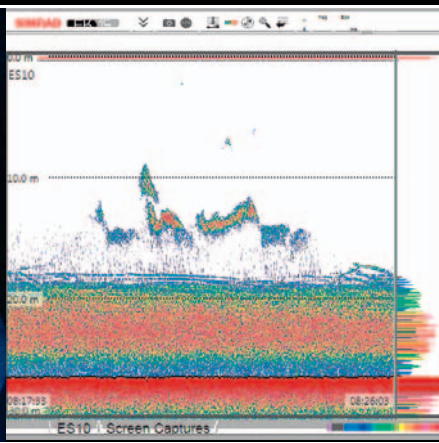
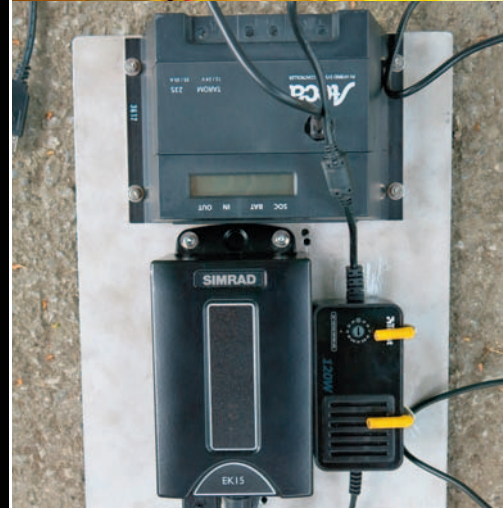
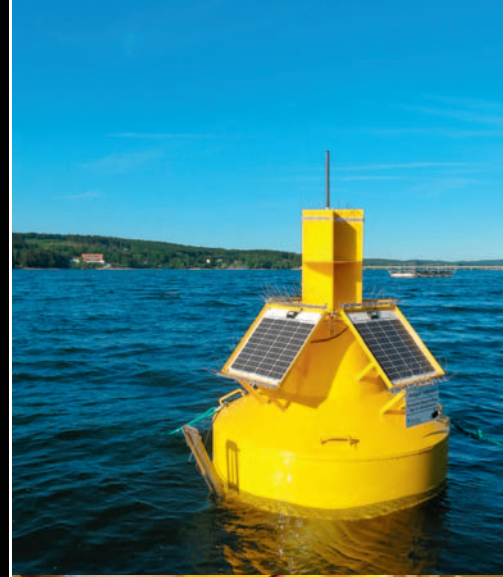


EFF-Pilotprojekt „Fischmessboje“:

Entwicklung eines hydroakustisch
gestützten Echtzeit-Monitorings
pelagischer Fischbestände zur
nachhaltigen Verbesserung des
Fischerei- und Wassergütemanage-
ments an Talsperren

EFF Projekt-Nr.: NW – 646
Gefördert durch das Land Nordrhein-Westfalen
und die Europäische Union



Inhalt

Seite

1 Einleitung und Zusammenfassung	2
2 Projektskizze	3
3 Wissenschaftliche Begleitung	6
4 Projektentwicklung und Durchführung	
4.1 Bau der Boje	6
4.2 Schema-Zeichnung der Boje	8
4.3 Implementierung der technischen Hardware (Echolot)	9
4.4 Drahtlose Kommunikation	10
4.5 Trockentests	11
4.6 Testphase Möhnetalsperre	11
4.7 Datenerfassung Biggetalsperre	13
5 Projektergebnisse	
5.1 Beispiel Möhnetalsperre: Fischverteilung und Schichtung	14
5.2 Beispiel Biggetalsperre: Aggregation der Kleinen Maräne	15
5.3 Einzelbeobachtung: Gasaustausch Kleine Maräne	16
5.4 Energieversorgung	16
6 Bereits vorgenommene Verbesserungen	
6.1 Größere Solarpanel	19
6.2 Industrie PC	19
7 Patentierung	20
8 Potenziale und Ausblick	21
9 Projekt-Chronologie	21
10 Danksagung	21
11 Literatur	22

1 Einleitung und Zusammenfassung

Der vorliegende Bericht gibt einen Überblick zur EFF-Pilotmaßnahme NW-646 „Entwicklung eines hydroakustisch gestützten Echtzeit-Monitorings pelagischer Fischbestände zur nachhaltigen Verbesserung des Fischereimanagements und der Wassergütwirtschaft an Talsperren“. Antragssteller und Zuwendungsempfänger (Projektträger) war der Ruhrverband, Kronprinzenstraße 37, 45128 Essen. Die bewilligte Gesamtförderung betrug 93.000,00 €, zunächst bewilligt vom 13.08.2012 bis 31.12.2013. Eine Verlängerung der Maßnahme ermöglichte die Ausweitung des Bewilligungszeitraums bis zum 30.09.2014. Als Ausführungsorte sind der Fischereibetrieb des Ruhrverbandes an der Möhnetalsperre, Seestr. 48, 59519 Möhnesse-Körbecke sowie der Standort Biggetalsperre zu nennen.

Im Rahmen des Projektes wurde eine Boje mit eingebautem Echolotsystem entwickelt, folgend durch die Begriffe „Fischmessboje“ oder „Boje“ bezeichnet. Zwar trifft der Begriff „Fischmessboje“ im engeren Sinne (Fische werden nicht vermessen, sondern hydroakustisch erfasst) nicht die Funktion der Hardware, dennoch hat sich diese Begrifflichkeit im Verlauf des Projektes etabliert. Ursprünglich entstammt er der internen Projektbezeichnung der Firma Weiseler Bojenbau, die mit Planung und Bau des Bojenkörpers beauftragt war.

Ziel des Projektes war die Entwicklung und der Bau einer Boje mit Solarenergieanlage und integriertem Echolot, die eine stationäre Erfassung von Fischen in der Wassersäule (top-down) von Talsperren inklusive einer drahtlosen Bildübertragung ermöglicht (Abb. 1). Auf dieser Grundlage sollte insbesondere die Aggregation von Kleinen Maränen in der Biggetalsperre erfasst werden, um die im Rahmen des Fischereimanagements durchgeführten Befischungen zur Bestandsreduzierung hinsichtlich Zeit- und Kosteneffizienz zu unterstützen. Die Projektziele wurden erreicht. Der Bericht fasst den Projektablauf zur Planung und zum Bau der Boje zusammen und stellt die wesentlichen Ergebnisse der Testphasen und des Einsatzes unter Realbedingungen dar. Zusätzlich werden Fragen der Energieversorgung, der Weiterentwicklung bzw. bereits vorgenommener Verbesserungen sowie zusätzlicher Potenziale des Systems erläutert.



Abbildung 1: Echolot-Boje im Einsatz unter Realbedingungen im Staudammecken (Staudamm im Hintergrund) der Biggetalsperre im November/Dezember 2013.

2 Projektskizze

Der Vollständigkeit halber ist folgend die in Vorbereitung der Maßnahme vom Ruhrverband als Antragssteller unter Mitarbeit der LFV Hydroakustik GmbH erarbeitete Projektskizze auszugsweise wiedergegeben:

Einleitung

Die fischereiliche Bewirtschaftung der Talsperren des Ruhrverbandes richtet sich maßgeblich nach fischereigesetzlichen und wassergütewirtschaftlichen Gesichtspunkten (Ruhrverband 2002, Schmidt & Kühlmann 2002). Das fischereiliche Management pelagischer Massenfischarten wie der Kleinen Maräne (*Coregonus albula*) spielt dabei eine entscheidende Rolle. Das massenhafte Auftreten dieser zooplanktivoren Art und die dadurch bedingte Reduzierung der großen Zooplankter führt zu einem erhöhten Phytoplanktonaufkommen (Dokulil et al. 2001). Eine solche Entwicklung, die sich u. a. durch geringe Sichttiefen, hohe pH-Werte und extreme Sauerstoffkonzentrationen äußert, zieht negative Folgen für die Wasserqualität und einen erhöhten Aufbereitungsaufwand nach sich (Arbeitskreis Trinkwassertalsperren 2000; Ruhrverband 2002).

Ein weiteres Problem ergibt sich durch die im Jahresverlauf schwankenden Wassertemperaturen und Sauerstoffgehalte aufgrund der windinduzierten Zirkulation des Wasserkörpers. Zum Zeitpunkt der Sommerstagnation finden im Tiefenwasser (Hypolimnion) von Talsperren häufig sauerstoffzehrende Abbauvorgänge (meistens hervorgerufen durch absterbendes Plankton) statt (Nusch 1975). Besonders betroffen sind die kaltstenothermen Kleinen Maränen, die sich aufgrund der geringeren Wassertemperaturen zu diesem Zeitpunkt bevorzugt in den Tiefenwasser-Bereichen aufhalten (vgl. Schmidt et al. 2004). Darum mussten an verschiedenen Talsperren in der Vergangenheit mehrfach kostenaufwendige Sauerstoff-Begasungen durchgeführt werden. Auf diese Weise wird einem drohenden Massenfischsterben vorgebeugt (Ruhrverband 2002).

Zusätzlich besteht zu Zeitpunkten dichter Fischansammlungen (während der Sommerstagnation und zur Laichzeit im Winter) im Tiefenwasser der Talsperren die Gefahr, dass durch die Wasserabgabe (z. B. bei Hochwasserspitzen) über die Grundablässe in der Nähe des Absperrbauwerks Fische angesaugt und in das Tosbecken unterhalb der Talsperre gespült werden. Insbesondere aufgrund des Druckabfalls kommt es hierbei zu hohen Mortalitäten und Schädigungen (Kühlmann 1997).

Die angeführten Sachverhalte unterstreichen die Notwendigkeit eines Fischereimanagements der Massenfischart Kleine Maräne. Seit den 1990er Jahren werden die Bestände, insbesondere die Kleinmaränenpopulationen an Henne- und Biggetalsperre, durch den Einsatz der (verhältnismäßig personal- und zeitintensiven) Schleppnetzfisherei bewirtschaftet bzw. reduziert (Kühlmann 1997, Schmidt 2009). Da die Zeitfenster für eine kosteneffiziente Befischung relativ klein sind und sich auf die Zeitpunkte der Sommerstagnation und/oder Laichaggregation im Winter beschränken, ist u. a. die Bestimmung eines optimalen Befischungszeitpunktes entscheidend für den Erfolg der Maßnahme (Schmidt et al. 2004, Schmidt et al. 2007).

Projektbeschreibung

Der Einsatz hydroakustischer Methoden zur Erfassung räumlicher und zeitlicher Verteilungen der Kleinmaränenbestände an den Talsperren des Ruhrverbandes ist durch verschiedene wissenschaftliche Arbeiten belegt (Schmidt et al. 2004, vgl. auch Schmidt 2008). Gleiches gilt für die Ermittlung vorhande-

ner Fischdichten und -biomassen (Schmidt et al. 2005) und die Erfassung von Verhaltensmustern unter Freilandbedingungen (Schmidt et al. 2007, Schmidt 2009, Schmidt et al. 2009). Die zum Einsatz kommende Technik ermöglicht durch den Frequenzbereich (200 kHz) ggf. auch Möglichkeiten zur Registrierung von (Zoo-)Planktonverteilungen (Jurvelius et al. 2008).

Ausgangssituation

1. Bis zum jetzigen Zeitpunkt können Erkenntnisse zur Fischverteilung bzw. zur Bestimmung eines passenden Befischungszeitpunkts nur durch eine vorherige Befahrung der Talsperre mit einem Echolot/ Fischfinder gewonnen werden. Diese Arbeit ist aufgrund der relativ großen Entfernung (insbesondere) der Biggetalsperre vom Fischereibetrieb am Möhnesee mit nicht unerheblichen Personal- und Betriebskosten verbunden. Darüber hinaus müssen derartige Voruntersuchungen bis zum geeigneten Zeitpunkt u. U. mehrfach wiederholt werden.
2. Bei akuter Gefährdung der Fischbestände durch Sauerstoffmangel im Tiefenwasser werden sehr kostenintensive Sauerstoffbelüftungen durchgeführt. Besonders unter Berücksichtigung des wirtschaftlichen Aspekts wird diese Maßnahme nur in extremen Situationen (dichte Fischansammlungen gekoppelt an Sauerstoffgehalte < 2mg/l) ergriffen. In jedem Fall ist zu diesen Zeitpunkten in direkter Abstimmung mit dem Talsperrenbetrieb die (mitunter tägliche) Befahrung der betroffenen Bereiche durch den Fischereibetrieb zur Erfassung der Fische/Aufenthaltstiefen unter Berücksichtigung dadurch entstehender Personal- und Betriebskosten notwendig.
3. Die Entlastung der Talsperre über die Grundablässe (u. a. zur Durchleitung von Hochwasserspitzen) richtet sich ausschließlich nach wasserwirtschaftlichen Gesichtspunkten (Hochwasserschutz). Daher können mögliche Schädigungen des Fischbestandes beim Ergreifen der Maßnahme (Öffnung der Grundablässe) zunächst nur sekundär berücksichtigt werden. Allerdings fehlt z. Zt. die Möglichkeit, eine Gefährdungssituation zeitnah und mit vertretbarem Kostenaufwand zu erkennen und ggf. angemessen zu reagieren (z. B. durch Teilöffnung der Grundablässe, Nutzung alternativer Ablassbauwerke in anderen Bereichen der Talsperre, ggf. Einsatz von Scheucheinrichtungen).

Projektmaßnahmen

Das Projekt umfasst die Einrichtung einer hydroakustischen Monitoring-Station zunächst im Dammbecken der Biggetalsperre zur Echtzeiterfassung der Fischbewegungen und -dichten. Die erfassten Daten (Sv-Werte/Echogramme) werden durch eine Software prozessiert und einer Voranalyse unterzogen. Mit Hilfe drahtloser Übertragungstechnik werden in bestimmten Zeitabständen Echogramme an den Fischereibetrieb gesendet. Gleichzeitig erfolgt eine Echtzeit-Übertragung der Bildschirmdaten zum Fischereibetrieb (vgl. Abb. 2). Das Ziel ist die Optimierung aller unter 1.-3. genannten Punkte (Ausgangssituation, s. o.) zur nachhaltigen Verbesserung der fischereilichen Bewirtschaftung (Fischereibetrieb) und der Wassermanagementmaßnahmen (Talsperrenbetrieb) unter ökologischen (Fischschutz) und betriebswirtschaftlichen (Kosteneffizienz) Gesichtspunkten. Das (Pilot-)Projekt ist zunächst für einen Zeitraum von einem Jahr konzipiert. Im Verlauf des Projektes soll die Praxistauglichkeit erprobt und zu einem Standardverfahren entwickelt werden.

Vorteile durch Projektmaßnahmen

1. Auf der Grundlage der übermittelten Daten/Echogramme kann der Fischereibetrieb ohne zusätzlichen Personal- und Betriebskostenaufwand den optimalen Zeitpunkt zur Umsetzung fischereilicher

Maßnahmen (Einsatz der Schleppnetzfisherei) beurteilen/erkennen und die Maßnahmen zeitnah beginnen.

2. Dichte Fischansammlungen im Tiefenwasser der Talsperre (Dammbecken) werden durch das System in situ erkannt. Der Talsperrenbetrieb hat zu jeder Zeit Informationen zu den Fischdichten und kann diese mit durch den RV-Laborbetrieb bereitgestellten Daten zur Sauerstoffkonzentration/Wassertemperatur abgleichen. Im direkten Austausch mit dem Fischereibetrieb können kritische Situationen ohne zusätzlichen Personal- und Kostenaufwand beurteilt und Maßnahmen ergriffen werden.

3. Durch die Echtzeit-Datenübertragung in die Zentrale des Talsperrenbetriebs kann eine mögliche Gefährdung der Fische im Tiefenwasser des Dammbeckens durch das Öffnen der Grundablässe (Hochwasserentlastung) frühzeitig erkannt bzw. abgeschätzt werden. Unter Berücksichtigung der wasserwirtschaftlichen Rahmenbedingungen können alternative Maßnahmen (s. Ausgangssituation 3.) zur Verhinderung von hohen Mortalitätsraten/Kalamitäten in Betracht gezogen werden.

Um den Erfolg der (räumlich begrenzten) hydroakustischen Datenerfassung für alle genannten Maßnahmen/Bereiche sicherzustellen, ist die Standortwahl für die Platzierung der Monitoring-Station von entscheidender Bedeutung. Auf der Grundlage bereits durchgeführter Arbeiten zum Einsatz der Hydroakustik an der Biggetalsperre erscheint der nordwestliche Bereich des Dammbeckens als geeignet. Ein genauer Standort könnte nach Absprache mit dem Talsperren- und Fischereibetrieb des Ruhrverbandes unter Berücksichtigung aller diesbezüglich maßgeblichen Einflussfaktoren festgelegt werden.

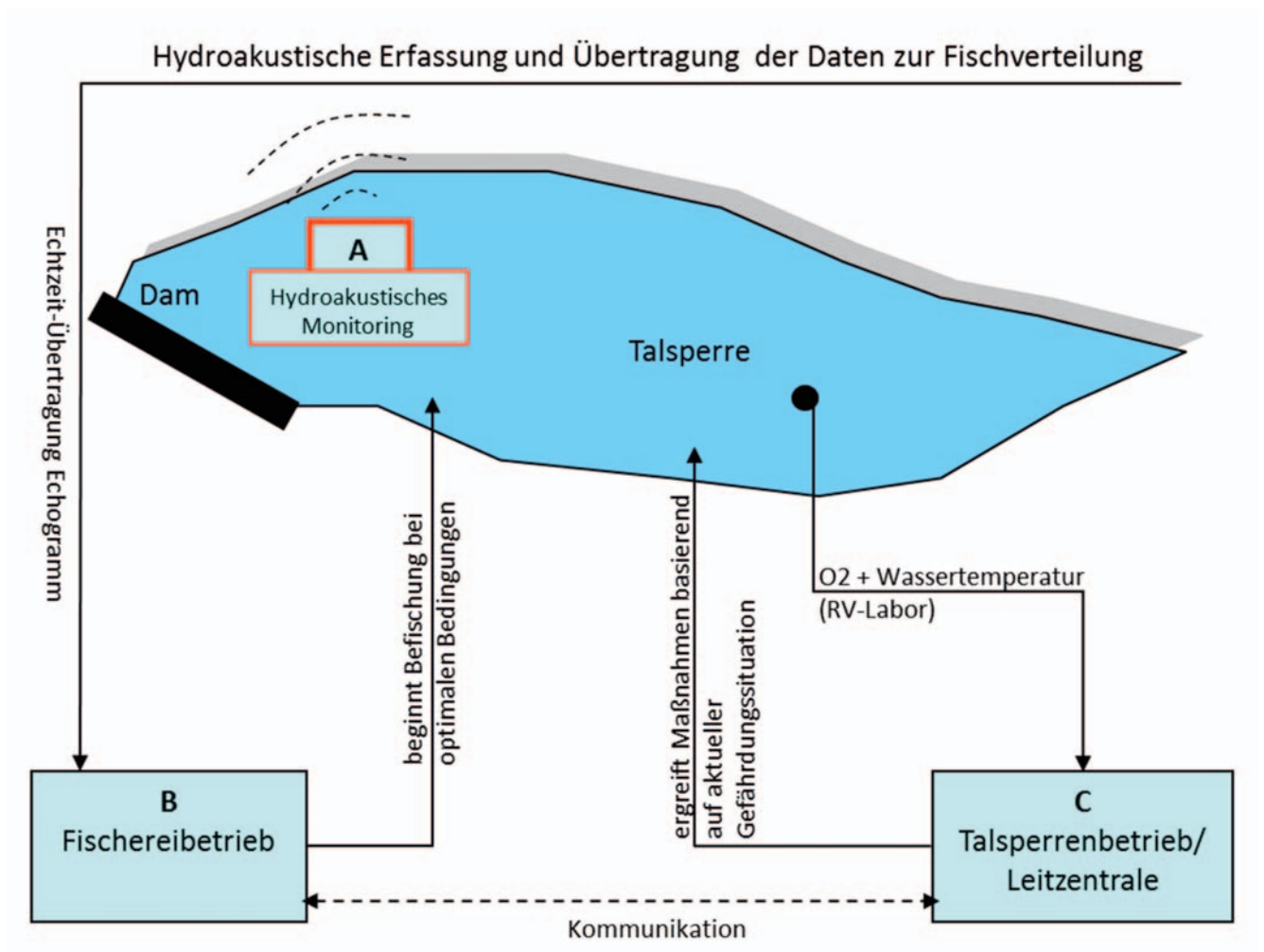


Abbildung 2: Schematische Darstellung des Projektvorhabens zur „Entwicklung eines hydroakustisch gestützten Echtzeit-Monitorings pelagischer Fischbestände zur nachhaltigen Verbesserung des Fischereimanagements und der Wassergütekultur an Talsperren“.

3 Wissenschaftliche Begleitung

Die wissenschaftliche Begleitung des Projektes erfolgte durch das Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW (LANUV), Abteilung 2 (Fischereiökologie, Standort Albaum). Ansprechpartner war maßgeblich Herr Dipl.-Biol. Ludwig Steinberg.

Die Abteilung Fischereiökologie war sowohl in die Planungen als auch in die Projektdurchführung eingebunden. Im Vorfeld des Projektes wurden die fachlichen Inhalte, u. a. Praxisrelevanz und Nutzen im Hinblick auf die Projektziele, wissenschaftlicher Bezug und methodische Herangehensweise erörtert (Besprechungstermin am 16.10.2012 in Albaum). Während der Projektdurchführung erfolgte der Informationsaustausch zum Stand der Arbeiten maßgeblich telefonisch und per E-Mail sowie im Zusammenhang mit der Erstellung der Zwischenberichte. Auch die Vor-Ort-Kontrolle des Projektes am 29.01.2014 erfolgte unter Beteiligung der wissenschaftlichen Begleitung (Abb. 3).

In diesem Zusammenhang ist auch die erste Vorstellung des Projektes im Rahmen eines Fachsymposiums in Albaum am 22.08.2013 zu erwähnen.

4 Projektentwicklung und Durchführung

4.1 Bau der Boje

Mit dem Bau des Bojenkörpers war die Firma Weiseler Bojen- und Maschinenbau Andre Heller e.K., Neustraße 16, 56348 Weisel, beauftragt. Neben der Konstruktion des Schwimmkörpers oblag der Firma auch die Einbindung der Stromversorgung (Batterien, Solarpanel, Laderegler). Die Übergabe der Boje erfolgte am 19.03.2013 in Weisel.

Aus Gründen der Veranschaulichung wird der Fertigungsprozess der Boje mit den wichtigsten Schritten folgend durch Fotos dokumentarisch zusammengefasst (Abb. 4-11).



Abbildung 3: Vor-Ort-Kontrolle der Landwirtschaftskammer NRW zum Stand des EFF-Projektes „Fischmessboje“ (NW-646) am 29.01.2014 an der Möhnetalsperre (Boje im Hintergrund).



Abbildung 4: Erste Stahlarbeiten zur Formung des Schwimmkörpers in der Werkstatt der Fa. Weiseler Bojenbau.



Abbildung 5: Unlackierter Bojenkörper nach Fertigstellung eines maßgeblichen Teils der Stahlarbeiten mit Aufnahmerohr für die Batterien (mittig) und Standfüßen zur Unterstützung der ausstehenden Einbauten und Montagen.



Abbildung 6: Grundierung und Vorbereitung des Schwimmkörpers (hier mit bereits montierten Haltevorrichtungen für die vier 24wP-Solarpanel) zur abschließenden Lackierung.



Abbildung 7: Lackierter Bojenkörper nach Fertigstellung vor dem Einbau der Batterien und Verkabelung.



Abbildung 8: Bau der Tragekästen aus Edelstahl zum Einsetzen und Absenken der Batterien in das Bojenrohr.



Abbildung 9: Einbau der Batterien mit einer Kapazität von knapp 400 Ah bei 12 V.

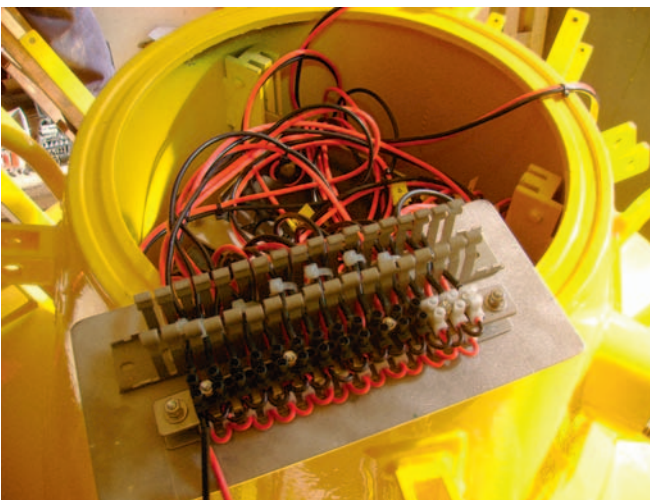
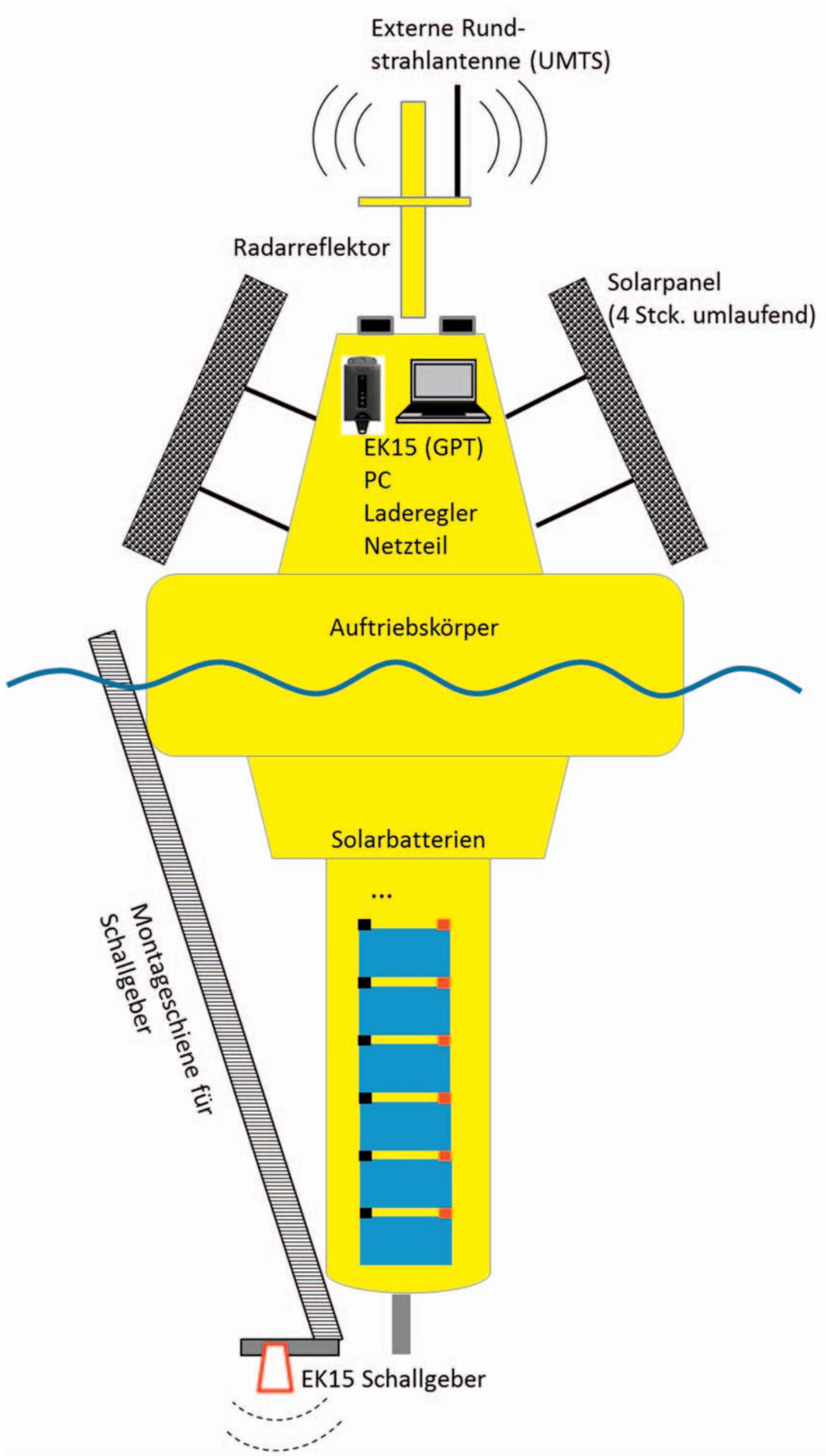


Abbildung 10: Stromverteilung und Verkabelung der Batterien in Parallelschaltung.



Abbildung 11: Übergabe und Transport der Boje zum Fischereibetrieb des Ruhrverbandes am 19.03.2013.

4.2 Schema-Zeichnung der Boje



4.3 Implementierung der technischen Hardware (Echolot)

Die Montage und Einbindung der Echolot-Einheit und deren Betrieb sowie Datenerfassung bzw. -auswertung über den Projektzeitraum erfolgte durch die LFV Hydroakustik GmbH, Sprakeler Str. 409, 48159 Münster.

Beim eingebauten Echolot handelt es sich um ein EK15 der Firma Simrad („Multi-purpose scientific echosounder“, Abb. 12). Als Single-beam-System arbeitet das Gerät mit einer Frequenz von 200 kHz. Die kompakte Bauweise des Echolotes bzw. der elektronischen Einheit (GPT = General Purpose Transceiver) und die vergleichsweise geringe Stromaufnahme waren neben der Möglichkeit zur Kalibrierung und der quantitativen Datenerfassung und -auswertung (Kompatibilität mit Post-processing Software) ausschlaggebend für die Auswahl der Hardware. Diese setzt sich grundsätzlich aus zwei Komponenten zusammen: Der elektronischen Einheit (GPT) und dem Transducer (Schallgeber). Zusätzlich wird ein PC zur Kommunikation zwischen Echolot und Steuerungssoftware (EK15 Software) benötigt. Während der GPT und das PC-Netbook im Inneren der Boje untergebracht sind, wurde der Schallgeber an einer speziell gefertigten Schienenkonstruktion auf der Außenseite angebracht. Diese ermöglicht die Exposition des Schallgebers unterhalb der Wasseroberfläche in etwa 1,70 m Tiefe und eine regelmäßige Reinigung. Der Einbau der Echolot-Technik erfolgte nach der Auslieferung der Boje im Frühjahr 2013 an der Möhnetalsperre und wird durch die Abbildungen 13-16 dokumentiert.

Applications

The Simrad EK15 multi purpose scientific echo sounder system is readily available for a large number of various applications.

Hydrospore dams

Fish protection at hydrospore dams is critical. Continuous real-time information about the presence of fish is needed to take necessary actions for fish protection. With the Simrad EK15 an array of transducers can create an accurate fence to monitor fish approaching water intakes.

River surveys

By employing the necessary number of transducers across a river, the Simrad EK15 can be used to monitor fish migration. Due to the compact size of the system and a complete scientific system will fit in a normal truck. The EK15 can thus also be efficient in remote areas.

Traditional lake surveys

The wide opening angle of the EK15 transducer offers a large sampling volume. This is an advantage in shallow water environments, as it increases the coverage. Low power consumption, battery operation, and a small and splash proof transducer makes deployment and operation easy under all conditions.

Habitat mapping

Habitat protection is critical for preservation of fish communities in many areas. The Simrad EK15 can monitor the distribution of vegetation and determine the height of the water growth. In combination with real-time sampling a vegetation biomass index can be established.

Fish cages

Machine aquaculture involves growing fish in large net cages. Continuous monitoring of fish behavior, vertical distribution of fish, fish weight, feed intake and environment are always critical. For more than two years, Simrad EK15 prototypes have been put to test by Norwegian industrial aquaculture companies for monitoring purposes. The results have been very successful.

Environmental monitoring

Due to the fact that the echogram presentation on the Simrad EK15 can be turned "upside down", the sonar is the ideal solution if you need to monitor a large number of fish cages. One transducer can then be placed at the bottom of each fish cage looking

Simrad EK15

The Simrad EK15 is designed for a variety of applications, and for both mobile surveys and fixed locations. You can put it to use in a wide variety of environments: lakes, fjords, harbours, shallow marine, rivers, and even in aquaculture fish cages. The unique functionality offered using numerous transducers, raw data logging and interfaces to secondary systems allow you to use the EK15 for fish stock assessment, studies of fish behavior and fish-plankton interactions, habitat mapping and ecosystem monitoring.

You can also set up a custom EK15 system to create an "acoustic fence". Such "fences" are in frequent use to monitor the water intake in a hydrospore dam. A similar system can be used across a river or a fjord if you need to check the behavior and the occurrence of certain fish.

You can also set up the Simrad EK15 to monitor communications between the computer and the Transceiver Unit. This is a good solution for both portable and fixed installation systems as the amount of cabling is greatly reduced.

The screen capture (in English mode) shows the fish in a typical fish cage. The transducer is located in the bottom of the cage looking upwards, and the EK15 has been set in the corresponding mode of operation. Up to 15 fish cages can be monitored using a single EK15 system.


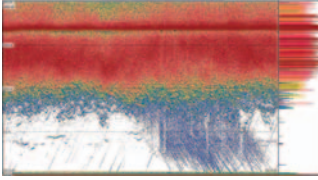



Abbildung 12: Datenblätter des Simrad EK15 Echolotes mit GPT (links) und Transducer (rechts). Quelle: Simrad A/S



Abbildung 13: Boje nach Auslieferung zur Endmontage am Fischereibetrieb des Ruhrverbandes an der Möhnetalsperre.

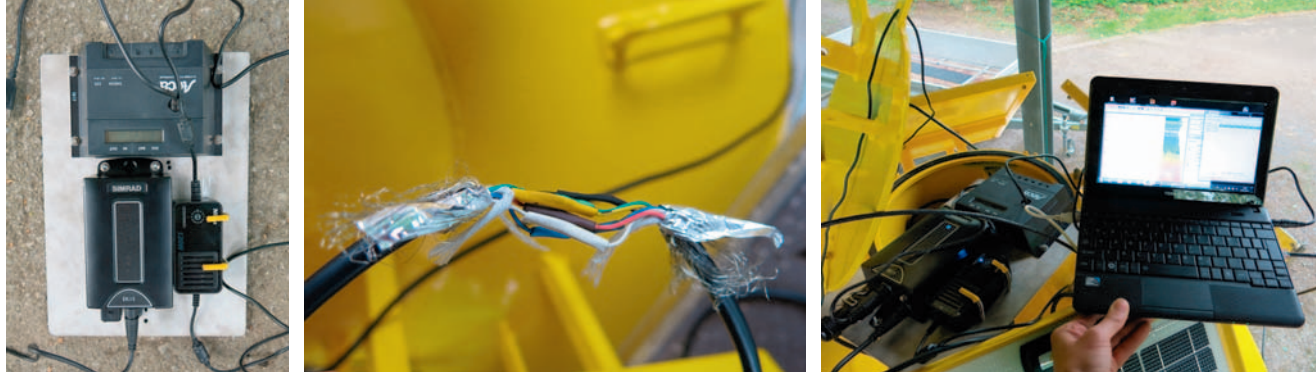


Abbildung 14-16: Laderegler, EK15 GPT und Netzteil für PC-Netbook vor Einbau in die Boje (links), Einkürzung und Neuerkabelung des Schallgeberkabels (Mitte) und PC-Konfiguration zum Betrieb des Echolotes (rechts).

4.4 Drahtlose Kommunikation

Die Einrichtung und Konfiguration der drahtlosen Kommunikation bzw. Bildschirmübertragung zwischen der Boje und den Empfangsstationen oblag der Firma PC Spezialist Münster, Hammer Str. 112, 48153 Münster.

Ein wesentlicher Bestandteil der Projektidee zur Entwicklung der Fischmessboje im Sinne einer Monitoring-Station war die Etablierung einer drahtlosen Kommunikation zwischen dem PC in der Boje („Sender“) und einem PC am Fischereistandort Möhnetalsperre („Empfänger“) via Internet. Zwecks Funktionskontrolle und der Möglichkeit zur Einstellung einzelner Echolot-Parameter sollte zusätzlich eine Verbindung zur LfV Hydroakustik GmbH hergestellt werden. Die Umsetzung erfolgte über die Nutzung des Mobilfunks. Auf der Sender-Seite (Boje) wurde ein UMTS-Stick mit SIM-Karte und einer externen Rundstrahlantenne dazu genutzt, eine Internetverbindung aufzubauen.

Die Anbindung der Boje erfolgte über eine s. g. kompatible Clientsoftware-Lösung (VPN = Virtual Private Network). Dieser Client ist ebenfalls auf den Empfänger-Seiten installiert (in diesem Fall gab es zwei Empfänger, den PC im Fischereibetrieb und bei der LfV Hydroakustik GmbH). Als sicherheitsrelevante Schnittstelle für den „VPN-Tunnel“ diente die Firewall der LfV Hydroakustik GmbH. Eine entsprechende Installation und Konfiguration der beteiligten Rechner und der eingebundenen Firewall ist Voraussetzung für eine stabile Übertragung der Bildschirmdaten und die Möglichkeit der Fernsteuerung des Senders über einen VNC-Viewer (Abb. 17). Die Abbildung 18 fasst die Konfiguration und Kommunikationswege der verschiedenen Komponenten graphisch zusammen.



Abbildung 17: Konfiguration der beteiligten PC's zur Kommunikation des Senders (Boje) mit den Empfänger-Stationen. Rechts das in der Boje verbaute PC-Netbook.

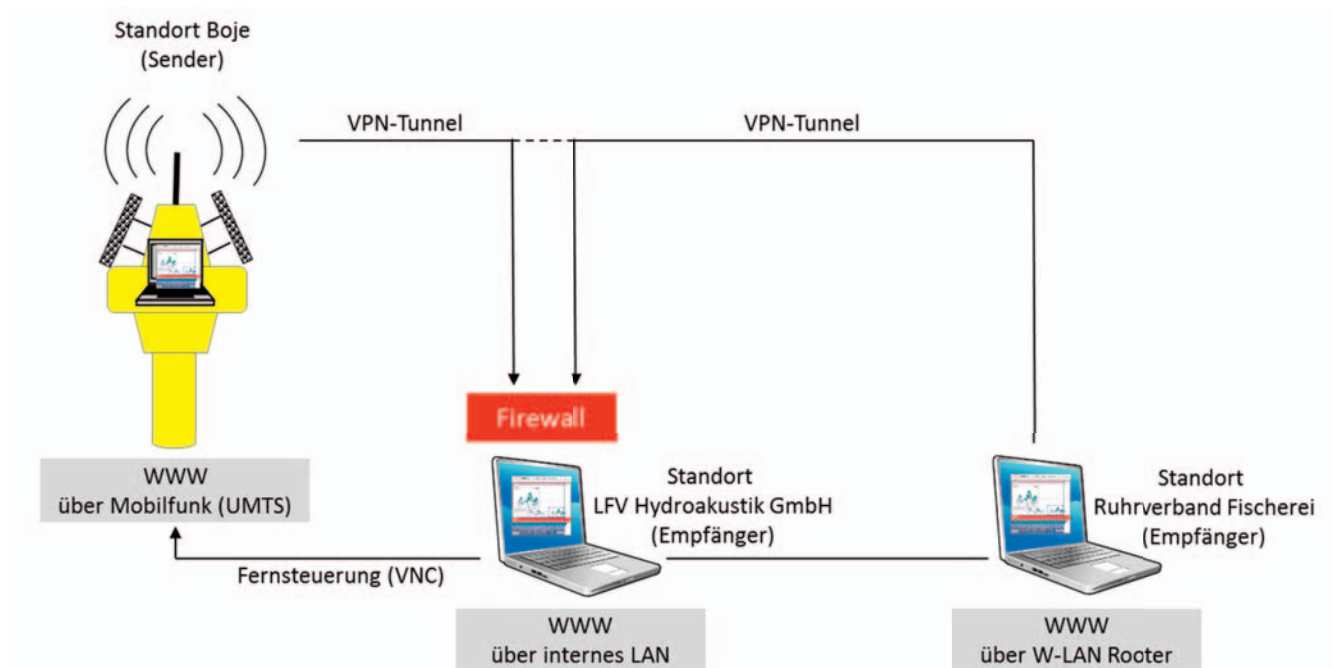


Abbildung 18: Schematische Darstellung der PC-Konfiguration und Kommunikationswege zwischen der Boje (Sender) und den Empfänger-Stationen mit Nutzung einer kompatiblen Clientsoftware-Lösung.

4.5 Trockentests

Die nach der Installation der Echolot-Hardware und notwendigen PC-Konfigurationen durchgeführten „Trockentests“ auf dem Gelände des Fischereibetriebes im Sommer 2013 dienten maßgeblich dazu, die Stabilität der Internetverbindung, der Stromversorgung und der Temperaturentwicklung im Inneren der Boje zu überprüfen und das System auf die erste Wasserung vorzubereiten. Insbesondere die Temperaturentwicklung (trocken, d. h. ohne passive Kühlung durch einen umgebenden Wasserkörper) war dabei von Bedeutung. Zur Erfassung der Temperatur wurde ein durch den Ruhrverband zur Verfügung gestellter Logger über längere Zeiträume im Bojenkörper platziert und später ausgelesen.

Die Temperaturentwicklung konnte auf der Grundlage der Loggerdaten für verschiedene Einstrahlungssituationen dokumentiert werden. Dabei wurde am 03. August 2013 eine Maximaltemperatur von knapp über 40° Celsius gemessen. Auch die Temperaturamplitude im Tag-Nacht-Wechsel sowie der kontinuierliche Anstieg der Temperatur während anhaltender Hochdruckwetterlagen waren nachzuweisen (Abb. 19). Grundsätzlich ist festzustellen, dass die (hier im „Trockenzustand“ erhobenen) Daten bzw. Temperaturen keinen nachweisbaren Einfluss auf die Funktion der elektronischen Bauteile im Inneren der Boje hatten. Es ist aber auch zu erwähnen, dass Temperaturen deutlich über 40° eine Funktionsbeeinträchtigung nahelegen. Die *nach* der Wasserung gemessenen Temperaturen (mit „Wasserkühlung“) wiesen ein Maximum von 29° Celsius aus (Abb. 20).

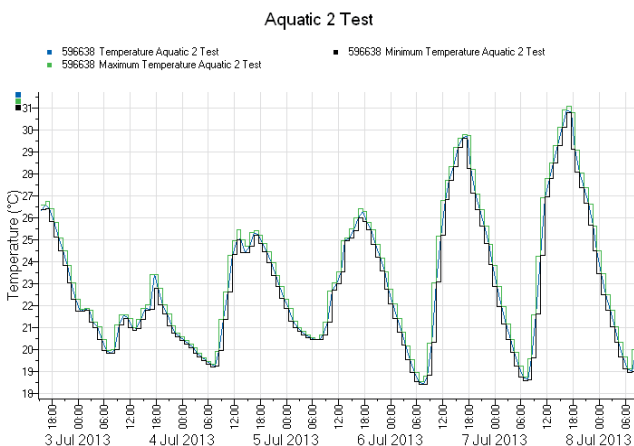


Abbildung 19: Temperaturentwicklung (ohne passive Kühlung) im Inneren der Boje zwischen dem 03. und 08. Juli 2013 mit kontinuierlich ansteigenden Werten und ausgeprägter Tag-Nacht-Amplitude.

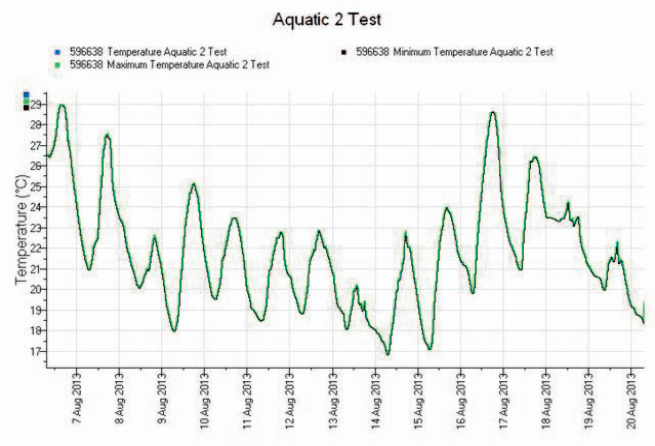


Abbildung 20: Langzeit-Temperaturentwicklung in der Boje nach der Wasserung (passive Kühlung) zwischen dem 07. und 20. August 2013 mit einem Schwankungsbereich von 17-29° Celsius.

4.6 Testphase Möhnetalsperre

Die erste Wasserung der Fischmessboje erfolgte am 06.08.2013 an der Möhnetalsperre (Abb. 21). Um im Falle eintretender Probleme einen erleichterten Zugang zur Boje sicherzustellen, wurde diese zunächst im Flachwasserbereich des Körbecker Beckens nahe des Fischereibetriebes verankert. Neben der Überprüfung der grundsätzlichen Funktion aller Systemteile wurden auch die ersten Daten erfasst und konnten via Bildschirmübertragung auf den Empfänger-Stationen in Echtzeit abgebildet werden. Dazu wur-



Abbildung 21: Erste Wasserung der Fischmessboje zu Testzwecken und einer ersten Datenerfassung an der Möhnetalsperre am 06.08.2013 mit Hilfe eines Frontladers.

de u. a. ein Versuch zur Detektion absinkender Futterpartikel unternommen (Abb. 22).

Weiterhin konnte innerhalb dieser ersten Testphase unter Realbedingungen eine erhebliche Anzahl verschiedener Fischechos und Beobachtungen (Einzelfische, Fischschwärme, Tag-Nacht-Rhythmen) erfasst werden, die auf der Basis von Echogramm-Screenshots zur Verfügung stehen. Die diesbezüglichen Rohdaten wurden parallel bzw. lokal auf dem PC-Netbook der Boje gespeichert und standen später zur Auswertung mit einer Post-processing Software zur Verfügung. Die Abbildungen 23 und 24 zeigen zwei Beispiele der Detektion von Einzelfischen und Fischschwärmen.

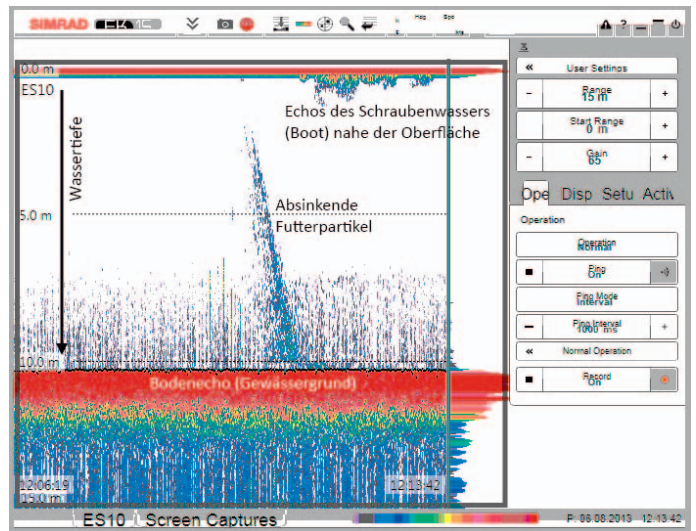


Abbildung 22: Screenshot eines Echogramms der EK15-Software, das absinkende Futterpartikel in der Wassersäule im Schallkegelbereich unterhalb der Boje zeigt.

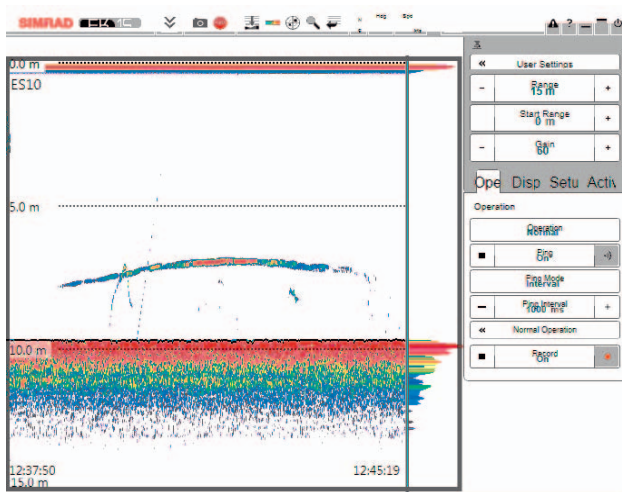


Abbildung 23: Screenshot eines Echogramms der EK15-Software mit Einzelfischecho vom 06.08.2013.

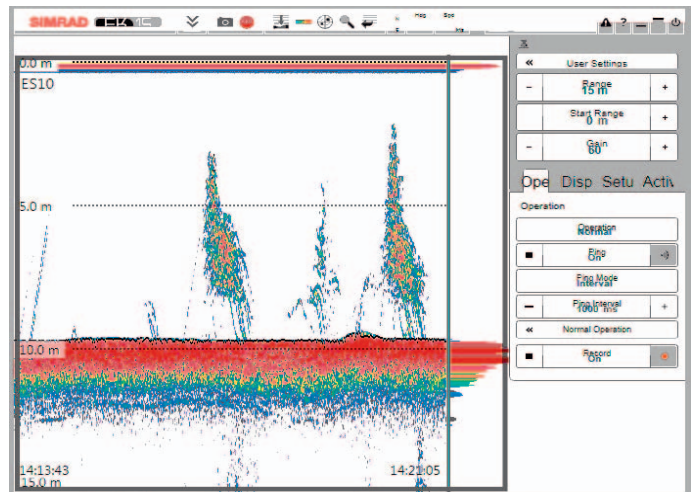


Abbildung 24: Screenshot eines Echogramms der EK15-Software mit Echos von Fischschwärmen vom 22.08.2013.

Am 03. September 2013 wurde die Boje nach erfolgreicher Beendigung der ersten Tests an die Sperrmauer der Möhnetalperre verlegt (Abb. 25). Maßgeblich zwei Gründe sprachen für einen weiteren Testeinsatz. Die Möhnetalperre ist in diesem Bereich am tiefsten, daher waren hier die im Staudambereich der Biggetalsperre zu erwartenden Bedingungen (Einsatzort gemäß Projektziel) am besten abzubilden.

Zusätzlich kam es im Spätsommer 2013 aufgrund der thermischen Schichtung des Wasserkörpers zu einer erhöhten Sauerstoffzehrung im Tiefenwasser der Möhnetalperre. Damit ergab sich die Möglichkeit, dort ggf. vorhandene Fische zu detektieren und die Daten mit den Sauerstoffverhältnissen abzugleichen (s. hierzu auch 5.1)



Abbildung 25: Verlegung der Boje vom Fischereibetrieb zur Sperrmauer der Möhnetalperre am 03.09.2013.

Bezüglich der Datenerfassung an der Möhne-Sperrmauer ist zu erwähnen, dass der Kontakt zur Boje am 15.09. aufgrund zunächst unbekannter Ursache abbrach und keine Verbindung mehr hergestellt werden konnte. Bei einer Kontrolle am 19.09. wurde ein vergleichsweise geringfügiger Schaden am Bojenkörper eines Solarpanels und an der Kabelzuführung des Schallgebers festgestellt, der vermutlich von einer Schiffskollision herrührte (Abb. 26). Nach einem Systemcheck und erneutem Hochfahren des Bojenrechners arbeiteten alle Bauteile zunächst wieder in normalen Parametern, auch die Internetverbindung konnte wiederhergestellt werden. Allerdings zeigten spätere Datenauswertungen einen deutlich erhöhten akustischen „Geräuschpegel“ (Noise) der Rohdaten. Vor diesem Hintergrund wurde der Schallgeber im Nachgang zu den späteren Untersuchungen an der Biggetalsperre ausgetauscht.



Abbildung 26: Schaden an einem der Solarpanel nach der vermeintlichen Schiffskollision im Zeitraum 14.-15.09.2013, der zunächst durch Eigenleistung wieder repariert wurde.

4.7 Datenerfassung Biggetalsperre

Am 20. November 2013 erfolgte der Transport der Boje an die Biggetalsperre zur Erfassung der ansteigenden Dichte der Kleinen Maräne zur Laichzeit im Bereich des Staudammbeckens (vgl. hierzu auch 2). Aufgrund des zu dieser Zeit abgesenkten Wasserstandes der Talsperre war die Nutzung eines Autokrans notwendig, um die Boje unter Berücksichtigung des Tiefgangs und Ufergefälles sicher in den Wasserkörper zu heben (Abb. 27). Als Standort wurde eine Stelle gewählt, die (a) auf der Basis des vorhandenen Wissens als repräsentativ für diesen Gewässerabschnitt gelten konnte und (b) eine ungehinderte Durchführung der anstehenden Schleppnetzfisherei ermöglichen sollte (Abb. 28 und 29).



Abbildung 27: Wasserung der Boje an der Biggetalsperre am 20.11.2013 mit Hilfe eines Autokrans.



Abbildung 28: Standort der Boje im Staudammbecken der Biggetalsperre mit Kennzeichnung der Schleppstrecke.



Abbildung 29: Gewässerte Boje vor dem Staudamm und Verlegung zum Standort der Datenerfassung (s. Abb 28).

5 Projektergebnisse

Die wichtigsten Ergebnisse des Projektes im Hinblick auf die Datenerfassung und -auswertung sowie zur Darstellung der Einsatzbereiche und Potenziale sind folgend durch Echogramme dargestellt. Dabei werden beispielhaft die Daten vom

- (1) Testbetrieb an der Möhnetalsperre (Schichtung und Fischdetektion im Sperrmauerbecken, Abb.30)
- (2) Einsatz an der Biggetalsperre (Aggregation der Kleinen Maräne, Abb. 31 und 32) und
- (3) einer Einzelbeobachtung (Gasaustausch Kleine Maräne Biggetalsperre, Abb. 33 und 34)

berücksichtigt. Zum besseren Verständnis sind die Abbildungsunterschriften entsprechend ausführlich und stellen das Ergebnis im Gesamtzusammenhang dar.

5.1 Beispiel Möhnetalsperre: Fischverteilung und Schichtung

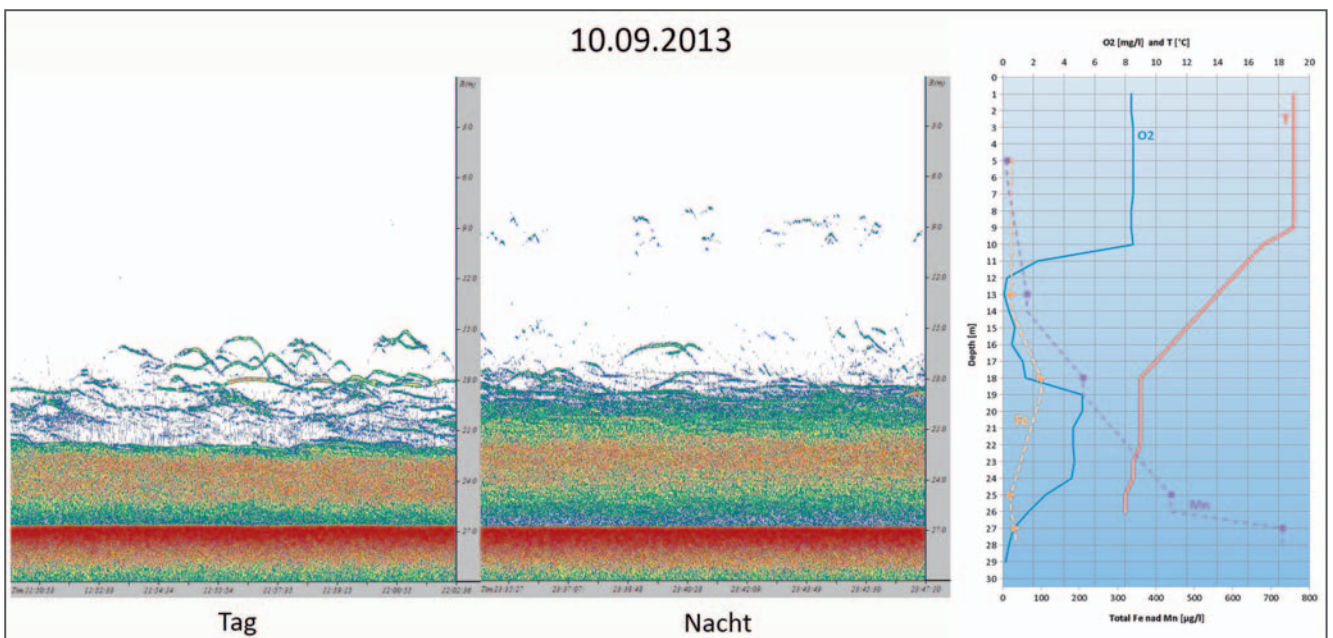


Abbildung 30: Je nach Witterungslage und thermischem Schichtungszustand des Wasserkörpers kommt es an der Möhnetalsperre in manchen Jahren im Spätsommer zu sauerstoffzehrenden Prozessen im Tiefenwasser und damit zu einer Verringerung der Sauerstoffkonzentration (Nusch 1975). Damit geht in der Regel auch die Rücklösung einiger im Wasser bzw. im Sediment gebundener Stoffe (z. B. Eisen und Mangan) einher. Im Spätsommer 2013 trat dieses Phänomen auf. Wird ein für die Fische kritischer Sauerstoffgehalt erwartet, führt der Ruhrverband dem Tiefenwasser über Schlauchleitungen technischen Sauerstoff zu, um die sauerstofffreie Zone („Glocke“) unterhalb der Temperatursprungschicht aufzubrechen, so auch im August/September 2013.

Die Echogramme zeigen die Tag- und Nachtverteilung von Fischechos in der Wassersäule im Sperrmauerbereich der Möhnetalsperre am 10.09.2013 jeweils für Tag und Nacht. Über dem Gewässergrund in 27 m Tiefe (dunkelrotes Echo) ist unterhalb der detektierten Fischechos (grün-rote Wellenlinien zwischen 15 und 22 m Tiefe) ein „Band“ mit einer vergleichsweise starken Echosignatur zu erkennen (23-26 m Tiefe). Diese basiert auf einer erhöhten Rückstreuung durch die über dem Grund deutlich erhöhten Eisen- und vor allem Mangankonzentrationen. Die Konzentrationen von Eisen, Mangan und Sauerstoff sowie die Wassertemperatur (gemessen durch das Labor des Ruhrverbandes) sind rechts neben den Echogrammen mit maßstabsgerechter Tiefenskalierung angegeben. Bedingt durch die Eigenbewegung der Boje (unter Berücksichtigung von Wind, Wellengang und das Spiel in den Ankerseilen) und die unterschiedlich stark ausgeprägten Konzentrationen und Schichtungen ist das Band der Rückstreuung in beiden Echogrammen unterschiedlich „hoch“.

Das hier dargestellte Ergebnis zeigt die Potenziale der Boje u. a. im Hinblick auf ein Monitoring von Talsperren bzw. Wasserkörpern (über die Detektion von Fischechos hinaus) auf. Die Kombination mit weiteren Messtechniken und der Einsatz unterschiedlicher Frequenzen könnte in diesem Zusammenhang zu einer deutlich umfassenderen „Umweltüberwachung“ genutzt werden (s. a. 8).

5.2 Biggetalsperre: Aggregation der Kleinen Maräne

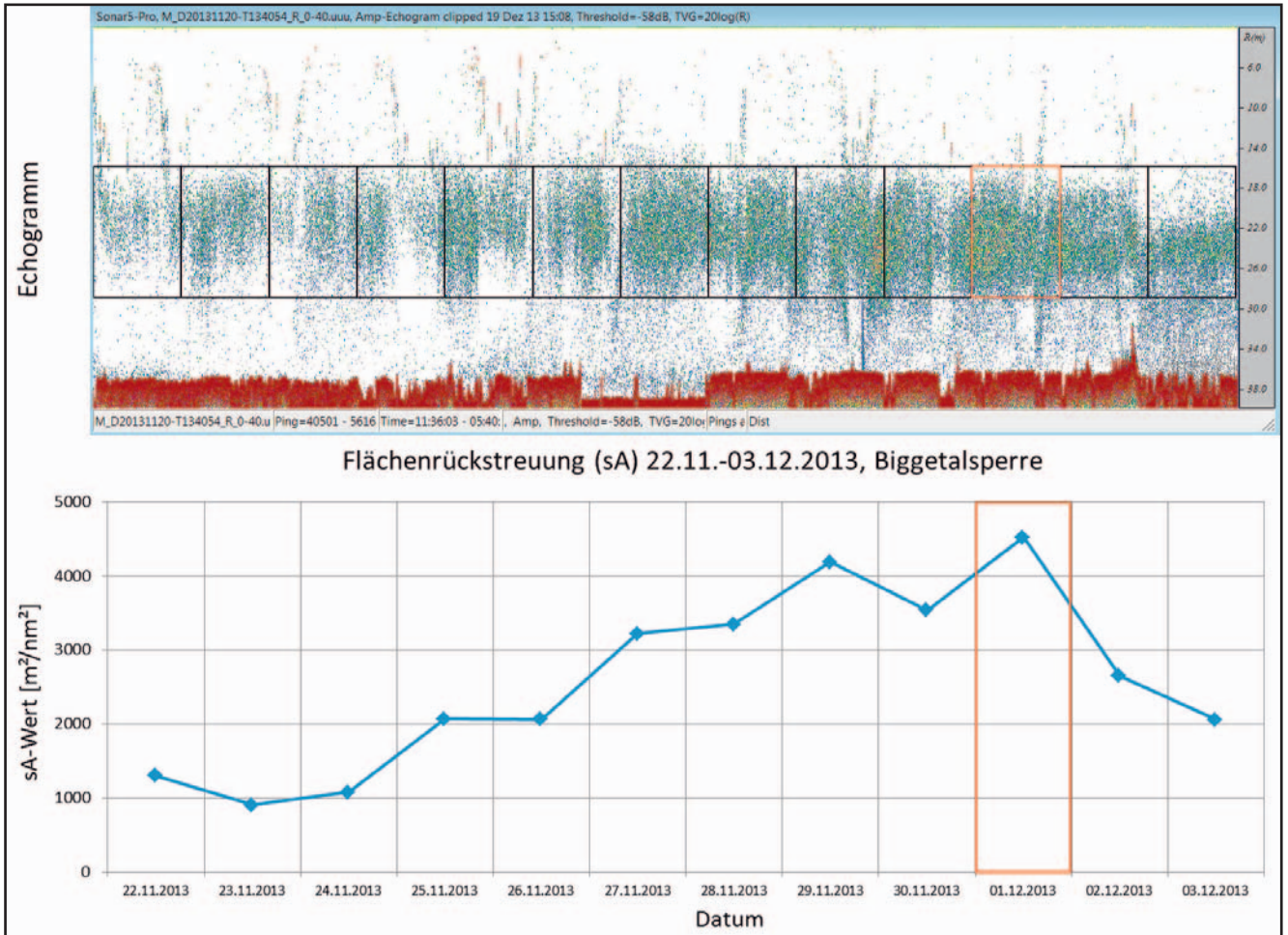


Abbildung 31: Als zooplanktivore Massenfischart wird der Bestand der Kleinen Maräne in der Biggetalsperre mit Hilfe der Schleppnetzfisherei bewirtschaftet bzw. dezimiert (Kühlmann 1997, Schmidt et al 2007). Die unter Berücksichtigung von Zeit- und Kostenintensität durchzuführenden Schleppnetzbefischungen sind nur in vergleichsweise kurzen Zeitfenstern möglich, wenn u. a. zur Laichzeit im Spätherbst/Winter ein deutlicher Anstieg der Fischdichten in den Tiefen Bereichen der Talsperre erfolgt.

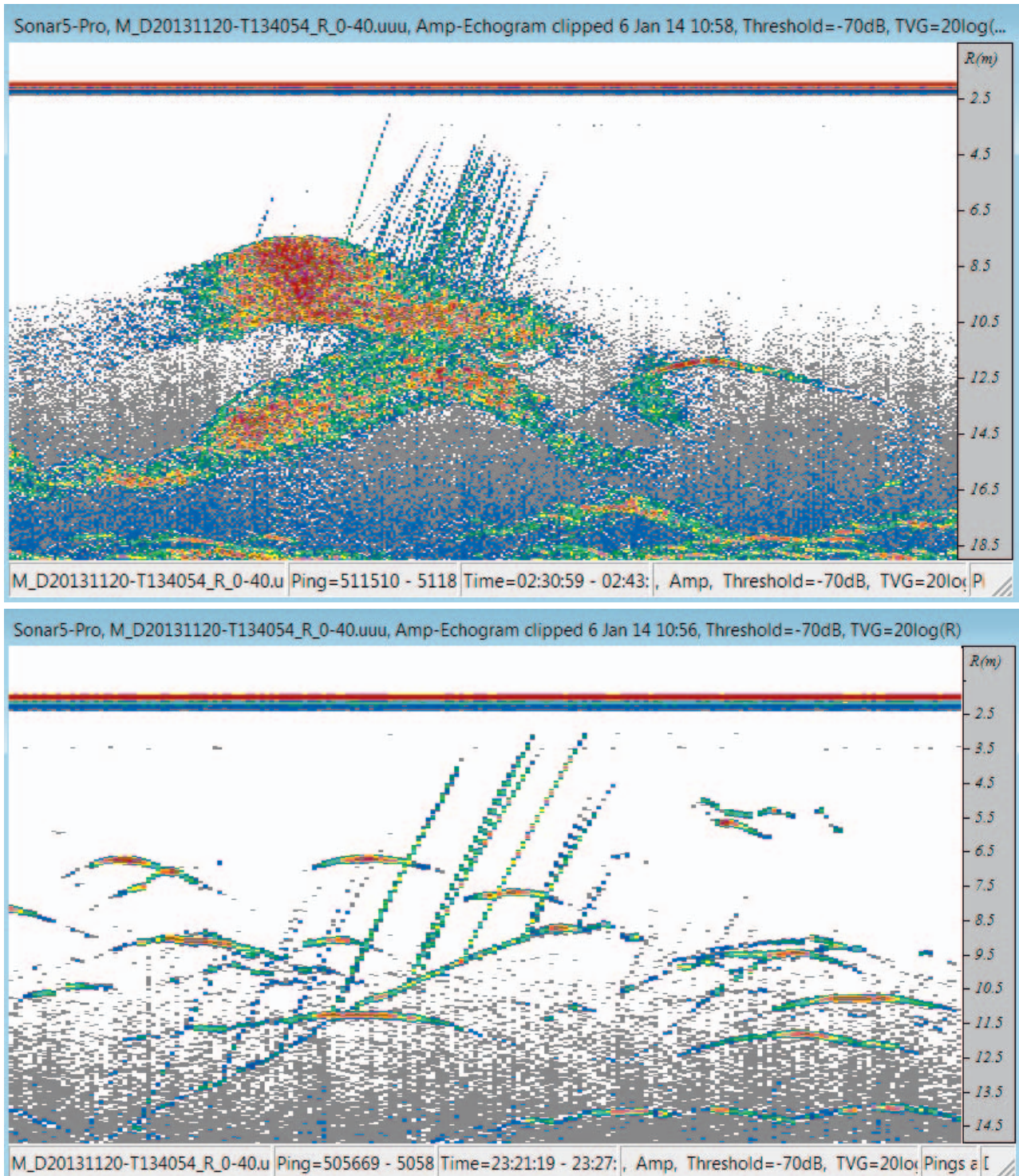
Die Abbildung zeigt ein komprimiertes Echogramm (oben) basierend auf den Bojendaten für den Zeitraum vom 22.11.-03.12.2013. Der Gewässergrund (Bodenecho) ist durch die dunkelrote Linie in etwa 36 m Wassertiefe gekennzeichnet. Der Schwankungsbereich des Bodenechos („Zacken“) ist auf die Eigenbewegung der Boje zurückzuführen. Im Mittelwasser sind die Fischechos als blau/grün/rote Punktwolken zu erkennen.

Um den auch optisch erkennbaren Anstieg der Fischdichten quantitativ auszuwerten, wurden für die im Mittelwasser registrierten Echointensitäten tageweise s. g. Flächenrückstreuungen (sA-Werte) berechnet. Die schwarze Rechteckreihe im Echogramm korrespondiert mit dem Liniendiagramm (unten), der Zeitpunkt der höchsten Fischdichte ist jeweils rot markiert.



Abbildung 32: Erfolgreicher Fang von Kleinen Maränen mit dem Schleppnetz im Staudammbereich der Biggetalsperre Anfang Dezember 2013.

5.3 Einzelbeobachtung: Gasaustausch der Kleinen Maräne



Abbildungen 33 (oben) und 34 (unten): Als physostome Fischart, d. h. mit einer Verbindung zwischen Schwimmblase und Darm, ist die Kleine Maräne im Hinblick auf Tarnung und Auftrieb darauf angewiesen, einen aktiven Gasaustausch durchzuführen. Obwohl unter wissenschaftlichen Gesichtspunkten der Nutzen, die Funktion und der Prozess des Gasaustausches nach wie vor diskutiert wird und Fragen offen sind, ist die hydroakustische Beobachtung eines Teilaspektes dieses Phänomens beschrieben (Knudsen & Gjelland 2004). Im Unterschied zu den hier gezeigten Echogrammen zeigten die Autoren den Gasausstoß bei Maränen während des Aufstiegs in der Wassersäule durch eine Bottom-up-Anwendung, d. h. das Echolot wurde vom Gewässergrund nach oben schallend eingesetzt.

Die oben dargestellten Echogramme zeigen den Gasausstoß von Kleinen Maränen als schräg nach „oben rechts“ laufende Echosignaturen während des Aufstiegs in der Wassersäule für einen dichten Schwarm (oben) und einen Einzelfisch (unten), detektiert während der Datenerfassungen an der Biggetalsperre im November 2013. Obwohl die Dokumentation dieser (mehrfach beobachteten) Ereignisse zunächst in keinem direkten Zusammenhang mit den Projektzielen und der Entwicklung der Fischmessboje steht, kann dennoch ein Potenzial zum Einsatz in ausgesuchten Bereichen der Fischereiforschung abgeleitet werden. Der maßgebliche Vorteil der Boje liegt dabei in der Erfassung von stationären Langzeitdaten.

5.4 Energieversorgung

Die Energieversorgung der Boje erfolgt über eine 12V-Batteriespannung mit angeschlossener Solaranlage (vier Panel mit je 24 Wp) zur Nachladung. Insgesamt wurde eine Kapazität von ca. 400 Ah verbaut. Der zu erwartende Stromverbrauch konnte auf der Grundlage der Datenblätter (Echolot, PC-Notebook, Netzteile, Laderegler) zunächst nur grob kalkuliert werden. Das Ziel war es, die Boje auch ohne Nachladung mindestens 14 Tage betriebsbereit zu halten. Zur Erfassung und Speicherung der tatsächlichen Stromwerte bzw. -daten wurde der Laderegler mit dem PC-Netbook verbunden.

Die grundsätzliche Konfiguration von Batterien und Solarpanel bzw. Laderegler hinsichtlich der Nachladung und dauerhaften Betriebsbereitschaft konnte bei den Trockentests und den ersten Datenerfassungen an der Möhnetalsperre vollumfänglich gezeigt werden. Der Spannungs- und Stromgang sowie die Batteriekapazität für einen ausgesuchten Zeitraum sind in den Abbildungen 35 und 36 beispielhaft dargestellt.

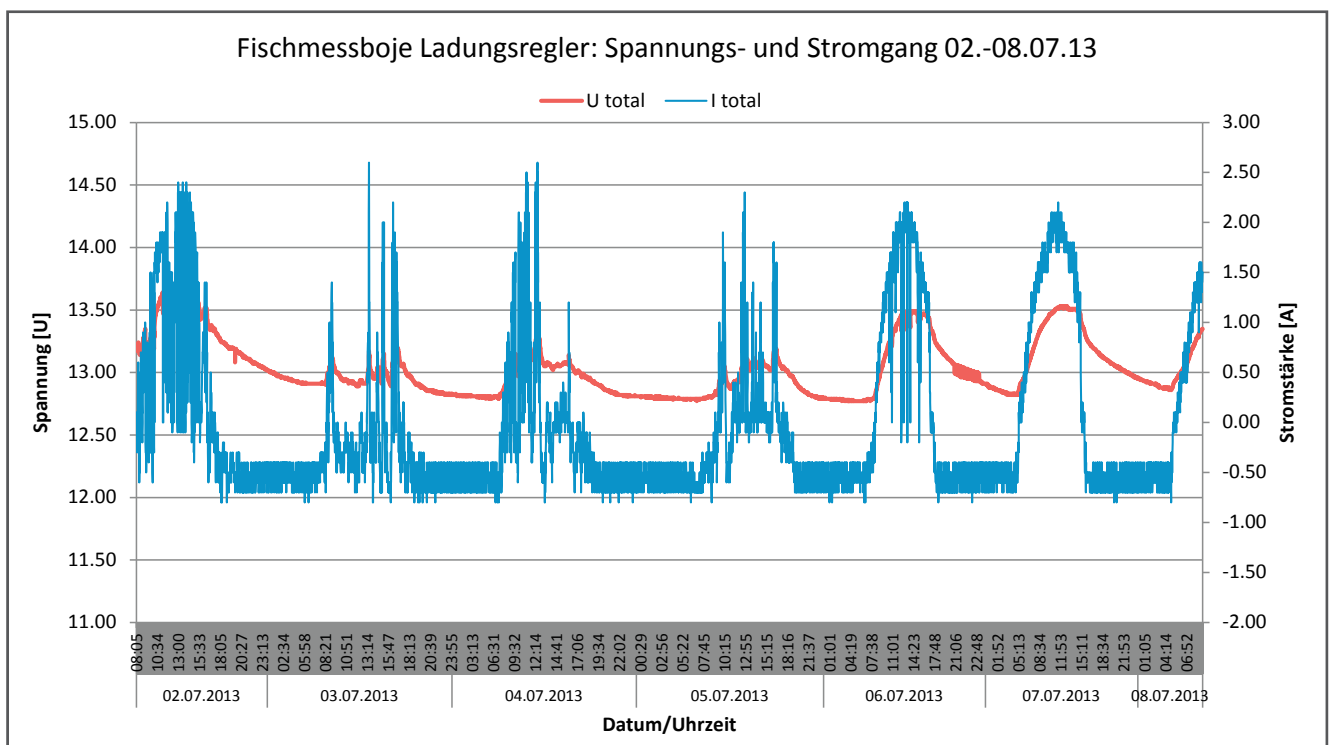


Abbildung 35: Spannungs- und Stromgang der Boje für den Zeitraum 02.-07.08.2013 während der Tests an der Möhnetalsperre. Die Stromerzeugung über den Stromverbrauch hinaus bzw. die Nachladung (während des Tages) ist durch die blaue Linie gekennzeichnet. Der Spannungszustand der Batterien ist vergleichsweise konstant und schwankt mit der Nachladung (dunkelrote Linie).

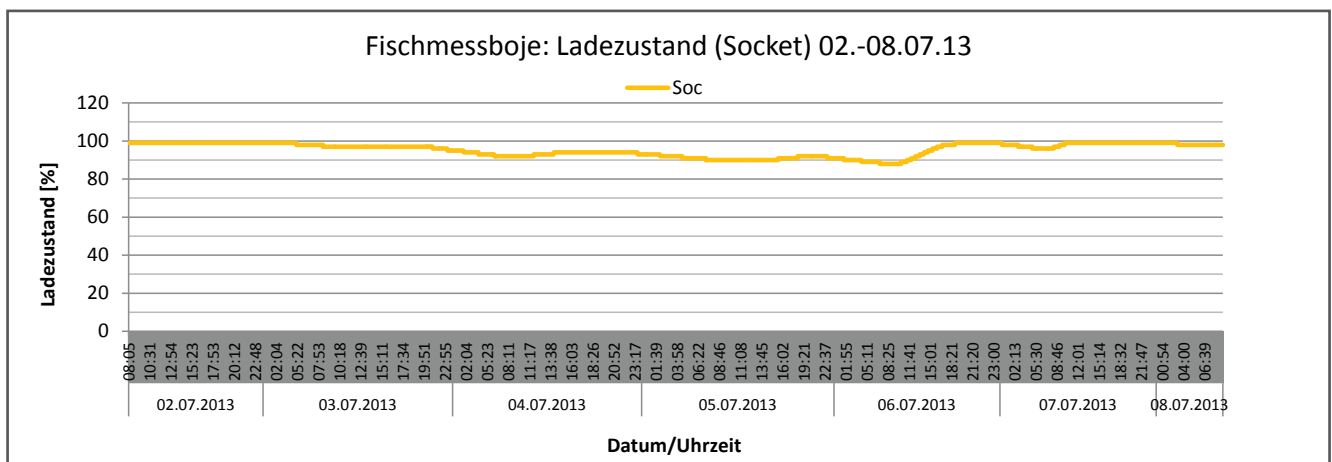


Abbildung 36: Ladezustand (Batteriekapazität in Prozent) für den Zeitraum 02.-07.08.2013, vgl. Abb. 35).

Bezüglich der Nachladung und des dauerhaften Betriebs stellten die einstrahlungsintensiven Sommermonate genügend Sonnenenergie zur Verfügung. Durch die Datenerfassung an der Biggetalsperre wurde hingegen deutlich, dass längere Zeiträume ohne direkte Sonneneinstrahlung zu einer stetigen Verringerung der Batteriekapazitäten führten, d. h. es wurde in der Summe mehr Strom verbraucht als tatsächlich nachgeladen werden konnte. Die Abbildungen 37 und 38 zeigen das für die Exposition der Boje auf der Biggetalsperre im November 2013.

Auf dieser Grundlage wurde entschieden, die Leistung der Solarpanel zu vergrößern und die vier 24 Wp-Panel durch 48 Wp-Elemente zu ersetzen. Dadurch kann zukünftig die doppelte Menge an Solarenergie unter gleichen Einstrahlungsverhältnissen erfolgen. Ob diese Konfiguration auch unter schlechten Strahlungsverhältnissen einen (über das Jahr gesehene) kontinuierlichen Einsatz der Boje ermöglicht, kann erst der erneute Langzeiteinsatz zeigen (s. hierzu auch 6.1 und 6.2).

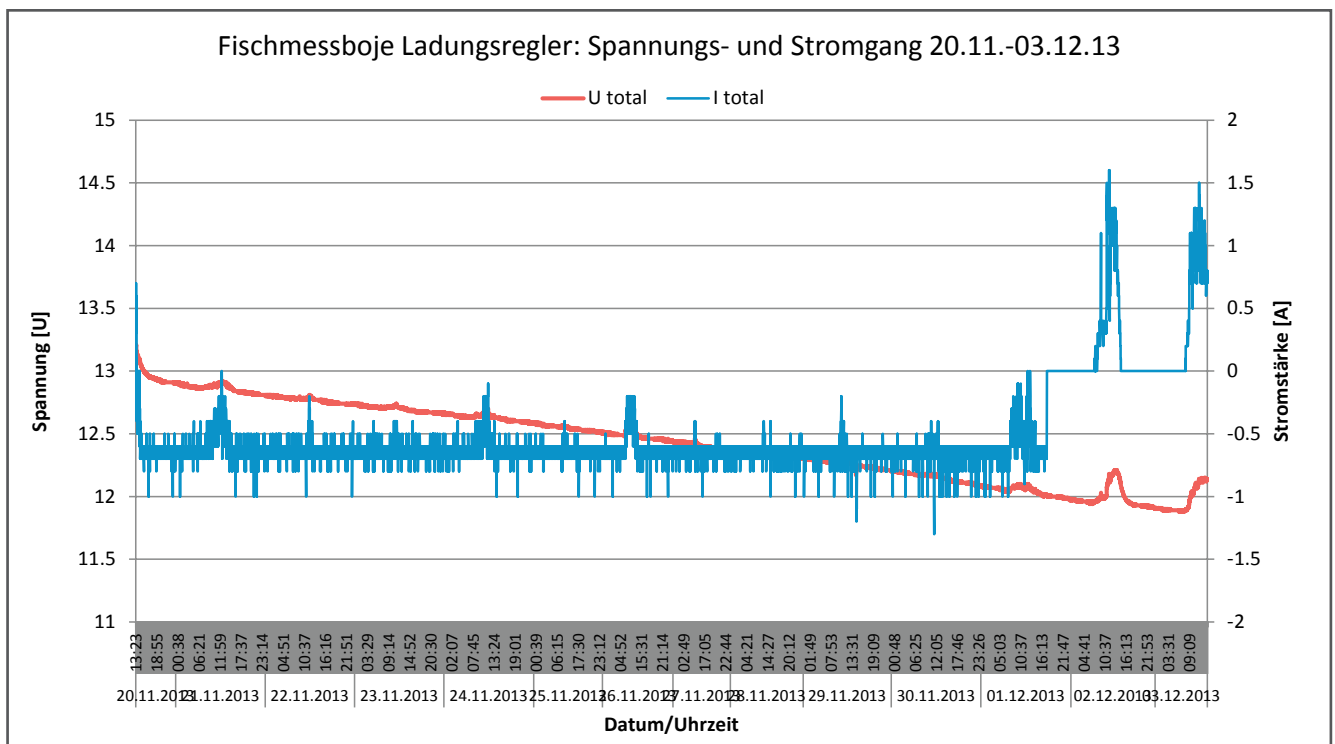


Abbildung 37: Spannungs- und Stromgang der Boje für den Zeitraum 20.11.-03.12.2013 während der Datenerfassung an der Biggetalsperre. Die Stromerzeugung über den Stromverbrauch hinaus bzw. die Nachladung (während des Tages) ist durch die blaue Linie gekennzeichnet. Der Spannungszustand der Batterien fällt mit der Dauer der Exposition der Boje kontinuierlich (dunkelrote Linie). Lediglich zum Ende hin zeigt sich eine Nachladung durch zwei sonnenreiche Tage.

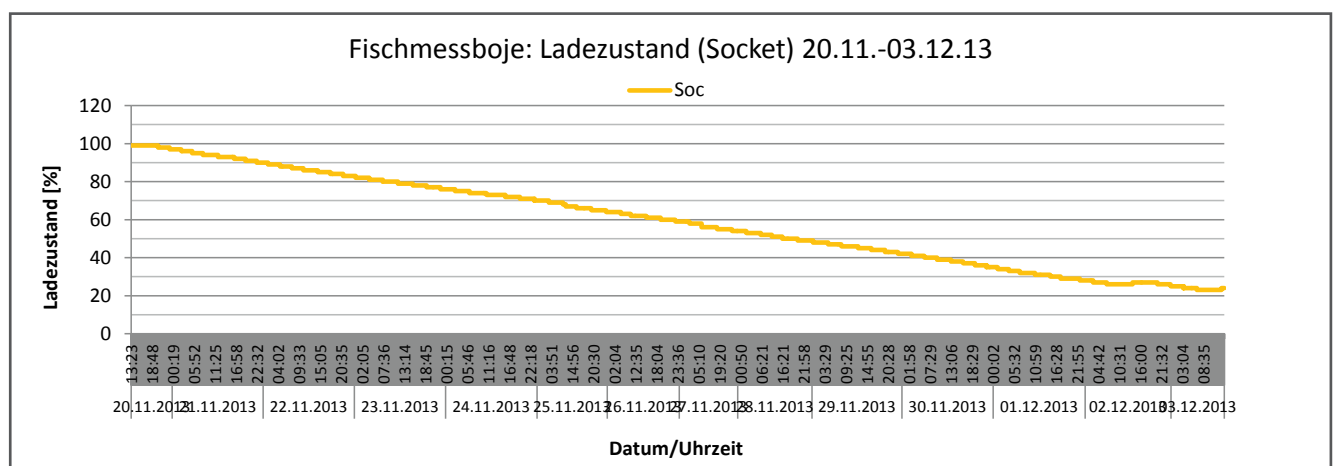


Abbildung 38: Ladezustand (Batteriekapazität in Prozent) für den Zeitraum 20.11.-03.12.2013, vgl. Abb. 37).

6 Bereits vorgenommene Verbesserungen

6.1 Größere Solarpanel

Um zukünftig eine verbesserte Energieversorgung der Boje sicherzustellen und die verminderte Ladekapazität bei diffuser Einstrahlung zumindest teilweise zu kompensieren, wurden die 24 Wp-Solarpanel gegen neue Elemente mit doppelter Ladeleistung (48 Wp) am Schwimmkörper montiert (Abb. 39). Bei der Montage war der Einbau s. g. Lade-Protektoren erforderlich, die eine kontinuierliche und fehlerfreie Ladung der Batterien auch bei teilweiser Abschattung eines oder mehrerer Panel sicherstellen.

Grundsätzlich stellt die Verdoppelung der Ladekapazität eine Verbesserung bzw. Verlängerung der Bojennutzung dar. Diese ist in Verbindung mit der Stromeinsparung durch den Industrie-PC zu bewerten (s. u.). Eine quantitative Beurteilung dieser Verbesserung im Sinne einer besseren Nachladung und längeren Betriebsdauer bei schlechten Einstrahlungsverhältnissen ist nur auf der Basis einer erneuten Langzeitexposition der Boje möglich und konnte im vorliegenden Bericht nicht berücksichtigt werden.



Abbildung 40: Boje mit nachträglich montierten 48 Wp-Solarpanelen.

6.2 Industrie-PC

Der Austausch des in der ursprünglichen Planung berücksichtigten Netbook-PC's gegen einen s. g. Industrie-PC (Abb. 41) hatte mehrere Gründe. Neben einer deutlichen robusteren Bauweise und einer höheren Temperaturschwankungstoleranz ist hier ein SIM-Kartenslot (Einschub) und ein UMTS 3G-Modul integriert verfügbar, so dass die auf der Außenseite der Boje angebaute UMTS-Rundstrahlantenne direkt angeschlossen werden kann. Die „Sollbruchstelle“ des zuvor benutzen UMTS-Sticks mit externem Antennanschluss konnte so umgangen werden.

Darüber hinaus ist der Industrie-PC lüfterlos, die Betriebstemperatur wird über Kühlrippen geregelt. Weiterhin ist hier eine SSD (Solid State Disk)-Festplatte verbaut, die nicht wie herkömmliche Festplatten gedreht wird. Die beiden letztgenannten Merkmale sollen zukünftig für weitere Stromeinsparung sorgen und sind parallel zum Einbau der größeren Solarpanel zu sehen.



Abbildung 41: Industrie-PC mit Hardware-Schnittstellen montiert auf Einschubvorrichtung vor dem Einbau in den Bojenkörper.

7 Patentierung

Während der Durchführung des Projektes entstand zwischen dem Ruhrverband (Antragssteller) und der LFV Hydroakustik GmbH die gemeinsame Idee, die „Fischmessboje“ beim Deutschen Patentamt anzumelden bzw. eine Patentierung hinsichtlich Anwendungsbereich (s. Projektskizze) und Ausführung (Bojenkörper und eingebaute Technik) überprüfen zu lassen. In diesem Zusammenhang wird darauf hingewiesen, dass die damit verbundenen Kosten ausschließlich durch die o. a. Partner getragen werden und nicht Bestandteil der Projektförderung sind bzw. waren.

Zum Zeitpunkt der Berichterstellung war die Patentanmeldung bereits erfolgt, das Verfahren allerdings noch nicht abgeschlossen. Die erste Stellungnahme des Deutschen Patentamtes ließ eine Patentierung zunächst offen und forderte eine präzisere Formulierung bzw. Einschränkung der einzelnen Patentansprüche.

Die Abbildungen 42 und 43 zeigen auszugsweise zwei Zeichnungen als Bestandteil der beim Patentamt eingereichten Unterlagen. Die wesentlichen Patentansprüche sind folgend stichpunktartig zusammengefasst:

- Messboje für die Erfassung von zeitlich variierenden Fischverteilungen in einem Gewässer mit einem stationär in dem Gewässer verankerbaren Bojenkörper mit
- zumindest einer Echoloteinrichtung mit zumindest einem außerhalb des Bojenkörpers angeordneten Schallgeber
- zumindest einer innerhalb des Bojenkörpers angeordneten Rechneinheit für die Steuerung der Echoloteinrichtung
- zumindest einer Kommunikationseinheit, welche mit der Rechneinheit verbunden und/oder in diese integriert ist,
- zumindest einem innerhalb des Bojenkörpers angeordneten Energiespeicher, z. B. Akkumulator, für die Energieversorgung der Rechneinheit und/oder der Echoloteinrichtung,
- zumindest einer außenseitig am Bojenkörper angeordneten Energiewandlereinheit, z. B. Solareinheit, für die Erzeugung elektrischer Energie zum Aufladen des Energiespeichers, wobei mit der von der Rechneinheit gesteuerten Echoloteinrichtung zeitlich variierende Fischverteilungen als Messdaten detektierbar sind und wobei die Messdaten von der Rechneinheit mit der Kommunikationseinheit drahtlos an einen Basisrechner übertragbar sind.

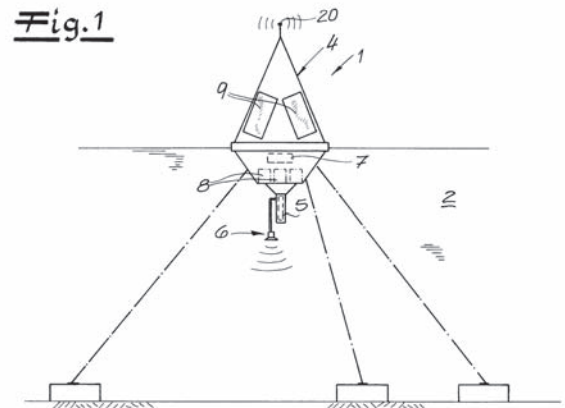


Abbildung 42: Zeichnung der Boje (ursprüngliche Zeichnung Dr. Marc Schmidt) zur grundsätzlichen Beschreibung von Einsatzbereich und Funktionsprinzip gegenüber dem Deutschen Patentamt.

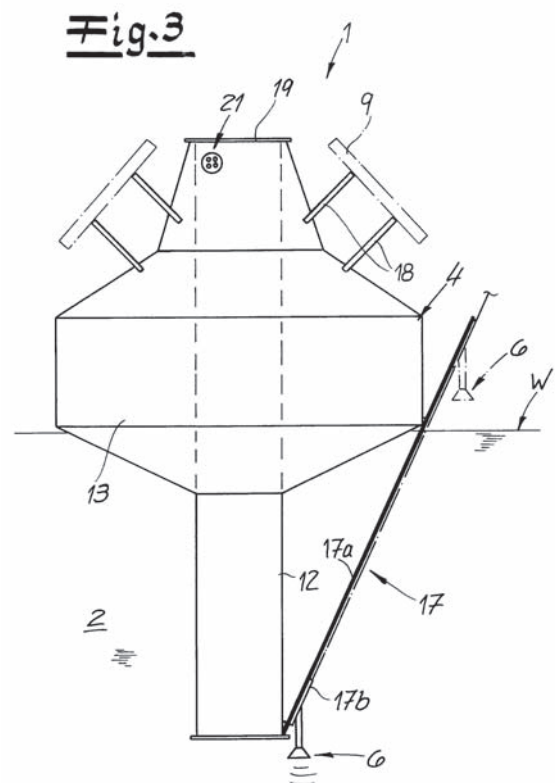


Abbildung 43: Zeichnung der Boje in der umgesetzten Bauform mit Beschreibung einzelner Komponenten (hier ohne erklärenden Text) zur Einreichung beim Deutschen Patentamt.

8 Potenziale und Ausblick

Neben den hier dargestellten Einsatzmöglichkeiten der „Fischmessboje“ zeigen sich nach Einschätzung der Projektbeteiligten weitere Potenziale. Dies gilt für den Bereich der Hardware (d. h. den Bojenkörper mit technischer Peripherie) ebenso wie für die Anwendung. Denkbar ist z. B. die Erweiterung der reinen Echolot-Hardware um eine Multiparametersonde zur Erfassung abiotischer Parameter in bestimmten Wassertiefen, um so ein umfassenderes Monitoring der Wassersäule bzw. sich ändernder Zustände zu ermöglichen. Darüber hinaus sind auch Anwendungen in Fließgewässern und Flusstauen denkbar, z. B. im Nahbereich von Wasserkraftanlagen und Wehren zur Detektion erhöhten Fischaufkommens und Eingrenzung kritischer Zeiträume mit Blick auf Schutzmaßnahmen.

9 Projekt-Chronologie

September 2012 - Februar 2013	<i>Planungen und Bau der Boje</i>
März 2013	<i>Abholung und Transport zur Möhnetalsperre, 19.03.13</i>
April - Juli 2013	<i>Endmontage an der Möhnetalsperre inkl. Internetanbindung und Trockentests</i>
August 2013	<i>Erste Wasserung und Tests im Flachwasser der Möhnetalsperre, 06.08.13</i>
September 2013	<i>Start Langzeittest im Tiefwasser an der Sperrmauer der Möhnetalsperre, 03.09.13</i>
November - Dezember 2013	<i>Transport zur Biggetalsperre (20.11.13) und Datenerfassung im Staudammecken</i>
Dezember 2013 - Juni 2014	<i>Rücktransport (18.12.13) zur Möhnetalsperre und Ausführung anstehender Arbeiten (Solarpanel, Schallgeber-tausch) mit anschließenden Tests</i>
August 2013	<i>Wasserung der Boje an der Biggetalsperre zur zeitlich unbefristeten Datenerfassung</i>

10 Danksagung

Dank gilt dem Antragssteller sowie allen Personen, Firmen und sonstigen Projektbeteiligten für die zielstrebige und praxisorientierte Umsetzung der Projektidee. Dieses Projekt wurde als Pilotmaßnahme zu 100% gefördert durch die Europäische Union und das Land Nordrhein-Westfalen.

11 Literatur

Arbeitsgemeinschaft Trinkwassertalsperren (ATT) (2000): ATT Technische Informationen Nr. 11. Fischerei und fischereiliches Management an Trinkwassertalsperren. ATT (Hrsg.), Siegburg.

Dokulil, M., A. Hamm & J.G. Kohl (2001): Ökologie und Schutz von Seen. UTB, Wien.

Jurvelius, J, Knudsen, F.R., Balk, H., Marjomäki, T.J., Peltonen, H., Taskinen, J., Tuomaala, A. & Viljanen, M. (2008): Echo-sounding can discriminate between fish and macroinvertebrates in fresh water. *Freshwater Biology* 53, 912-923.

Knudsen, F.R. & Gjelland, K.O. (2004): Hydroacoustic observations indicating swimbladder volume compensation during the diel vertical migration in coregonids (*Coregonus lavaretus* and *Coregonus albula*). *Fisheries Research* 66, 337-341.

Kühlmann, M. (1997): Einsatz eines Zwei-Schiff-Schwimmschleppnetzes zum Maränenfang auf den Talsperren des Ruhrverbandes. *Fischer und Teichwirt* 5, 220-222.

Nusch, E.A. (1975): Comparative investigations on extent, causes and effects of eutrophication in Western German reservoirs. *Verh. int. Ver. Limnol.* 19: 1871-1879.

Ruhrverband (2002): Ruhrgütebericht 2001: Fischerei und fischereiliche Bewirtschaftung an den Talsperren des Ruhrverbandes, Essen.

Schmidt, M. & Kühlmann, M. (2002): Bericht zur Fischerei und zur fischereilichen Bewirtschaftung an den Talsperren des Ruhrverbandes. *Fischer und Teichwirt* 11, 429-432.

Schmidt, M., Gassner, H., Kühlmann, M., Mattes, H. & Meyer, E.I. (2004): Hydroakustische Untersuchungen zum Fischbestand der Hennetalsperre (Sauerland). *Fischer und Teichwirt* 1, 487-490.

Schmidt M.B., Gassner H. & Meyer E. I. (2005): Distribution and total biomass of a vendace, *Coregonus albula* L., population in a mesotrophic German reservoir. *Fisheries Management and Ecology* 12, 169-175.

Schmidt M.B., Gassner H., Kühlmann M. & Meyer E.I. (2007): Short-term effects of trawling on distribution and abundance of a vendace (*Coregonus albula* (Linnaeus)) population monitored by hydroacoustics. *Advances in Limnology* 60, 385-395.

Schmidt, M.B. (2008): Echolote und Sonare in der Binnenfischerei – Möglichkeiten und Perspektiven. *VDSF-Schriftenreihe Fischerei und Gewässerschutz* 3, 35-37.

Schmidt M.B. (2009): Reactions of vendace (*Coregonus albula*, Linnaeus 1758) towards an approaching pelagic pair-trawl observed by split-beam echosounding. *Fisheries Research* 96, 95-101.

Schmidt, M.B., Balk, H. & Gassner, H. (2009): Testing in situ avoidance reaction of vendace, *Coregonus albula*, in relation to continuous artificial light from stationary vertical split-beam echosounding. *Fisheries Management and Ecology* 16, 376-385.

EFF-Pilotprojekt „Fischmessboje“:

Entwicklung eines hydroakustisch gestützten Echtzeit-Monitorings pelagischer Fischbestände zur nachhaltigen Verbesserung des Fischerei- und Wassergütemanagements an Talsperren

EFF Projekt-Nr.: NW – 646

Gefördert durch das Land Nordrhein-Westfalen und die Europäische Union

Verfasser: Marc Schmidt, Jan Schneider, Markus Kühlmann, Manuel Langkau & Ludwig Steinberg