



Modifizierung, Erprobung und Untersuchung einer neuartigen Fangtechnik zur Erforschung des Fischabstiegs im Bereich von Wasserkraftanlagen



Abschlußbericht

Das Projekt wurde unter dem Az: 18620 von der Deutschen Bundesstiftung
Umwelt gefördert.

Bearbeiter: Dipl.-Biol. Wolfgang Schmalz

Projektleitung: Univ.-Prof. Dr.-Ing. Hans-Peter Hack
Dr.-Ing. Konrad Thürmer

Schleusingen, Januar 2002

Inhaltsverzeichnis

Verzeichnis der Abbildungen, Tabellen und Fotos.....	II
Verzeichnis von Begriffen und Definitionen.....	IV
Zusammenfassung.....	V
1 Einleitung.....	1
2 Hauptteil	3
2.1 Untersuchungsgebiet	3
2.1.1 Die Saale	3
2.1.2 Die Wasserkraftanlage Jägersdorf	6
2.2 Material und Methoden	7
2.2.1 Fangtechnik am Einlaufbauwerk Richtung Wasserkraftanlage	7
2.2.2 Fangtechnik am Wehr.....	12
2.2.3 Fangtechnik am Einlaufbauwerk der Fischaufstiegsanlage.....	14
2.2.4 Versuchsdesign und Methodendiskussion	15
2.3 Öffentlichkeitsarbeit / Multiplikatoren.....	18
3 Fazit.....	19
4 Literaturverzeichnis	20
Danksagung	22
Anhang	23

Verzeichnis der Abbildungen, Tabellen und Fotos

Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Querbauwerke der Saale in Thüringen und deren Durchgängigkeit (Stand 2000); (X \triangle keine Fischaufstiegsanlage).....	4
Tab. 2: Angaben zur Garnstärke in Abhängigkeit von Maschenweite und Material [Eng01]	7

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Überblick über Thüringer Fließgewässer (verändert nach [Thü98])	3
Abb. 2: Vergleich des anthropogen beeinflussten Abflusses der Saale am Pegel Kaulsdorf unterhalb der letzten Saaletalsperre Eichicht (a) und eines geringfügig geregelten Abflusses am Pegel Breitung an der Werra (b) innerhalb identischer Zeiträume.....	5
Abb. 3: Lageplan der Wasserkraftanlage (WKA) (verändert nach [Thü93a] [Thü93b])	6
Abb. 4: Prinzipskizze zur Anbringung des Hamens am Einlaufbauwerk	8
Abb. 5: Skizze des Hamens.....	9
Abb. 6: Skizze der Steertreuse	10
Abb. 7: Fangmethode am Wehrfuß.....	12
Abb. 8: Skizze der Schwalgreuse	14

Fotoverzeichnis

Foto 1: ausgebreiteter Hamen nach seiner Anlieferung in Schleusingen	24
Foto 2: Detailansicht der Hamenöffnung mit Edelstahl-Dreiecken und Metallkette	24
Foto 3: Rechter Stahlträger mit angeschweißter Führungsschiene und eingesetztem T-Profil; daran Stahldreieck des Hamens mittels Fischereischäkel befestigt; links im Bild der blaue Sliphaken, um eine schnelle Trennung der Stahlseile zwischen Seilwinde und Hamen zu ermöglichen.	25
Foto 4: Detailaufnahme des in den rechten Stahlträger eingeführten T-Profiles	25
Foto 5: Draufsicht auf den linken Stahlträger mit eingeführtem T-Profil incl. Fischereischäkel ..	26
Foto 6: linker Stahlträger mit montierten Umlenkrollen.....	26
Foto 7: geschlossener Sliphaken.....	27
Foto 8: Durch Ziehen des blauen Zugseiles (C) kann der Sliphaken unter voller Zugbelastung zwischen Seilwinde und Hamen geöffnet werden – das Stahlseil vom Hamen kommend (B) wird daraufhin freigegeben.	27
Foto 9: an Führungsleine fixierter Ponton.....	28
Foto 10: Steertreusenwechsel vom Ponton aus	28
Foto 11: Abfluß von etwa 15 m ³ /s durch den Hamen in Richtung Wasserkraftanlage.....	29
Foto 12: an Schweißnaht abgebrochener Stahlträger	29
Foto 13: Detailaufnahme der gebrochenen Schweißnaht.....	30

Foto 14: verstärkte rechte Hamenhalterung.....	30
Foto 15: Hamenreinigung vom Ponton aus.....	31
Foto 16: Hamenreinigung vom Ponton aus.....	31
Foto 17: Hamenreinigung an Land.....	32
Foto 18: Ausbuchtung am Hamen infolge der Diagonalströmung.....	32
Foto 19: rechte Seite des Hamens mit geringer Ausbuchtung.....	33
Foto 20: blasenförmige Verdickung am Hamenende mit dadurch entstehenden Rückströmungen	33
Foto 21: aufgestautes Wasser im vorderen Hamenbereich	34
Foto 22: aufgestautes Wasser im hinteren Hamenbereich	34
Foto 23: Nach Lockerung der Stahlseile blieb der Hamen aufgrund des stabilisierenden Wasserdruckes aufgebläht im Mühlgraben stehen.....	35
Foto 24: Bergung des Hamens mit starken Zugkräften (z. B. PKW).....	35
Foto 25: Reinigung des Hamens.....	36
Foto 26: Laub vor der Entnahme aus dem Hamen; im Hintergrund bereits entnommenes Laub	36
Foto 27: Reinigungsversuch mit durch B-Pumpe erzeugtem Wasserstrahl.....	37
Foto 28: auf der Wasseroberfläche in Richtung Einlaufbauwerk des Mühlgrabens (links im Bild) treibendes Laub	37
Foto 29: tiefergesetztes oberes NIRO-Dreieck des Hamens	38
Foto 30: am linken T-Profil tiefergesetzte Umlenkrolle.....	38
Foto 31: ca. 60 cm unter der Wasseroberfläche liegende Hamenöffnungsoberkante; ein Teil des Laubes bewegt sich mit der Strömung über den Hamen hinweg	39
Foto 32: knapp ins Wasser eintauchende Schütztafeln mit hängengebliebenem Schwemmmaterial	39
Foto 33: am Wehrfuß angebrachtes Netz	40
Foto 34: bei höherer Wasserführung über das Wehr sind die 2,2 m langen Seile zwischen Schwimmerleine und Befestigungskette am Wehrfuß zu erkennen	40
Foto 35: durch Kettenglieder in den Beton geschossene Stahlstifte.....	41
Foto 36: Absammeln der gefangenen Fische	41
Foto 37: Bei hoher Wasserführung sind die Schwimmer des Netzes nicht zu sehen, da sie von der Strömung unter Wasser gedrückt werden.	42
Foto 38: bei hoher Wasserführung vom Wehrfuß abgelöstes Wehrnetz; die Schwimmerleine liegt stellenweise parallel zur Strömung	42
Foto 39: Betongewichte zum Absenken des Wehrfußnetzes.....	43
Foto 40: Reuse im Einlauf der Fischaufstiegsanlage	44
Foto 41: Fangfertige Reuse in der Fischaufstiegsanlage.....	44
Foto 42: hochgehängte Reuse	45

Verzeichnis von Begriffen und Definitionen

Ausleitungsstrecke: auch Mühlgraben oder Werkgraben; künstlicher Wasserlauf an Ausleitungskraftwerken, der es ermöglicht, durch Aufstau und Lauflängenverkürzung das Gefälle bzw. die entstehende Fallhöhe zur Energieerzeugung nutzen

diurnal: täglich, innerhalb 24 Stunden

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

GFK: Glasfaserverstärkter Kunststoff

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

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.

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

Mühlgraben: siehe Ausleitungsstrecke

Mutterbett: natürlicher Flußlauf an Ausleitungskraftwerken zwischen dem Abzweig und der Einmündung der Ausleitungsstrecke; dem Mutterbett wird ein großer Teil des Wassers entzogen und der Wasserkraftnutzung zur Verfügung gestellt

PA: Polyamid, Nylon

PE: Polyethylen

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

Reuse: Netzschlauch mit eingebauten Kehlen zum Fang von Fischen

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

Steertreuse: am Ende des Hamens angebrachte Reuse

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

Werkgraben: siehe Ausleitungsstrecke

Zusammenfassung

Mit der neuartigen Kombination von drei verschiedenen Fangmethoden, gefördert von der DBU (Az. 18620), konnte die Abwärtswanderung der Fische im Bereich der Wasserkraftanlage Jägersdorf/Saale quantitativ erfaßt werden. Die Untersuchung der Abwanderung ist Inhalt eines weiteren von der DBU geförderten Projektes mit dem Titel „Möglichkeiten der Anwendung und Effektivität verschiedener akustischer Scheueinrichtungen zum Schutz der Fischfauna vor Turbinenschäden“ (Az. 15864). Dabei werden nicht nur Aussagen zur Fische scheuchung erbracht, sondern auch über das Abwanderverhalten der Fische bezüglich der drei möglichen Wanderwege Fischaufstiegsanlage, Wehr und Ausleitungsstrecke. In dem vorliegenden Bericht wird entsprechend des Projektinhaltes ausschließlich auf die Fangtechniken, deren Einsatzmöglichkeiten und –grenzen eingegangen.

Am Einlaufbauwerk Richtung Wasserkraftanlage wurde ein Hamen eingesetzt. Diese Methode wurde 1999 zur Untersuchung von turbinenbedingten Schäden an Fischen an der Wasserkraftanlage Dettelbach/Main eingesetzt [Hol99] (TU München / Weihenstephan, Departement für Tierwissenschaften, AG Fischbiologie, Leitung Herr Prof. Stein). Die Hameninstallation erfolgte dabei hinter der Turbine.

Des weiteren wurde in Jägersdorf unterhalb des Wehres ein langes Netz angebracht, um alle Fische zu erfassen, die über das Wehr abstiegen. Im Einlaufbauwerk der Fischaufstiegsanlage diente eine Reuse zum Abfangen der Fische. Während der ersten zwei Untersuchungswochen mit zweistündigen Kontrollen rund um die Uhr konnte festgestellt werden, daß die Fische fast ausschließlich nachts abwärts wanderten. Daraufhin kamen die Fangtechniken nur noch in den Nachtstunden zum Einsatz. Abhängig vom Abfluß und der Individuenanzahl nahm die Kontrolle aller Netze zwischen 40 und 120 Minuten in Anspruch. Zwei Personen waren für die Kontrollen der Netze ausreichend, wobei für die nächtlichen Arbeiten insgesamt 4 Personen im Schichtbetrieb arbeiteten. Bei hoher Wasserführung mit einem Abfluß größer als 10 m³/s über das Wehr, dies war in Jägersdorf ab etwa 25 m³/s Gesamtabfluß und vollem Betrieb aller drei Turbinen gegeben, konnten mit dem Wehrfußnetz keine Fische mehr gefangen werden. Der Hamen war bei maximalem Abfluß von etwa 15 m³/s (\triangleq maximale Schluckvermögen der drei Turbinen) voll einsatzfähig. Mit beginnendem Laubfall waren häufige Hamenreinigungen nötig. Bei weiterhin zunehmendem Laubaufkommen konnte diese Fangtechnik nicht mehr eingesetzt werden. Verschiedene Varianten zur Beseitigung des Laubs wurden getestet und erwiesen sich für den Dauereinsatz als ungeeignet. In einer weiterführenden Studie sind Untersuchungen geplant, die zeigen sollen, ob durch Veränderung der Hamendimensionen wichtige Parameter wie z. B. der Anströmwinkel zum Netz die Selbstreinigung begünstigen können. Die Reuse in der Fischaufstiegsanlage lieferte bei sehr starkem Laubaufkommen oder wenn sie durch Bisamverbiß beschädigt wurde, keine Daten.

1 Einleitung

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]. Bezüglich der abwärts gerichteten Migration ist noch 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. In dem Projekt „Möglichkeiten der Anwendung und Effektivität verschiedener akustischer Scheucheinrichtungen zum Schutz der Fischfauna vor Turbinenschäden“ (Az. 15864) wurde bei den Freilandversuchen die abwärts gerichtete Fischwanderung untersucht. Ziel war es, zu prüfen, ob sich die Tiere mittels akustischer Scheuchtechnik davon abhalten ließen, in Richtung Wasserkraftanlage zu wandern. Um bei derartigen Untersuchungen aussagekräftige Daten zu erhalten, ist es notwendig zu wissen, wie viele Fische insgesamt im Fluß abwärts wanderten. Fängt man ausschließlich nur diejenigen Individuen, welche Richtung Wasserkraftanlage wanderten, so können naturbedingte Schwankungen bei der Wanderaktivität als Folge der Scheuchtechnik fehlinterpretiert werden. Probleme bei derartigen Untersuchungen bereiten die hohen Wassermengen größerer Flüsse, die die Fangnetze passieren müssen. 1999 stellte Herr Dr. Holzner¹ eine Hamenfangmethode vor, mit welcher es ihm gelang, das gesamte durch zwei Turbinen fließende Wasser einer Wasserkraftanlage im Main auf verletzte Fische hin zu untersuchen [Hol99]. Pro Turbine (Schluckvermögen 60 m³/s) kam ein Hamen zum Einsatz, der die Fische in eine Steertreuse leitete. Diese Technik erwies sich für die Befischung großer strömender Wassermengen als geeignet. Die im Bericht vorgestellte Hamen-Fangmethode basiert auf Untersuchungserfahrungen von Herrn Holzner. Ihm sei an dieser Stelle für seine Ratschläge und den konstruktiven Gedankenaustausch gedankt.

Drei verschiedene Fangvorrichtungen kamen zum Einsatz, um die abwärts gerichtete Wanderung der Fische in der Saale bei Jägersdorf quantitativ zu erfassen:

- im Mühlgraben Richtung Turbine ein Hamen mit Steertreuse,
- am Wehr ein langes Netz entlang des Wehrfußes und
- im Einlaufbereich des bestehenden Fischpasses eine Reuse.

¹ TU München / Weihenstephan, Departement für Tierwissenschaften, AG Fischbiologie, Leitung Herr Prof. Stein

Im vorliegenden Bericht werden die einzelnen Fangmethoden detailliert beschrieben, deren Einsatzmöglichkeiten und Grenzen aufgezeigt. Bei der Methodenbetrachtung werden Erkenntnisse bezüglich des Arbeitsaufwandes der kombinierten Fangtechnik in Abhängigkeit von der jahreszeitlich unterschiedlichen Geschwemmselfracht, der Wassermenge und dem Fischaufkommen aufgezeigt. Die Daten der Fischbewegungen mit und ohne Einfluß einer Scheuchanlage sind dem Abschlußbericht „Möglichkeiten der Anwendung und Effektivität verschiedener akustischer Scheucheinrichtungen zum Schutz der Fischfauna vor Turbinenschäden“ (Az. 15864) zu entnehmen.

2 Hauptteil

2.1 Untersuchungsgebiet

2.1.1 Die Saale

Die Untersuchungen fanden im Bereich der Wasserkraftanlage Jägersdorf an der Saale statt. Dieser Fluß durchfließt Thüringen von Süden kommend Richtung Norden (Abb. 1).

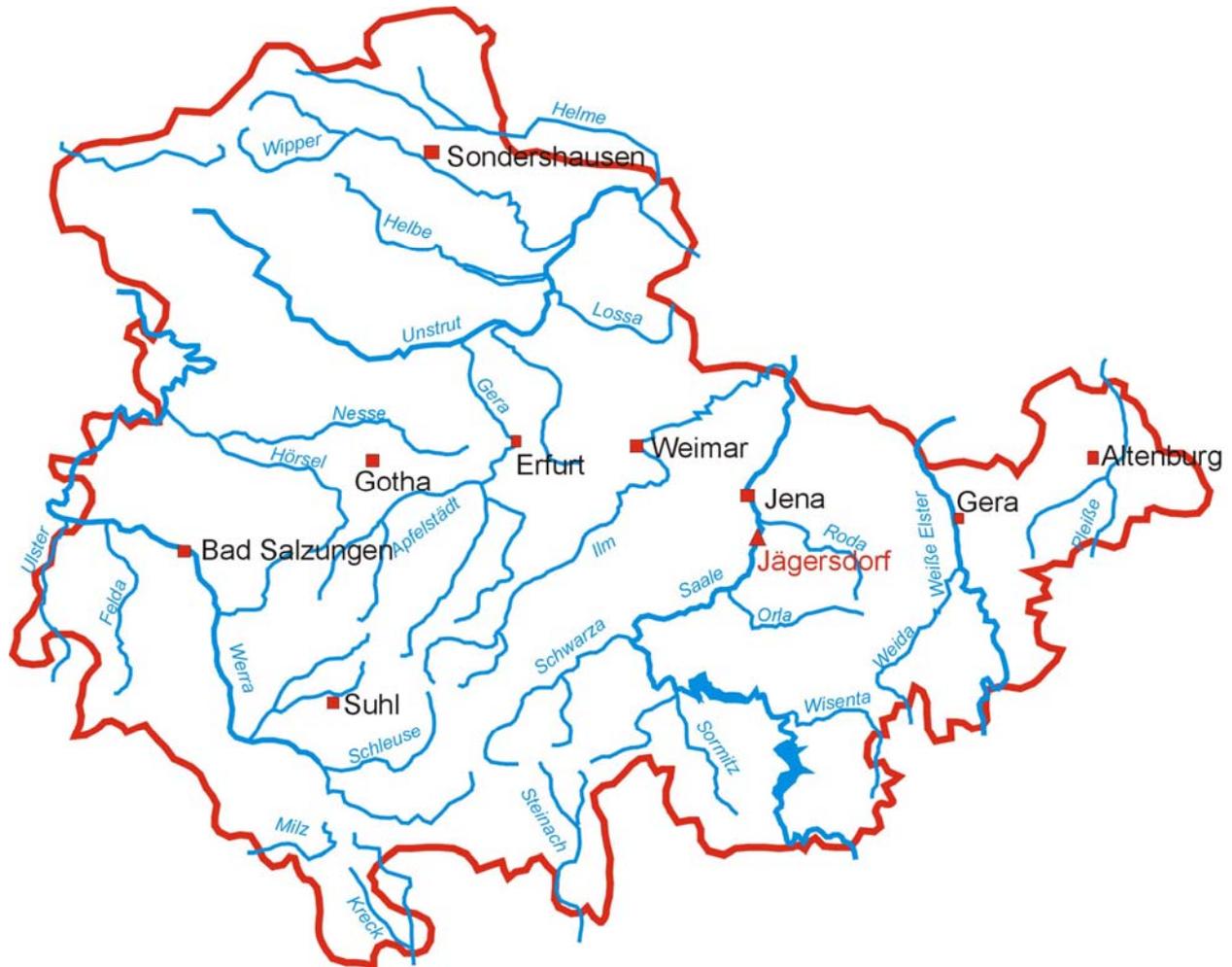


Abb. 1: Überblick über Thüringer Fließgewässer (verändert nach [Thü98])

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 sogenannte „Saalekaskade“. Aufeinander folgend durchfließt die Saale die Talsperren Bleiloch, Burgkammer, Walsburg, Hohenwarte und Eichicht. Parallel zum Hochwasserschutz dienen die Sperren auch der Energiegewinnung [Thü93]. Unterhalb Eichicht folgen innerhalb Thüringens 18 Wehre, die zum Teil zur Energieerzeugung mittels Kleinwasserkraftanlagen genutzt werden

(Tab. 1), so auch am Standort Jägersdorf südlich von Jena (Abb. 1). 21 weitere Wehre existieren in Sachsen-Anhalt.

Tab. 1: Querbauwerke der Saale in Thüringen und deren Durchgängigkeit (Stand 2000); (X \triangleq keine Fischaufstiegsanlage)

Nr.	Wehr/Wanderhindernis	Fischaufstieg	Funktionskontrolle	Funktionsfähigkeit
1	Wehr Camburg	X		
2	Wehr Döbritschen	geplant	geplant	?
3	Dorndorfer Wehr	Beckenpass	nein	nein – Mängel deutlich sichtbar
4	Porstendorfer Wehr	geplant	?	?
5	Paradieswehr Jena	Schlitzpaß	?	?
6	Rasenmühlenwehr Jena	Schlitzpaß	?	?
7	Wehr Burgau	geplant	?	?
8	Wehr Jägersdorf	Umgehungsgerinne	ja	ja
9	Kahlaer Wehr	X		
10	Uhlstädter Wehr	Beckenpaß	?	?
11	Volkstedter Wehr	X		
12	Wehr Unterpreilipp	Umgehungsgerinne	?	?
13	Göritzmühlenwehr	X		
14	Mittelmühlenwehr Saalfeld	X		
15	Saalfelder Teilewehr	X		
16	Obernitzer Wehr	X		
17	Reschwitzter Wehr	X		
18	Fischersdorfer Wehr	X		
19	Talsperre Eichicht	X		
20	Talsperre Hohenwarte	X		
21	Ludwigshütter Wehr	X		
22	Nähermühlenwehr Ziegenrück	X		
23	Fernmühlenwehr Ziegenrück	X		
24	Pappenwehr Ziegenrück	X		
25	Walsburger Wehr	Schlitzpass	?	?
26	Talsperre Walsburg	X		
27	Burgkammer-Ausgleichsbecken	X		
28	Bleilochtalsperre	X		
29	Blankensteiner Wehr	X		
30	Wehr Katzenhammer	X		
31	Blanenberger Wehr	X		
32	Blumenaumühlenwehr	X		
33	Saalbacher Wehr	X		
34	Sparnberger Wehr	X		
35	Kuhmühlenwehr	X		
36	Steinmühlenwehr Hirschberg	X		

Das Abflußregime im Bereich Jägersdorf läßt sich mit folgenden Eckdaten charakterisieren: MNQ = 9,50 m³/s; MQ = 28,61 m³/s; MHQ = 133,43 m³/s. Da der Abfluß durch den Hochwasserschutz bestimmt wird, zeigt er keine naturnahe Dynamik. Wie in Abbildung 2 zu sehen ist, steigt und sinkt der Abfluß sehr sprunghaft.

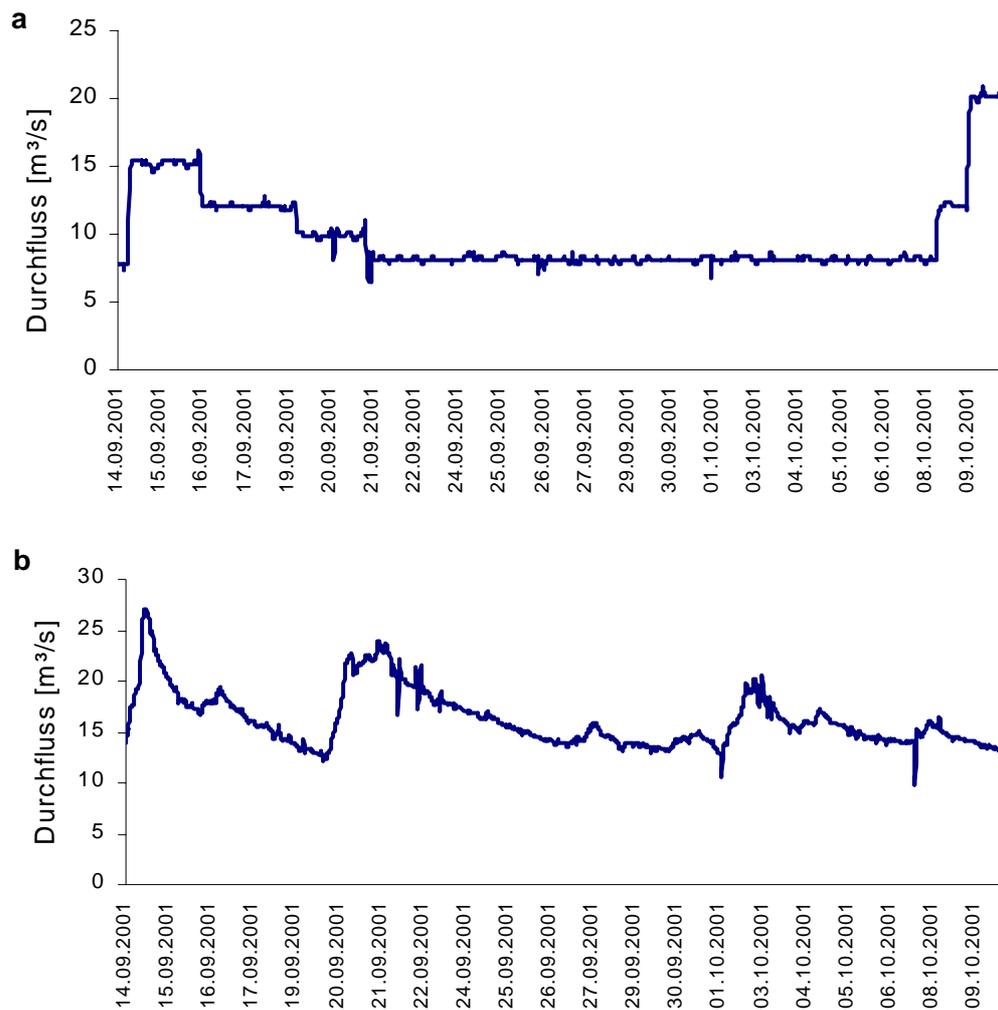


Abb. 2: Vergleich des anthropogen beeinflussten Abflusses der Saale am Pegel Kaulsdorf unterhalb der letzten Saaletalsperre Eichicht (a) und eines geringfügig geregelten Abflusses am Pegel Breitenen an der Werra (b) innerhalb identischer Zeiträume

2.1.2 Die Wasserkraftanlage Jägersdorf

Die Wasserkraftanlage Jägersdorf (gefördert von der DBU – Az. 02527) ist ein Ausleitungskraftwerk. Ein Teil des Wassers wird über den Mühlgraben Richtung Turbinen geführt (Abb. 3). Zur Stromerzeugung werden 3 Kaplanrohrturbinen mit einem maximalen Schluckvermögen von jeweils $4,9 \text{ m}^3/\text{s}$ bei einer Fallhöhe von $3,29 \text{ m}$ verwendet. Eine funktionsfähige Fischaufstiegsanlage (DBU-Förderkennzeichen Az. 09567/02) in Form eines naturnahen Umgehungsgerinnes gewährleistet die Durchgängigkeit am Wehr.

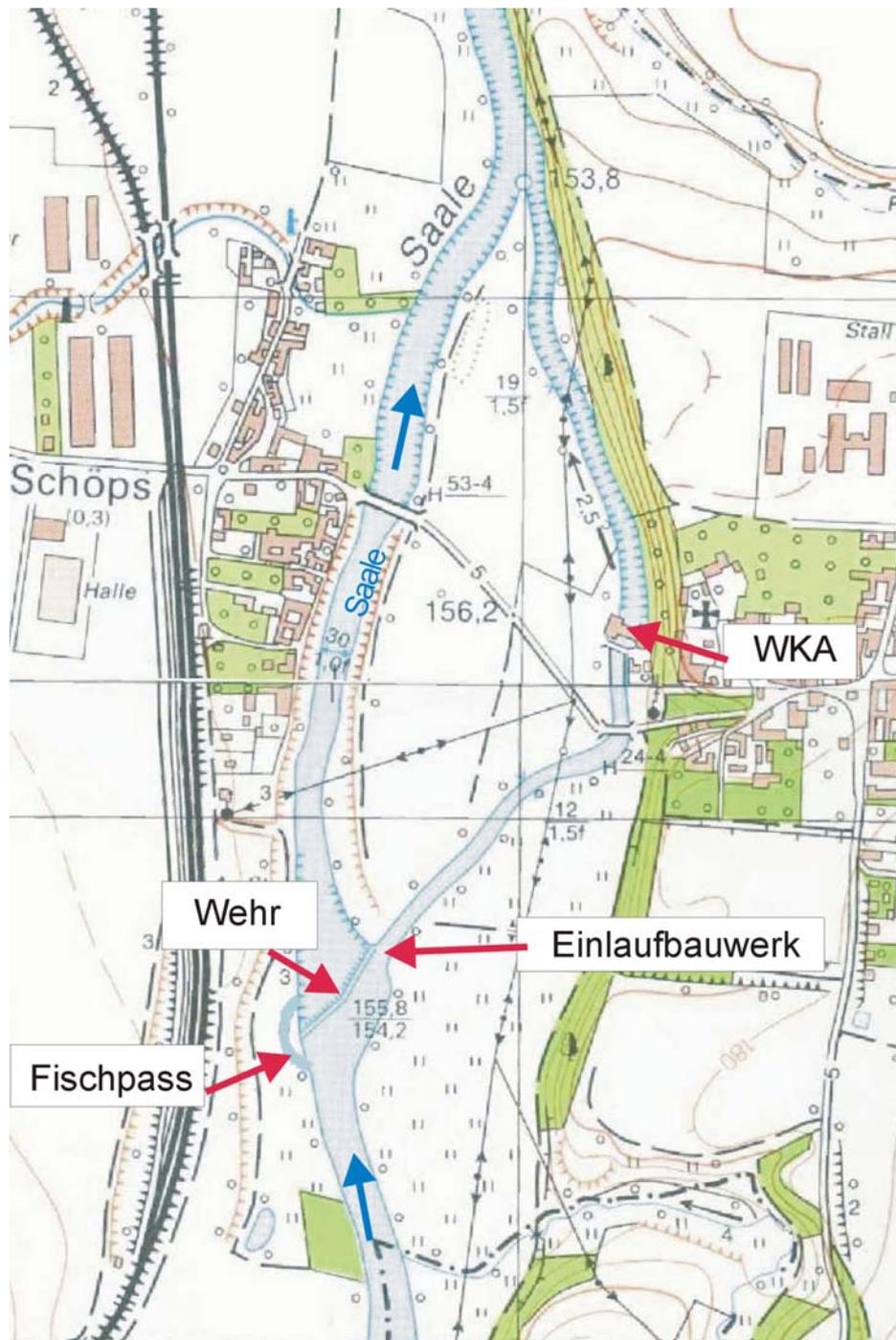


Abb. 3: Lageplan der Wasserkraftanlage (WKA) (verändert nach [Thü93a] [Thü93b])

2.2 Material und Methoden

2.2.1 Fangtechnik am Einlaufbauwerk Richtung Wasserkraftanlage

Am Einlaufbauwerk wurde ein Hamen eingesetzt. Er besaß vorn eine rechteckige Öffnung von 13,20 m x 1,90 m und verjüngte sich auf einer Länge von über 25 m zu einer runden Öffnung von 0,65 m Durchmesser (Foto 1, Anhang). Als Richtgröße wurde die Länge entsprechend des Öffnungsumfanges geplant. Die Maschenweiten nahmen von vorn nach hinten ab. In der Hamenskizze (Abb. 5) sind die jeweiligen Werte angegeben. Die Garnstärken sind entsprechend der nacheinander folgenden Maschengrößen Tabelle 2 zu entnehmen.

Tab. 2: Angaben zur Garnstärke in Abhängigkeit von Maschenweite und Material [Eng01]

Garn-Nr. (Herstellerangaben)	Maschenweite [mm]	Material	Garnstärke [mm]
360/51	56	PE	2,2
360/39	50	PE	2,0
360/27	40	PE	1,5
360/27	30	PE	1,5
360/27	25	PE	1,5
210/27	20	Nylon, schwarz geteert	1,1
210/18	16	Nylon, schwarz geteert	0,85
210/18	12	Nylon, schwarz geteert	0,85
210/39	12	Nylon, schwarz geteert	1,4

An jeder der 4 Ecken der Hamenöffnung war ein rostfreies Stahldreieck eingearbeitet (Foto 2, Anhang). Zur Befestigung des Hamens direkt hinter den geöffneten Schützen des Einlaufbauwerks wurden speziell konstruierte Stahlhalterungen angebracht. Sie waren so gebaut, daß ein senkrechter Stahlarm von der Wasseroberfläche bis auf den Grund des Mühlgrabens reichte. Die biegesteifen Stahlarme wurden zusätzlich mit Stahlseilen entgegen der Strömung verspannt. An jedem Träger war eine Führungsschiene angeschweißt (Detailskizze in Abb. 4), die für die Aufnahme eines T-Profilstahles geeignet war (Foto 3, Anhang). Die zum rechten Ufer (flußabwärts gesehen) zugewandten rostfreien Stahldreiecke (NIRO-Dreiecke) der Hamenöffnung wurden mit Fischereischäkeln an einem entsprechend vorgebohrten T-Profilstahl befestigt (Foto 4, Anhang). Dieses konnte anschließend in die Führungsschiene des rechten Trägers eingeführt werden. In den linken Träger wurde auf gleiche Weise ein T-Profil hineingeschoben (Foto 5, Anhang). An diesem war in Bodennähe und an der Wasseroberfläche je eine rostfreie Umlenkrolle, sogenannte NIRO-Blöcke, mit Schäkeln befestigt (Foto 6, Anhang). An den NIRO-Dreiecken der linken Hamenseite waren Stahlseile und große Auftriebskörper (blaue Fässer; Foto 23, Anhang) angebracht. Letztere

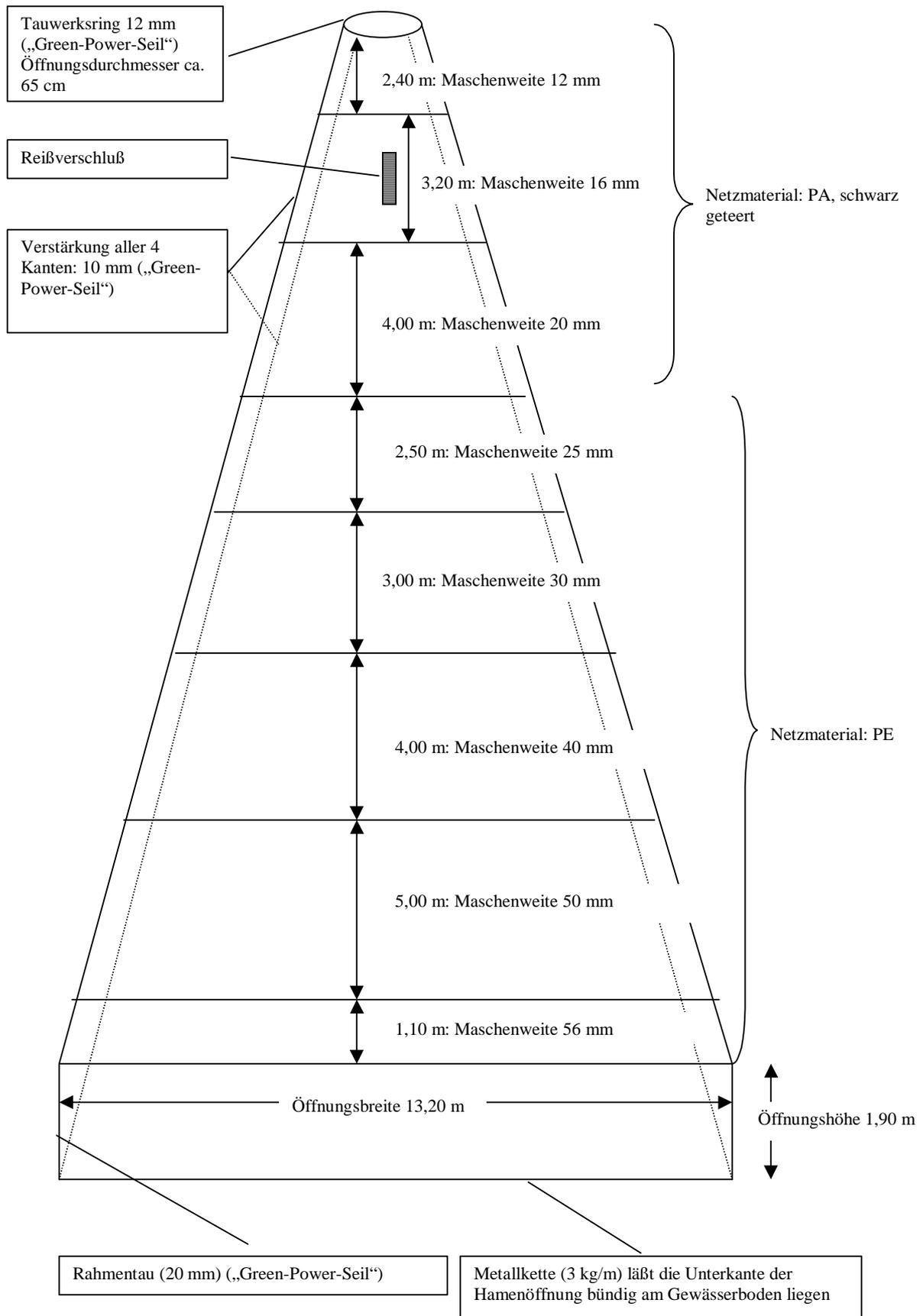


Abb. 5: Skizze des Hamens

Das von der Seilwinde kommende Stahlseil war mit dem Seil, welches zum Hamen weiterführte, mit einem Sliphaken verbunden (Foto 3, Anhang). Dieser ließ sich auch unter starker Zugbelastung über eine Zugschnur öffnen und konnte somit das zum Hamen weiterführende Stahlseil freigeben (Fotos 7 und 8, Anhang). Dies diente als Sicherheit, um bei unvorhersehbaren Problemen den Hamen schlagartig auf seiner linken Öffnungsseite freizugeben. Er schwenkte dann nach rechts. Dadurch sank der Wasserdruck im Hamen sofort. Nachdem der Hamen in seine endgültige Position gebracht wurde, konnte eine Steertreuse (Abb. 6) mit einer Maschenweite von 8 mm am Hamen angebracht werden. Dabei wurde der starre GFK-Ring der Reuse in den flexiblen engeren Tauwerksring des Hamens geführt (der Tauwerksring wurde dabei oval verformt) und zusätzlich an drei Stellen mit Kabelbindern fixiert. Drei Schwimmer entlang der Steertreuse zeigten ihre Lage im Wasser.

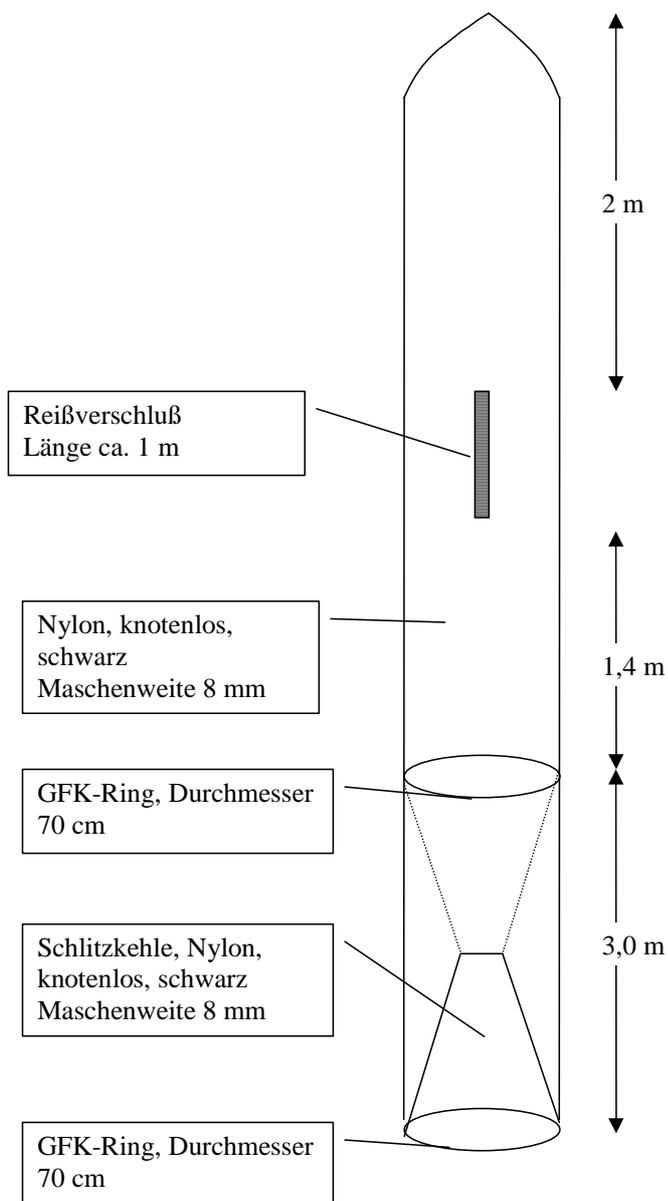


Abb. 6: Skizze der Steertreuse

Zur Leerung wurde ein schwimmender Ponton an einer Führungsleine entlang zur Steertreue bewegt (Foto 9, Anhang). Letztere wurde aus dem Wasser gehoben und vom Hamen getrennt (Foto 10, Anhang). Im Tausch wurde eine zweite Reuse angebracht. Dadurch entstanden keine Fangausfälle während der Leerung. Der Reuseninhalt wurde in einen großen Behälter mit Wasser gegeben. Hierfür wurde der Inhalt der Fangkammer an das Ende der Reuse gerüttelt. Dieses ließ sich öffnen, nachdem der Strick, mit welchem das Reusenende zugebunden war, gelöst wurde. Das Schwemmgut wurde aussortiert und die im Sortierbehälter zurückgebliebenen Fische auf Art bestimmt, gemessen und anschließend im Mutterbett entlassen.

Der Hamen und die Steertreue waren mit Reißverschlüssen versehen (Abb. 5 und 6). Sie waren zur Notöffnung vorgesehen, falls Geschwemmsel den Wasserdruck in den Netzen zu stark ansteigen ließ. Bei den Arbeiten wurden sie zu Reinigungszwecken als zusätzliche Öffnung verwendet.

Der höchste Wasserdurchsatz durch den Hamen betrug entsprechend des maximalen Schluckvermögens der drei Turbinen etwa 15 m³/s (Foto 11, Anhang). Beim ersten Maximalabfluß Richtung Wasserkraftanlage am 16.07.2001 (Gesamtabfluß der Saale bei Jägersdorf lag zu dieser Zeit bei 50 m³/s) brach die rechte Halterung des Hamens an einer Schweißnaht zwei Stunden nach dem Aufspannen der Fangtechnik (Fotos 12 und 13, Anhang). Grund dafür war eine zur Mühlgrabenmitte wirkende Zugkraft, die von einer Diagonalströmung, welche in Kapitel 2.2.4 näher beschrieben wird, hervorgerufen wurde. Daraufhin wurde die Bruchstelle vorübergehend zusammenschweißt und vor der nächsten Untersuchungswoche verstärkt (Foto 14, Anhang).

2.2.2 Fangtechnik am Wehr

Ein Teil des Wassers floß abhängig von der jeweiligen Abflußsituation über das Schlauchwehr (geforderte Mindestrestwassermenge 3,1 m³/s). Es ist in 4 Wehrfelder aufgeteilt. Entlang des 110 Meter langen Wehrfußes wurde ein bandförmiges 3 m breites Netz mit einer Maschenweite von 8 mm befestigt (Foto 33, Anhang), welches in 4 Einzelnetze entsprechend der Wehrfelder unterteilt war. Die Länge der Einzelnetze betrug von links nach rechts 29,7 m, 33,1 m, 38,2 und 9,0 m. Jedes Netztuch war an einer Längsseite zur Befestigung am Wehrfuß mit einer Metallkette (ca. 1,8 kg pro laufenden Meter) versehen. Parallel hierzu verlief im Abstand von 2 m eine Bleileine (150 Gramm Abtrieb pro laufenden Meter [Mec01]). Sie sorgte mit ihrem Gewicht dafür, daß das Netz muldenförmig unter Wasser gehalten wurde (Abb. 7). An der der Metallkette gegenüberliegenden Längsseite waren Schwimmkörper (pro laufenden Meter 5 Schwimmer á 200 Gramm Auftrieb [Mec01]) angebracht. Diese sorgten dafür, daß der hintere Rand des Netzes an der Wasseroberfläche gehalten wurde (Abb. 7). Etwa alle 5 m war eine 2,2 m lange Querleine zwischen Metallkette und Schwimmerleine angeordnet (Foto 34, Anhang). Diese unterstützte die muldenförmige Ausprägung des 3 m breiten Netzes. Die Netze endeten an den Querseiten mit 2,2 m langen Schwimmerleinen; Auftrieb und Abstände der Schwimmer entsprachen denen der Längsseite. Die Befestigung dieser Fangeinrichtung erfolgte dadurch, daß etwa alle 2 m durch die oben erwähnte Metallkette Stahlstifte (70 x 3,5 mm) mit einem Bolzenschußgerät in den Beton des Wehrfußes geschossen wurden. Gelochte Unterlagscheiben sorgten dafür, daß die Kettenglieder (Innendurchmesser 20 mm) nicht über die Köpfe der Stahlstifte rutschten (Foto 35, Anhang).

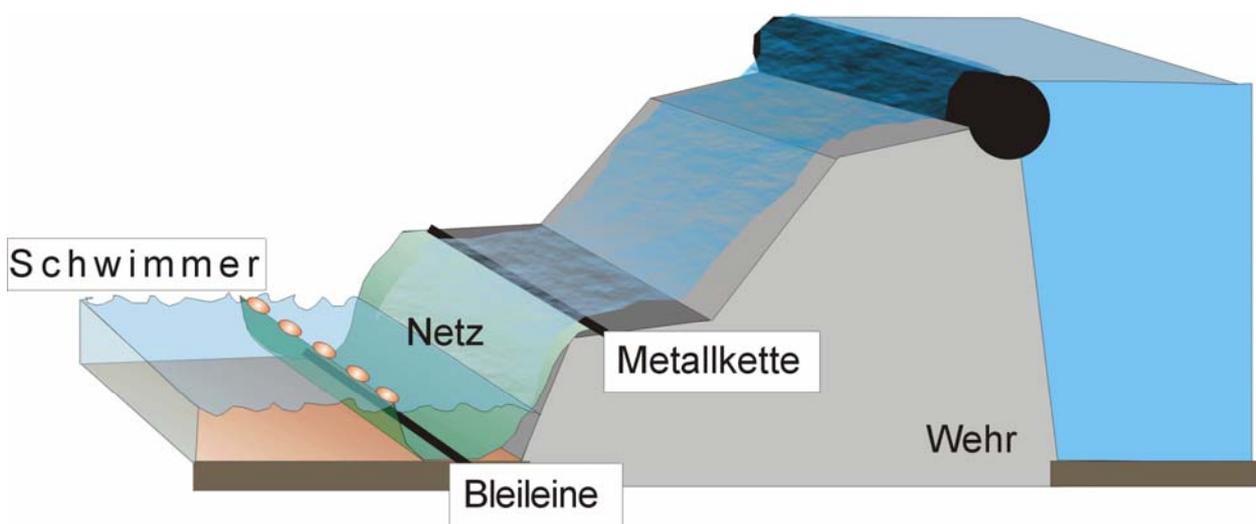


Abb. 7: Fangmethode am Wehrfuß

Da der Wasserstand unterhalb des Wehres maximal 1,2 m betrug, konnten die Fische am Netz entlang watend abgesammelt werden (Foto 36, Anhang). Ab einem Abfluß von über 10 m³/s über das Wehr mußten die Netzkontrollen eingestellt werden, da die Strömung so stark wurde, daß es nicht möglich war, am Netz entlang zu laufen. Des weiteren wurden die Schwimmer unter Wasser gedrückt (Foto 37, Anhang). Dadurch konnten keine Fische mehr gefangen werden. Nach zwei höheren Abflußereignisse über das Wehr lockerten sich mehrere Stahlstifte, so daß sich die Metallkette an verschiedenen Stellen ablöste (Foto 38, Anhang). Nach Absinken des Abflusses mußten weitere Halterungsstifte in den Beton geschossen werden.

2.2.3 Fangtechnik am Einlaufbauwerk der Fischaufstiegsanlage

In die U-Profile des zwei Meter breiten Einlaufbauwerks der Fischaufstiegsanlage wurde eine doppelkehlige Schwalgreuse eingesetzt (Abb. 8; Fotos 40 und 41, Anhang). Dadurch wurde gewährleistet, daß alle Fische, die über den Fischpass abstiegen, erfaßt wurden. Über die verschließbare Öffnung am Ende des Steerts (hinterer Fangteil) der Reuse konnten die gefangenen Fische entnommen werden. In Abbildung 8 sind die Maschenweiten und Dimensionen der Reuse angegeben. Etwa $0,3 \text{ m}^3/\text{s}$ werden durch den Fischpass geleitet. Die Fängigkeit der Reuse wurde in Einzelfällen bei starkem Laubaufkommen und durch Bisamverbiß eingeschränkt. Tagsüber und an Tagen ohne Freilanduntersuchungen wurde die Reuse in den U-Profilen nach oben gezogen. Somit konnten die Fische in beide Richtungen ungehindert wandern (Foto 42, Anhang).

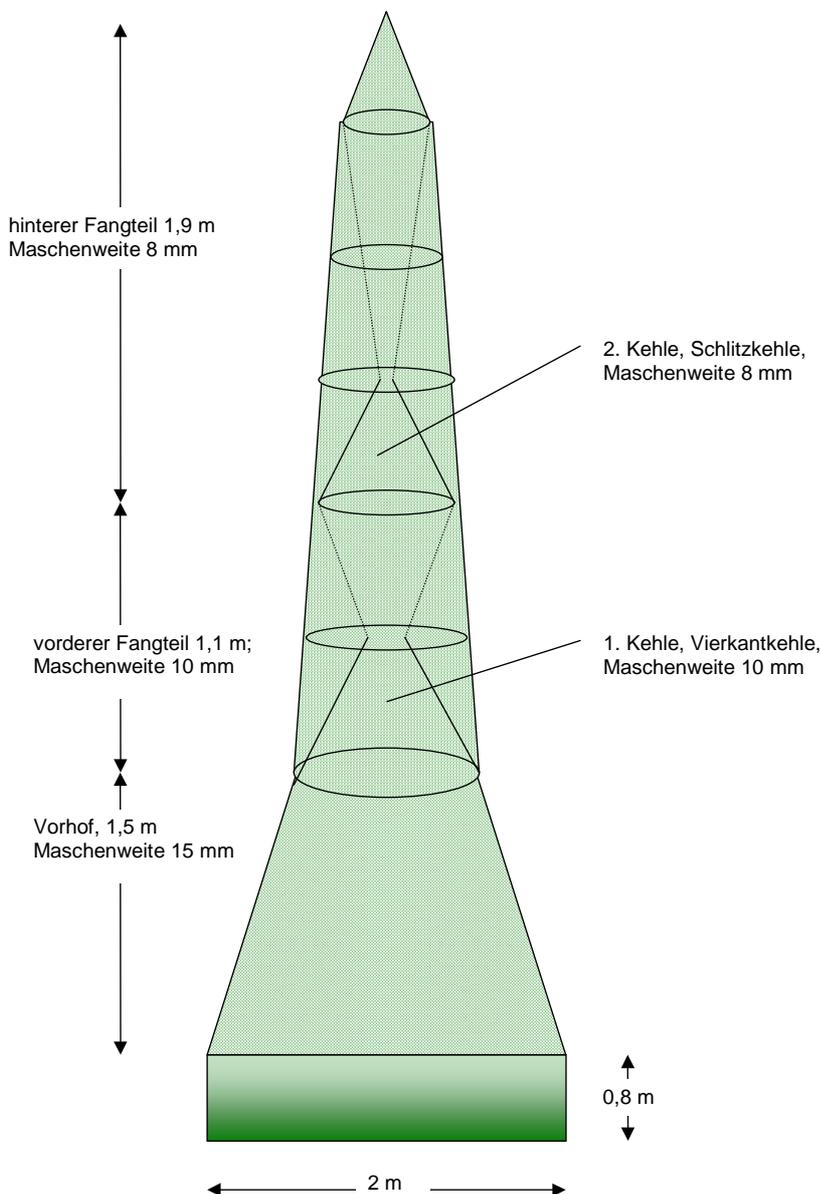


Abb. 8: Skizze der Schwalgreuse

2.2.4 Versuchsdesign und Methodendiskussion

Die Freilanduntersuchungen mit den fertig einsetzbaren Fangnetzen starteten am 25.06.2001. Die wöchentlichen Untersuchungsblöcke begannen montags und endeten donnerstags. Am Montag wurden die Netze vorbereitet und gegebenenfalls gereinigt und geflickt, so daß um 19:00 Uhr die Steertreue am Hamen befestigt, das Wehrfußnetz entleert und die Reuse der Fischaufstiegsanlage in ihre endgültige Fangposition gebracht werden konnte. Ab diesem Zeitpunkt erfolgten alle zwei Stunden die Leerungen der Netze in immer gleichbleibender Reihenfolge. Kürzere Abstände waren nicht möglich, da je nach Abflußsituation und gefangener Fischmenge eine Kontrolle aller Netze bis zu zwei Stunden dauerte. Der geringste Zeitaufwand betrug 40 Minuten. Zwei Personen konnten diese Arbeit, wenn keine Komplikationen vorkamen, durchführen. Für die Leerungen im Schichtwechsel waren 4 Personen vor Ort nötig. Die gefangenen Fische wurden auf Art bestimmt und gemessen. Zudem wurden die wichtigsten abiotischen Wasserparameter wie Temperatur, pH-Wert, Leitfähigkeit und Sauerstoffgehalt erfaßt. Die zweistündigen Leerungsintervalle dienten dazu, genauere Daten zur Wanderaktivität der Fische zu erhalten. In den ersten zwei Wochen fanden die beschriebenen Netzkontrollen rund um die Uhr statt, um den diurnalen Wanderrhythmus der Fische zu erfassen. Fische wandern vorwiegend nachts abwärts [Hol99]. Dies bestätigte sich auch für die Saale. Daraufhin erfolgten bei den weiteren Untersuchungen die zweistündigen Reusen- und Netzkontrollen nur noch nachts zwischen 19:00 Uhr und 7:00 Uhr. Donnerstags wurde nach der letzten Leerung ein ungehinderter Fischwechsel während der Untersuchungspause garantiert. Die Reuse der Fischaufstiegsanlage wurde über die Wasserlinie gehoben und fixiert. Durch Freigabe der Stahlseile mittels Seilwinde löste sich der Hamen an seiner linken Öffnungsseite vom Einlaufbauwerk. Anschließend konnte er an das rechte Ufer gebracht und dort befestigt werden. Die Schwimmerleine des Netzes am Wehrfuß wurde mit Betongewichten abgesenkt (Foto 39, Anhang). In Bereichen mit zu geringem Wasserstand wurde das Netz in Längsrichtung zusammengerollt und mit Stricken zu einer Rolle zusammengebunden.

In den Untersuchungspausen zwischen zwei Nächten verblieb der Hamen anfangs ohne Steertreue in seiner aufgespannten Position. Ohne die Reuse konnten die Fische den Hamen ungehindert passieren. Da sich im Hamen jedoch tagsüber Treibgut verfing, wurde er später wie oben beschrieben an das rechte Ufer gebracht. Das Netz am Wehrfuß blieb tagsüber fängig. Die wenigen Fische, die im Laufe des Tages in das Netz gelangten, konnten abends bei der Leerung um 19:00 Uhr das Netz verlassen. Die Reuse der Fischaufstiegsanlage wurde wie in Kapitel 2.2.3 beschrieben hochgehängt (Foto 42, Anhang). Während der Pausen am Tag erfolgten, falls nötig, Wartungsarbeiten an den Netzen. Bei geringfügig zunehmendem Schwemmgut mußte der Hamen gesäubert werden. Bei relativ geringem Abfluß Richtung Wasserkraftanlage war dies ohne großen Aufwand auch im aufgespannten Zustand vom

Ponton aus möglich (Fotos 15 und 16, Anhang). Die Strömung beförderte dabei das Laub nach hinten. Bei hohen Abflüssen und großen Laubmengen mußte der Hamen komplett aus dem Wasser geholt werden. Wenn er am Ufer lag, konnten die Äste aus den Maschen gezogen und das Laub entnommen werden (Fotos 17, 25 und 26, Anhang).

Abbildung 4 zeigt, daß der Hamen die drei rechten (flußabwärts gesehen) offenen Schütze überspannte, während das vierte Schütz geschlossen war. Diese Einschnürung des Fließquerschnittes erzeugte hinter dem Einlaufbauwerk eine Strömungstendenz Richtung linkes Mühlgrabenufer. Da die Ausleitungsstrecke außerdem rechts von der Saale abzweigt (Abb. 3) und der Wasserstrom somit dieser Biegung folgte, wurde diese Diagonalströmung verstärkt. Die Folge war, daß der Hamen nicht symmetrisch durchströmt und geformt wurde. Links wies er eine Ausbuchtung auf (Foto 18, Anhang). In dieser lagerte sich verstärkt Schwemmgut an, während die rechte Seite weitgehend gerade gespannt war und kaum verschmutzte (Foto 19, Anhang). Eine weitere Anlagerungsstelle von Driftmaterial war das Ende des Hamens direkt vor dem Übergang zur Steertreue. Dieser Übergangsbereich weitete sich bei Anlagerung von Laub auf, so daß sich eine blasenförmige Verdickung bildete. Starke Rückströmungen förderten die weitere Anlagerung von Laub (Foto 20, Anhang). Diese Laub- und Driftmaterialanhäufungen mußten wie oben beschrieben tagsüber entfernt werden. Hatte sich im Laufe der nächtlichen Untersuchungen zuviel Material angesammelt, stieg der Wasserdruck im Hamen derartig an, so daß das Ende des Hamens mit der Reuse vom Ponton aus nicht mehr gehoben werden konnte. Ein wie in Kapitel 2.2.1 beschriebener Reusentausch war dann nicht mehr möglich. In diesem Fall wurde der Fangteil der Reuse hinter der Kehle (vgl. Abb. 6) gehoben, der Reuseninhalt nach hinten gerüttelt und über das geöffnete Ende der Reuse in einen Behälter geschüttet. Anschließend wurde das Reusenende mit dem dafür vorgesehenen Strick wieder zugebunden und zurück in das Wasser gelassen. Bei weiterhin zunehmenden Laubfall lagerte sich an den Seitenwänden des Netzes weiteres Laub an, so daß der Hamen begann, das Wasser aufzustauen (Fotos 21 und 22, Anhang). Infolgedessen floß verstärkt Wasser über das Wehr anstatt zu den Turbinen. Mit großem Aufwand wurde dann der Hamen an das rechte Ufer gezogen. Da das Netz teilweise aufgebläht im Werkgraben stehen blieb (Foto 23, Anhang), mußte zum Teil unter Zuhilfenahme eines PKWs der Hamen über ein Seil aus der Strömung gezogen werden (Foto 24, Anhang). Dies war erstmals am 20.09.2001 der Fall. In den darauffolgenden Wochen verstärkte sich der Laubfall, so daß am 01.10.2001 der Hamen bereits nach 2 Stunden das Wasser aufstaute und diese Fangtechnik vorzeitig aus der Strömung entfernt werden mußte. Verschiedene Möglichkeiten zur Reinigung wurden getestet.

- **Schütteln des Hamennetzes vom Ponton aus:** 30 Minuten nach Setzen des Hamens wurde vom Ponton aus versucht, das Netz an den Seiten zu schütteln (vgl. Foto 15, Anhang), um zu erreichen, daß sich das Laub von den Netzseiten löste und von der Strömung Richtung Hamenende getragen wurde. Dies hätte nur zum Erfolg geführt, wenn

diese Tätigkeit kontinuierlich ohne Pause durchgeführt worden wäre. Dieser Kraftaufwand konnte bei voll unter Druck stehendem Hamen nur wenige Minuten erbracht werden.

- **Wegspülen der Blätter unter Wasser mittels Hochdruckreiniger:** Mit einem handelsüblichen Hochdruckreiniger konnte das Laub von der Netzseitenwand im Bereich der Ausbuchtung gelöst werden. Dabei wurde der Wasserstrahl unter Wasser von der Außenseite des Netzes Richtung Hameninnenseite gelenkt. Das Laub löste sich und wurde mit der Flußströmung an das Hamenende getragen. Das verstärkte die bereits beschriebene Blasenbildung im Übergangsbereich zur Steertreuse. Dort ließ sich das Laub mit dem Hochdruckreiniger nicht in ausreichender Menge entfernen. Nur wenig Laub verließ den Hamen durch die Öffnung Richtung Steertreuse.
- **Wegspülen der Blätter unter Wasser mittels B-Pumpe:** Ein an einer B-Pumpe (Förderleistung 20 l/s) montierter Feuerwehrschauch mit Metallrohr (Innendurchmesser 2,65 cm) als Wasserstrahldüse erzeugte einen Strahl mit hohem Druck. Dieser wurde, wie auch schon beim Hochdruckreiniger beschrieben, von außen gegen das Netz gerichtet (Foto 27, Anhang). Dieser Reinigungsversuch war positiv. Zu diesem Zeitpunkt transportierte die Saale bereits so viel Laub (Foto 28, Anhang), daß diese effektive Reinigungsarbeit permanent nötig gewesen wäre. Da der unter Druck stehende Feuerwehrschauch nur mit hohem Kraftaufwand zu halten war, mußte auch dieser Versuch abgebrochen werden. Es hätten sich mindestens drei Personen auf dem Ponton und zwei weitere am Ufer befinden müssen um den Feuerwehrschauch und den Ponton zu fixieren. Des weiteren konnte eine Beeinflussung der Fangergebnisse durch die relativ lauten, bei der Reinigung durch den Wasserstrahl und den Betrieb der Pumpe erzeugten Geräusche nicht ausgeschlossen werden.
- **Verlängerung der Reinigungsintervalle durch tiefer eingesetzten Hamen:** Hierfür wurden die in Kapitel 2.2.1 beschriebenen T-Profile mit zusätzlichen Bohrungen versehen, so daß sich der obere Rand der Hamenöffnung 60 cm unter der Wasseroberfläche befand (Fotos 29 und 30, Anhang). Da das Laub vorwiegend im Wasseroberflächenbereich driftete, konnte ein Großteil der Blätter über den Hamen weggeführt werden (Foto 31, Anhang). Als Nachteil erwiesen sich die zu tief sitzenden Schütztafeln, die aus bautechnischen Gründen nicht komplett hochgefahren werden konnten. Sie tauchten einige Zentimeter in das Wasser ein und fixierten dadurch viele an der Wasseroberfläche treibende größere Gegenstände wie z. B. Äste, Glas- und Plastikflaschen (Foto 32, Anhang). Die an der Oberfläche aufschwimmenden Laubblätter hingegen wurden im oberen Drittel der Wasserschicht verwirbelt. Bei den von Tag zu Tag ansteigenden Laubmengen wurden immer noch zu viele Blätter in den Hamen transportiert, so daß ein endgültiger Abbruch der Versuche die Folge war.

2.3 Öffentlichkeitsarbeit / Multiplikatoren

Zur Tagung „Bioacoustics of Fishes: Sensory Biology, Behavior, and Practical Applications; Chicago, IL - May 30-June 2, 2001“ wurde die Fangtechnik vorgestellt. Hiermit verbunden war eine anschließende Veröffentlichung des gleichnamigen Artikels im Journal *BIOACOUSTICS*: Schmalz, W.; Siegesmund, M.; Thürmer, K.; Kranawetter, J.; Hack, H.-P. (2002): A New Method to Investigate the Downstream Migration of Fishes Within a Hydropower Plant Area in a Middle European River - A Possibility to Evaluate the Effectiveness of Behaviour Barriers. [SST02b]

Ein Exemplar des Posters wurde für die Wasserkraftanlage Jägersdorf ausgedruckt, um dort über die Freilanduntersuchungen zu informieren.

Bereits in der ersten Freilandarbeitswoche wurde die regionale Presse auf die Untersuchungen aufmerksam. So erschien am 30. Juni 2001 nach einem kurzen Interview vor Ort (27.07.2001) ein Zeitungsartikel in der Ostthüringer Zeitung (OTZ) mit dem Titel „Am Saalewehr in Schöps Eingangskontrolle für Fische – Forscher untersuchen Wanderwege der Wasserbewohner“. [Fri01]

Auf der Tagung „Hydraulic Measurements & Experimental Methods 2002“, die vom 28. Juli bis 01. August 2002 in Colorado stattfindet, wird ein Vortrag mit dem Titel „Evaluation of a quantitative net-catching method for the investigation of downstream migrating fishes in a hydro power plant area“ gehalten. Der gleichnamige Artikel erscheint im Tagungsband. [SST02a]

Mit weiteren geplanten Veröffentlichungen der Ergebnisse aus dem Fischeschuchungsprojekt (Az. 15864) werden auch die Fangmethoden nochmals beschrieben.

3 Fazit

Die Kombination der Fangtechniken erwies sich insgesamt als einsetzbar und mit relativ geringem Personalaufwand bedienbar. Abschließend können die drei Fangtechniken wie folgt eingeschätzt werden:

- Die Reuse in der Fischaufstiegsanlage sorgte am seltensten für technische Probleme. Äußerst starker Laubfall verstopfte nur in Einzelfällen die erste Kehle. Des Weiteren sorgte Bisamverbiß für Löcher und somit für nicht interpretierbare Fangzahlen bei der entsprechenden Kontrolle.
- Das 110 m lange Netz am Wehrfuß war bei Abflüssen von mehr als 10 m³/s über das Wehr wegen der hohen Strömung in Zusammenhang mit dem höheren Unterwasserstand nicht mehr kontrollierbar. Zudem wurde die Schwimmerleine von der Strömung unter die Oberfläche gedrückt, wodurch kein effektiver Fischfang mehr möglich war. Diese Fangtechnik ist somit ab bestimmten Abflußmengen nicht einsetzbar.
- Der Hamen mit der Steertreuse war als Fangtechnik für die Abflüsse Richtung Wasserkraftanlage bei geringen Treibgutmengen voll einsatzfähig. Besonders wichtig war die Konstruktion von Hamenhalterungen am Einlaufbauwerk, welche bei normalem Turbinenbetrieb angebracht werden konnten. Ein Ablassen des Mühlgrabens durch das Schließen der Schütze und Ziehen des Grundschützes, um Bohrungen im Mauerwerk unterhalb der ursprünglichen Wasseroberfläche durchführen zu können, hätten Verluste bei der Energieerzeugung für die Wasserkraftanlagenbetreiber bedeutet. Außerdem hätte eine Abfischung des leerlaufenden Mühlgrabens durch den Pächter (Angelverein) vorgenommen werden müssen.

Durch das Arbeiten mit zwei Steertreusen im Wechsel konnte eine kontinuierliche Fängigkeit garantiert werden. Erst mit zunehmendem Laubfall bereitete diese Fangmethode Probleme, die bis zum Abbruch der Freilandarbeiten führten. Verantwortlich hierfür war die beschriebene Diagonalströmung, die ein einseitiges Ausbauchen des Hamens zur Folge hatte. Zudem könnte die Länge des Hamens eine entscheidende Rolle spielen. Würde man die Hamenlänge z. B. verdoppeln, so wäre der Winkel zwischen Hamenseitenwand und Strömungsrichtung geringer. Möglicherweise würden sich die Blätter dann nicht mehr anlagern, wie das an der der Wasseroberfläche annähernd parallel verlaufenden Hamenwand zu beobachten war. Ob der Anströmwinkel der ausschlaggebende Parameter war, soll in einer weiterführenden Studie durch Modellversuche im Hydrolabor Schleusingen untersucht werden. Dabei ist es geplant, zu untersuchen, ob eine Selbstreinigung der Fangtechnik möglich ist. Reinigungsversuche erwiesen sich beim Freilandeinsatz als ungeeignet.

4 Literaturverzeichnis

- [Ada00] ADAM, B. (2000): *Fischabstieg – ein bislang vernachlässigtes Problem der Wasserwirtschaft.* – KA – Wasserwirtschaft, Abwasser, Abfall 47/5: 740-743.
- [Eng01] ENGEL-NETZE GMBH & CO. K.-G. [Hrsg.] (2001): *Fischereiausrüstung – Katalog für den Binnenfischer in der Binnen-, Küsten- und Hochseefischerei, 50 Jahre Engel-Netze – Jubiläumsausgabe 2001.*
- [Fri01] FRINDERT, C. (2001): *Am Saalewehr in Schöps Eingangskontrolle für Fische – Forscher untersuchen Wanderwege der Wasserbewohner.* – Ostthüringer Zeitung (OTZ) 30.06.2001.
- [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.
- [Mec01] MECHANISCHE NETZFABRIK WALTER KREMMIN GMBH & Co. K.-G. [Hrsg.] (2001): *Fischereigeräte.*
- [Sch00] SCHWEVERS, U. (2000): *Biologische Mechanismen der Fischabwanderung.* - Wasser & Boden 52/4: 4-9.
- [SST02a] SCHMALZ, W.; SIEGESMUND, M.; THÜRMER, J.; HACK, H.-P. (2002): *Evaluation of a quantitative net-catching method for the investigation of downstream migrating fishes in a hydro power plant area.* Tagungsband zur Tagung „Hydraulic Measurements & Experimental Methods 2002“ in Colorado vom 28. Juli bis 01. August.
- [SST02b] SCHMALZ, W.; SIEGESMUND, M.; THÜRMER, K.; KRANAWETTREISER, J.; HACK, H.-P. (2002): *A New Method to Investigate the Downstream Migration of Fishes Within a Hydropower Plant Area in a Middle European River - A Possibility to Evaluate the Effectiveness of Behaviour Barriers.* – BIOACOUSTICS, Volume 12, 308-310.
- [Thü93] THÜRINGER TALSPERRENVERWALTUNG [Hrsg.] (1993): *Talsperren in Thüringen.* Erfurt.

- [Thü93a] THÜRINGER LANDESVERMESSUNGSAMT [Hrsg.] (1993): *Topographische Karte 1:10.000. M-32-48-A-c-4 Rothenstein.*
- [Thü93b] THÜRINGER LANDESVERMESSUNGSAMT [Hrsg.] (1993): *Topographische Karte 1:10.000. M-32-48-C-a-2 Kahla.*
- [Thü98] THÜRINGER LANDESANSTALT FÜR UMWELT [Hrsg.] (1998): *Gewässergütebericht 1998.*
Jena.

Danksagung

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

- Konzeption, Baubegleitung und Hilfe beim Einbau der Hamenfangtechnik: Dipl.-Ing. Jens Sauerwein
- Bauausführung und Montage der Stahlhalterungen: Wolfgang Härtel
- Mitarbeit bei der Freilandarbeit: Dipl.-Ing. Jens Sauerwein, Dipl.-Ing. Marco Friedrich, Dipl.-Biol. Maria Siegesmund, André Henneberg, Norman Schleitzer, Andreas Michael, Michael Schleicher, Michael Schoppe, Jens Burisch, Michael Eckardt, Dipl.-Ing. Olaf Borth, Sören Linhart, Ulf Raesfeld, Bernd Kolb, Michael Kraus, Mario Schröder, Falk Weiser
- Posterentwurf und Organisationsarbeit für die Tagung in Chicago: Dipl.-Biol. Maria Siegesmund
- Tatkräftige Unterstützung und das Stellen der Unterkunft incl. Strom, Wasser und Arbeitsgeräte während der Freilandarbeit: Wasserkraftanlagen-Betreiber Matthias Haberland und Peter Lange

Anhang

Fotodokumentation

Hamenfangtechnik



Foto 1: ausgebreiteter Hamen nach seiner Anlieferung in Schleusingen



Foto 2: Detailansicht der Hamenöffnung mit Edelstahl-Dreiecken und Metallkette



Foto 3: Rechter Stahlträger mit angeschweißter Führungsschiene und eingesetztem T-Profil; daran Stahldreieck des Hamens mittels Fischereischäkel befestigt; links im Bild der blaue Sliphaken, um eine schnelle Trennung der Stahlseile zwischen Seilwinde und Hamen zu ermöglichen.



Foto 4: Detailaufnahme des in den rechten Stahlträger eingeführten T-Profiles



Foto 5: Draufsicht auf den linken Stahlträger mit eingeführtem T-Profil incl. Fischereischäkel



Foto 6: linker Stahlträger mit montierten Umlenkrollen



Foto 7: geschlossener Sliphaken



Foto 8: Durch Ziehen des blauen Zugseiles (C) kann der Sliphaken unter voller Zugbelastung zwischen Seilwinde und Hamen geöffnet werden – das Stahlseil vom Hamen kommend (B) wird daraufhin freigegeben.



Foto 9: an Führungsleine fixierter Ponton



Foto 10: Steertreusenwechsel vom Ponton aus



Foto 11: Abfluß von etwa $15 \text{ m}^3/\text{s}$ durch den Hamen in Richtung Wasserkraftanlage



Foto 12: an Schweißnaht abgebrochener Stahlträger



Foto 13: Detailaufnahme der gebrochenen Schweißnaht



Foto 14: verstärkte rechte Hamenhalterung



Foto 15: Hamenreinigung vom Ponton aus



Foto 16: Hamenreinigung vom Ponton aus



Foto 17: Hamenreinigung an Land



Foto 18: Ausbuchtung am Hamen infolge der Diagonalströmung



Foto 19: rechte Seite des Hamens mit geringer Ausbuchtung



Foto 20: blasenförmige Verdickung am Hamenende mit dadurch entstehenden Rückströmungen



Foto 21: aufgestautes Wasser im vorderen Hamenbereich



Foto 22: aufgestautes Wasser im hinteren Hamenbereich



Foto 23: Nach Lockerung der Stahlseile blieb der Hamen aufgrund des stabilisierenden Wasserdruckes aufgebläht im Mühlgraben stehen.



Foto 24: Bergung des Hamens mit starken Zugkräften (z. B. PKW)



Foto 25: Reinigung des Hamens



Foto 26: Laub vor der Entnahme aus dem Hamen; im Hintergrund bereits entnommenes Laub



Foto 27: Reinigungsversuch mit durch B-Pumpe erzeugtem Wasserstrahl



Foto 28: auf der Wasseroberfläche in Richtung Einlaufbauwerk des Mühlgrabens (links im Bild) treibendes Laub



Foto 29: tiefgesetztes oberes NIRO-Dreieck des Hamens

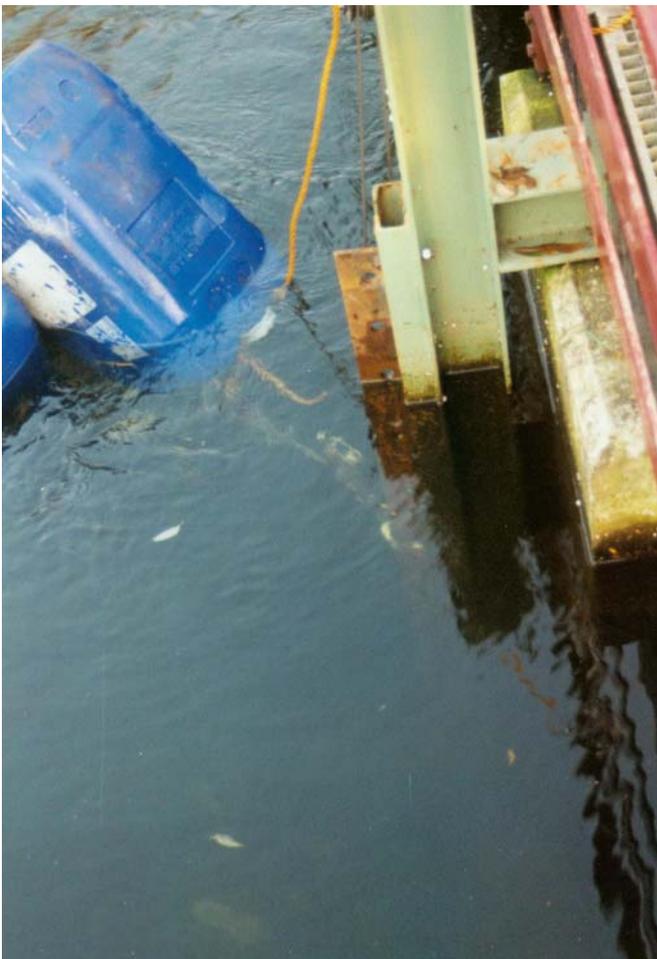


Foto 30: am linken T-Profil tiefgesetzte Umlenkrolle



Foto 31: ca. 60 cm unter der Wasseroberfläche liegende Hamenöffnungsoberkante; ein Teil des Laubes bewegt sich mit der Strömung über den Hamen hinweg



Foto 32: knapp ins Wasser eintauchende Schütztafeln mit hängengebliebenem Schwemmaterial

Wehrfußnetz



Foto 33: am Wehrfuß angebrachtes Netz



Foto 34: bei höherer Wasserführung über das Wehr sind die 2,2 m langen Seile zwischen Schwimmerleine und Befestigungskette am Wehrfuß zu erkennen



Foto 35: durch Kettenglieder in den Beton geschossene Stahlstifte



Foto 36: Absammeln der gefangenen Fische



Foto 37: Bei hoher Wasserführung sind die Schwimmer des Netzes nicht zu sehen, da sie von der Strömung unter Wasser gedrückt werden.

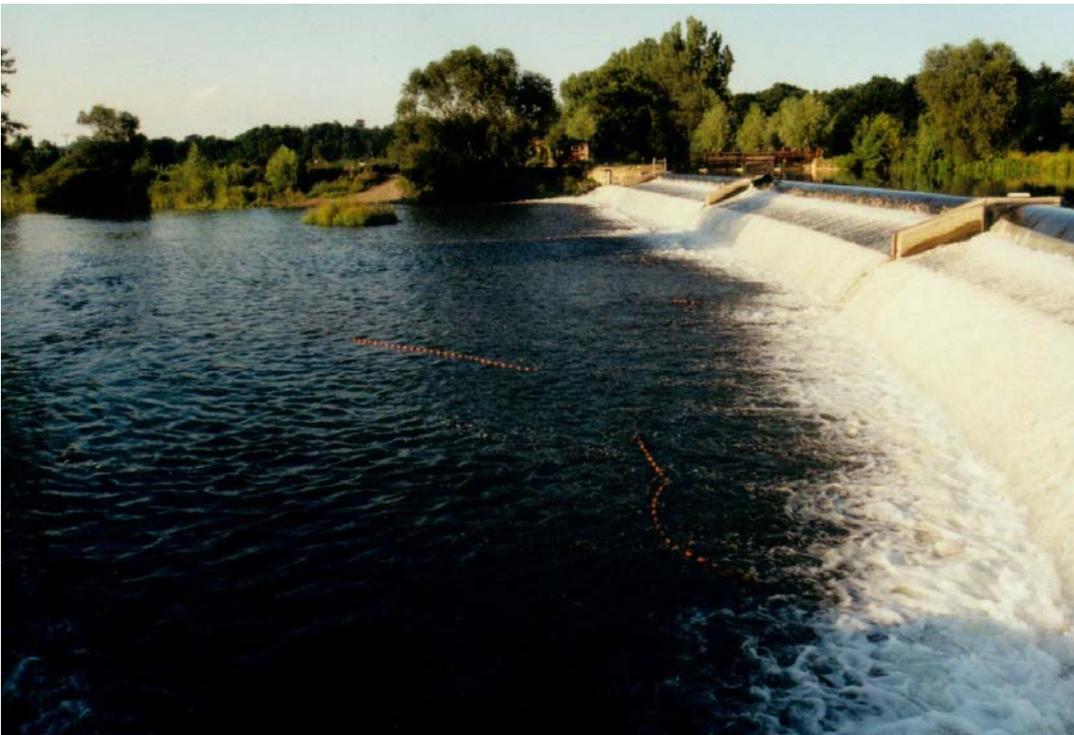


Foto 38: bei hoher Wasserführung vom Wehrfuß abgelöstes Wehrnetz; die Schwimmerleine liegt teilweise parallel zur Strömung



Foto 39: Betongewichte zum Absenken des Wehrfußnetzes

Schwalgreuse der Fischaufstiegsanlage



Foto 40: Reuse im Einlauf der Fischaufstiegsanlage



Foto 41: Fangfertige Reuse in der Fischaufstiegsanlage



Foto 42: hochgehängte Reuse