**Diplomarbeit**

**„Automatische Fischfütterungsanlage“**

**Kurzfassung**

**Abstract**

**Vorwort**

Das Schuljahr 2012 neigt sich seinem Ende zu. Für die Schüler der 5. Jahrganges der HTL-Innsbruck sind diese Tage noch einmal eine besonders lernintensive Zeit, gilt es doch, sich nach dem Abschluss der 5-jährigen Ausbildung auf die Reifeprüfung vorzubereiten. Dieses „Schicksal“ teilen wir

**Bernhard FRITZ** und **Patrick SCHWARZ**

mit anderen Schülern unseres Jahrganges, Zweig Wirtschaftsingenieurwesen. In den letzten fünf Jahren wurden wir in allgemeinbildenden Fächern, wie z.B. Deutsch, Mathematik, Englisch, Physik, Chemie und Geschichte unterrichtet. Darüber hinaus konnten wir ein umfassendes Wissen in den Bereichen Informatik, Technik, Wirtschaft und Kommunikation, uvm., erwerben. Unsere Professoren haben uns nicht nur solide ausgebildet, sondern uns auch tolle Chancen für die unsere Zukunft eröffnet. Erst mit dieser Ausbildung haben wir die Möglichkeit, an einer Fachhochschule oder Universität weiter zu studieren oder direkt in das Berufsleben einzusteigen – **dafür wollen wir uns bei den HTL-Professoren ganz herzlich bedanken.**

Unser theoretisches Wissen, aber auch handwerkliche Erfahrungen in der HTL-Werkstatt und viele praktischen Übungen aus Laborstunden haben wir uns als Diplomanden für die Diplomarbeit „Elektronisch gesteuerte Fischfütterung“ zum Nutzen gemacht, die vorliegende Dokumentation zu verfassen. Die Entscheidung für dieses Thema gründet auf jahrelange Bemühungen des Tiroler Fischereiverbandes und namhafter Limnologen der Universität Innsbruck, die seit vielen Jahren mit viel Engagement und persönlichem Einsatz versuchen, heimische Fischarten vor dem Aussterben zu bewahren. Dabei werden Elterntiere ausgewählten Tiroler Gewässern zur Gewinnung von Laichmaterial entnommen aus dem in weiterer Folge Jungfische in einer heimischen Fischzucht gewonnen und später wieder in die Ursprüngsgewässer ausgesetzt werden. Auf diese und ähnliche wissenschaftliche Arbeiten hat der Tiroler Fischereiverband in seiner Einladung zum „Tag der Offenen Tür“ in der Fischzuchtanstalt Thaur am 26. August 2011 hingewiesen. Bei dieser Veranstaltung hat der anwesende Limnologe die Diplomanden über praxisrelevante Aspekte für die Rettung der vom Aussterben bedrohten Tiroler Inn-Äsche informiert. Während dieser Veranstaltung hat der vortragende Referent den Veranstaltungsteilnehmern das Bruthaus, die Zuchtbecken und das umliegende Gelände der Fischzucht Thaur ausführlich erklärt. Nachdem die im Rahmen der wissenschaftlichen Aufzucht anfallenden Kosten nur durch Subventionen des Landes Tirol gedeckt werden können, ist es besonders wichtig, mit den vorhandenen Resourcen (u.a. Futterkosten, menschliche Arbeitskraft) möglichst „schonend“ umzugehen.

Nunmehr wurde von uns Diplomanden untersucht, ob nicht durch den Einsatz eines **individuell** **computer-gesteuerten Futterautomaten** Kosteneinsparungen möglich sind. Für diese Dokumentation wurde ein „Prototyp“ eines kostengünstig und verlässlich arbeitenden, elektronisch gesteuerten Futterautomaten mit vergleichsweise geringem Mitteleinsatz geschaffen. Mit dieser Lösung wollen wir Diplomanden nur die Möglichkeiten einer individuellen Computer-Steuerung mit den Schwerpunkten verlässliche Futterausgabe ohne direkten Einsatz menschlicher Arbeitskraft „vor Ort“ aufzeigen, die Messung verschiedener Parameter mit allfälligem Einfluss auf das Fressverhalten von Jungfischen (Luft-/Wasser-Temperatur) ermöglichen, die automatische Rückmeldung von Störungen im planmäßigen Fütterungs-Ablauf umsetzen sowie die Protokollierung entscheidungsrelevanter Daten sicherstellen.

Dieser „Prototyp“ eines individuell steuerbaren Fischfütterungs-Automaten soll ein funktions-fähiges, aber vereinfachtes Versuchsmodell darstellen. Es wird aber allein aufgrund der verwendeten Materialien (Legobausteine, Elektromotor, usw.) rein äußerlich einem serienreifen Endprodukt nicht entsprechen. Dieser Prototyp wurde als Einzelstück geplant, das nur ein bestimmtes Konzept – die elektronisch steuerbare Fischfütterung – illustrieren soll. In Bezug auf Technik (Software-Einsatz!) kann das „serienreife Endprodukt“ mit dem Versuchsmodell weitgehend identisch sein.

Die beiden Diplomanden wollen sich an dieser Stelle bei dem diplomarbeit-begleitenden HTL-Fachlehrer, Herrn Engelbert Gruber, ganz herzlich bedanken, der bei der Erstellung der Diplomarbeit mit seinem umfassenden Wissen jederzeit zur Verfügung gestanden ist.

Schwaz, im April 2012 Innsbruck, im April 2012

.............................................. ..............................................

Bernhard Fritz Patrick Schwarz

**Inhaltsverzeichnis**

**Abbildungsverzeichnis**

**Tabellenverzeichnis**

**Anlagenverzeichnis**

**Formelzeichen und Abkürzungen**

1. **Einführung**

Solange es Menschen gibt, ist auch der Fischfang betrieben worden. Von den ersten Anfängen einer eigentlichen Fischzucht bzw. von der Anlage von Teichen berichten die römischen Schriftsteller Cicero und Plinius im ersten Jahrhundert vor Christus. Demnach haben einige reiche Römer Fischteiche und -Becken angelegt. Der Beginn der eigentlichen Aufzucht liegt in den Jahren um 500 n.Chr. Aus dem 16.Jahrhundert stammen auch die ersten Bücher über die Teichwirtschaft, **Einrichtung von Laich- und Brutteichen und Fütterungsplänen**. Erst in der ersten Hälfte des 18. Jahrhunderts verfolgte man die Idee, den laichreifen Fischen Eier und Samen zu entnehmen, die Eier künstlich zu befruchten und zur Entwicklung zu bringen (Geburtsstunde der „künstlichen Fischzucht“). Man beschäftigte sich zunächst ausschließlich mit der Vermehrung und Aufzucht der heimischen Fischarten. Parallel dazu entstanden die Vorläufer der verschiedenen Fischerei-organisationen und -verbände, die sich die Förderung der künstlichen Fischzucht (einem Teil der Landwirtschaft) und eine systematische Besetzung der Gewässer mit Jungfischen zum Ziel setzten.

Bei der professionellen Aufzucht von Fischen in der Neuzeit spielen für die Wirtschaftlichkeit der unternehmerischen Tätigkeit die Faktoren **Futterkosten** und im Speziellen die für die Fütterung eingesetzte **menschliche Arbeitszeit** eine wesentliche Rolle. Nunmehr gilt es, alle eingesetzten Ressourcen so zu optimieren, dass einerseits alle Anforderungen einer erfolgreichen Fischaufzucht mit sparsamen Ressourcen-Umgang erfüllt werden, andererseits aber eine ausreichende Wertschöpfung erreicht wird.

Fischzüchter in unserem heimatlichen Umfeld, welche die Aufzucht in **kleineren Unternehmensformen** (z.B. Familienbetrieben) betreiben, stehen deshalb vor der nicht ganz einfachen Ausgangssituation, dass sie **technische Hilfsmittel** wie sie etwa von riesigen nur im Ausland ansässigen Fisch-Mastbetrieben eingesetzt werden, aus wirtschaftlichen Überlegungen nicht nutzen können. Neben diesen klein strukturierten Betrieben ist an dieser Stelle auch noch eine Reihe von **wissenschaftlichen Projekten** zu erwähnen, die sich in unserem Bundesland auch mit der Aufzucht von Fischen befassen – z.B. Tiroler „Äschen“-Projekt (Betreiber: Tiroler Fischereiverband) oder Projekt „Urforelle“ (Betreiber: länderübergreifend, u.a. Universität Innsbruck). Diesen Projekten gemeinsam ist die Entnahme von Elterntieren aus ausgewählten Gewässern, die wissenschaftliche Untersuchung, die Gewinnung von Laichmaterial, die Aufzucht von Jungfischen bzw. der Aufbau ursprünglicher Zuchtstämme in einer **heimischen Fischzucht** und das Aussetzen der in der Fischzucht reproduzierten Fische im Ursprungsgewässer).

Bis zum erfolgreichen Abschluss von Aufzucht-Programmen müssen die Züchter eine ganze Reihe von **Anforderungen an die Fischfütterung** erfüllen, wobei eine **individuelle Computer-Steuerung** die Zielerreichung (zuverlässige, alltagstaugliche Fischfütterung in einem kleineren Rahmen) wesentlich **erleichtert**, und zwar:

* Fische sollen täglich regelmäßig, mehrmalig, langsam und angepasst an das Umfeld gefüttert werden. Die entsprechenden Futtermengen und Fütterungsintervalle können optimal an das Fressverhalten der Fische angepasst werden.  
    
  → **technische Lösung:** Aufstellung eines/mehrerer computergesteuerter Futterautomaten

Jungfische, insbesondere forellenartige Fische, folgen in der Natur bei ihren Fressgewohnheiten keinem Zeitplan. Daraus schließt ein Fischzüchter, dass es umso besser ist, je öfter in der Gefangenschaft gefüttert wird, besonders wenn die Fische jung sind. Die Brut wird täglich etwa fünfmal gefüttert, kleine Setzlinge viermal, mittlere und große Setzlinge zwei- bis dreimal und heranwachsende Fische ein- bis zweimal täglich.

Der hemmende Faktor ist die **Arbeitskraft**. Deshalb kommen mehr und mehr **technische** **(elektronisch gesteuerte) Hilfen** für die täglichen Fütterungen zum Einsatz.

* Präzise und unterschiedliche Futtergaben an beliebig vielen Futterstellen (auch Kleinstmengen, z.B. bei Brut, usw.)  
    
  → **technische Lösung:** Aufstellung des computergesteuerten Futterautomaten an   
  mehreren Stellen; individuelles Vermischen von mehreren Komponenten je Futterstelle.
* Automatische Anpassung der Futtermenge und Sorte an den Tageszuwachs, bei Bedarf an die Wassertemperatur und eventuell automatische zusätzliche Sauerstoffzufuhr vor der Fütterung.  
    
  → **technische Lösung:**

Das Wachstum der Zuchtfische hängt von einer Anzahl von Faktoren, wie z.B. von der Temperatur und dem Sauerstoffgehalt des Zuchtbecken-Wassers ab.

*Idee: laufende, elektronische Messung des Sauerstoffgehaltes des Zuchtbecken-Wassers und der -Wassertemperatur (Beziehung zwischen Wassertemperatur und Lebensfähigkeit –> Umfang des Stoffwechsels eines Fisches steigt und sinkt im Verhältnis zu den Temperaturschwankungen; Wasser kann unter Umständen für bestimmte Zuchtfische zu kalt sein und ihr Wachstum beeinträchtigen)????*

* Vermeidung von Futterverlusten (Futterkosten-Einsparung und Reinhaltung des Fischwassers)

→ **technische Lösung:**

Die meisten Fischzüchter haben die für jede Fütterung notwendige Futtermenge durch Erfahrung gelernt – dennoch: Erfahrungsgemäß ist es unmöglich, Fischbrut/Jungfische ohne Futterverluste großzuziehen. Der Fischzüchter muss deshalb darauf achten, dass Futterreste nicht lange in den Zuchtbecken bleiben. Dies kann das Verkleben der Kiemen bei den Jungfischen verursachen. Extrem verklebte Kiemen können zu Atmungsschwierigkeiten und schließlich zum Tod der Jungfische führen.

Mit der Verwendung von künstlichem Licht in Bruthäusern kann ein Bestand an Eiern früher erzeugt werden. Sie lassen sich dann so früh ausbrüten, dass dadurch zusätzliche Zeit für das Wachstum gewonnen wird. Auf diese Weise können Zuchtfische schneller an Körpergewicht gewinnen – außerdem werden noch Futterkosten gespart.

*Idee: Computerunterstützte Zeitschaltung für die Beleuchtung des Bruthauses/des Zuchtbeckenraumes.*

* Arbeitszeitersparnis und geringerer Personalaufwand durch automatische Fütterung, höhere   
  Tageszunahmen durch regelmäßiges Weiterfüttern an Wochenenden, Feiertagen, Urlaubszeit.  
  → **technische Lösung:**
* Beliebig viele Betriebsstellen sind fernbedienbar und überwachbar

→ **technische Lösung:** Modem → Internet, Handy, usw.

* Genaue Aufzeichnung und Auswertung von Futterverbrauch, Futtervorratshaltung, Jahresproduktion, usw.

→ **technische Lösung:** Auswertung „Fütterungsmanagement“ (Diagramme, Grafiken, usw.); Perfekte Auswertung der Futterdaten („Futterkurven“)

* Optische Überwachung der Zuchtbecken  
  → **technische Lösung:** Schwenkbare Kamera

Mit der Installierung einer Kamera zur optischen Überwachung von Zuchtbecken können bereits erste Anzeichen von Störungen im Zuchtablauf schnell erkannt werden (z.B. Appetitlosigkeit oder lustloses Liegen der Jungfische an den Zuchtbecken können ernste Anzeichen einer Fischkrankheit sein).

**Schlussbemerkungen**

Die vorstehenden Ausführungen und die Erfahrungen von Fischzüchtern belegen, dass Rationalisierungsmaßnahmen nicht nur das A und O in der Wirtschaft sind, sondern für eine erfolgreiche Fischzucht neben besonderen kaufmännischen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten auch die Verwendung neuer arbeitstechnischer Hilfsmittel, wie z.B. der **Einsatz einer elektronisch** **gesteuerten Fischfütterung**, unumgänglich ist. Das in einer Zeit, wo Arbeitskräfte – insbesondere fachvorgebildete – fehlen und alles darauf ankommt, einen klein strukturierten Betrieb mit überschaubaren finanziellen Mitteln zu technisieren und auch zu rationalisieren.

**Zusammenfassung, Ergebnis**

In den letzten Jahren hat der Einsatz von Computer-Programmen in großen, professionellen Fischzuchtbetrieben deren Wirtschaftlichkeit revolutioniert. Die Installierung solcher Software bleibt allerdings aufgrund der hohen Kosten nur außerhab Österreichs auftretenden „Fischmastbetrieben“ vorbehalten. Unter günstigen Rahmenbedingungen können sich aber die auf den ersten Blick hohen Investitionskosten schon in ein paar Jahren amortisieren. Derartige Fütterungsanlagen arbeiten computergesteuert vollautomatisch.

Für klein strukturierte Betriebe und für die Aufzucht von Fischen im Rahmen wissenschaftlicher Projekte – beispielhaft wird auf die laufenden Projekt-Arbeiten in der Fischzuchtanstalt Thaur verwiesen - sind solche computer-gesteuerten Anlagen aus Kostengründen unerschwinglich. Trotzdem muss auch bei solchen Aufzuchtsmaßnahmen mit den vorhandenen Resourcen sparsam umgegangen werden, weil im Einzelfall nur kostendeckende Budgets bereitgestellt werden. Im Rahmen dieser Diplomarbeit kamen die Diplomanden zur Erkenntnis, dass sich auch kleine Aufzuchtsmaßnahmen mit individueller Computer-Software steuern lassen. Dafür wurde für diese Diplomarbeit ein Prototpy eines Futterautomaten geschaffen, der speziell im Bruthaus eingesetzt werden kann, wo in vielen Fütterungsdurchgängen möglichst kleine Futterportionen verabreicht werden müssen, damit das hochwertige und teure Brutfutter so optimal wie möglich verwertet wird. Die Verantwortlichen dieser Fischzucht kennen die hohen Anforderungen, die notwendig sind, um eine Effizienzsteigerung durch die Fütterung zu erreichen. Diese ließ sich aber bisher nur durch persönlichen Ehrgeiz und viel uneigennütziges Engagement realisieren. Die automatische Fütterung würde menschliche Arbeitszeit sparen, Personalkosten reduzieren und die Tageszunahmen der Jungfische beschleunigen, weil auch an Wochenenden, Feiertagen und während der Urlaubszeit computer-gesteuert gefüttert werden könnte. Eine Weiterentwicklung dieser Software könnte auch genaue Aufzeichnungen und Auswertungen über den Sauerstoffgehalt des Zuchtbecken-Wassers (beeinflusst den Stoffwechsel eines Fisches) und den Futterverbrauch (Futtervorratshaltung) liefern. In regelmäßigen Zeitabständen könnte auch die Wassertemperatur in den Zuchtbecken (spielt im Verdauungsvorgang der Jungfische eine Rolle) und die Raumtemperatur im Bruthaus gemessen werden – allfällige Störungen außerhalb des „Normbereiches“ würden den Verantwortlichen kommuniziert (→ Internet-Überwachung). Über die laufenden Kontrollen könnten genaue Aufzeichnungen protokolliert und präzise Auswertungen bereitgestellt werden. Zuchtbecken-Überwachung mittels Webcam und vollautomatische, nächtliche Bruthaus-Beleuchtung könnten in einer Weiterentwicklung der entwickelten Software den Zuchterfolg zusätzlich absichern.

Der Computer ist heute am Arbeitsplatz und in vielen anderen Bereichen selbstverständlich geworden. Nach Ansicht der Diplomanden könnten auch kleinstrukturierte Fischzuchtbetriebe von der „digitalen Revolution“ mit vergleichsweise geringen finanziellen Mitteln profitieren. Mit der Vernetzung von Computern würden sich für die Anwender darüber hinaus auch Möglichkeiten eröffnen, den Kostenfaktor „Arbeit“ zu entlasten, weil dringende Aktivitäten nicht mehr unbedingt „vor Ort“ verrichtet werden müssten.

**Ausblick**

In der vorliegenden Dokumentation haben die Diplomanden einige Möglichkeiten aufgezeigt, wie eine zuverlässige, alltagstaugliche Fischfütterung im Rahmen kleiner Aufzuchsmaßnahmen mit dem Einsatz individueller Computer-Software sinnvoll gesteuert werden kann. Aus den nunmehr gewonnenen Erkenntnissen geben die Diplomanden einen Ausblick, wie sich die Aufzucht von Fischen in der Zukunft noch einmal weiterentwickeln könnte.

Zuchtbeckenüberwachung mittels Webcam

Eine an der Decke montierte Videocamera legt ihren „Fokus“ auf das Zuchtbecken und liefert „rund um die Uhr“ lückenlose Bilder über die „Geschehnisse“ in einem Zuchtbecken (Ansammlung von toten Jungfischen an der Wasseroberfläche, lethargisch wirkende Jungfische, die kein Futter mehr aufnehmen deuten u.U. auf Fischkrankheiten hin, usw.). Weil die Kamera beweglich montiert ist - Schwenken, Neigen, Zoomen - können auch einzelne Bildausschnitte aus dem Zuchtbecken betrachtet werden. Die Kamera sendet diese Bilder über das Netzwerk an einen PC, wo der User die notwendigen Entscheidungen treffen kann oder auf Programm-Warnungen sofort reagieren kann.

Nächtliche Bruthaus-Beleuchtung

Mit der Verwendung von künstlichem Licht kann in Bruthäusern ein Bestand an Eiern früher erzeugt werden. Man geht im Allgemeinen davon aus, dass sich Eier so früh ausbrüten lassen, dass dadurch zusätzliche Zeit für das Wachstum gewonnen wird. Außerdem können Futterkosten eingespart werden. Deshalb wird die Lichtversorgung des Bruthauses an ein PC-Programm angeschlossen. Diese Software ist für die durchgehende Beleuchtung der Zuchträume verantwortlich, wenn kein Tageslicht mehr verfügbar ist.

Sauerstoffgehalt des Wassers

In einem Zuchtbecken muss das Wasser notwendigerweise über genügend gelösten, gasförmigen Sauerstoff verfügen. Der Gehalt des Sauerstoffes wird u.a. bestimmt durch den Kontakt des Wassers mit der Luft, durch Temperatur und weitere Faktoren. Weil größere Sauerstoff-Schwankungen zu Setzlings-Ausfällen führen können, verhindert die laufende Messung des Sauerstoffgehaltes im Zuchtbecken im worst-Szenario ein dramatisches Fischsterben. Diese Daten werden über einen Sensor in kürzeren Zeitabständen erhoben, protokolliert und vor Eintritt eines Schadens entsprechende Warnmitteilungen versandt.

Auswertung der Futterdaten

Ein modernes Managementprogramm unterstützt den Fischzüchter – liefert z.B. genaue Aufzeichnungen und Auswertungen über Futterverbrauch (rechtzeitiges Nachbestellen von Futtermitteln) und Futtervorratshaltung.