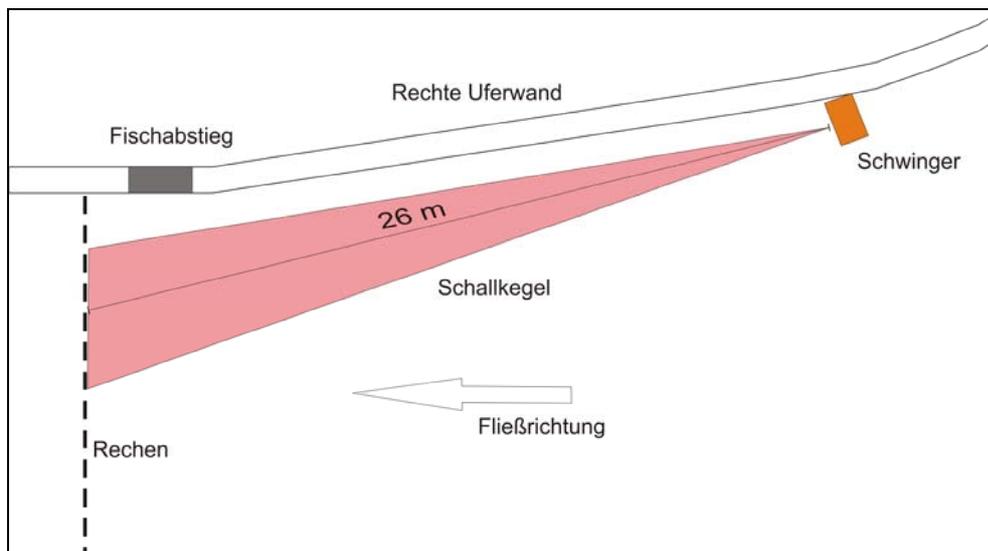
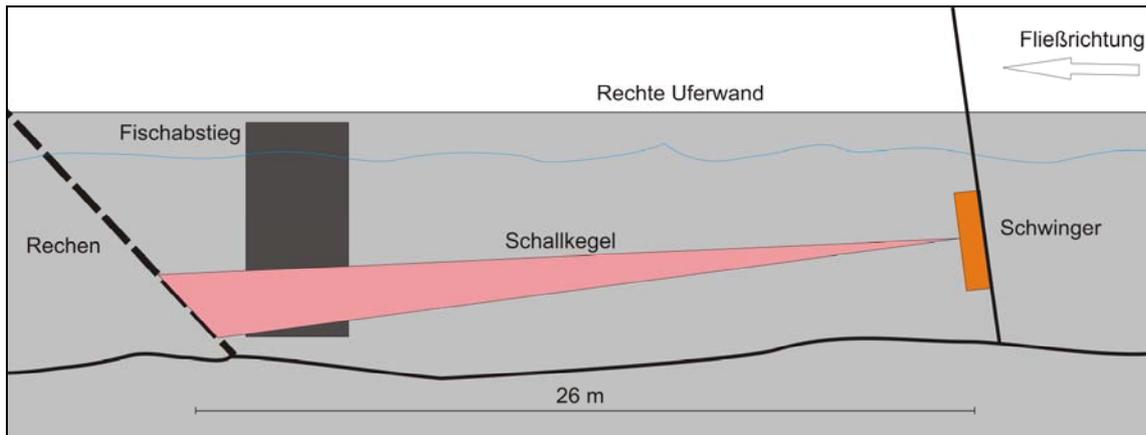


Abbildung 1 Echolotmontage Draufsicht



**Abbildung 2 Echolotmontage Seitenansicht**

Die Aufzeichnungen begannen am 04.10.2005 um 19:40 und endeten am 07.10.2005 um 08:00. In diesem Zeitraum wurden vor jeder vollen Stunde 20 Minuten aufgezeichnet, so dass insgesamt 61 Einzelsets erfasst wurden.

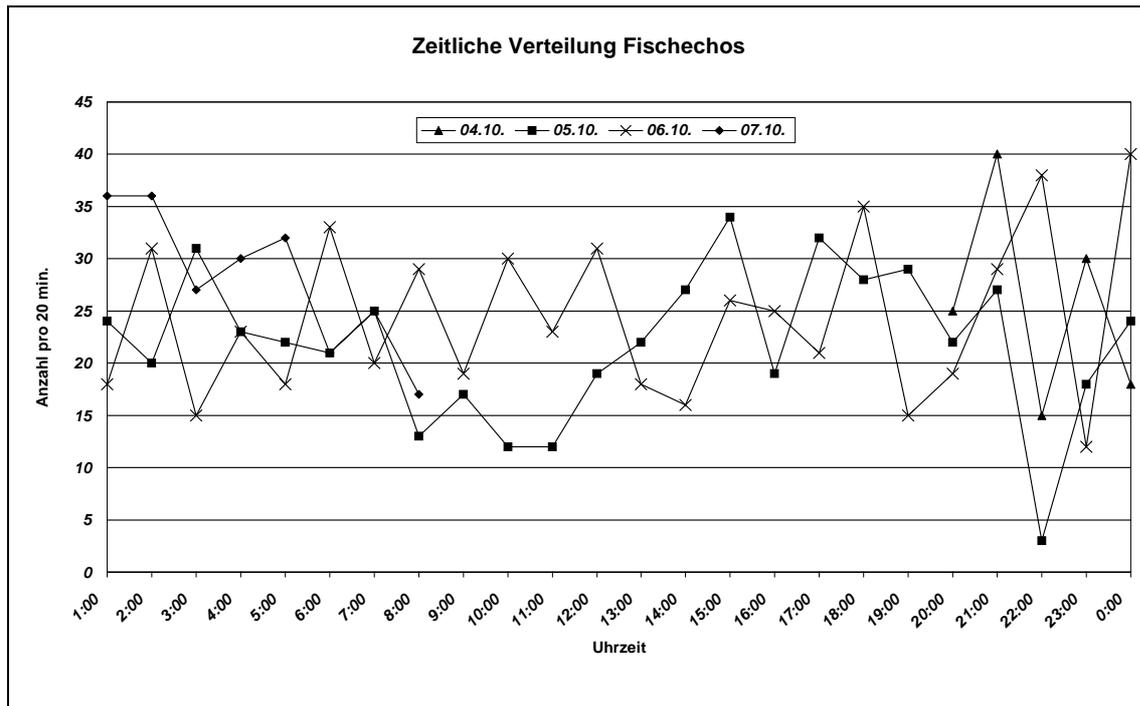
Die erhobenen Rohdaten wurden komprimiert und mit dem Auswertungsprogramm EP 55 im Modus „Trace Tracking“ hinsichtlich der zeitlichen und räumlichen Fischverteilung im Schallkegel untersucht. Eine Auswertung der Echostärken respektive Fischgrößen war aufgrund der Versuchsanordnung nicht möglich.

Um Störungen wie Nahfeldeffekte oder Grundechos zu vermeiden, wurde vom gesamten Schallkegel ein Segment berücksichtigt, das sich, vom Schwinger aus betrachtet, von Meter 10 bis Meter 25 erstreckte. Der Bereich der Fischabstiegsanlage, der sich etwa in 22 Metern Entfernung zum Schwinger befand, lag somit in der Nähe der maximalen Schallkegelausdehnung.

## 3 Ergebnisse

### 3.1 zeitliche Fischverteilung

Im folgenden Diagramm sind die Individuenzahlen jeder Einzelaufzeichnung zusammenfassend dargestellt.



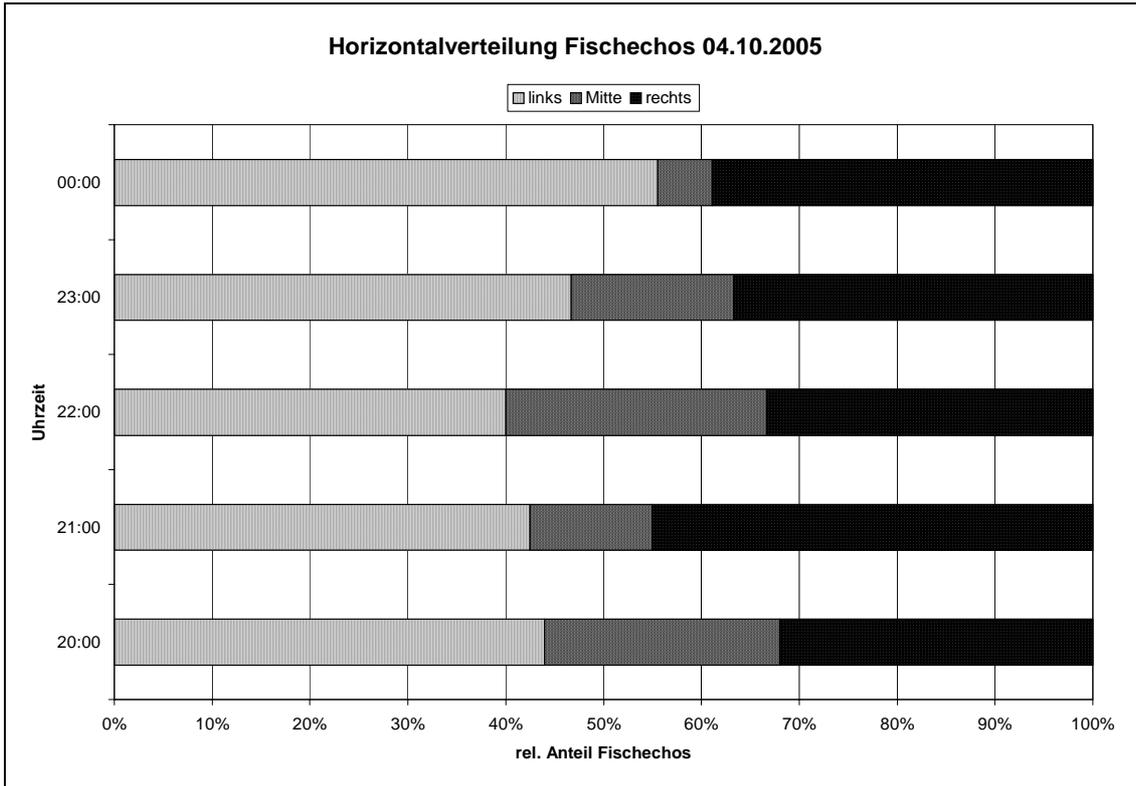
**Diagramm 11 zeitliche Verteilung Einzelfischechos**

Die Verteilung der erfassten Einzelfischechos lässt keine tageszeitliche Rhythmik erkennen. Die Werte schwankten zwischen drei und 40 Individuen pro Set (= 20 Minuten), wobei meist zwischen 15 und 35 Tiere gezählt werden konnten.

### 3.2 räumliche Fischverteilung

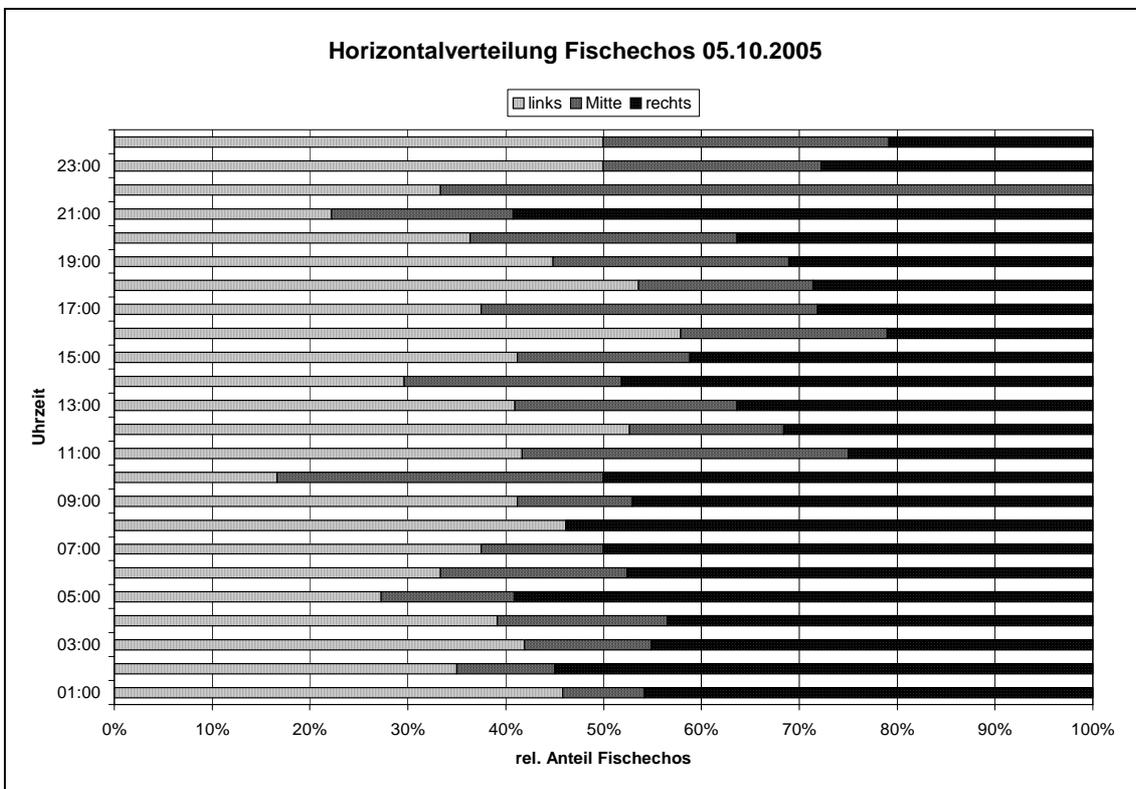
Die Verteilung der Echos entlang der Längsachse des Schallkegels zeigte, dass sich von den 1460 erfassten Einzelfischen keiner im Bereich der Abstiegsanlage befand. Die größte Entfernung eines Echos zum Schwinger betrug ca. 18 m und lag somit in Fließrichtung etwa vier Meter oberhalb des Fischpasses.

Zur Erfassung der Querverteilung innerhalb des Schallkegels wurde dieser entlang der Längsachse in zwei Hälften aufgeteilt. Die ufernahe Hälfte wird im Folgenden als „rechts“ bezeichnet, die uferferne als „links“. Echos im Bereich der Längsachse finden sich in der Kategorie „Mitte“.



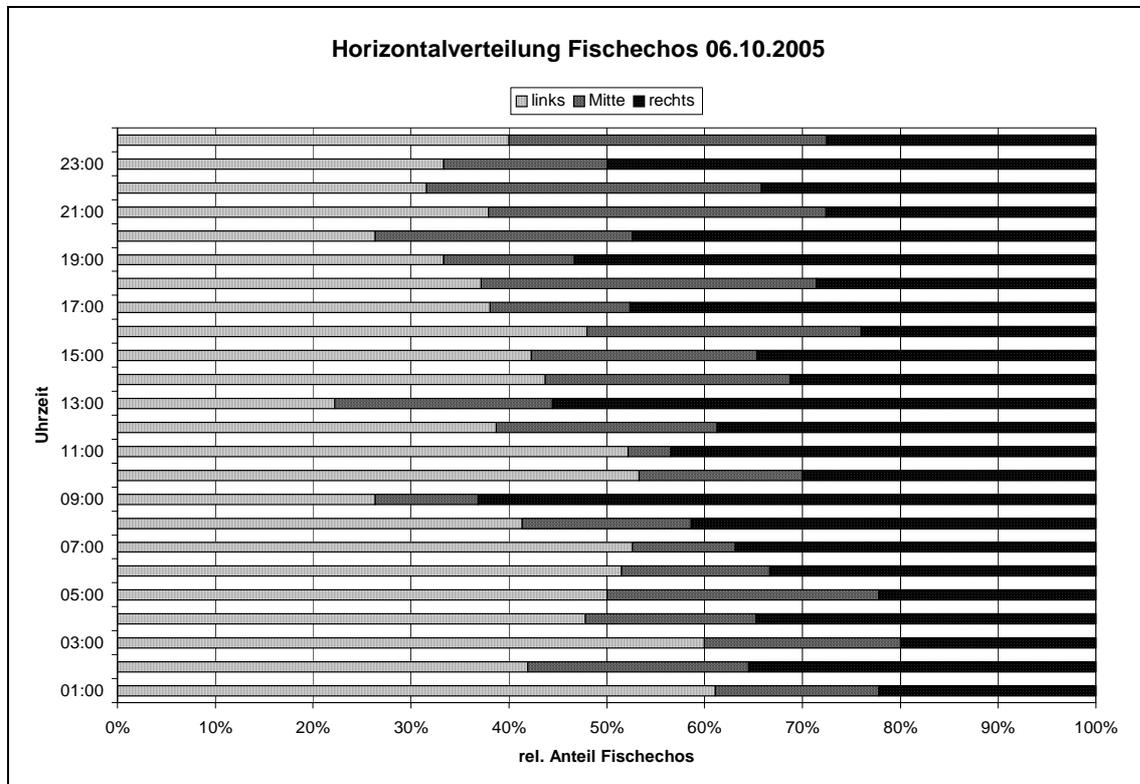
**Diagramm 12 Horizontalverteilung 04.10.**

Die fünf Aufzeichnungen am 04.10. zwischen 19:40 und 00:00 zeigten insgesamt einen leichten Überhang an Fischechos auf der in Fließrichtung linken Seite.



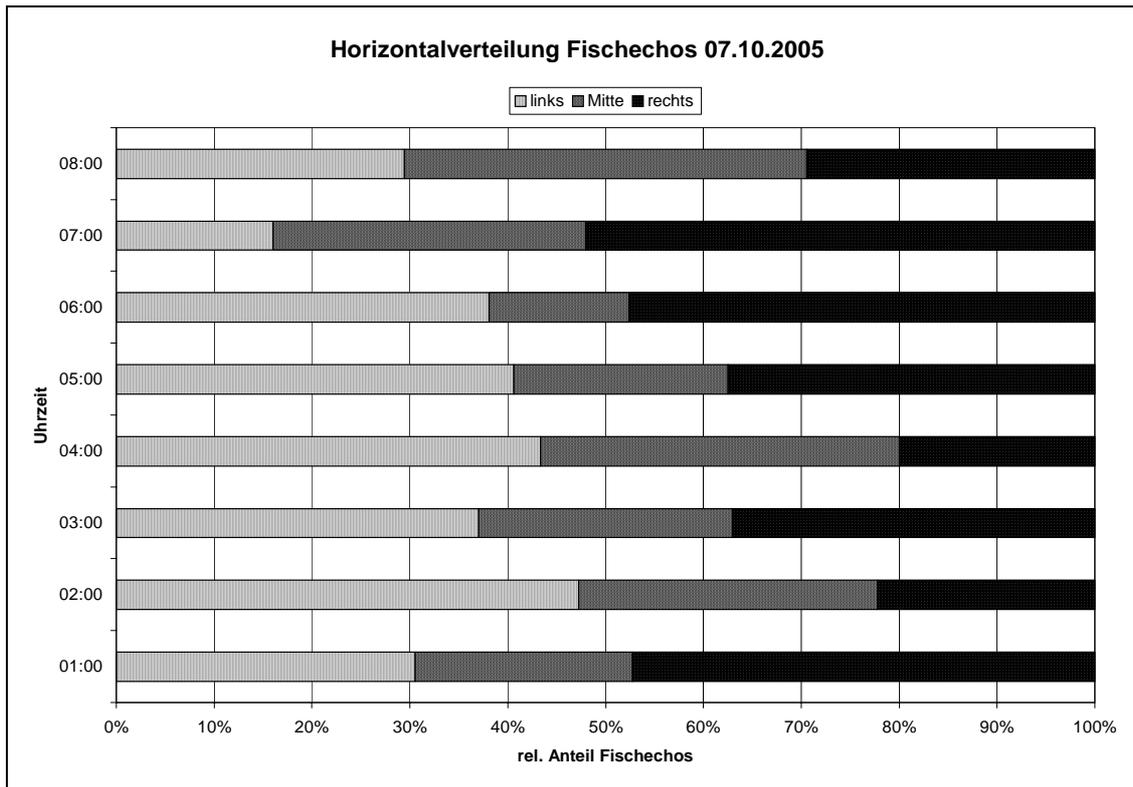
**Diagramm 13 Horizontalverteilung 05.10.**

Am 05.10. fand sich zwischen 00:40 und 10:00 die Mehrzahl der Echos in der rechten Hälfte des Schallkegels. Anschließend schwankten die stark und ließen keine Präferenz mehr erkennen.



**Diagramm 14 Horizontalverteilung 06.10.**

Am 06.10. zeigten sich insgesamt starke Schwankungen mit einem leichten Überhang an linksseitigen Echos. Eine Rhythmik war nicht zu erkennen.



**Diagramm 15 Horizontalverteilung 07.10.**

Am 07.10.2005 waren die erfassten Fischechos etwa gleichmäßig über beide Schallkegelhälften verteilt.

#### 4 Zusammenfassung

Die Auswertung der zwischen 04.10. und 07.10.2005 erfassten hydroakustischen Daten zeigte keinerlei räumliches oder zeitliches Verteilungsmuster. Die erfassten Fischechos waren vielmehr gleichmäßig über die Gewässer- bzw. Schallkegelbreite verteilt, unabhängig von der Tageszeit.

Der Versuch, abwandernde Individuen im Bereich der Abstiegsanlage zu erfassen, gelang nicht. Offensichtlich bewegten sich die Tiere nicht im grundnahen Bereich, sondern im Freiwasser oder oberflächennah.

## Anhang 5: Prinzipskizzen der Richtungsfallen

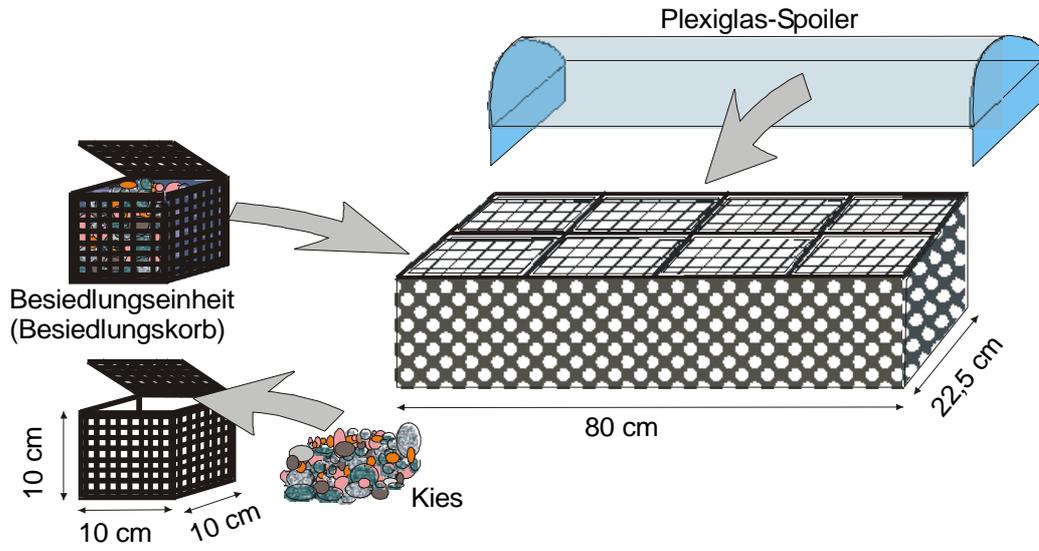


Abb. 40: Prinzipische Skizze der Richtungsfallen [Arb03]

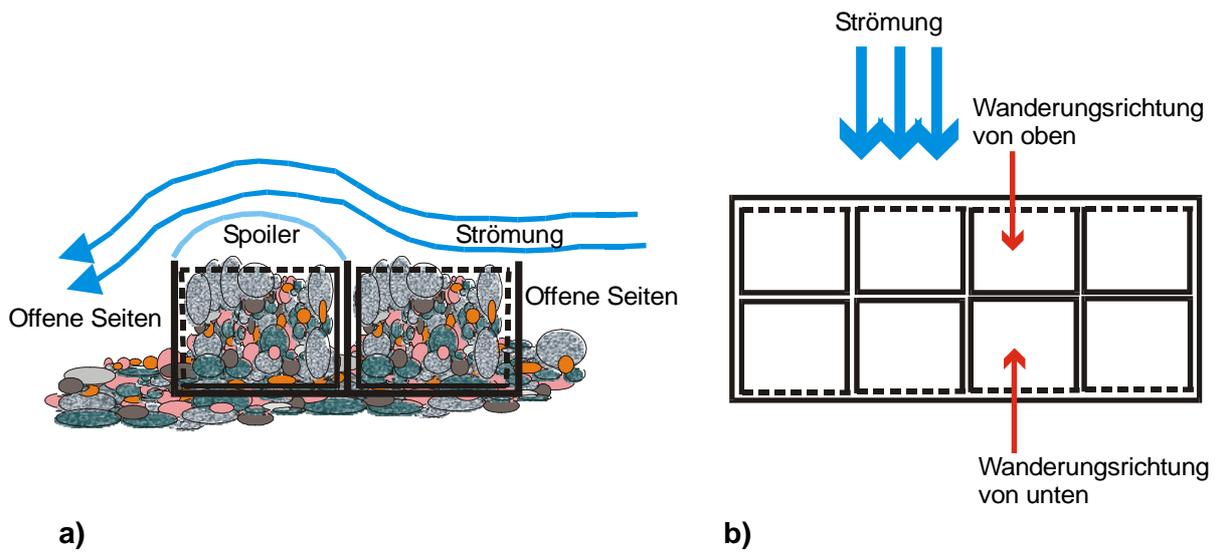
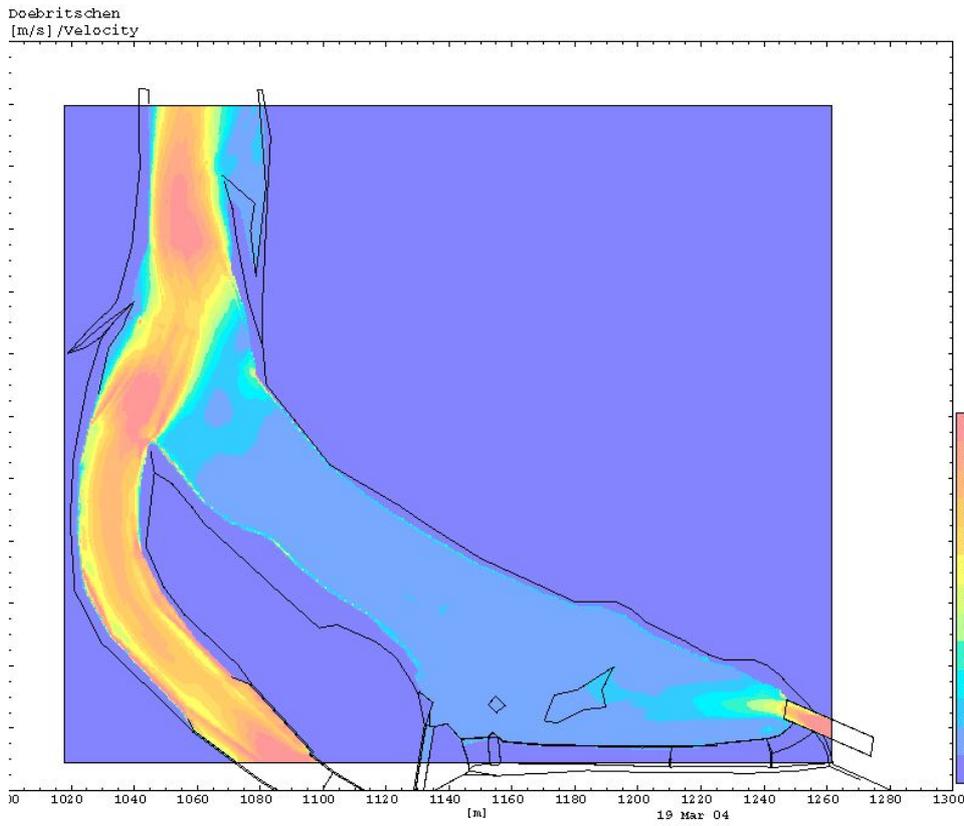
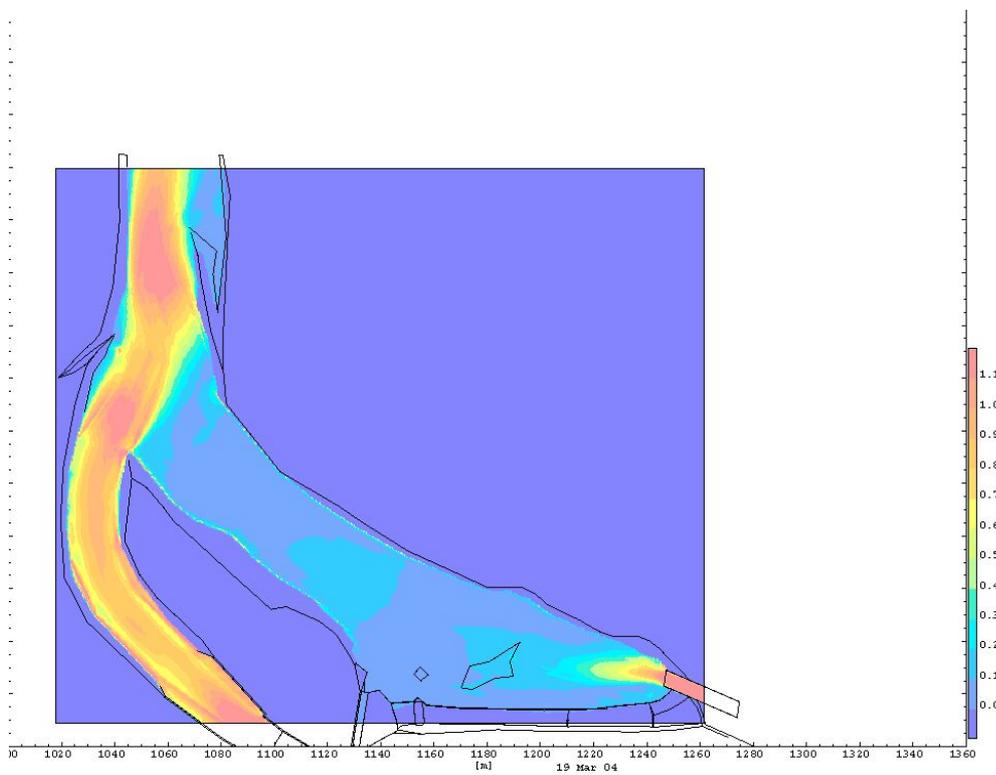


Abb. 41: Seitenansicht (a) und Draufsicht (b) der Richtungsfallen [Arb03]

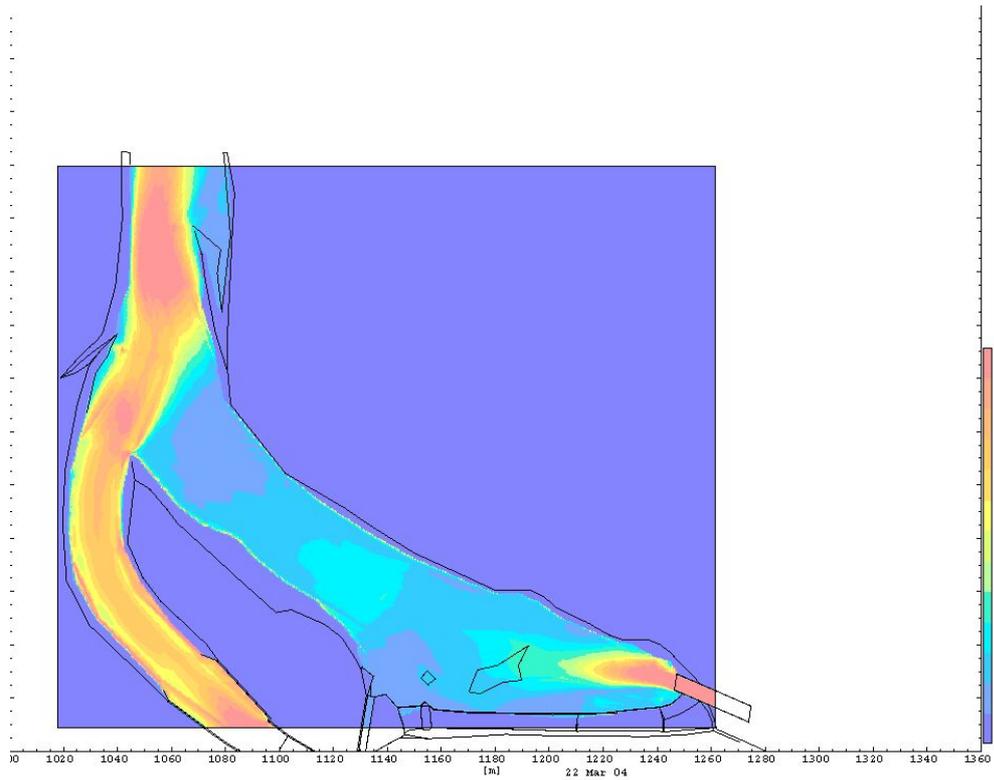
## Anhang 6: Computersimulationen



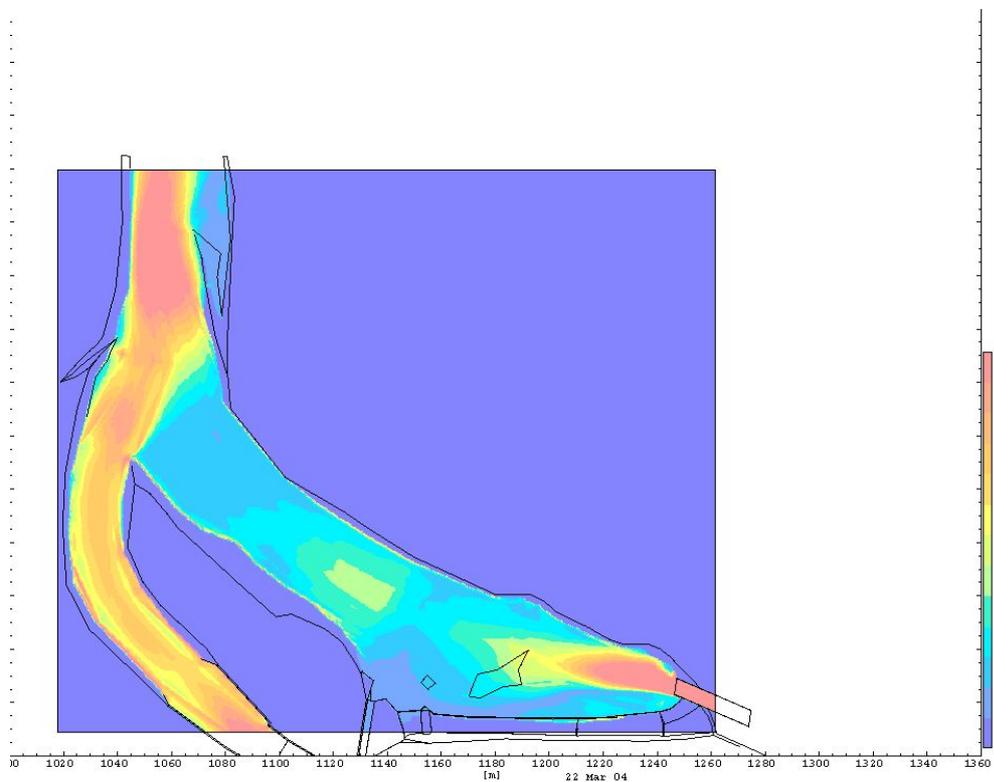
**Abb. 42:** Strömungssimulation mit Hydro2de bei 1,75 m<sup>3</sup>/s



**Abb. 43:** Strömungssimulation mit Hydro2de bei 3,2 m<sup>3</sup>/s

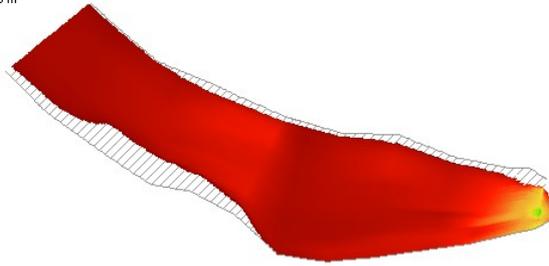


**Abb. 44:** Strömungssimulation mit Hydro2de bei 6,4 m<sup>3</sup>/s

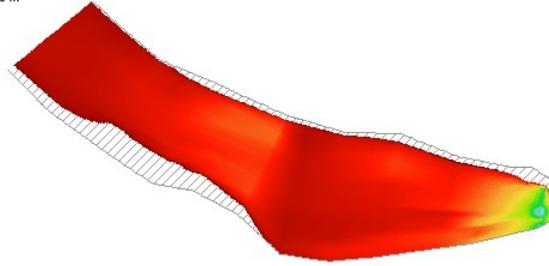


**Abb. 45:** Strömungssimulation mit Hydro2de bei 10,9 m<sup>3</sup>/s

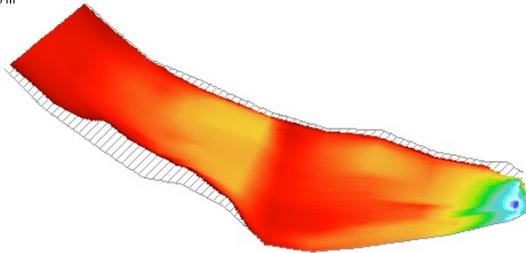
Bezeichnung: Saale/Döbritschen  
 Darstellung: Fließgeschwindigkeit  
 Abfluss: 1750.00 l/s  
 50.0 m  
 5.0 m



Bezeichnung: Saale/Döbritschen  
 Darstellung: Fließgeschwindigkeit  
 Abfluss: 3200.00 l/s  
 50.0 m  
 5.0 m



Bezeichnung: Saale/Döbritschen  
 Darstellung: Fließgeschwindigkeit  
 Abfluss: 6400.00 l/s  
 50.0 m  
 5.0 m



Bezeichnung: Saale/Döbritschen  
 Darstellung: Fließgeschwindigkeit  
 Abfluss: 10900.00 l/s  
 50.0 m  
 5.0 m

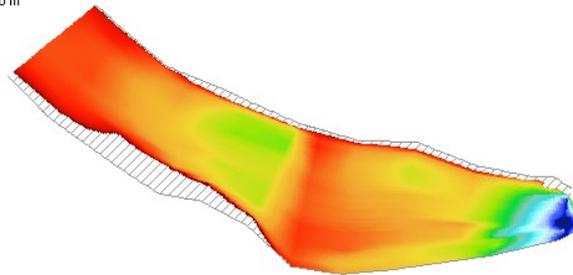
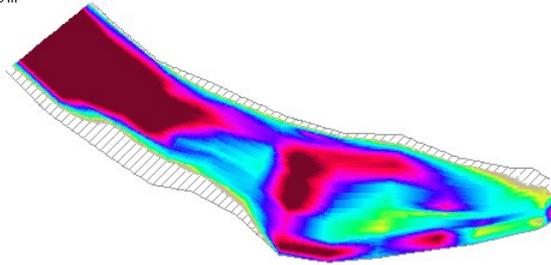
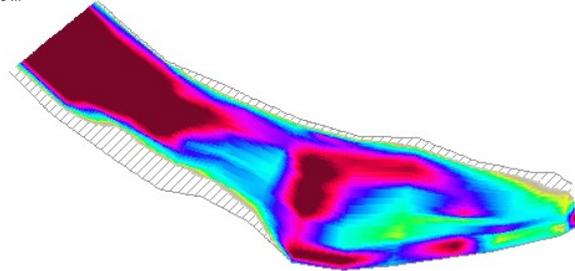


Abb. 46: Strömungssimulation mit CASIMIR von 1,75 bis 10,9 m³/s

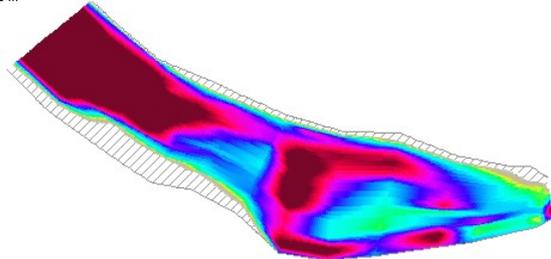
Bezeichnung: Saale/Döbritschen  
 Darstellung: Wassertiefe  
 Abfluss: 1750.00 l/s  
 50.0 m  
 5.0 m



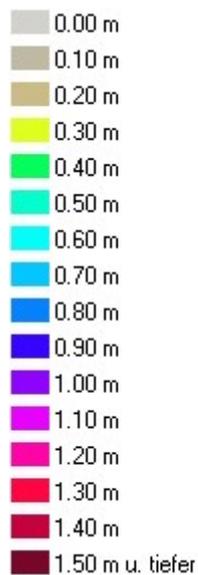
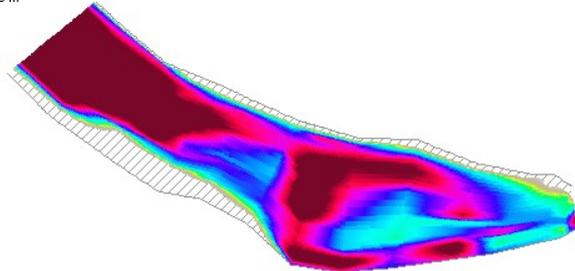
Bezeichnung: Saale/Döbritschen  
 Darstellung: Wassertiefe  
 Abfluss: 3200.00 l/s  
 50.0 m  
 5.0 m



Bezeichnung: Saale/Döbritschen  
 Darstellung: Wassertiefe  
 Abfluss: 6400.00 l/s  
 50.0 m  
 5.0 m

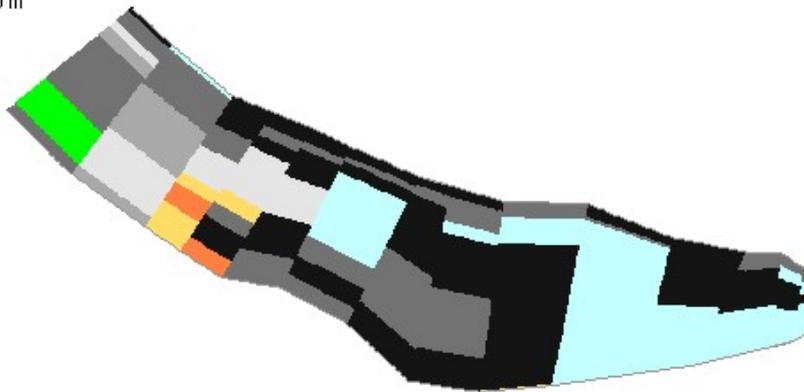


Bezeichnung: Saale/Döbritschen  
 Darstellung: Wassertiefe  
 Abfluss: 10900.00 l/s  
 50.0 m  
 5.0 m



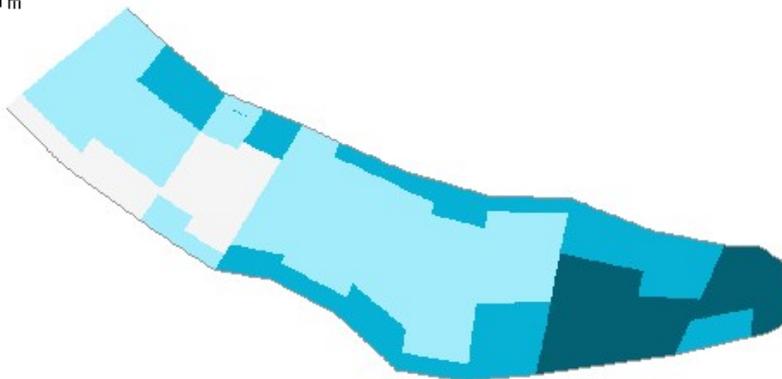
**Abb. 47:** Wassertiefen mit CASIMIR bei 1,75 bis 10,9 m<sup>3</sup>/s

Bezeichnung: Saale/Döbritschen  
 Darstellung: Substrat



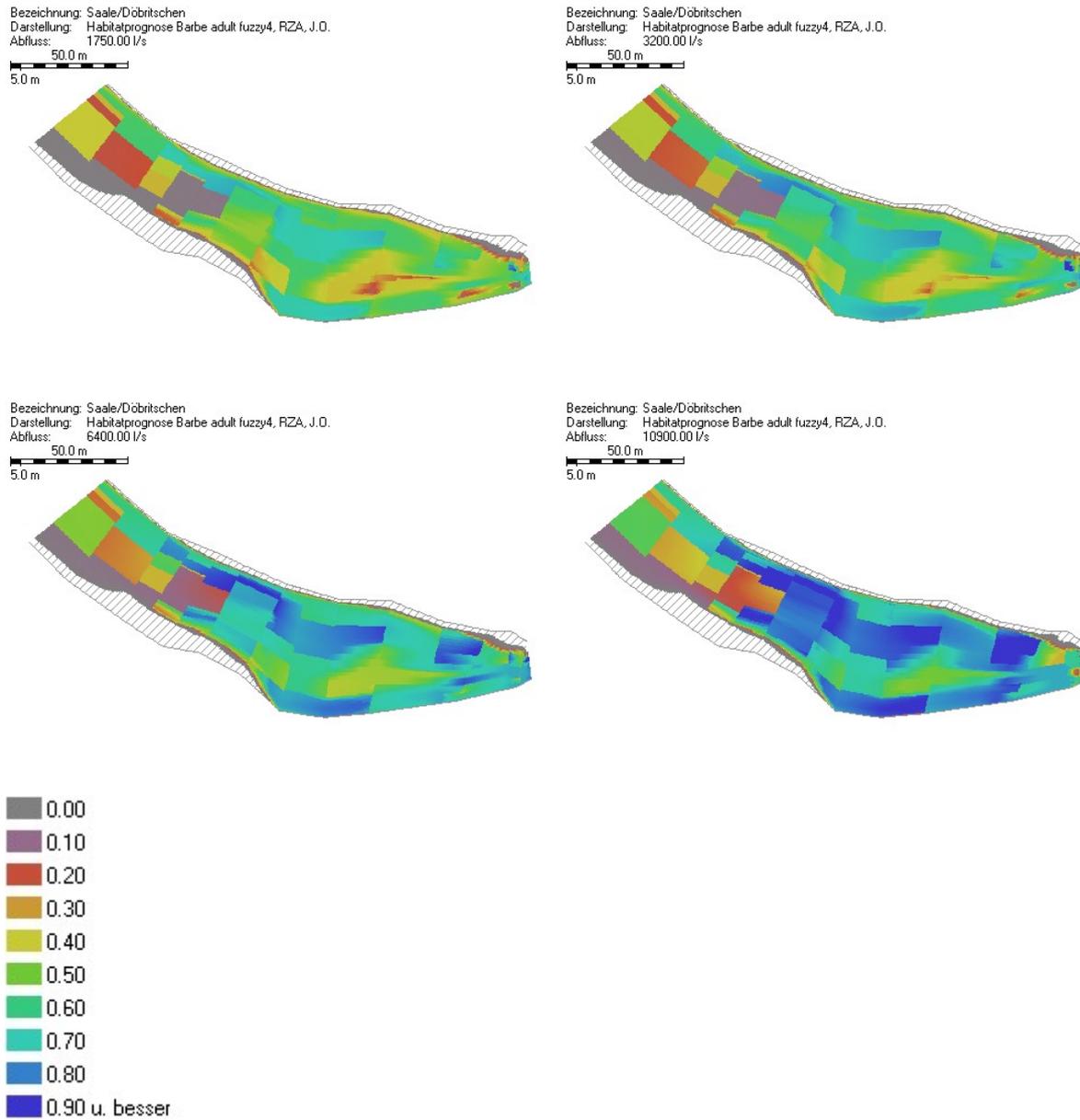
- Ton, Schluff, Lehm
- org. Mat., Detritus
- Schlack/Schlamm
- Sand, 0.063-2 mm
- FeinKies 2mm-2cm
- Kies 2-5 cm
- GrobKies 5-20 cm
- Blöcke 20-40cm
- Blockwerk, >40cm
- Fels

Bezeichnung: Saale/Döbritschen  
 Darstellung: Lückigkeit



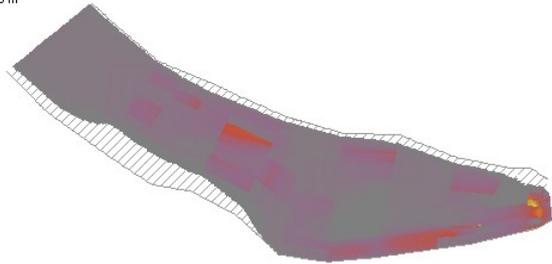
- keine Lück.
- geringe Lück.
- gute Lück.
- ausgepr. Lück.

**Abb. 48:** Sohlsubstratverteilung und dessen Lückigkeit mit CASIMIR

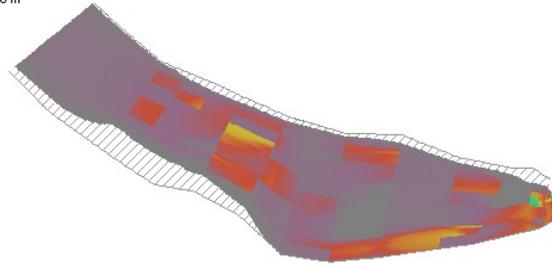


**Abb. 49:** CASIMIR-Habitatprognose adulte Barbe bei 1,75 bis 10,9 m<sup>3</sup>/s

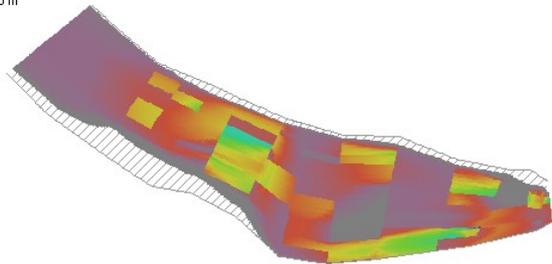
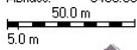
Bezeichnung: Saale/Döbritschen  
 Darstellung: Habitatprognose "Barbe adult fuzzy4;Winter, RZA, J.O."  
 Abfluss: 1750.00 l/s



Bezeichnung: Saale/Döbritschen  
 Darstellung: Habitatprognose "Barbe adult fuzzy4;Winter, RZA, J.O."  
 Abfluss: 3200.00 l/s



Bezeichnung: Saale/Döbritschen  
 Darstellung: Habitatprognose "Barbe adult fuzzy4;Winter, RZA, J.O."  
 Abfluss: 6400.00 l/s



Bezeichnung: Saale/Döbritschen  
 Darstellung: Habitatprognose "Barbe adult fuzzy4;Winter, RZA, J.O."  
 Abfluss: 10900.00 l/s

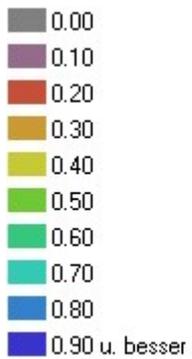
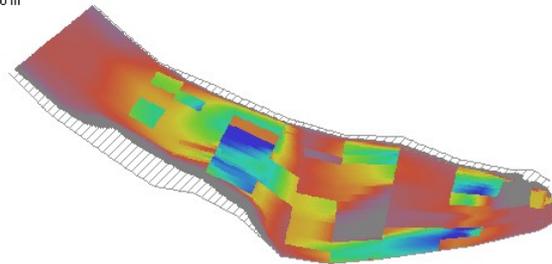
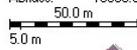
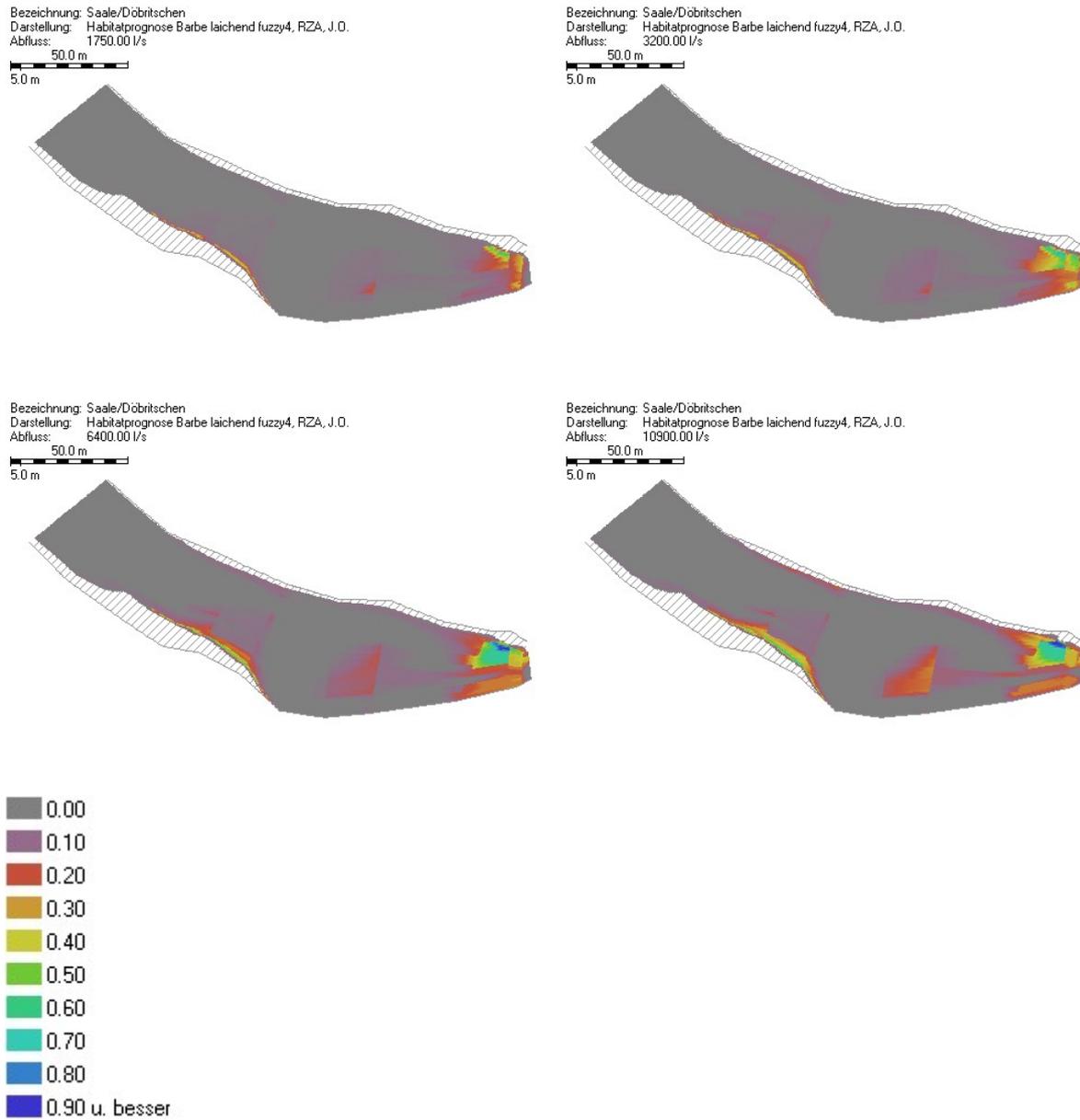
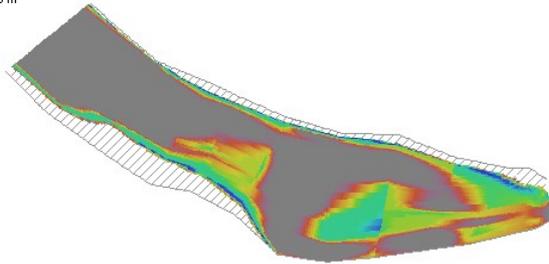


Abb. 50: CASIMIR-Habitatprognose adulte Barbe im Winter bei 1,75 bis 10,9 m³/s

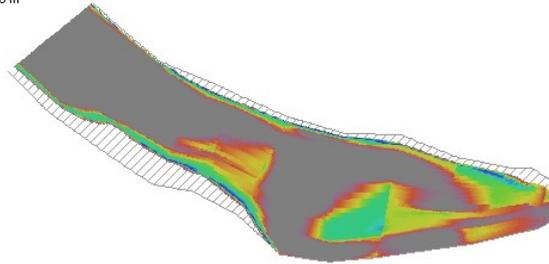


**Abb. 51:** CASIMIR-Habitatprognose Barbe laichend bei 1,75 bis 10,9 m<sup>3</sup>/s

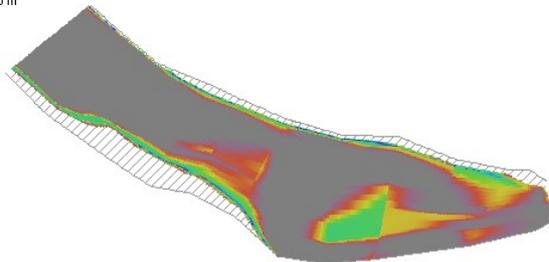
Bezeichnung: Saale/Döbritschen  
 Darstellung: Habitatprognose Barbe Brut fuzzy4, RZA, J.O.  
 Abfluss: 1750.00 l/s



Bezeichnung: Saale/Döbritschen  
 Darstellung: Habitatprognose Barbe Brut fuzzy4, RZA, J.O.  
 Abfluss: 3200.00 l/s



Bezeichnung: Saale/Döbritschen  
 Darstellung: Habitatprognose Barbe Brut fuzzy4, RZA, J.O.  
 Abfluss: 6400.00 l/s



Bezeichnung: Saale/Döbritschen  
 Darstellung: Habitatprognose Barbe Brut fuzzy4, RZA, J.O.  
 Abfluss: 10900.00 l/s

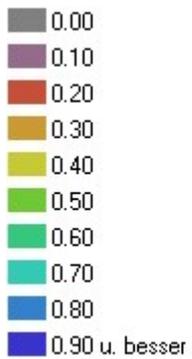
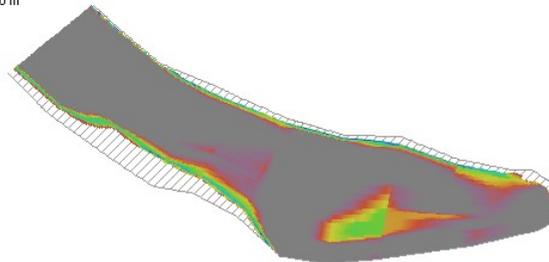
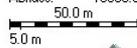
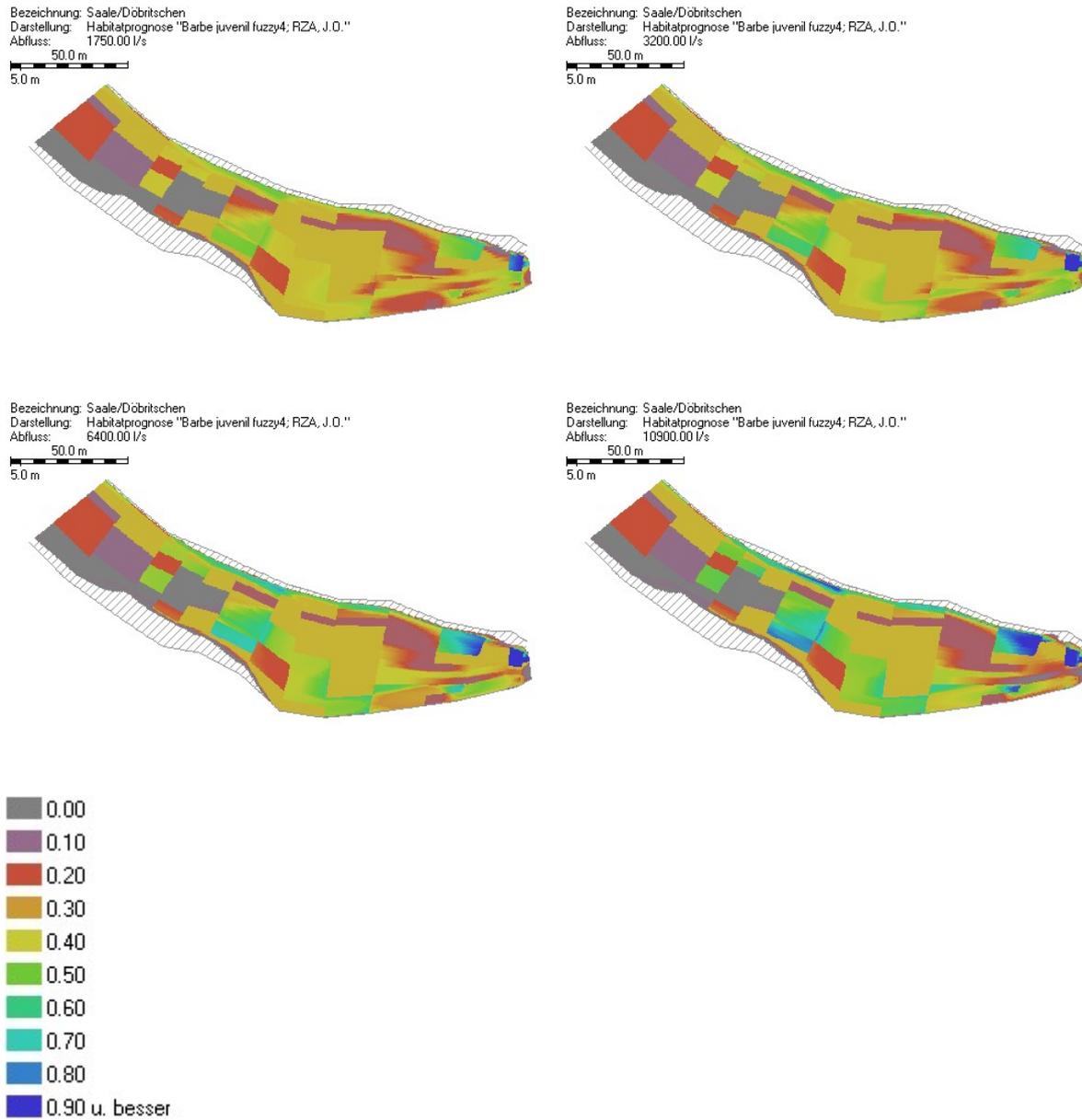
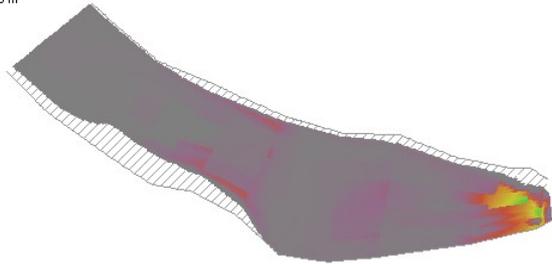


Abb. 52: CASIMIR-Habitatprognose Barbe Brut bei 1,75 bis 10,9 m³/s

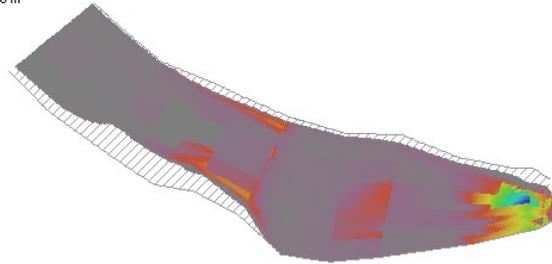


**Abb. 53:** CASIMIR-Habitatprognose Barbe juvenil bei 1,75 bis 10,9 m<sup>3</sup>/s

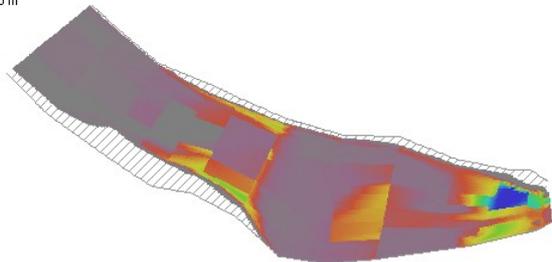
Bezeichnung: Saale/Döbritschen  
 Darstellung: Habitatprognose Aesche laichend 4 fuzzy  
 Abfluss: 1750.00 l/s



Bezeichnung: Saale/Döbritschen  
 Darstellung: Habitatprognose Aesche laichend 4 fuzzy  
 Abfluss: 3200.00 l/s



Bezeichnung: Saale/Döbritschen  
 Darstellung: Habitatprognose Aesche laichend 4 fuzzy  
 Abfluss: 6400.00 l/s



Bezeichnung: Saale/Döbritschen  
 Darstellung: Habitatprognose Aesche laichend 4 fuzzy  
 Abfluss: 10900.00 l/s

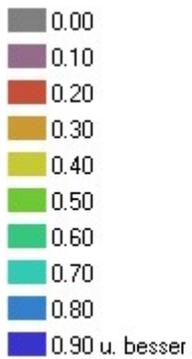
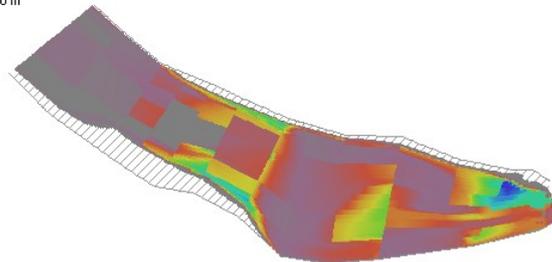
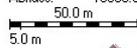
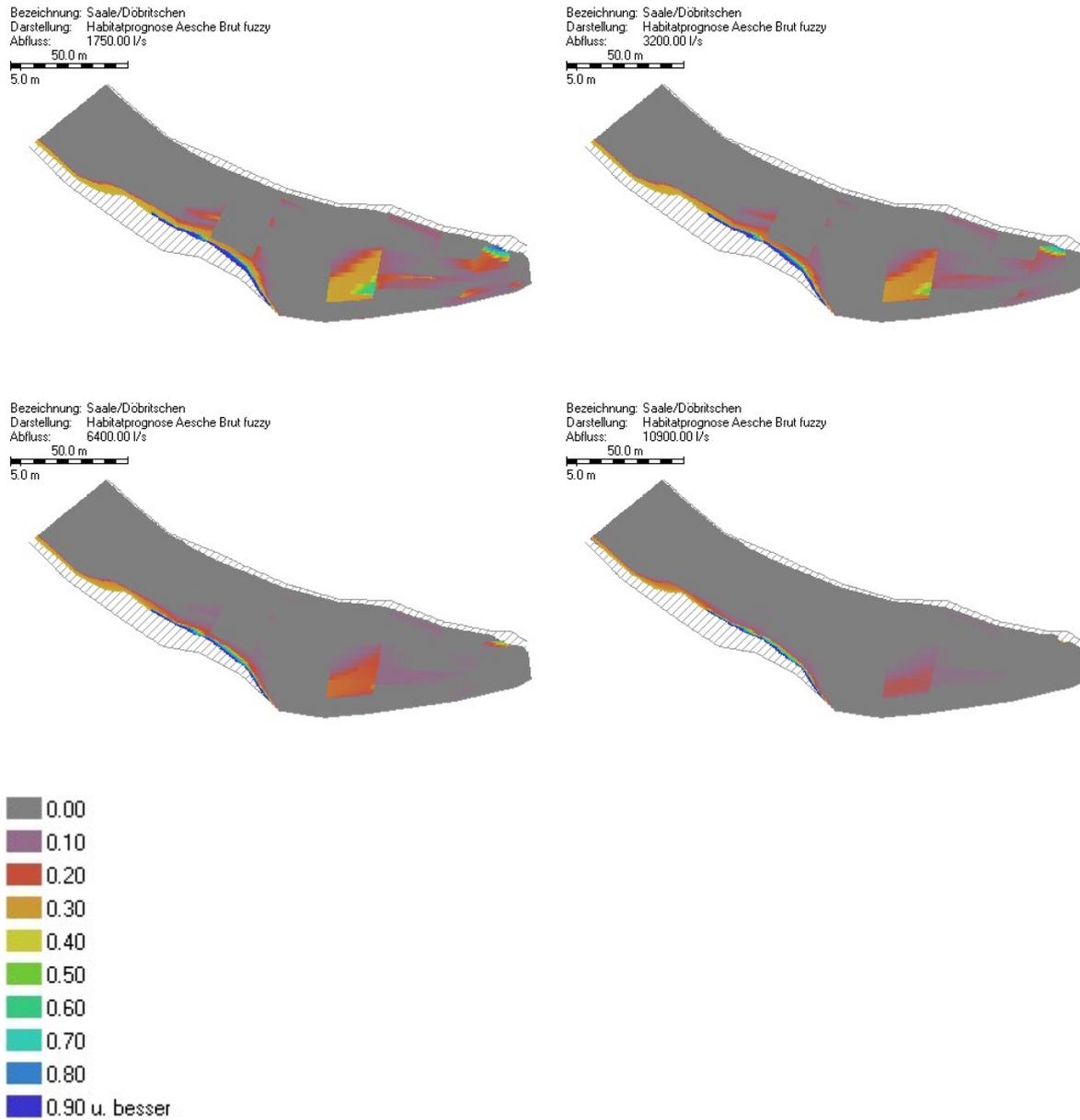
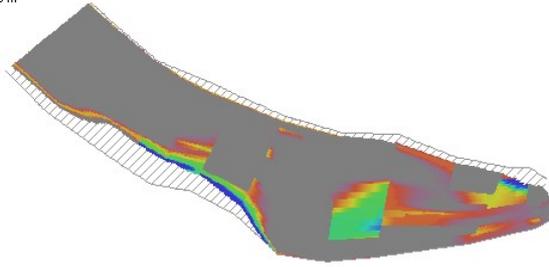


Abb. 54: CASIMIR-Habitatprognose Äsche laichend bei 1,75 bis 10,9 m³/s

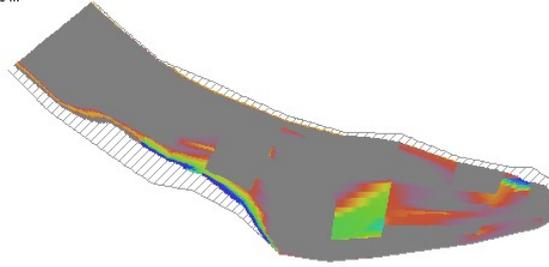


**Abb. 55:** CASIMIR-Habitatprognose Äsche Brut bei 1,75 bis 10,9 m<sup>3</sup>/s

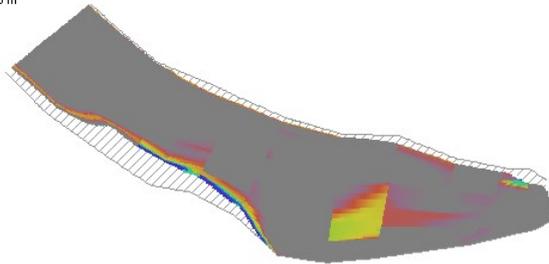
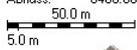
Bezeichnung: Saale/Döbritschen  
 Darstellung: Habitatprognose Aesche juvenil fuzzy  
 Abfluss: 1750.00 l/s



Bezeichnung: Saale/Döbritschen  
 Darstellung: Habitatprognose Aesche juvenil fuzzy  
 Abfluss: 3200.00 l/s



Bezeichnung: Saale/Döbritschen  
 Darstellung: Habitatprognose Aesche juvenil fuzzy  
 Abfluss: 6400.00 l/s



Bezeichnung: Saale/Döbritschen  
 Darstellung: Habitatprognose Aesche juvenil fuzzy  
 Abfluss: 10900.00 l/s

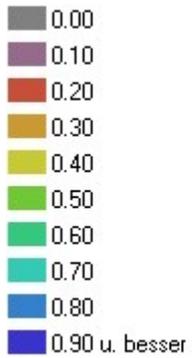
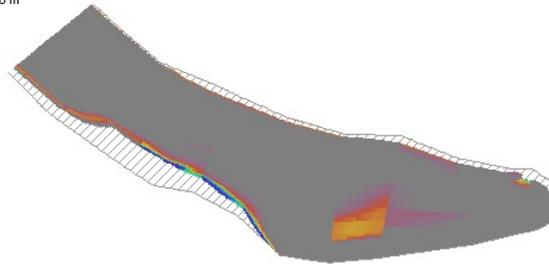
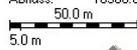
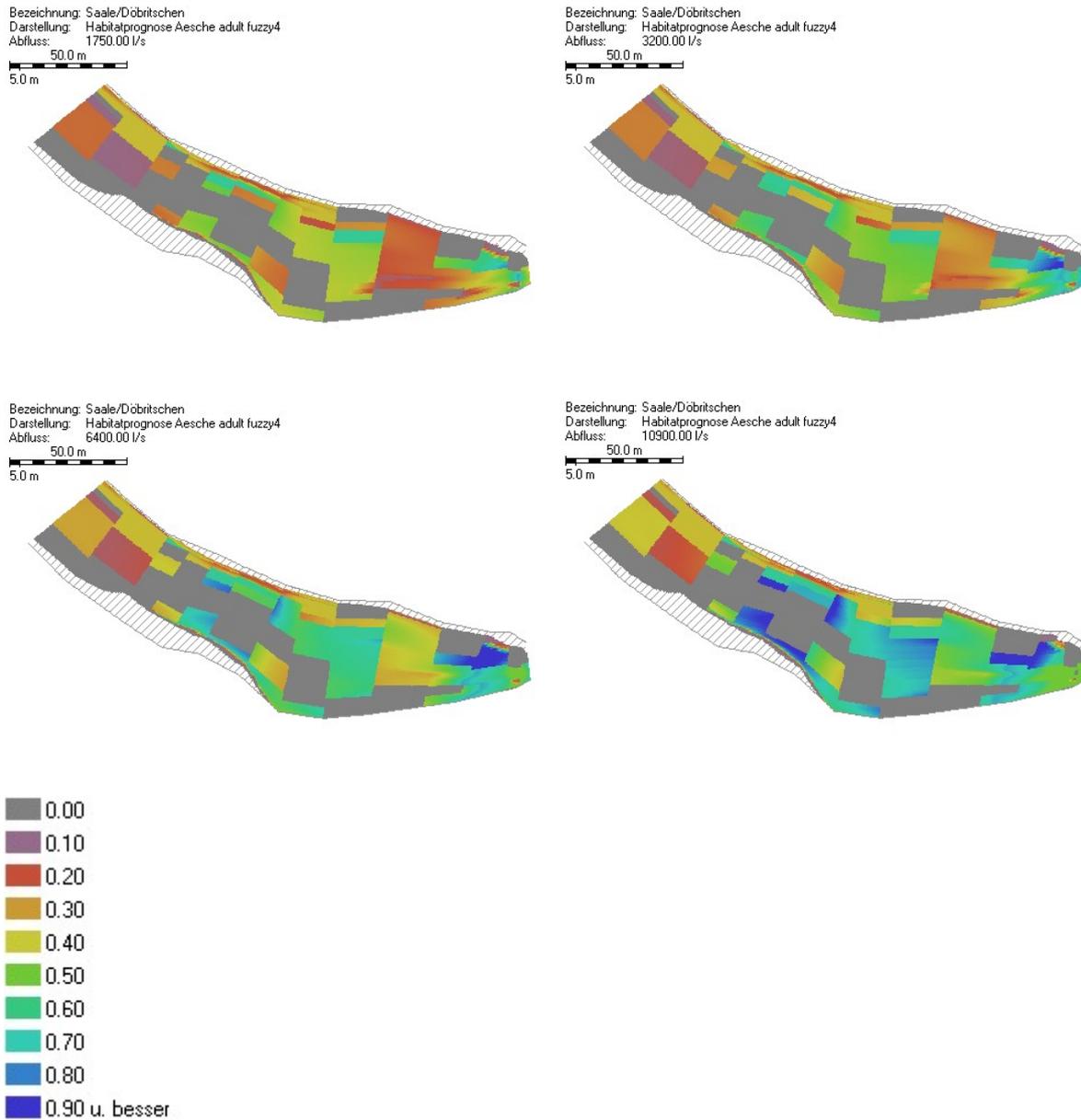
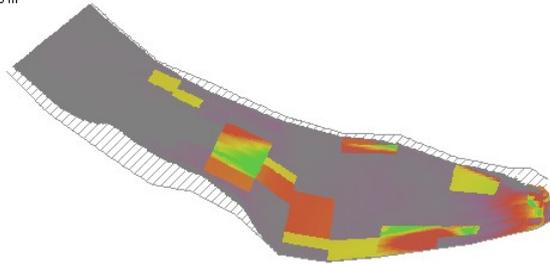


Abb. 56: CASIMIR-Habitatprognose Äsche juvenil bei 1,75 bis 10,9 m<sup>3</sup>/s

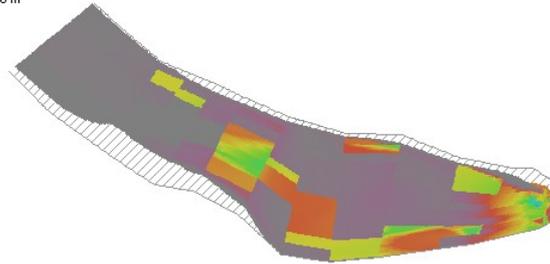


**Abb. 57:** CASIMIR-Habitatprognose Äsche adult bei 1,75 bis 10,9 m<sup>3</sup>/s

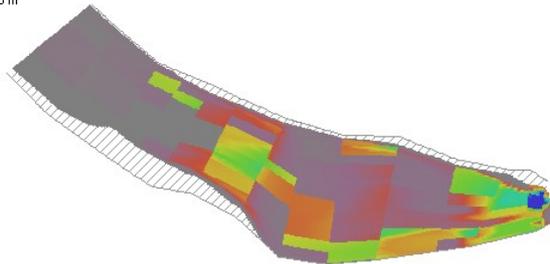
Bezeichnung: Saale/Döbritschen  
 Darstellung: Habitatprognose Bachschmerle adult 4 fuzzy  
 Abfluss: 1750.00 l/s



Bezeichnung: Saale/Döbritschen  
 Darstellung: Habitatprognose Bachschmerle adult 4 fuzzy  
 Abfluss: 3200.00 l/s



Bezeichnung: Saale/Döbritschen  
 Darstellung: Habitatprognose Bachschmerle adult 4 fuzzy  
 Abfluss: 6400.00 l/s



Bezeichnung: Saale/Döbritschen  
 Darstellung: Habitatprognose Bachschmerle adult 4 fuzzy  
 Abfluss: 10900.00 l/s

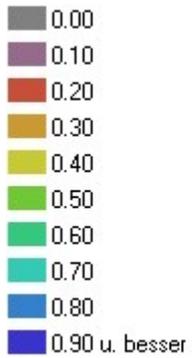
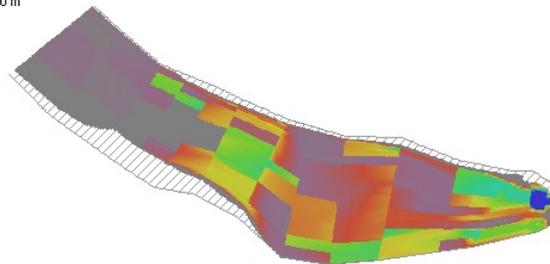
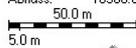
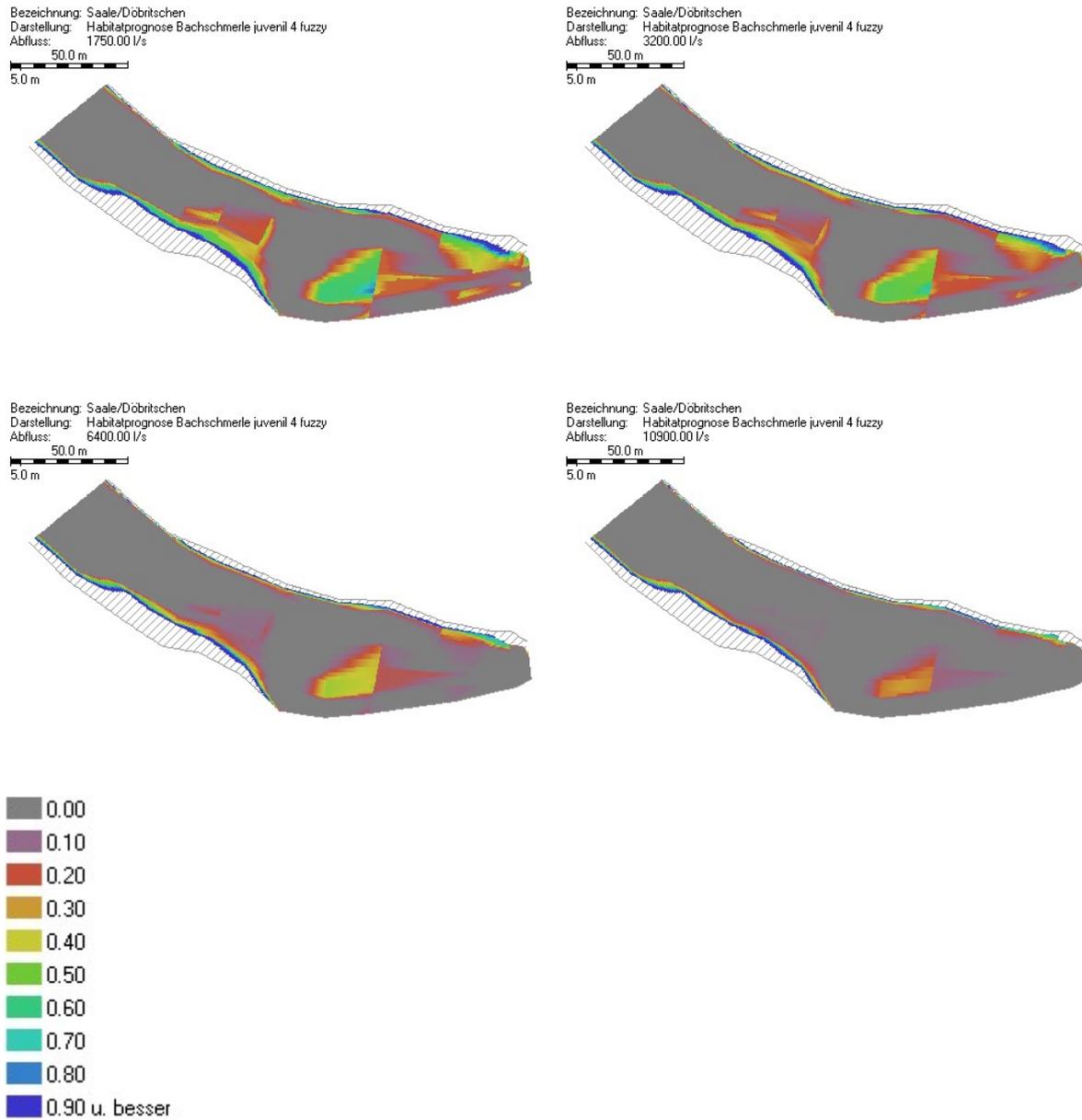
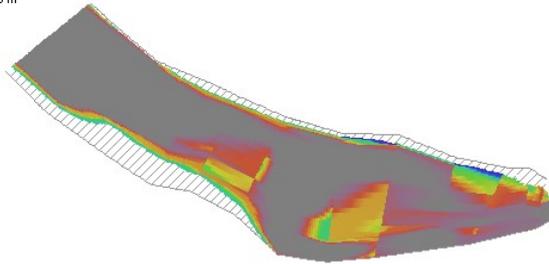


Abb. 58: CASIMIR-Habitatprognose Schmerle adult bei 1,75 bis 10,9 m³/s

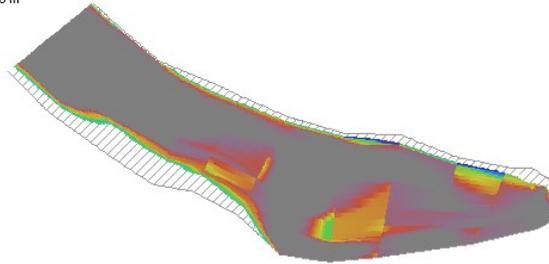


**Abb. 59:** CASIMIR-Habitatprognose Schmerle juvenil bei 1,75 bis 10,9 m<sup>3</sup>/s

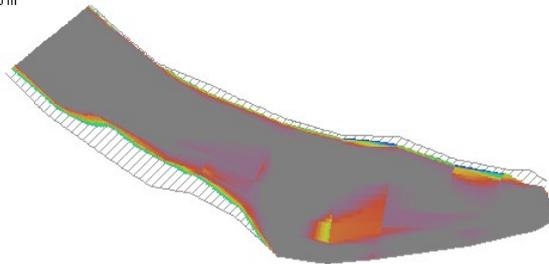
Bezeichnung: Saale/Döbritschen  
 Darstellung: Habitatprognose Bachschmerle laichend 4 fuzzy  
 Abfluss: 1750.00 l/s



Bezeichnung: Saale/Döbritschen  
 Darstellung: Habitatprognose Bachschmerle laichend 4 fuzzy  
 Abfluss: 3200.00 l/s



Bezeichnung: Saale/Döbritschen  
 Darstellung: Habitatprognose Bachschmerle laichend 4 fuzzy  
 Abfluss: 6400.00 l/s



Bezeichnung: Saale/Döbritschen  
 Darstellung: Habitatprognose Bachschmerle laichend 4 fuzzy  
 Abfluss: 10900.00 l/s

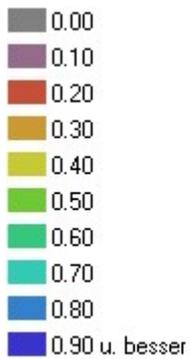
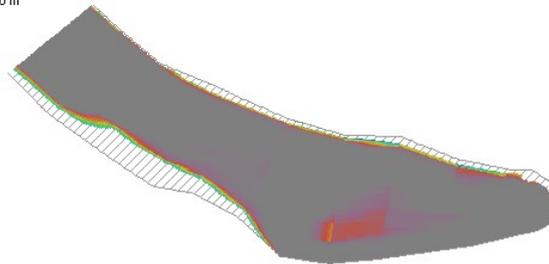
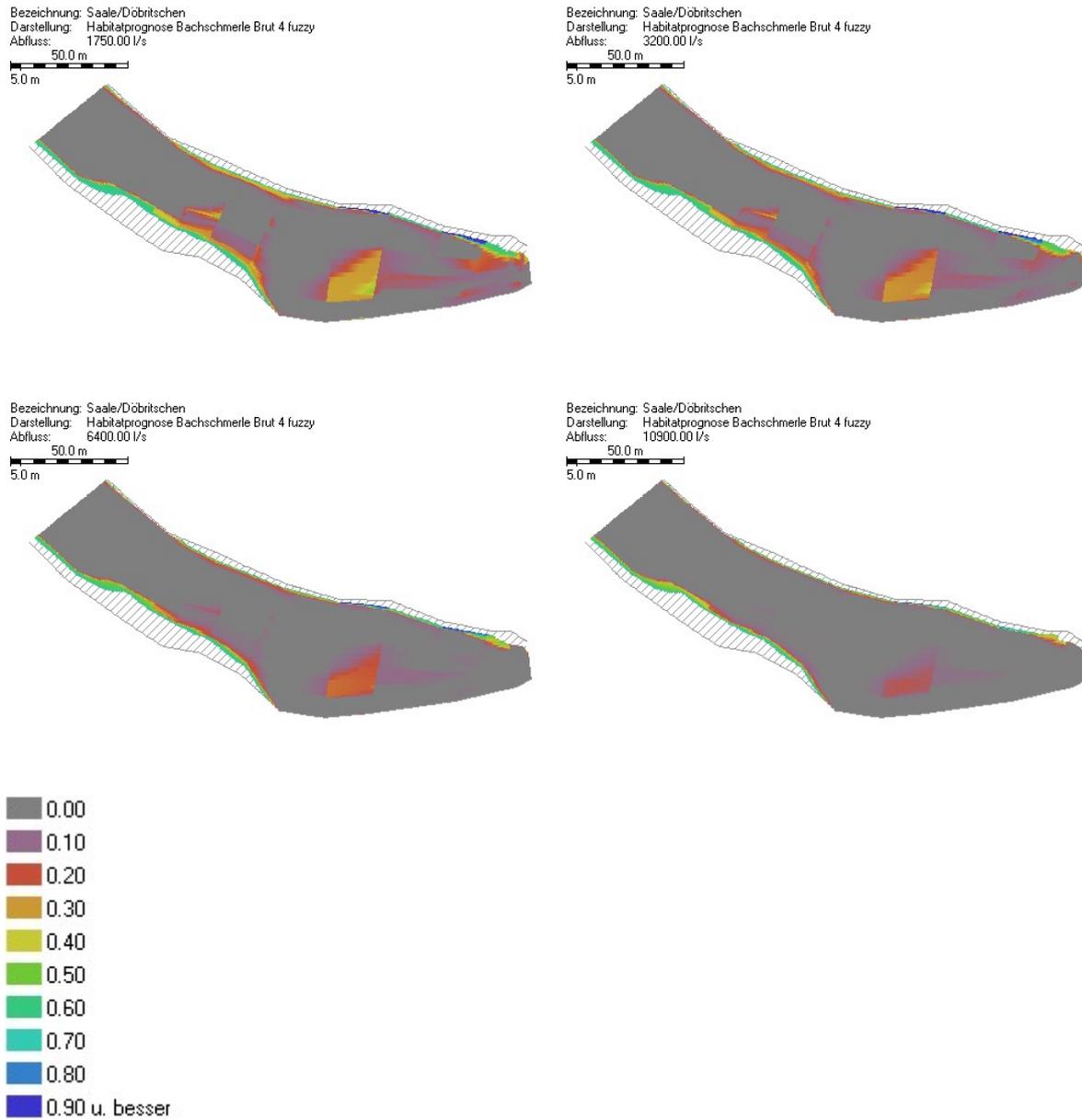
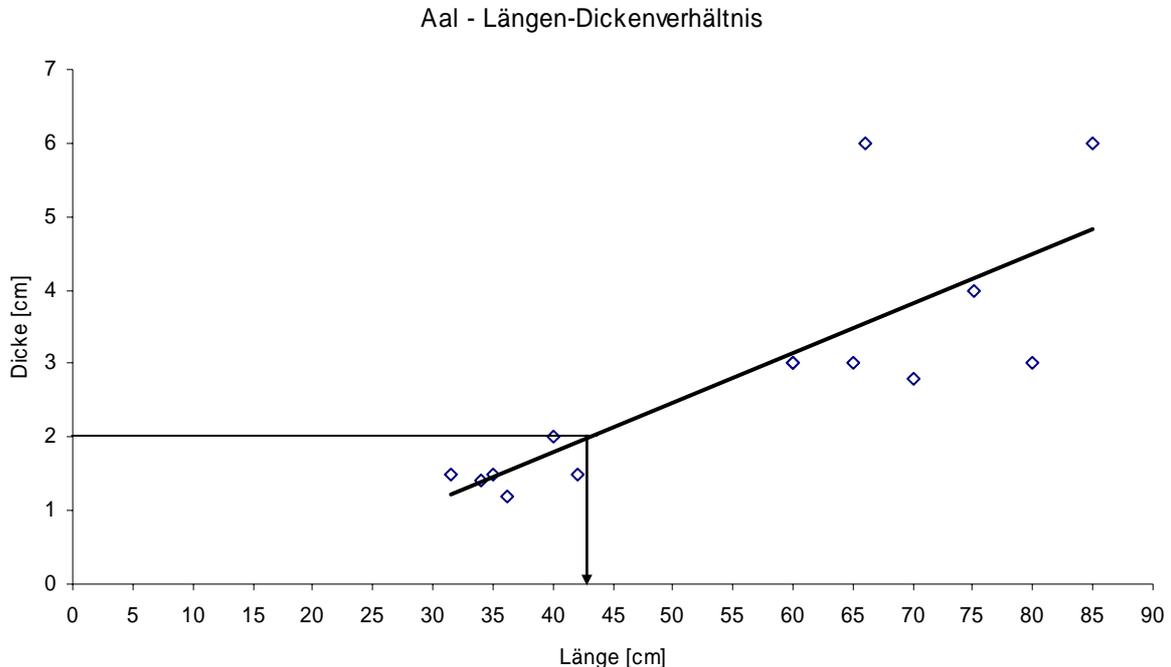


Abb. 60: CASIMIR-Habitatprognose Schmerle laichend bei 1,75 bis 10,9 m<sup>3</sup>/s



**Abb. 61:** CASIMIR-Habitatprognose Schmerle Brut bei 1,75 bis 10,9 m<sup>3</sup>/s

Anhang 7: Datenblätter zu den turbinenbedingten Fischschäden nach Arten getrennt

**Aal****Gefangene Stückzahl: 18****Untersuchte Anzahl: 17****Längen-Dickenverhältnis:****Abb. 62:** Längen-Dickenverhältnis erfasster Aale

Rein rechnerisch können bei 20 mm lichtem Stababstand noch Tiere mit einer Gesamtlänge von etwa 43 cm durch den Rechen absteigen (Abb. 62). Von der Literatur ist jedoch belegt, dass sich durchaus auch größere Tiere durch den Rechen zwängen [ASD]. Bei Anströmgeschwindigkeiten von 0,5 m/s am Rechen zwängten sich Tiere bis 60 cm Länge mit dem Schwanz voran zwischen den Gitterstäben hindurch.

**Passage des Rechens:**

Aale von bis zu 6 cm Körperbreite konnten den Rechen passieren, obwohl dieser überwiegend einen lichten Stababstand von 25 mm aufwies. Bei den Untersuchungen konnte beobachtet und gefilmt werden, wie sich ein 6 cm breiter Aal durch den 3 cm breiten Griff der Transportkiste problemlos durchzwängte.

**Verletzungen:**

Von 17 detaillierter untersuchten Tieren wiesen zwei Individuen Verletzungen auf. Ein Aal hatte 2 Hämatome am Bauchflossenansatz (Verletzungskategorie 2). Ein weiterer wies eine offene Wunde am Rücken auf (Kategorie 3). In der weiteren Hälterung in den Fässern verendete keines der Tiere an äußerlich nicht sichtbaren Verletzungen. Die beiden verletzten Tiere wiesen eine Körperlänge von 40 bzw. 85 cm auf. Die unverletzten Aale bewegten sich zwischen 31, 5 und 85 cm Länge. Somit kann beim Aal keine Größenkorrelation mit dem Verletzungsrisiko in dieser WKA belegt werden. Eine statistisch abgesicherte Aussage mit 17 untersuchten Tieren ist allerdings nicht möglich.

**Krankheitsbedingte Vorschäden:**

Beim Aal waren keine krankheitsbedingten Vorschäden erkennbar.

**Äsche****Gefangene Stückzahl: 4****Untersuchte Anzahl: 4**

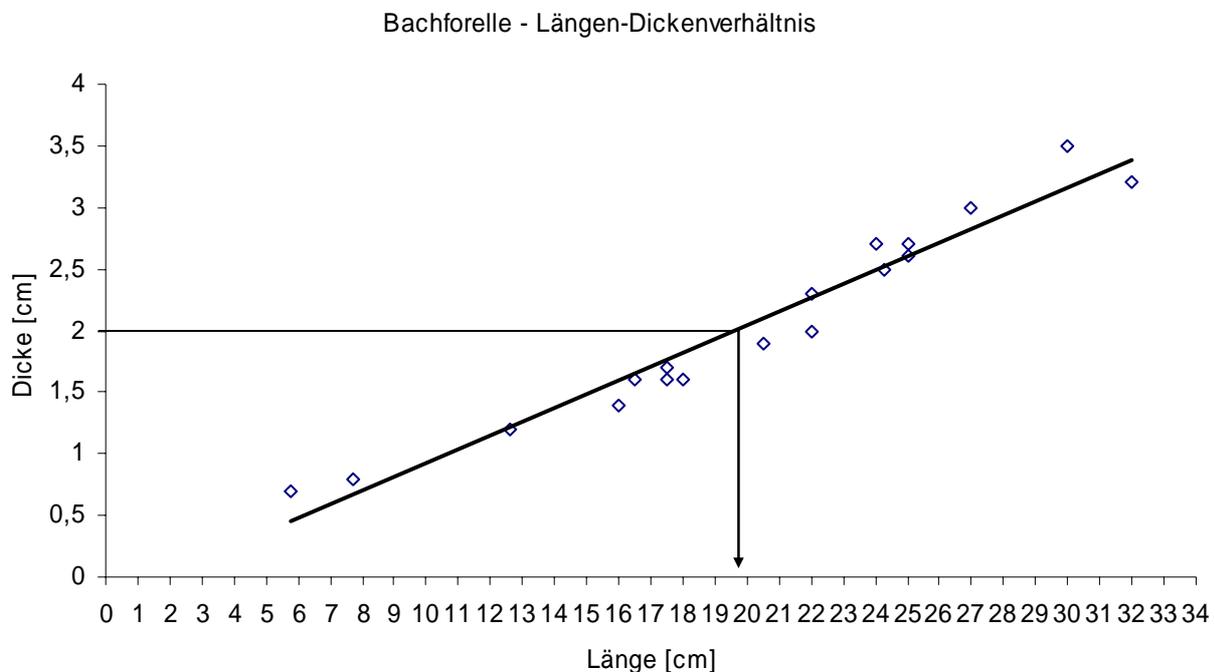
Die vier abgestiegenen Äschen wiesen eine Länge von 6,5 bis 10,2 cm mit einer maximalen Körperbreite von 0,4 bis 0,9 cm.

**Verletzungen:**

Eine 8 cm große Äsche war verletzt. Bei ihr fehlte die Schwanzflosse.

**Krankheitsbedingte Vorschäden:**

Äußerlich erkennbare Krankheiten waren nicht vorhanden.

**Bachforelle****Gefangene Stückzahl: 18****Untersuchte Anzahl: 18****Längen-Dickenverhältnis:****Abb. 63:** Längen-Dickenverhältnis erfasster Bachforellen

Einen 20 mm-Rechen können Tiere mit einer Gesamtlänge von knapp 20 cm passieren.

**Passage des Rechens:**

Bachforellen bis zu einer Gesamtlänge von 32 cm und 35 mm Breite gelangten durch den Rechen (Abb. 63).

**Verletzungen:**

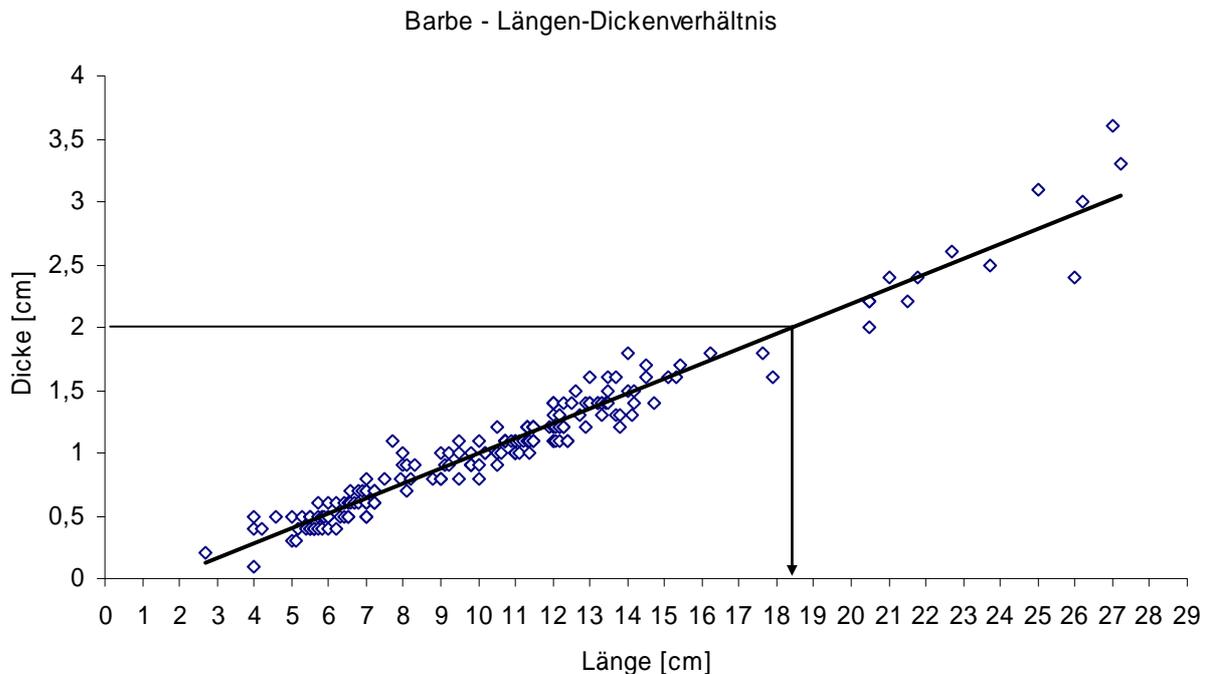
Von den 18 gefangenen Forellen wiesen zwei Individuen Verletzungen in Form von Hämatomen auf dem Kiemendeckel und Schürfungen bzw. Schuppenverluste auf (Verletzungskategorie 2). Dies war die größte gefangene Forelle mit 32 cm. Diese Verletzungen könnten evtl. bereits bei der Rechenpassage entstanden sein.

**Krankheitsbedingte Vorschäden:**

Äußerlich waren keine Krankheiten an den gefangenen Bachforellen erkennbar.

**Barbe****Gefangene Stückzahl: 195****Untersuchte Anzahl: 195****Längen-Dickenverhältnis:**

Der Leitfisch dieser Gewässerregion konnte mit 195 Individuen mit dem Hamen gefangen werden, deren Längen-Dickenverhältnis in Abbildung 64 dargestellt ist.

**Abb. 64:** Längen-Dickenverhältnis erfasster Barben

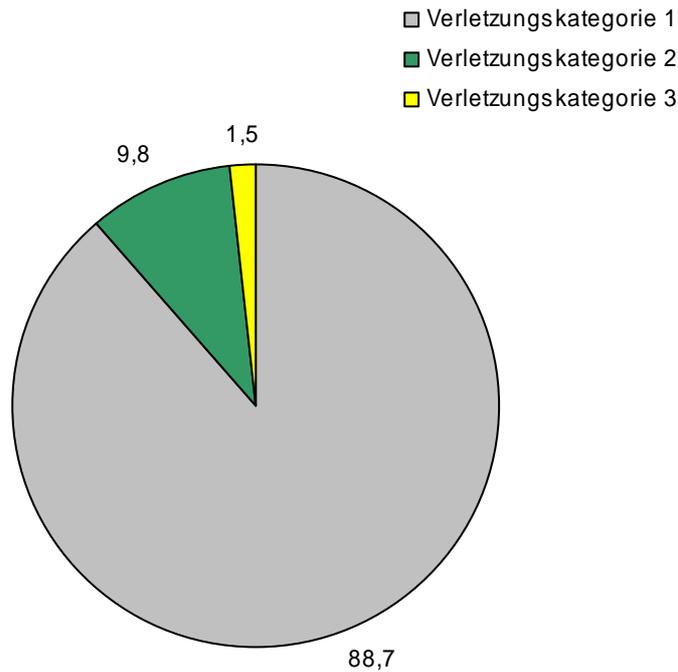
18 bis 19 cm große Tiere weisen eine Körperbreite auf, die es ihnen ermöglicht einen 20 mm-Rechen zu passieren (Abb. 64).

**Passage des Rechens:**

Barben bis zu einer Gesamtlänge von 27,2 cm und 36 mm Breite gelangten durch den Rechen (Abb. 64).

**Verletzungen:**

88,7 % der Tiere waren äußerlich unverletzt, 9,8 % wiesen Verletzungen der Kategorie 2 und 1,5 % der Kategorie 3 auf (vgl. Abb. 65)



**Abb. 65:** prozentuale Anteile der bei Barben ermittelten Verletzungskategorien

In Tabelle 16 sind die einzelnen Verletzungsarten detailliert mit Zahlen dargestellt. Mehrfachnennungen einzelner Tiere sind dabei möglich, da einzelne Tiere mehrere Verletzungen auf einmal aufweisen können.

**Tab. 16:** Anzahlen der detaillierten Verletzungsarten bei Barben (Mehrfachnennungen einzelner Tiere möglich)

Blutung im Auge	Schuppenverluste	Blutung Körper	Flossendefekt	Fleischwunde/Quetschung
13	7	2	2	3

**Krankheitsbedingte Vorschäden:**

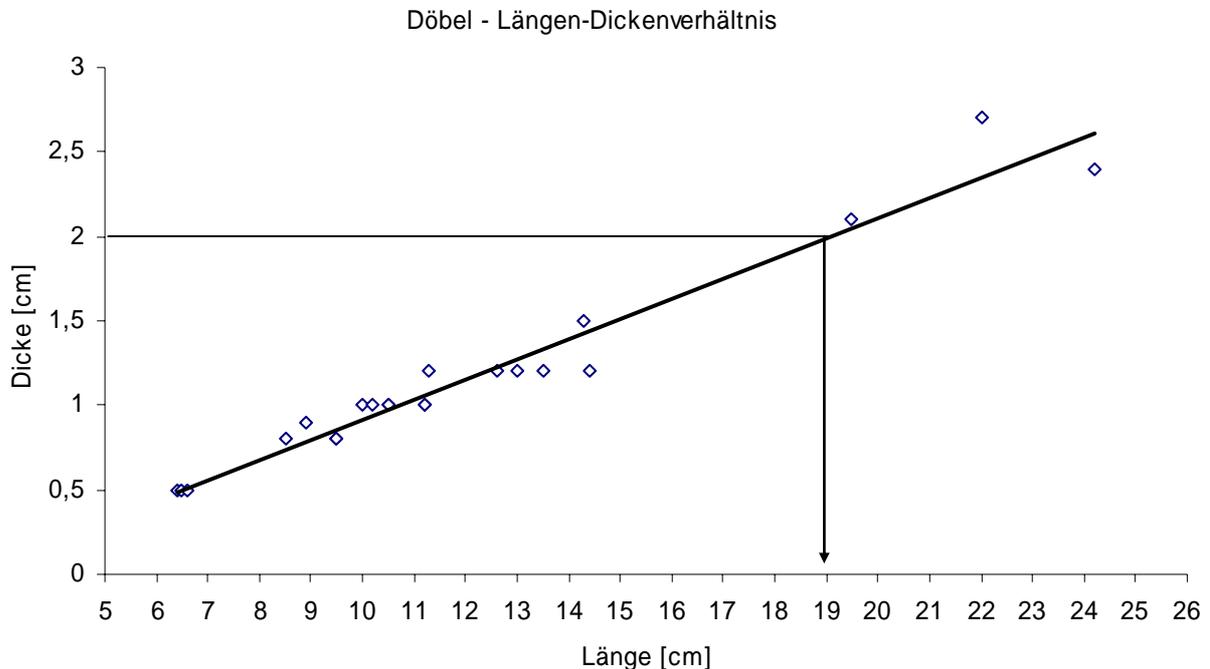
Drei der gefangenen Barben waren durch Krankheiten vorgeschädigt. Ein verpilzter Bereich mit fehlender Schwanzflosse und zwei Mal waren Infektionen an blutunterlaufenen Flossenansätzen bzw. blutigen Barteln erkennbar.

**Blaubandbärbling**

**Gefangene Stückzahl: 4**

**Untersuchte Anzahl: 4**

Vier Blaubandbärblinge, die eine Größe von 6,2 bis 8,2 cm und eine Breite von 0,5 bis 0,7 cm aufwiesen wurden unverletzt gefangen.

**Döbel****Gefangene Stückzahl: 26****Untersuchte Anzahl: 25****Längen-Dickenverhältnis:****Abb. 66:** Längen-Dickenverhältnis erfasster Döbel

19 cm große Tiere passen durch einen 20 mm-Rechen hindurch (Abb. 66).

**Passage des Rechens:**

Döbel bis zu einer Gesamtlänge von 24,2 cm und 27 mm Breite gelangten durch den Rechen (Abb. 66).

**Verletzungen:**

5 der Tiere wiesen Verletzungen auf; 4 davon der Kategorie 2 und einer der Kategorie 3. Die Tabelle 17 enthält die einzelnen Verletzungen, die vorhanden waren.

**Tab. 17:** Anzahlen der detaillierten Verletzungsarten beim Döbel (Mehrfachnennungen einzelner Tiere möglich)

Blutung im Auge	Schuppenverluste	Blutung Körper	Flossendefekt	Fleischwunde/Quetschung
0	4	0	2	1

**Krankheitsbedingte Vorschäden:**

Ein Döbel wies Krankheitsanzeichen auf, die in der Summe als Bauchwassersucht bezeichnet wird (aufgetriebener Leib, Schuppensträube).

**Elritze****Gefangene Stückzahl: 3****Untersuchte Anzahl: 3**

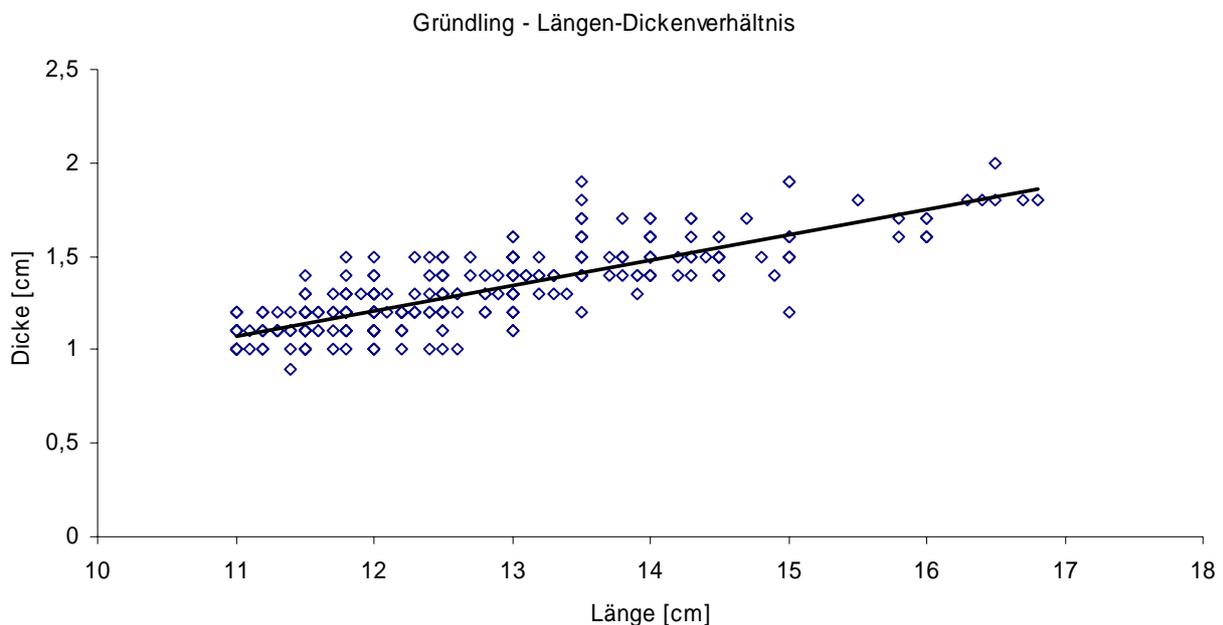
Drei unverletzte Elritzen wurden gefangen. Ihre Größe bewegte sich zwischen 4,5 und 6,2 cm bei einer Breite von 0,3 bis 0,7 cm.

**Flussbarsch****Gefangene Stückzahl: 4****Untersuchte Anzahl: 4**

Flussbarsche der Totallänge 7,3 bis 12 cm mit einer Dicke von 0,6 bis 1,5 cm wurden gefangen. Ein Tier wies eine kleine Wunde an der Seite auf.

**Goldfisch****Gefangene Stückzahl: 1****Untersuchte Anzahl: 1**

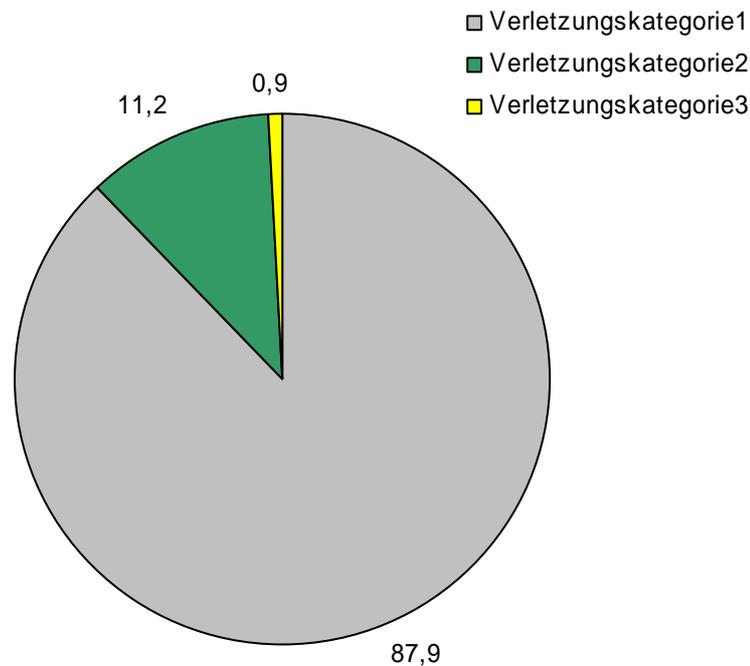
Ein unverletzter Goldfisch mit einer Gesamtlänge von 17,6 cm und einer Breite von 2,3 cm wurde gefangen.

**Gründling****Gefangene Stückzahl: 12.523****Untersuchte Anzahl: 4.251****Längen-Dickenverhältnis:****Abb. 67:** Längen-Dickenverhältnis erfasster Gründlinge**Passage des Rechens:**

Kein Gründling war breiter als 2 cm. Somit ist es Grünlingen aller Größen möglich, anhand ihrer Körperbreite einen 20 mm-Rechen zu passieren (Abb. 67).

**Verletzungen:**

Zur Auswertung turbinenbedingten Verletzungen standen 4.251 detailliert untersuchte Fische zur Verfügung. 87,9 % wiesen keine äußerlich sichtbaren Schäden auf, die von Turbinenverletzungen verursacht wurden. 11,2 % der Tiere wies die Verletzungskategorie 2 und 0,9 % die Kategorie 3 auf (Abb. 68).



**Abb. 68:** prozentuale Anteile der bei Gründlingen ermittelten Verletzungskategorien

In Tabelle 18 sind die einzelnen Verletzungstypen enthalten.

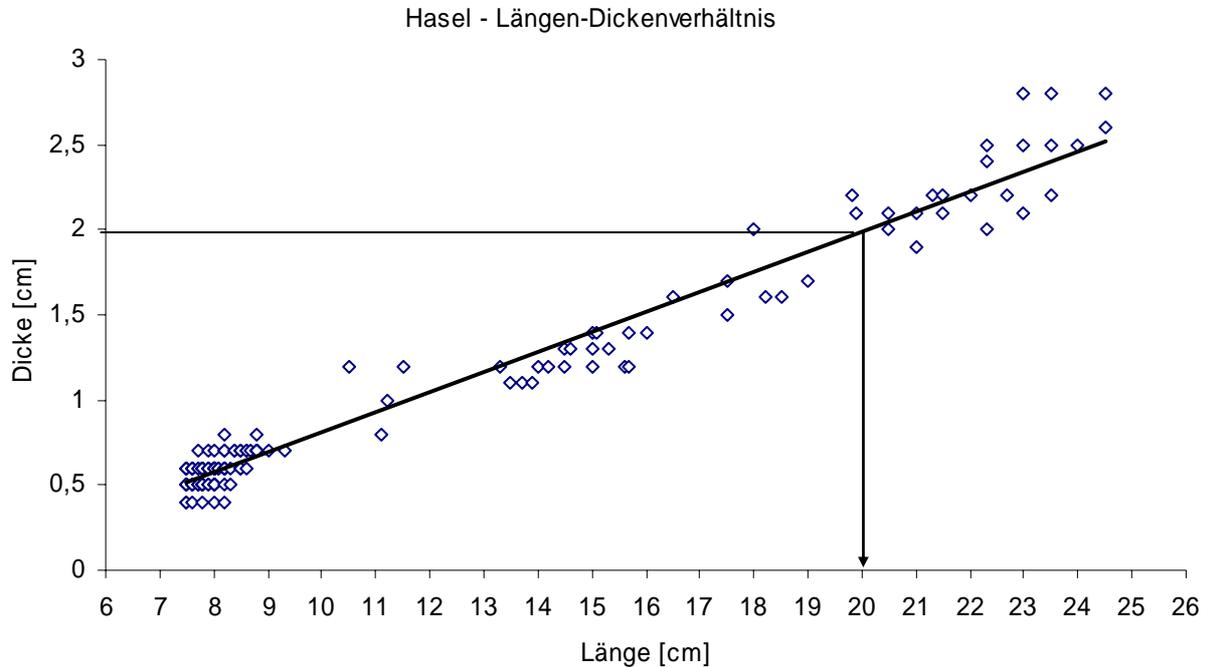
**Tab. 18:** Anzahlen der detaillierten Verletzungsarten bei Gründlingen (Mehrfachnennungen einzelner Tiere möglich)

Blutung im Auge	Schuppenverluste	Blutung Körper	Flossendefekt	Fleischwunde/Quetschung
283	168	32	20	39

Am häufigsten waren Blutungen im Auge vertreten (Foto 56, Anhang 8), gefolgt von Schuppenverlusten. Deutlich seltener waren Blutungen am Körper (Foto 57, Anhang 8), Flossendefekte und Fleischwunden.

**Krankheitsbedingte Vorschäden:**

Von den 4.251 Gründlingen waren 534 durch äußerlich erkennbare Krankheiten vorgeschädigt. Darunter fielen vorwiegend Pilzkrankungen, infektiöse Fleischwunden (Foto 58 und 59, Anhang 8) und infektiös bedingte Hautrötungen.

**Hasel****Gefangene Stückzahl: 2.179****Untersuchte Anzahl: 1.639****Längen-Dickenverhältnis:****Abb. 69:** Längen-Dickenverhältnis erfasster Hasel

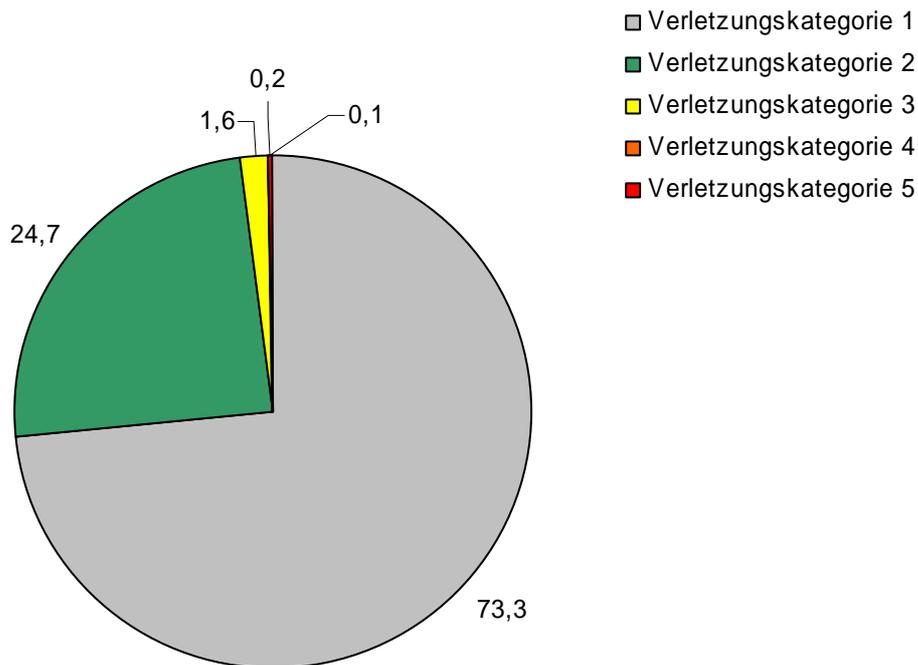
Bis zu 20 cm große Tiere sind in der Lage einen 20 mm-Rechen zupassieren (Abb. 69).

**Passage des Rechens:**

Hasel bis zu einer Gesamtlänge von 24,5 cm und 28 mm Breite gelangten durch den Rechen (Abb. 69).

**Verletzungen:**

Annähernd 75 % der Tiere waren äußerlich unverletzt. Ein Viertel der Individuen zeigten Verletzungen der Kategorie 2. Zwei Tiere waren teilweise und drei Tiere total durchtrennt (Abb. 70).



**Abb. 70:** prozentuale Anteile der bei Haseln ermittelten Verletzungskategorien

In Tabelle 19 sind die einzelnen Verletzungstypen enthalten.

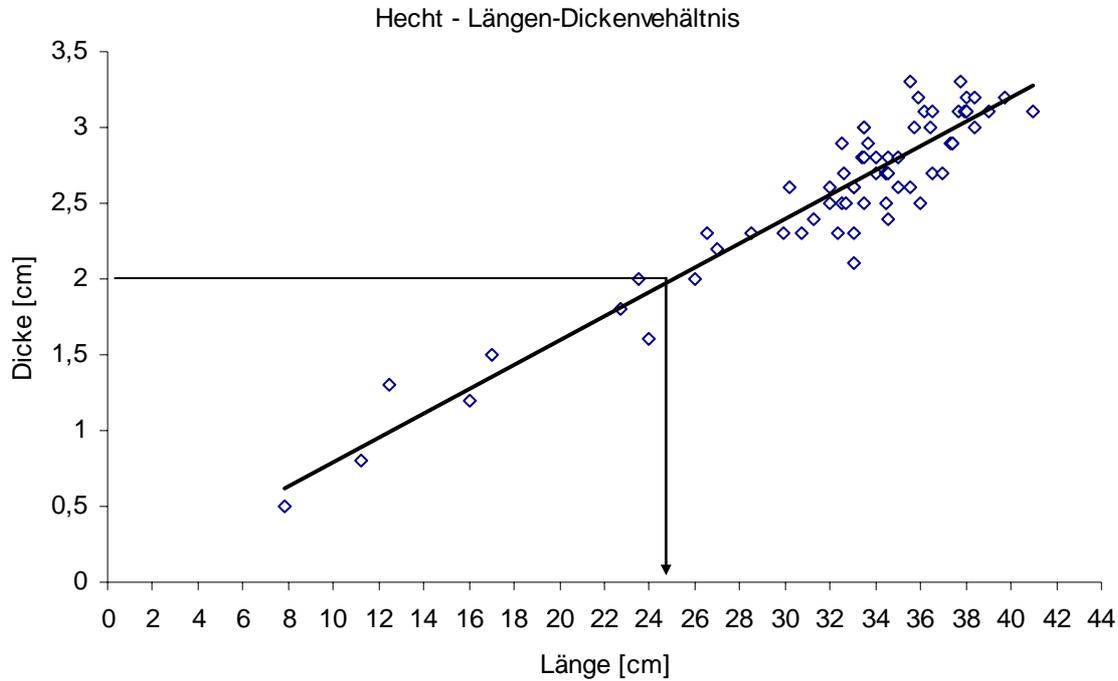
**Tab. 19:** Anzahlen der detaillierten Verletzungsarten bei der Hasel (Mehrfachnennungen einzelner Tiere möglich)

Blutung im Auge	Schuppenverluste	Blutung Körper	Flossendefekt	Fleischwunde/Quetschung
124	265	38	62	27

Im Gegensatz zum Gründling waren Schuppenverluste am häufigsten festzustellen (Foto 60 und 61, Anhang 8), gefolgt von Blutungen im Auge (Tab. 19).

**Krankheitsbedingte Vorschäden:**

46 Tiere wiesen Erkrankungen auf. Dabei überwogen entzündliche und verpilzte Bereiche.

**Hecht****Gefangene Stückzahl: 68****Untersuchte Anzahl: 68****Längen-Dickenverhältnis:****Abb. 71:** Längen-Dickenverhältnis erfasster Hechte

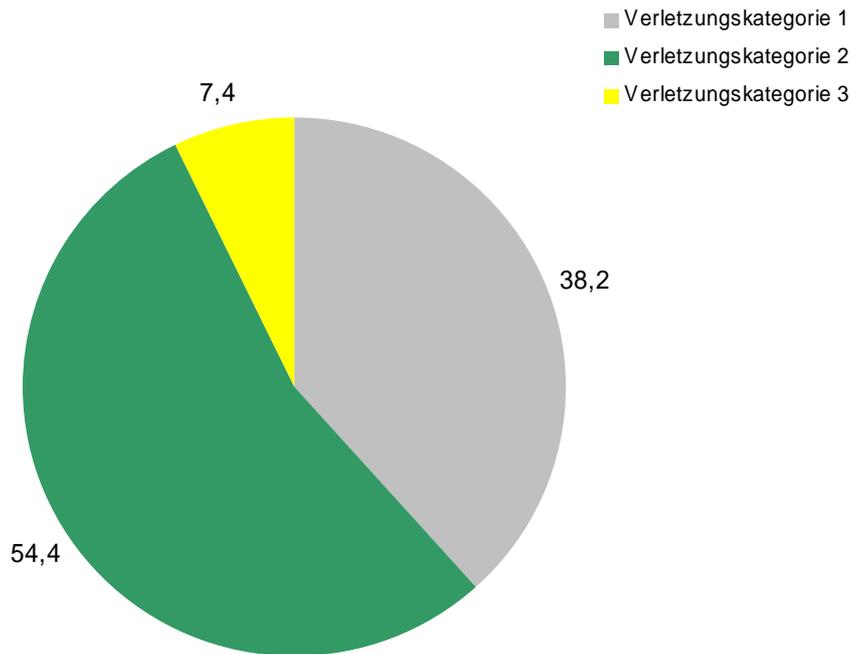
25 cm große Exemplare können einen 20 mm-Rechen passieren (Abb. 71).

**Passage des Rechens:**

Hechte bis zu einer Gesamtlänge von 41 cm und 33 mm Breite gelangten durch den Rechen (Abb. 71).

**Verletzungen:**

Von den 68 Tieren waren 38,2 % äußerlich unverletzt. Somit zeigte der größere Teil der Hechte Verletzungen (Abb. 72).



**Abb. 72:** prozentuale Anteile der beim Hecht ermittelten Verletzungskategorien

In Tabelle 20 sind die einzelnen Verletzungstypen enthalten.

**Tab. 20:** Anzahlen der detaillierten Verletzungsarten beim Hecht (Mehrfachnennungen einzelner Tiere möglich)

Blutung im Auge	Schuppenverluste	Blutung Körper	Flossendefekt	Fleischwunde/Quetschung
0	39	3	1	5

Diese Verletzungen waren überwiegend Schuppenverluste bzw. starke Schürfungen (Tab. 20), die meist beidseitig auftraten. Größere Tiere zeigten die stärksten Verletzungen (Foto 62, 63 und 64, Anhang 8). Als auch Tiere mit diesen Verletzungen von der Rechenreinigungsanlage entfernt wurden konnte festgestellt werden, dass sie Kopf voraus versuchten den Rechen zu passieren. Dabei blieben einige Tiere im Rechen stecken. Andere konnten diesen passieren und verletzten sich beidseitig (Foto 63, Anhang 8). Je größer und breiter die Fische waren, umso stärker waren die Verletzungen.

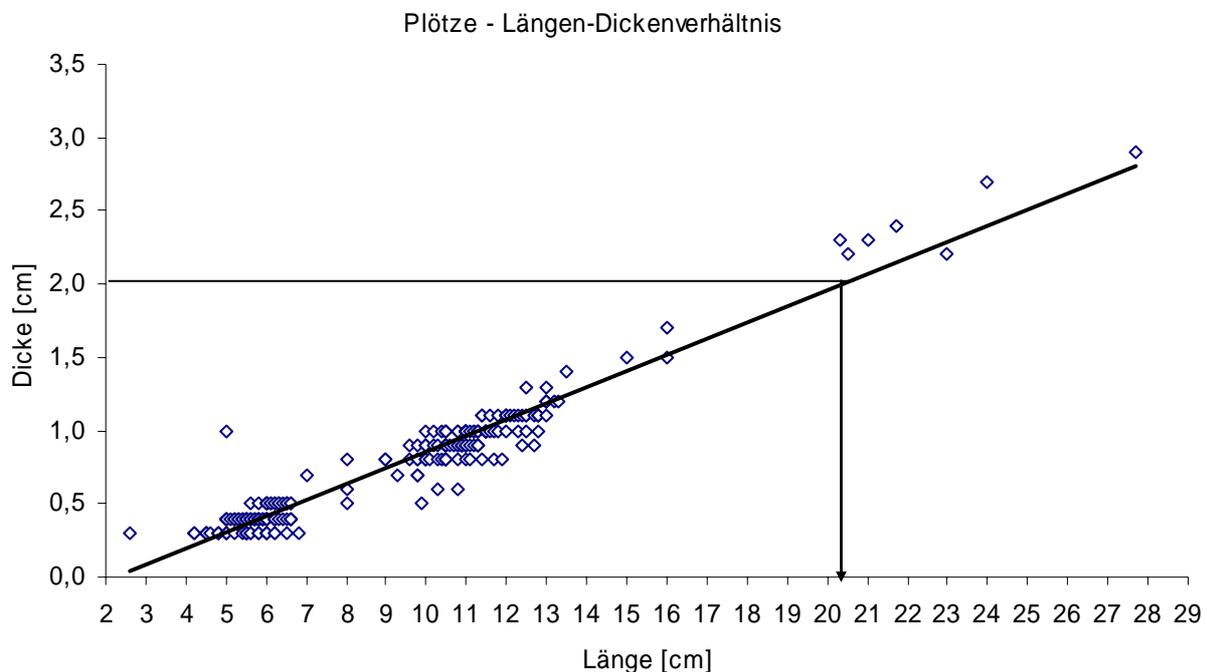
Fast alle diese Tiere wurden im Dezember 2003 und im Januar 2004 gefangen. Es wird angenommen, dass sie vor jagenden Kormoranen flüchteten, die in dieser Region in jenem Winter relativ stark präsent wären. Da der ausgedehnte und zum Teil sehr tiefe Stauraum oberhalb der WKA optimale Bedingungen für überwinterte Hechte bietet, ist eine Winterwanderung der Tiere nicht plausibel.

#### **Krankheitsbedingte Vorschäden:**

Ein erkranktes Tier, welches auf einem Auge blind war, wurde gefangen.

**Karusche****Gefangene Stückzahl: 2****Untersuchte Anzahl: 2**

Es wurden zwei Karuschen gefangen, die 12,8 und 16,2 cm lang und 2,1 bzw. 2,4 cm breit waren. Beide wiesen Schuppenverluste auf. Bei einer Karusche fehlte zusätzlich ein Stück der Schwanzflosse (Verletzungskategorie 2).

**Plötze****Gefangene Stückzahl: 1.077****Untersuchte Anzahl: 898****Längen-Dickenverhältnis:****Abb. 73:** Längen-Dickenverhältnis erfasster Plötzen

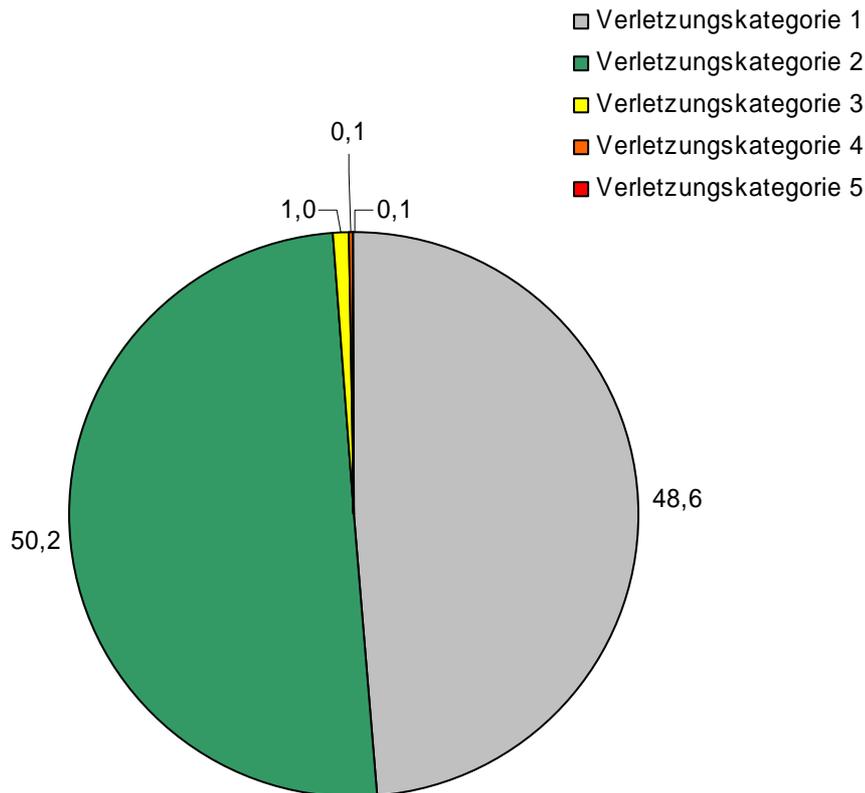
Aus Abbildung 73 ist ersichtlich, dass Plötzen mit einer Länge von 20 bis 21 cm 20 mm-Rechen durchschwimmen können.

**Passage des Rechens:**

Plötzen bis zu einer Gesamtlänge von 27,7 cm und 29 mm Breite gelangten durch den Rechen (Abb. 73).

**Verletzungen:**

Annähernd die Hälfte der Tiere wurde äußerlich unverletzt erfasst (Abb. 74). Rund 50 % der Plötzen wurde in Verletzungskategorie 2 eingestuft. 1 % der Tiere wies Fleischwunden (Kategorie 3; Foto 65, Anhang 8) auf. Je ein Tier erlitt eine Teil- bzw. Totaldurchtrennung.



**Abb. 74:** prozentuale Anteile der bei Plötzen ermittelten Verletzungskategorien

Wie bei der Plötze dominierten Schuppenverluste bei den Verletzungen (Foto 66, Anhang 8), gefolgt von Blutungen im Auge (Tab. 21).

**Tab. 21:** Anzahlen der detaillierten Verletzungsarten bei der Plötze (Mehrfachnennungen einzelner Tiere möglich)

Blutung im Auge	Schuppenverluste	Blutung Körper	Flossendefekt	Fleischwunde/Quetschung
159	384	39	32	10

### Krankheitsbedingte Vorschäden:

Von 898 auswertbaren Plötzen wiesen 14 Individuen äußerlich erkennbare Krankheiten auf (überwiegend Pilzinfektionen und entzündete Wunden; Foto 67, Anhang8)

### Regenbogenforelle

**Gefangene Stückzahl:** 3

**Untersuchte Anzahl:** 3

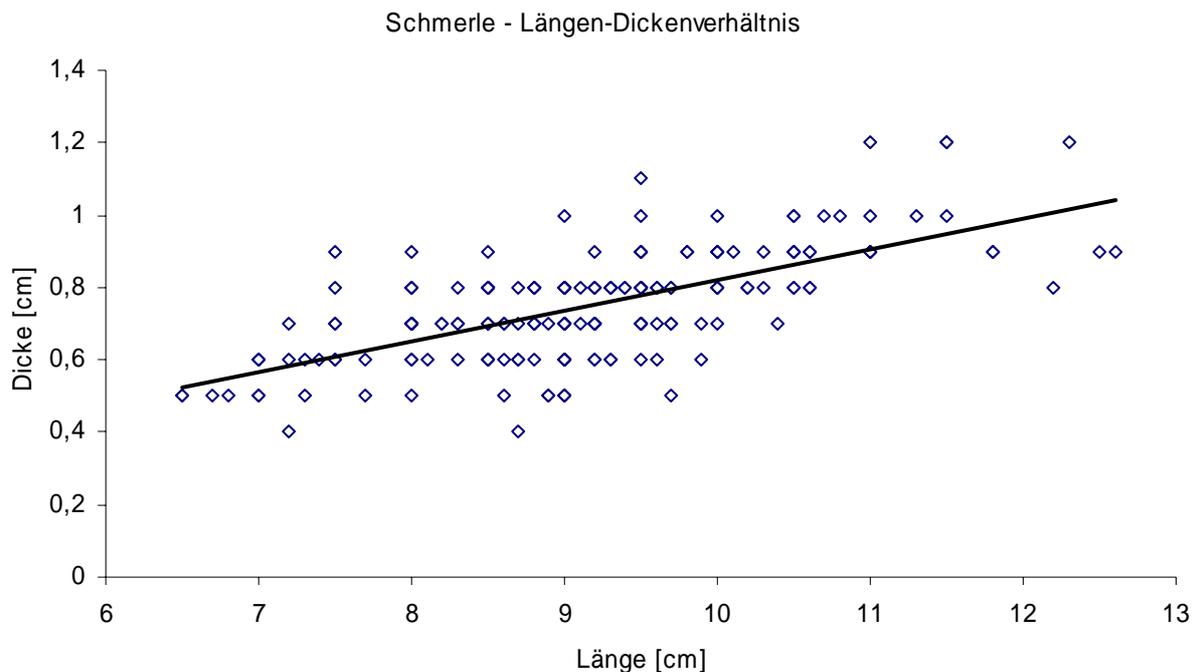
Drei Regenbogenforellen der Gesamtlänge 27 bis 20,5 cm mit einer Körperdicke von 2,5 bis 3,3 cm passierten die Turbinen während der Untersuchung. Das kleinste Tier wies ein geschwollenes Auge und Schuppenverluste auf (Verletzungskategorie 2).

**Rotfeder****Gefangene Stückzahl: 1****Untersuchte Anzahl: 1**

Eine Rotfeder (14,3 cm lang und 1,4 cm breit) mit Schuppenverlusten wurde gefangen (Verletzungskategorie 2).

**Schleie****Gefangene Stückzahl: 5****Untersuchte Anzahl: 5**

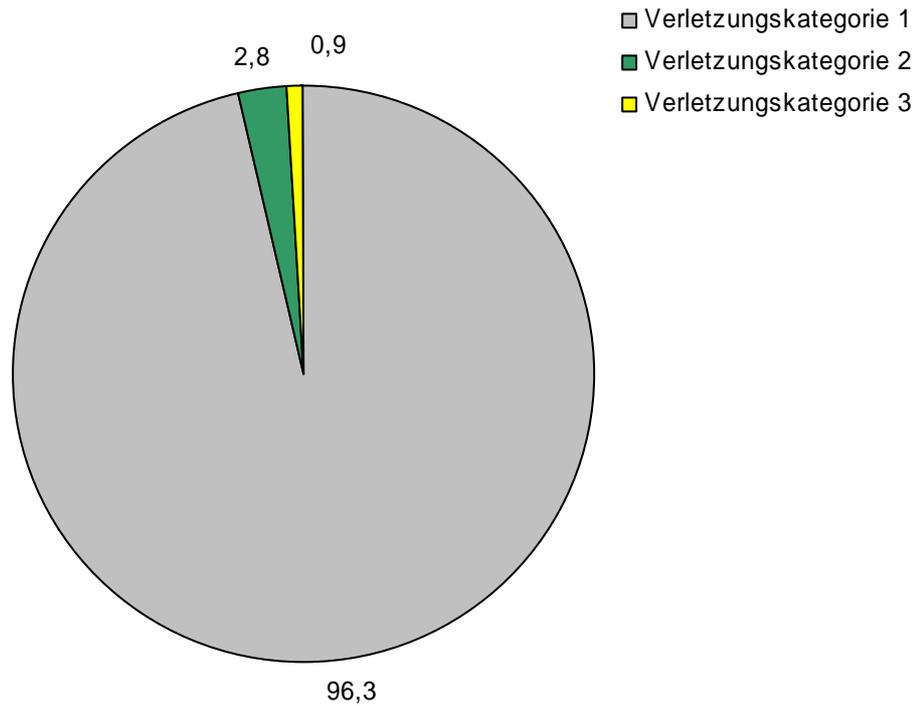
Die Größe der Tiere bewegte sich zwischen 8 und 13,4 cm Länge und 0,9 bis 1 cm breite. Ein 8,5 cm großes Tier wies Schuppenverluste auf (Verletzungskategorie 2).

**Schmerle****Gefangene Stückzahl: 215****Untersuchte Anzahl: 215****Längen-Dickenverhältnis:****Abb. 75:** Längen-Dickenverhältnis erfasster Schmerlen**Passage des Rechens:**

Die Breite aller Schmerlen variierte zwischen 0,4 und 1,2 cm (Abb. 75). Ein 20 mm-Rechen bietet keinen wirksamen Schutz vor dem Einschwimmen der Tiere in die Turbinen.

**Verletzungen:**

Annähernd alle der 215 Tiere waren unverletzt (96,3 %, siehe Abb. 76). Die Verletzungskategorien 2 und 3 waren mit 2,8 bzw. 0,9 % vertreten.



**Abb. 76:** prozentuale Anteile der bei Schmerlen ermittelten Verletzungskategorien

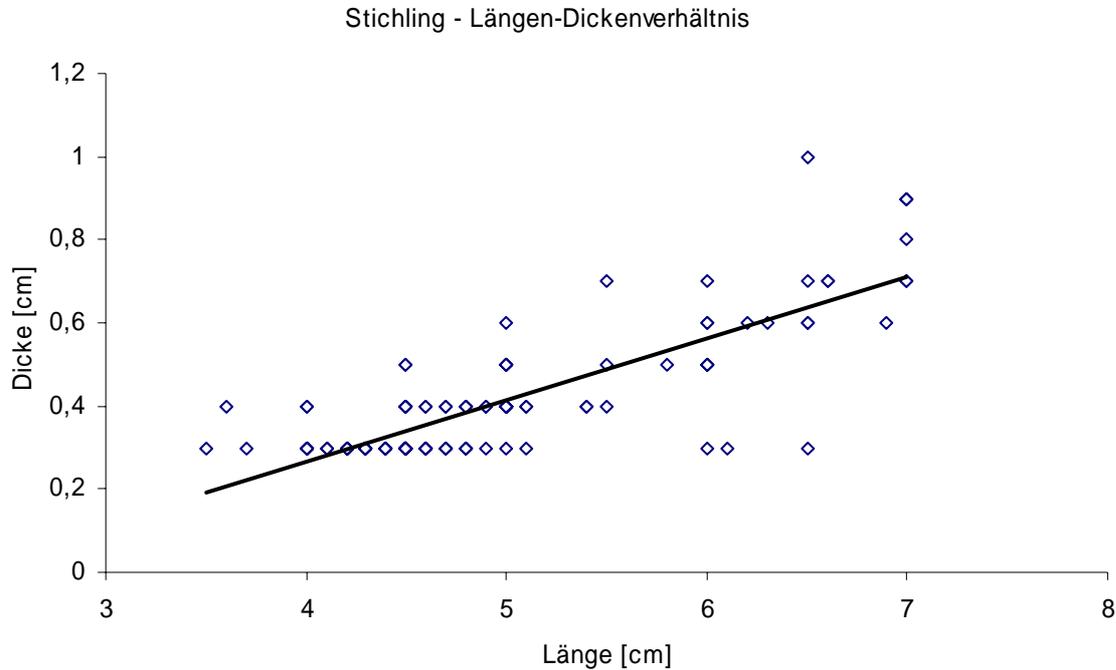
4 Tiere wiesen Schürfungen auf, 2 hatten Hämatome am Körper und weitere 2 Schmerlen erlitten Fleischwunden (Tab. 22).

**Tab. 22:** Anzahlen der detaillierten Verletzungsarten bei Schmerlen (Mehrfachnennungen einzelner Tiere möglich)

Blutung im Auge	Schuppenverluste	Blutung Körper	Flossendefekt	Fleischwunde/Quetschung
0	4	2	0	2

#### Krankheitsbedingte Vorschäden:

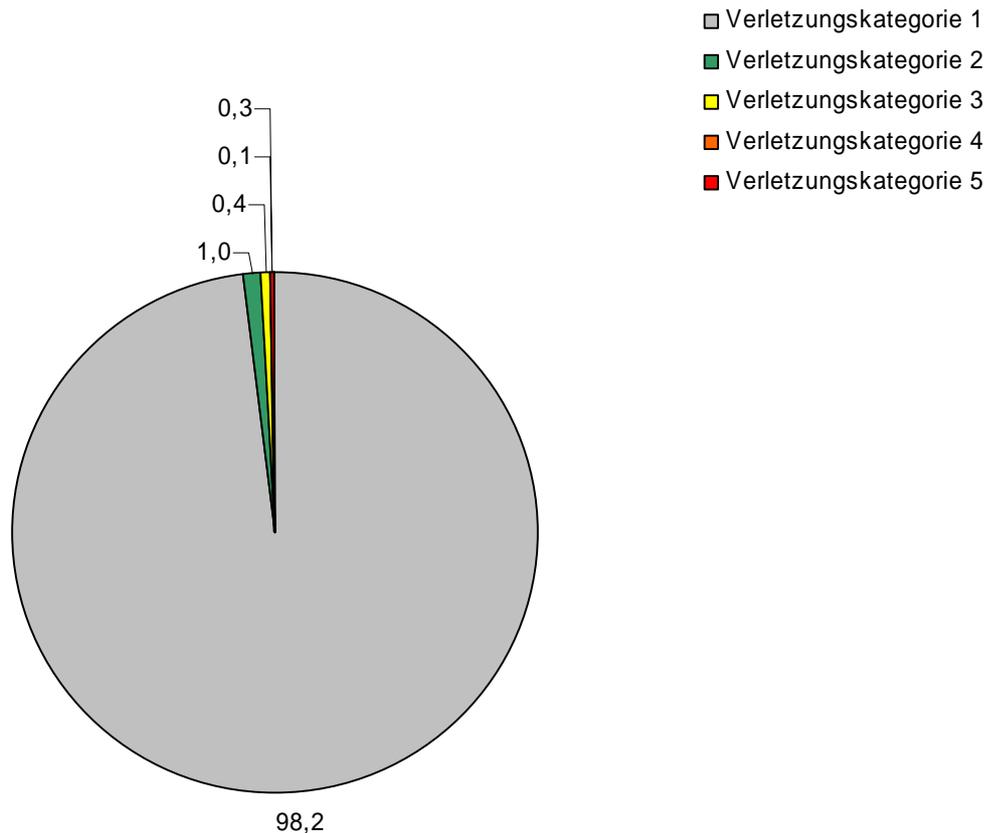
Kein Tier war entsprechend vorgeschädigt.

**Stichling****Gefangene Stückzahl: 1.743****Untersuchte Anzahl: 1.734****Längen-Dickenverhältnis:****Abb. 77:** Längen-Dickenverhältnis erfasster Stichlinge**Passage des Rechens:**

Die Stichlingslängen variierten zwischen 3,3 und 7 cm bei einer Körperbreite von 0,3 bis 1 cm. Wie bei Schmerle und Gründling stellt ein 20 mm-Rechen keine wirksame Barriere dar (Abb. 77).

**Verletzungen:**

Wie bei der Schmerle waren kaum äußerliche Verletzungen zu registrieren (98,2 % Verletzungskategorie 1; Abb. 78).



**Abb. 78:** prozentuale Anteile der bei Stichlingen ermittelten Verletzungskategorien

Die vereinzelt aufgetreten Verletzungen der Kategorien 2 und 3 sind in Tabelle 23 dargestellt.

**Tab. 23:** Anzahlen der detaillierten Verletzungsarten bei Stichlingen (Mehrfachnennungen einzelner Tiere möglich)

Blutung im Auge	Schuppenverluste	Blutung Körper	Flossendefekt	Fleischwunde/Quetschung
11	3	0	2	7

Am häufigsten waren Blutungen im Auge vorhanden (Foto 68, Anhang 8). Obwohl die Stichlinge eine relativ geringe Körpergröße haben, konnten in einem Fall Teil- und in 6 Fällen Totaldurchtrennungen festgestellt werden.

#### **Krankheitsbedingte Vorschäden:**

Von 1.734 Stichlingen waren 28 durch Krankheiten vorgeschädigt (überwiegend Pilzinfektionen und entzündliche Infektionen).

#### **Wels**

**Gefangene Stückzahl:** 4

**Untersuchte Anzahl:** 4

4 Welse zwischen 5 und 18 cm mit einer Körperbreite von 0,6 bis 3 cm passierten den Rechen und somit die Turbine. Alle waren äußerlich unverletzt.

**Zander****Gefangene Stückzahl: 5****Untersuchte Anzahl: 5**

Die 5 erfassten Zander hatten eine Gesamtlänge von 11 bis 19 cm und eine Dicke von 0,8 bis 1,8 cm und waren bis auf ein Tier unverletzt. Dieser 18,8 cm große Fisch hatte eine Fleischwunde (Verletzungskategorie 3; Foto 69, Anhang 8).

## **Fotodokumentation**



**Foto 1:** Nadelwehr in Döbritschen vor Errichtung der Fischwanderhilfe



**Foto 2:** Modell einer Francisturbine



**Foto 3:** fertig errichtete Betonrinne für den FKP



**Foto 4:** mit Borstenelementen und Sohlsubstrat bestückter FKP vor Inbetriebnahme



**Foto 5:** Borstenelement bei der Herstellung



**Foto 6:** die Einzelborsten wurden auf einer Heizplatte zusammenschmolzen



**Foto 7:** Aufbau der Sohlstruktur



**Foto 8:** in Freischussschütz bodennah eingebrachtes Schlupfloch



**Foto 9:** das Feischusschütz mit bodennahem Schlupfloch beim Einsetzen in die U-Profile



**Foto 10:** montiertes Abstiegsbypassrohr



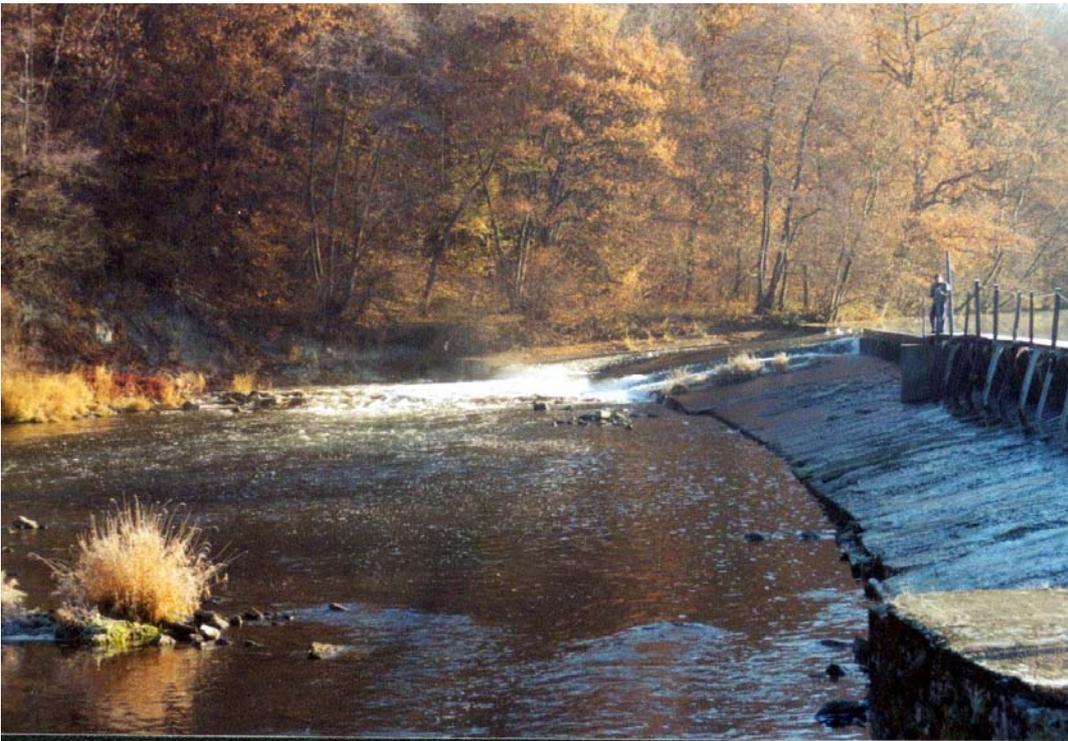
**Foto 11:** Abstiegsbypassrohr in Betrieb



**Foto 12:** Aufnahme des Geländeprofiles im Mutterbett



**Foto 13:** Messung der Sohlschubspannung mittels Halbkugelmethode im Mutterbett



**Foto 14:** gezielte Restwasserabgabe über das Wehr für die Strömungsmessungen und Halbkugeldatenerfassung im Mutterbett



**Foto 15:** Makrozoobenthosprobenahme mit dem Hess-Sampler in der Referenzstrecke



**Foto 16:** Makrozoobenthosprobenahme mit dem „Saug-Sampler“ im Mutterbett



**Foto 17:** ausgebreiteter Hamen nach seiner Anlieferung in Schleusingen



**Foto 18:** unterhalb der Turbinen eingebrachter Hamen



**Foto 19:** Detailansicht der Hamenöffnung mit Edelstahl-Dreiecken und Metallkette



**Foto 20:** rechter Stahlträger mit angeschweißter Führungsschiene



**Foto 21:** Detailaufnahme des in den rechten Stahlträger eingeführten T-Profiles



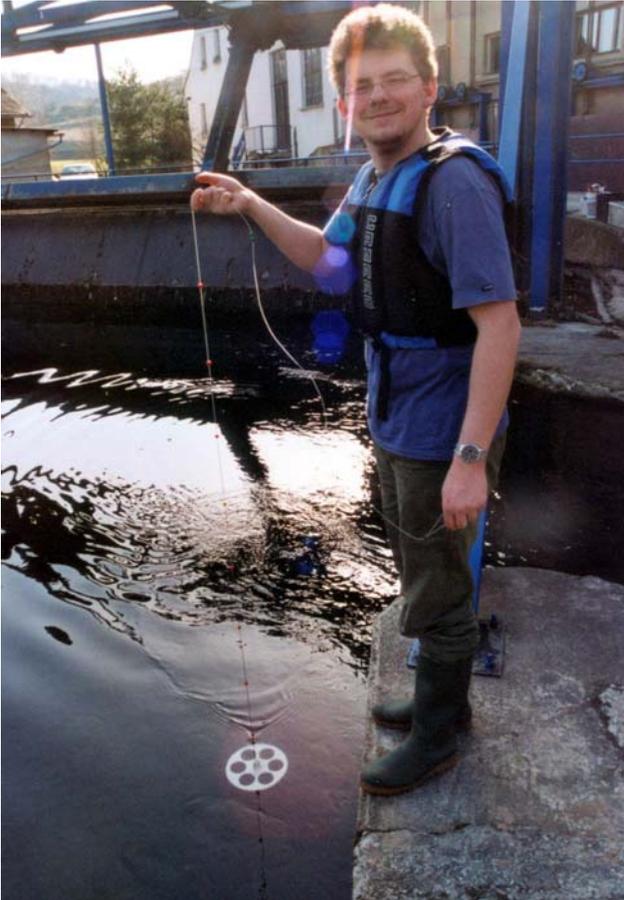
**Foto 22:** blaues Fass als Auftriebskörper zum Aufschwimmen der Hamenecke bei der Demontage



**Foto 23:** am Steertreusenende angebrachter Mörtelkübel



**Foto 24:** Messung abiotischer Parameter



**Foto 25:** Messung der Sichttiefe mittels Secchischeibe; sie wird im Wasser versenkt, bis sie gerade noch sichtbar ist und notiert dann die entsprechende eingetauchte Schnurlänge als Sichttiefe



**Foto 26:** an Führungsleine in richtung Steertreue bewegter Ponton



**Foto 27:** Heben der Steertreuse auf den Ponton



**Foto 28:** Leerung des Mörtelkübels der Steertreuse durch deren Reißverschluss



**Foto 29:**Längenmessung einer Bachforelle



**Foto 30:**Dickenmessung einer Bachforelle



Foto 31: Gewichtsermittlung eines Fisches



Foto 32: mit Saalewasser durchströmte Fässer für die Fischhaltung



**Foto 33:** sezierter Gründling wird mit Licht durchleuchtet, um Wirbelsäulenschäden und Blutungen zu ermitteln



**Foto 34:** Durchsuchen des Rechengutes nach Fischen



**Foto 35:** mit Fass beschwerte Halterung (rechts im Bild) des Splitbeamers – dieser zur ist Erfassung von Fischen vor dem Rechen auf die rechte Seite des Rechens ausgerichtet



**Foto 36:** Auf- und Abstiegsreuse in den U-Profilen des Einlaufbauwerks des FKP eingesetzt



**Foto 37:** zusätzliche Wasserabgabe über das Wehr im Bereich der Fischwanderhilfe zur Gewährleistung der Mindestwasserabgabe



**Foto 38:** unter Holzbalken eingebrachte Schwalgreuse zur Kontrolle des Fischabstiegs über den Bypass



**Foto 39:** Elektrofischung im Staubereich des Oberwassers der WKA



**Foto 40:** Einbau der Besiedlungskisten in den FKP zur Kontrolle der Makrozoobenthoswanderung



**Foto 41:** geöffnete Wehrfelder zur Abgabe einer zusätzlichen Wassermenge zur Gewährleistung der Mindestwasserabgabe



**Foto 42:** das Freischussschütz im unmittelbaren Bereich vor dem Rechen ist optimal für den Fischabstieg geeignet



**Foto 43:** für den oberflächennahen Fischabstiegs wurde das oberste Brett des Feischussschützes entnommen



**Foto 44:** Blutung im Bereich der Wirbelsäule bei einem seziierten Gründling (siehe Pfeil)



**Foto 45:** Wirbelsäulenverletzung bei einem seziierten Gründling (siehe Pfeil)



**Foto 46:** unregelmäßige Stababstände des Rechens aufgrund von Verbiegungen



**Foto 47:** Sedimentablagerung vor dem Rechen im Bereich der linken Ufermauer (flussabwärts)



**Foto 48:** von Kormoranen verletzter Karpfen



**Foto 49:** beim ersten Probelauf umgefallene Borstenelemente



**Foto 50:** mittels Metallwinkel fixierte Borstenelemente



**Foto 51:** FKP in Betrieb



**Foto 52:** Aufstiegsreuse in den U-Profilen des Einlaufbauwerkes des FKP zur Aufstiegskontrolle 2006



**Foto 53:** FKP im Hintergrund des Bildes ohne paralleler gezielter Mindestwasserabgabe – durch das Wehr fließt unkontrolliert Wasser, welches konkurrierend zum FKP eine Lockströmung erzeugen kann



**Foto 54:** Döbel im Bereich unterhalb des Wehres



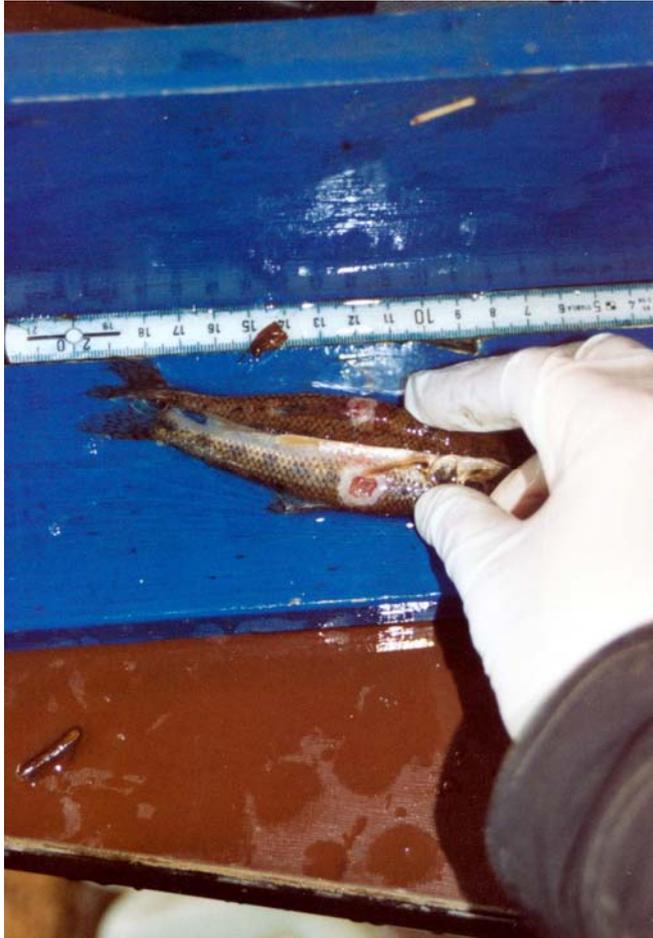
**Foto 55:** große Gründlingschwärme in flachen Bereichen im Mutterbett



**Foto 56:** blutunterlaufenes Auge unterhalb der Pupille bei einem Gründling



**Foto 57:** Blutung zwischen den Brustflossen auf der Bauchseite bei einem Gründling



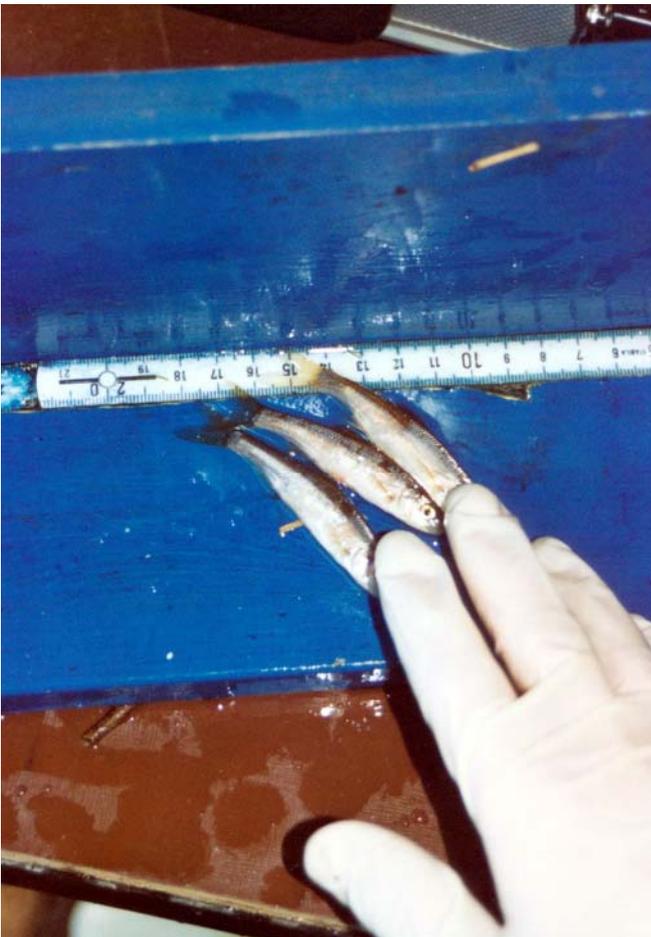
**Foto 58:** infektiöse Fleischwunden bei Gründlingen



**Foto 59:** infektiöse Fleischwunde bei einem Gründling; die Afterflosse fehlt dadurch vollständig



**Foto 60:** Schuppenverluste im hinteren Drittel an einer Hasel; die Schwanzflosse war abgetrennt (Kategorie 5)



**Foto 61:** Schuppenverluste bei Haseln; rechts im Bild Hasel mit flächigen Schuppenverlusten



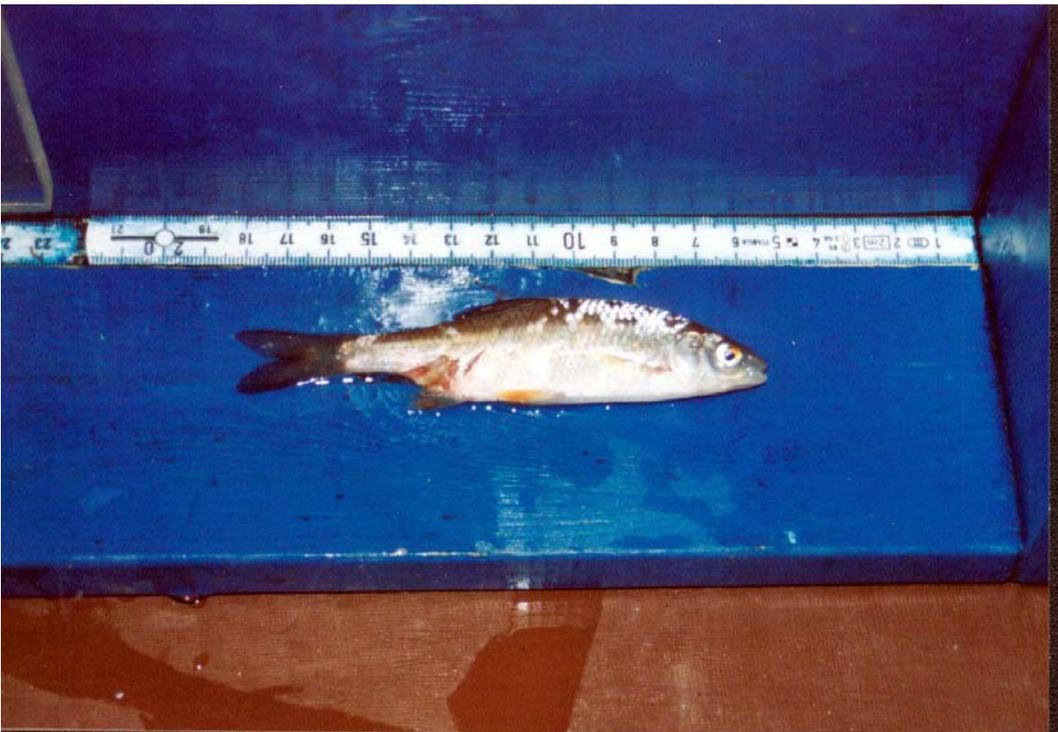
**Foto 62:** Schuppenverluste und Fleischwunde bei einem Hecht



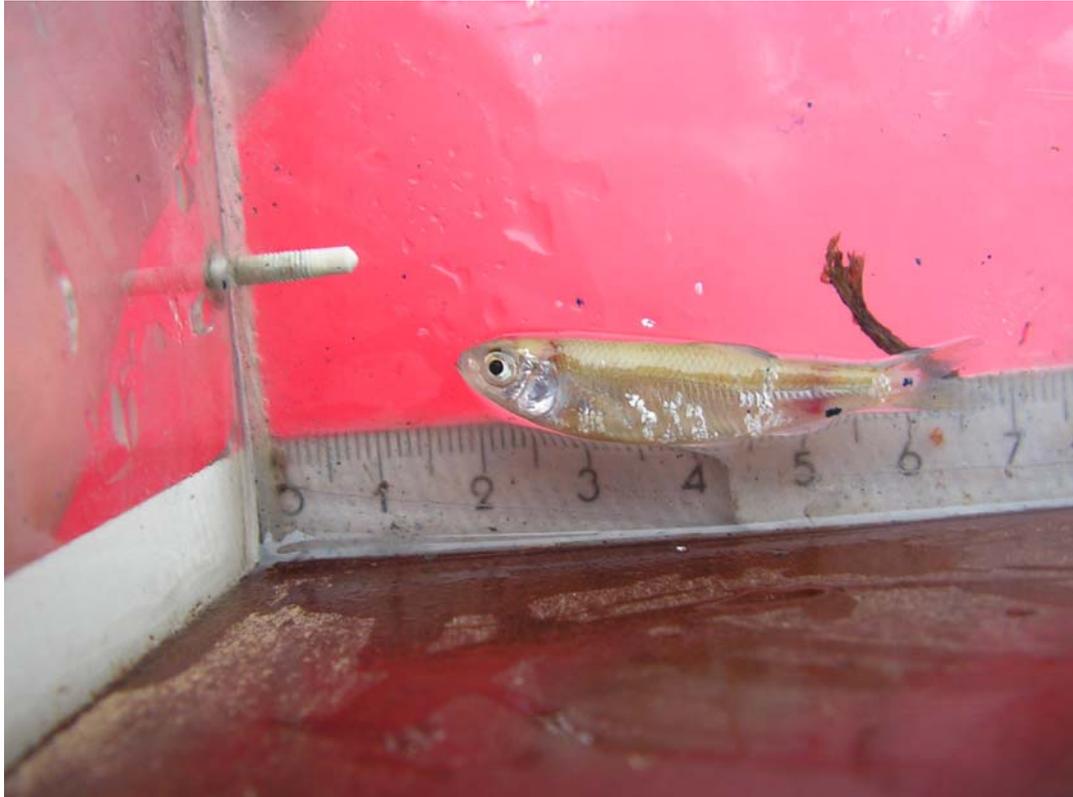
**Foto 63:** Schuppenverluste und Fleischwunde bei einem Hecht; die Draufsicht zeigt, dass beide Seiten aufgrund der Rechenpassage gleichermaßen geschädigt sind



**Foto 64:** durch die Rechenpassage verletzter Hecht



**Foto 65:** Schuppenverluste und Fleischwunde bei einer Plötze



**Foto 66:** flächige Schuppenverluste und Blutung im hinteren Bereich bei einer Plötze



**Foto 67:** entzündete Wunde bei einer Plötze



**Foto 68:** Blutunterlaufenes Auge bei einem Stichling



**Foto 69:** Fleischwunde vor der Rückenflosse bei einem Zander

## Anhang 9: Lateinische Artnamen gefangener Fischarten

**Tab. 24:** Lateinische Artnamen der gefangenen Fischarten

<b>Deutscher Name</b>	<b>Lateinischer Name</b>
<b>Flussaale</b>	<b>Anguillidae</b>
Aal	<i>Anguilla anguilla</i>
<b>Äschen</b>	<b>Thymallidae</b>
Äsche	<i>Thymallus thymallus</i>
<b>Lachsfische</b>	<b>Salmonidae</b>
Bachforelle	<i>Salmo trutta</i> f. <i>fario</i>
Regenbogenforelle	<i>Oncorhynchus mykiss</i>
<b>Karpfenfische</b>	<b>Cyprinidae</b>
Barbe	<i>Barbus barbus</i>
Blaubandbärbling	<i>Pseudorasbora parva</i>
Döbel, Aitel	<i>Leuciscus cephalus</i>
Giebel	<i>Carassius gibelio</i>
Gründling	<i>Gobio gobio</i>
Hasel	<i>Leuciscus leuciscus</i>
Karassche	<i>Carassius carassius</i>
Karpfen	<i>Cyprinus carpio</i>
Plötze, Rotaugen	<i>Rutilus rutilus</i>
Rotfeder	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>
Ukelei	<i>Alburnus alburnus</i>
Schleie	<i>Tinca tinca</i>
<b>Plattschmerlen</b>	<b>Balitoridae</b>
Schmerle	<i>Noemacheilus barbatula</i>
<b>Stichlinge</b>	<b>Gasterosteidae</b>
Dreistachliger Stichling	<i>Gasterosteus aculeatus</i>
<b>Neunaugen</b>	<b>Petromyzonidae</b>
Bachneunauge	<i>Lampetra planeri</i>
<b>Hechte</b>	<b>Esocidae</b>
Hecht	<i>Esox lucius</i>
<b>Echte Barsche</b>	<b>Percidae</b>
Flussbarsch	<i>Perca fluviatilis</i>
Zander	<i>Stizostedion lucioperca</i>
<b>Welse</b>	<b>Siluridae</b>
Wels	<i>Silurus glanis</i>