**Umweltdaten-Erfassung und Steuerung eines Koi-Teiches**

Dr. Ing. Hans Schneider und Dipl. Ing. Bernhard Teichfischer

IPI Ingenieurbüro für Prozessinformatik Weinböhla

**Kurzfassung**

Das faszinierende Hobby Koi hat sich inzwischen zunehmend über die ganze Welt verbreitet. Umso bedauerlicher ist der Verlust dieser kostbaren und unersetzlichen, oft hochdotierten Spitzentiere durch Umwelteinflüsse, ungenügende Haltungsparameter oder als Beute von Fischreiher, Katzen und andere Räuber [1].

Zur Abwendung dieser Gefahren und Erzeugung optimaler Lebensbedingungen für das lebendige Fischkapital ist der Einsatz moderner Hard- und Softwarekomponenten unerlässlich.

Da es sich bei jeder Koi-Teichanlage um ein offenes Bioreaktorsystem handelt, sind die Messdaten adäquat zu erfassen (acquire), auszuwerten (analyse) und darzustellen (present) sowie als Steuerelemente einzusetzen.

Durch die Nutzung einer entsprechenden Sensorik werden die Umweltdaten des Wassers wie pH-Wert, O2-Gehalt, Temperatur und Extinktion mittels der Hardware NI-USB 6009 erfasst. Das zugehörige LabVIEW-Programm übernimmt die Auswertung der Daten und bewirkt in Verbindung mit der optischen Hardwarekomponente Compact Vision unter Einbeziehung der Software NI Vision Assistant die kontinuierliche Überwachung und Analyse der Koi-Teichanlage [2].

In Auswertung der Umweltdaten und der optischen Überwachung steuert das LabVIEW-Programm die erforderliche Aktorik einer jeden Koi-Teichanlage wie Filter-Pumpen, Luft-Pumpen, Teich-Heizung und die Stör-Automatik zur Abwehr eventueller Koi-Räuber, so dass der maximale Schutz der wertvollen Tiere permanent gewährleistet ist.

**Abstract**

The fascinating hobby Koi has spread, in the meantime, increasingly over the whole world.

The loss this precious and irreplaceable, often highly endowed top animals by environmental factors, insufficient position parameters or as a prey of common heron, cats and other robbers is the more unfortunately [1].

To the averting of these dangers and production of optimum living conditions for the living fish capital the application of modern hard and software components is essential.

Because it concerns by every Koi-pond arrangement an open biology reactor system, the measuring data are to be grasped adequately to evaluate (acquire) to explain (analyse) and to start (present) as well as tax elements.

The environmental data of the water like pH factor, O2 salary, temperature and extinction are grasped by the application of a suitable Sensorik by means of the hardware NI-USB 6009. The accompanying LabVIEW programme takes over the evaluation of the data and causes in connection with the optical hardware component Compact vision under inclusion of the software NI vision Assistant the continuous supervision and analysis of the Koi-pond arrangement [2].

In evaluation of the environmental data and the optical supervision the LabVIEW programme steers the necessary Aktorik of every Koi-pond arrangement like filter pumps, ventilation pumps, feed dosage and the sturgeon automatic to the defence of possible Koi robbers, so that the maximum protection of the valuable animals is guaranteed constantly.

**Einleitung**

Für eine sachgerechte Haltung benötigt man einen Gartenteich von mindesten 25 m² oder 1000 Liter pro Koi, der eine Tiefe von mindestens 2 m haben sollte. Grundsätzlich kann man sagen, dass die Wasserqualität im Teich die tragende Säule für eine erfolgreiche Koipflege ist.

Dazu gehören eine gute Filterung, exakte Fütterung und die damit verbundene permanente Überwachung der Koi-Teich-Umweltdaten wie:

* Temperatur
* Sauerstoffgehalt
* pH-Wert
* Extinktion

Eine nicht zu unterschätzende Rolle stellt die Abwehr von Koi-Räubern wie Katzen und Fischreiher dar. Dazu ist die visuelle Teichüberwachung unumgänglich, die beim Auftreten von Koi-Räubern die wirkungsvolle Stör-Automatik in Gang setzt [1].

Das Herzstück dieser Anlage stellt die Hardwarekomponente ***NI-USB 6009*** dar, die aus dem Hause von National Instruments hinsichtlich Funktionsumfang für die genannte Problematik keine Wünsche offen lässt. Im Zusammenwirken mit der Opto-Hardware ***Compact Vision*** von NI erfolgen die Koi-Teich-Bildanalyse und das damit verbundene Auslösen der Stör-Automatik beim visuellen Erfassen potentieller Koi-Räuber (siehe Bild 1).



*Bild 1: Koi-Teich Mess- und Steuertechnik*

Wie aus Bild 1 ersichtlich, werden sowohl die Bildsignale des ***Compact Vision*** als auch die sensorischen Messsignale der Analogeingänge des ***NI-USB 6009*** akquirierend über USB-Schnittstellen einem Laptop zugeführt, welcher mittels der Softwarekomponenten ***LabVIEW***  und ***Vision Assistant*** von National Instruments analysierend die Messwerte verarbeitet, des Weiteren auf der Bedienoberfläche präsentiert und aktorische Handlungen ganz im Sinne von AAP (Acquire, Analyse and Present) bewirkt [3].

**Akquirierung und Analyse der Koi-Teich-Umweltdaten**

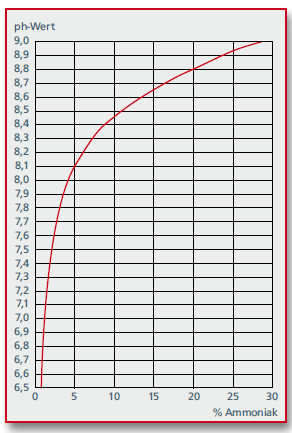
Mit den acht Analogeingängen zu 14 Bit und 48 kS/s ist das kostengünstige Multifunktions-Datenerfassungs-Modul ***NI-USB 6009*** in der Lage, die vier Messwerte der Umweltsensoren pH-Wert, Sauerstoffgehalt, Temperatur und Extinktion des Koi-Teiches zu akquirieren.

Es verbleiben sogar vier Eingänge, die weitere Messungen analoger Signale gestatten.

Der pH-Wert stellt die lonenkonzentration dar, die dem Zustand des Wassers entspricht. Dieser pH-Wert des Wassers gibt nach einer Skala, die von 0 bis 14 reicht an, ob es „sauer“, „neutral“ oder „basisch“ ist. Mit dem pH-Wert 7 wird Wasser als „neutral“ bezeichnet.

In Bezug auf den pH-Wert gelten folgende Anhaltspunkte für die Koi-Haltung (Bild2):

* pH-Wert unter 6 ist ungünstig und gefährlich - Zugabe von Kalk erforderlich
* pH-Wert um 7 ist ideal für Koi
* pH-Werte zwischen 6,5 und 8 können toleriert werden
* pH-Wert 9 wird längere Zeit ertragen
* pH-Wert 10 ist lebensgefährlich und
* pH-Wert über 10 ist tödlich.

*Bild 2: pH-Wert* *Bild 3: Sauerstoffgehalt-Temperaturverlauf*

Für den Koi-Liebhaber ist wichtig, dass der Sauerstoffgehalt für die Koi stets ausreichend ist. In Bild 3 ist der Sauerstoffgehalt im Wasser in Abhängigkeit von der Wassertemperatur dargestellt. Dieser sinkt mit steigender Wassertemperatur. Andererseits steigen der Stoffwechsel und damit der Sauerstoffbedarf der Fische bei höheren Temperaturwerten. Es entsteht also eine Diskrepanz zwischen zur Verfügung stehendem und benötigtem Sauerstoff. Durch eine vom LabVIEW-Programm über ***NI-USB 6009*** gesteuerte Belüftung des Wassers mittels Luft-Pumpe werden dabei die Sauerstoffwerte des Wassers immer optimal gesichert.

Der Sauerstoffgehalt des Koi-Teiches soll über 6,5 mg/l, aber nie unter 5 mg/l liegen [1].

Für die Koi-Überwinterung in unseren Breitengraden ist es wichtig, die Wassertemperatur kontinuierlich zu überwachen. Diese sollte während des Winters im Bereich von 4° bis 6° C liegen. Besonders durch kalte Winde kühlt der Koi-Teich stark aus und es ist bekannt, dass die Koi bei absolut tiefen Temperaturen von 2° C nur kurzzeitig überleben [1]. Deshalb ist als aktorische Komponente die temperaturgeregelte Ansteuerung einer Teichheizung durch das Multifunktionsmodul ***NI-USB 6009*** unumgänglich (siehe Bild 1).

Die Extinktion des Koi-Teichwassers wird mittels eines Bioprocess-Photometers permanent ermittelt und somit die Steuerung der Filter-Pumpe durch das Modul ***NI-USB 6009*** ermöglicht (siehe Bild 1). Die Extinktion E errechnet das LabVIEW-Programm ***Koi-Teich.vi*** aus der Transmission T, wobei sich diese aus den Messwerten Umess/V und der Kalibrierungsspannung U0/V von destilliertem Wasser wie folgt nach [2] ergibt:

T = Umess/U0

E = ln (1/T)

Alle Berechnungen werden durch das LabVIEW-Programm ***Koi-Teich.vi*** realisiert, auf dessen Bedienoberfläche präsentiert und die Pumpenaktorik mittels Modul ***NI-USB 6009*** entsprechend gesteuert (siehe Bild 1).

Mit dem Einsatz der Opto-Hardware ***Compact Vision*** in Verbindung mit der Software ***Vision Assistant*** von National Instrument erfolgt die ständige Koi-Teich-Bildanalyse, um eindringende Koi-Räuber zu orten und danach mit der Stör-Automatik, gesteuert durch das Modul ***NI-USB 6009***, zu eliminieren (siehe Bild 1). Die Stör-Automatik besteht aus einem Magnetventil, dass aktiviert mit einem an einer Düse austretenden Wasserstrahl Koi-Räuber wie Katzen, Fischreiher etc. zielgerichtet vertreibt.

**Präsentation und Steuerung des Koi-Teiches**

Mittelpunkt der Bedienoberfläche der Koi-Teich-Steuerung in Bild 4 bildet der Graph zur Koi-Teich-Bildanalyse, der in Verbindung mit dem ***Vision Assistant*** in das LabVIEW-Programm ***Koi-Teich.vi*** eingebunden ist. Dieser Graph zeigt die Bilder des Koi-Teiches, die von der Opto-Hardware ***Compact Vision*** kontinuierlich aufgenommen werden (siehe Bild 1).



*Bild 4: Bedienoberfläche der Koi-Teich-Steuerung des Koi-Teich.vi*

Des Weiteren sind auf der Bedienoberfläche rechts die Buttons der zugehörigen Aktoren sowie die Messwerte von pH-Wert, Sauerstoffgehalt und Ist-Temperatur als auch die Soll-Temperatur-Eingabe erkennbar. Mit dem Stopp-Button lässt sich bekanntermaßen die Programm-Ausführung jederzeit unterbrechen

Auf der linken Seite der Bedienoberflächen sind die Filter-, Luft-Pumpe und die Trübungssonde einschließlich deren Messwert-Anzeigen Umess/V und Extinktion incl. der Eingabe der Kalibrierungsspannung U0/V angeordnet (siehe Bild 4).

Somit können alle Teichparameter auf einem Blick erfasst und zusätzlich aktorische Handlungen ausgeführt werden. Beim Eindringen eines Koi-Räubers bewirkt die kontinuierliche Bildanalyse des ***Vision Assistant*** die Betätigung der Stör-Automatik unter LabVIEW des ***Koi-Teich.vi*** am zugehörigen Output des ***NI-USB 6009*** Moduls (siehe Bild 1), so dass der maximale Schutz der kostbaren Koi stets gewährleistet ist.

**Zusammenfassung**

Wie in Bild 1 dargestellt, werden die Akquirierung der Umweltdaten und die Koi-Teich-Steuerung von einem Laptop in Verbindung mit ***Compact Vision***, dem ***NI-USB 6009***, entsprechenden Sensoren und Aktoren unter Einbeziehung der Softwarekomponenten ***LabVIEW*** und ***Vision Assistant*** kostengünstig und zeitoptimal realisiert.

Von der Bedienoberfläche des ***Koi-Teich.vi*** aus sind alle Messwerte ersichtlich, die Koi-Teich-Bildanalyse griffig und alle Aktoren können auch einzeln per Hand betätigt werden, ohne dass der automatisch-programmgesteuerte Ablauf beeinträchtigt wird.

Mit geringem Aufwand ist es möglich, den Rundum-Schutz der Koi als wertvolles Tier-Kapital zu gewährleisten. Nicht zu letzt tragen die Steuerung von Filter-, Luftpumpe, Heizung und Stör-Automatik dazu bei, den Koi hervorragende Lebensbedingungen für ihre gesunde Wachstums-Langlebigkeit zu sichern.

**Literaturverzeichnis**

[1] Bernhard Teichfischer: Nishikigoi - Faszinierendes Hobby Koi

Dähne Verlag GmbH, D-76256 Ettlingen (3. Auflage 2010)

[2] H. Schneider, P. Storz: Rechnergestützte Lernmodelle für qualifizierte Ausbildung Begleitband zum Kongress VIP 2005

Hüthig Verlag Heidelberg München (2005)

[3] Rahman Jamal: Green Engineering in der Praxis

Begleitband zum Kongress VIP 2009

Verlagsgruppe Hüthig Jehle Rehm GmbH Heidelberg (2009)