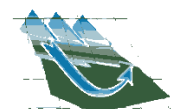


MANUSKRIPTE

GEOGRAPHICA AUGUSTANA

Peter Chiffard, Bernd Cyffka
Daniel Karthe, Karl-Friedrich Wetzel

**Beiträge zum 44. Jahrestreffen
des Arbeitskreises Hydrologie
vom 15.-17. November 2012
in Lunz am See**



GEOGRAPHICA AUGUSTANA

GEOGRAPHICA AUGUSTANA

**Peter Chifflard, Bernd Cyffka,
Daniel Karthe, Karl-Friedrich Wetzel**

**Beiträge zum 44. Jahrestreffen
des Arbeitskreises Hydrologie
vom 15.-17. November 2012 in Lunz am See**

Peter Chiffard, Bernd Cyffka, Daniel Karthe, Karl-Friedrich Wetzel

**Beiträge zum 44. Jahrestreffen des Arbeitskreises Hydrologie vom 15.-17.November 2012
in Lunz am See**

Augsburg 2013

ISBN 3-923273-89-4

ISSN 1862-8680

Copyright: Institut für Geographie, Universität Augsburg 2006

Alle Rechte vorbehalten

**Umschlaggestaltung Jochen Bohn
Textverarbeitung Peter Chiffard
Druck Digitaldrucke Bayerlein GmbH Neusäß**

Das thermische Verhalten der Wertach im Bereich von Großaitingen bis Göggingen auf der Grundlage von Feldmessungen in der Zeit von November 2011 bis August 2012

Manuel Mack, H. Engelsing & K.-F. Wetzel

Institut für Geographie, Universität Augsburg

Aufgabenstellung

Das Ziel dieser Diplomarbeit ist es, die thermische Beeinflussung des Voralpenflusses Wertach durch zwei Stauhaltungsvarianten wenige Kilometer vor dessen Mündung in den Lech herauszuarbeiten. Dort betreibt die Bayerischen Elektrizitätswerke GmbH (BEW) zwei Wasserkraftwerke, die Teil einer fünfstufigen Kraftwerkstreppe sind. Dieser Abschnitt wurde deshalb ausgewählt, da die Wertach hier auf kurzer Distanz unterschiedliche Fließverhalten aufweist, welche sich zum einen durch die Staueffekte der Absperrbauwerke, zum anderen durch bereits vorgenommene Renaturierungsmaßnahmen ergeben. Somit besteht die Möglichkeit, die Temperaturen direkt nach den Stauhaltungen mit denen eines nahezu natürlich fließenden Gewässerabschnittes zu vergleichen. Hinzu kommt, dass sich die entsprechenden Stauhaltungen auch in ihrer Gewässermorphologie (Stauschlauch bzw. Stausee) unterscheiden und daher auch Einflüsse unterschiedlicher Stauhaltungsformen auf die Wassertemperaturen festgestellt werden sollen.

Theorie

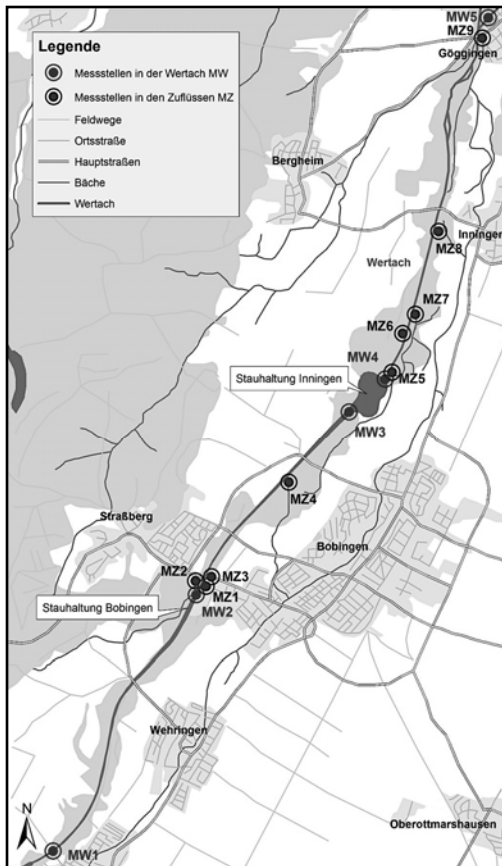
Einen entscheidenden Einfluss auf den Wärmehaushalt bzw. die Wassertemperaturen können wasserbauliche Maßnahmen wie beispielsweise Dämme, Wehre, Wasserkraftwerke, Flussbegradigungen und Deiche mit sich bringen. Inwieweit sich diese allerdings auf den Wärmehaushalt auswirken, ist von mehreren Faktoren - wie veränderter Abfluss, Retentionszeit¹, Wassertiefe, Temperaturschichtung und Temperaturgradient - abhängig. Nach STRAUCH (2012, S. 25) haben vorangegangene Untersuchungen gezeigt, dass Dämme häufig die sommerlichen Höchsttemperaturen gesenkt und die winterlichen Minimaltemperaturen erhöht haben. Weiterhin stellte man eine Verzögerung der Temperaturab- bzw. -zunahme im Jahresverlauf im Unterwasser von Staudämmen fest, so dass sich die jährlichen Höchsttemperaturen in den Herbst verschoben. Auch die Schwankungen im Tagesverlauf können durch Stauhaltung vor allem in den Übergangsjahreszeiten gemindert werden. Durch Flussbegradigungen oder Deichbau zum Hochwasserschutz kann der Grundwasserzufluss in den Vorfluter gestört

¹ *mittlere Aufenthaltszeit des Wassers in einem Gewässerabschnitt* (Strauch 2010, S. 25)

oder unterbrochen werden. In der Folge spielt das relativ konstant temperierte Grundwasser im Vergleich zu den atmosphärischen Einflussgrößen entweder keine oder nur noch eine untergeordnete Rolle für den Wärmehaushalt des Gewässers (vgl. STRAUCH 2010, S. 25; MANIAK 2010, S. 433ff).

Methodik

Während der elfmonatigen Datenerhebung kamen mehrere so genannte Temperaturlogger zum Einsatz. Um der Aufgabenstellung gerecht zu werden und um möglichst aussagekräftige Temperaturdaten zu erhalten, stellte sich die Frage nach der sinnvollen Platzierung der Geräte in der Wertach. Der Ausbau der Messstellen erfolgte dabei schrittweise und ist als ein Prozess anzusehen, welcher in der Wertach seinen Anfang nahm. Um hierbei den Überblick zu behalten, wurden die Messstellen von Süd nach Nord in Fließrichtung durchnummeriert. Aufgrund der Tatsache, dass sich die Messstellenanzahl im Laufe der Datenerhebung vergrößerte, musste auch die Messstellenummerierung schrittweise angepasst werden.



ten zu erhalten, stellte sich die Frage nach der sinnvollen Platzierung der Geräte in der Wertach. Der Ausbau der Messstellen erfolgte dabei schrittweise und ist als ein Prozess anzusehen, welcher in der Wertach seinen Anfang nahm. Um hierbei den Überblick zu behalten, wurden die Messstellen von Süd nach Nord in Fließrichtung durchnummeriert. Aufgrund der Tatsache, dass sich die Messstellenanzahl im Laufe der Datenerhebung vergrößerte, musste auch die Messstellenummerierung schrittweise angepasst werden.

Abb. 1: Lage der Messstellen an Zuflüssen und in der

Wertach (eigene Darstellung).

Abb. 1 verdeutlicht, dass direkt im Unterwasser der beiden Stauhaltungen Messgeräte (MW2 + MW3) in die Wertach eingebracht wurden, um die Temperaturen in 15-minütiger Auflösung aufzuzeichnen. Diese beiden Messstellen dienten als Basis des weitergehenden Messprogramms, da nach ihnen die Positionierung der anderen Messstellen ausgerichtet wurde. Hierbei begrenzen die Messstellen MW1 und MW5 das Untersuchungsgebiet in südlicher bzw. nördlicher Richtung. Am südlichsten Messpunkt (MW1) werden die Wassertemperaturen vor Eintritt in das Stauhaltungssystem registriert. Am nördlichsten Messpunkt (MW5) können zusätzlich die Auswirkungen der Renaturierungsstrecke von Wertach Vital I auf die Wassertemperaturen erfasst werden. Somit lässt sich abschnittsweise von Süd nach Nord anhand ausgewählter thermischer Parameter (z.B. Tagesmaxima und -minima, tägliche

Temperaturamplitude, etc.) quantitativ feststellen, in wie weit die Wassertemperaturen im Untersuchungszeitraum durch die Stauhaltungen Bobingen und Inningen oder den Abschnitt Wertach Vital I beeinflusst werden. Darüber hinaus wurden an den Zuflüssen Stichtagsmessungen von Temperatur und Abfluss durchgeführt, um mit Hilfe einer Mischungsformel den grundsätzlichen thermischen Einfluss der einzelnen Zuflüsse auf die Wertach zu bestimmen.

In Abb. 1 nicht enthalten sind die Messstellen in den Stauhaltungen. Insgesamt wurden hier 24 Temperaturlogger an 8 Messstellen eingesetzt und jeweils 30 cm unter der Wasseroberfläche bzw. über der Sohle und darüber hinaus in der jeweiligen mittleren Tiefe die Temperaturen registriert. Auf Basis dieser Daten lassen sich die thermischen Verhältnisse in den Stauhaltungen charakterisieren und Interpretationen der Temperaturdaten im Unterwasser der jeweiligen Stauhaltung verbessern.

Ergebnis

Wertach und Stauhaltungen: Anhand der Temperaturdaten wird deutlich, dass im Bereich der Stauhaltungen die Tagesgänge der Temperatur im Vergleich zum Fließabschnitt Wertach Vital I weniger stark ausgeprägt sind und die Tagesmaxima aber auch die Tagesminima vergleichsweise spät erreicht werden. Die Stauhaltungen reagieren also auf die atmosphärischen Einflüsse (Globalstrahlung, Lufttemperatur) deutlich langsamer. Dies kann durch das schlechtere Oberflächen-Volumen-Verhältnis der Stauhaltungen erklärt werden, welches wiederum in Verbindung mit der schlechten Wärmeleitfähigkeit von Wasser der Grund für eine deutliche thermische Schichtung (bei Normalabfluss) in beiden Stauhaltungen ist. Diese thermische Schichtung wird durch die Daten der dort platzierten Logger bestätigt. Die schlechten Wärmeleiteigenschaften von Wasser spiegeln sich auch in den vertikalen Temperaturprofilen der Stauhaltungen wider, da die Tagesmaxima bzw. -minima in tieferen Seebereichen im Vergleich zu den Tagesmaxima bzw. -minima der oberflächennahen Wasserschichten deutlich verzögert erreicht werden.

Da sich der Betriebswassereinlass der Turbinen am Absperrbauwerk beinahe über die komplette Seetiefe erstreckt (vertikale Ausdehnung 6.50 m) und somit ein vertikaler Wassermix über die Turbinen läuft, verbessern die Temperaturdaten aus den Stauseen die Interpretation der thermischen Verhältnisse im Unterwasser der Stauhaltungen erheblich.

Im direkten Vergleich beider Stauhaltungsvarianten können ebenfalls Unterschiede festgestellt werden. So weist die Stauhaltung Bobingen aufgrund des besseren Oberflächen-Volumen-Verhältnisses größere tägliche Temperaturamplituden mit frühzeitigeren Temperaturmaxima bzw. -minima auf. Insgesamt bleibt festzuhalten, dass die Temperaturamplituden durch die Stauhaltungen grundsätzlich gedämpft werden. Daher zeigt der Abschnitt Wertach Vital I die höheren Temperaturen im Tages- und Jahresverlauf, wobei in den Sommermonaten bei Niedrigwasser aus gewässerökologischer Sicht (vgl. REINARTZ, 2007, S. 39ff) Probleme entstehen können.

In Tab. 1 sind exemplarisch für den Monat August die wichtigsten Temperaturwerte der Messstellen MW2 + MW4 (jeweils Unterwasser der Stauhaltungen) und der Messstelle MW5 (nach Wertach Vital I) dargestellt.

Tab. 1: Ausgewählte Temperaturparameter für den Monat August 2012 (nach eigenen Daten)

August	MW2	MW4	MW5
mittlere Wassertemperatur	19,49 °C	19,70 °C	19,60 °C
Monatsmaximum	21,59 °C	21,80 °C	23,50 °C
Monatsminimum	16,84 °C	17,32 °C	17,09 °C
über den Monat gemittelte Tagesmaxima	19,92 °C	20,09 °C	21,27 °C
über den Monat gemittelte Tagesminima	19,10 °C	19,33 °C	18,55 °C

Zuflüsse: Die Zuflüsse in die Wertach können in den Sommermonaten aus gewässerökologischer Sicht hingegen als "positiv" bewertet werden, da sie rechnerisch (unter Annahme einer kompletten Durchmischung) einen temperaturerniedrigenden Effekt von einigen wenigen Zehntelgrad mit sich bringen (abhängig von der Eigentemperatur und der Abflussmenge). Eine genaue Bilanzierung der thermischen Einflüsse der Zuflüsse lässt sich allerdings mit vertretbarem Aufwand nicht erreichen.

Literaturliste

- Maniak U. (2010⁶): Hydrologie und Wasserwirtschaft. Eine Einführung für Ingenieure. 686 S.
 Reinertz R. (2007): Auswirkungen der Gewässererwärmung auf die Physiologie und Ökologie der Süßwasserfische Bayerns. Literaturstudie für das Landesamt für Umwelt in Bayern. 122 S.
 Strauch U. (2011): Wassertemperaturbedingte Leistungseinschränkung konventioneller thermischer Kraftwerke in Deutschland und die Entwicklung rezenter und zukünftiger Flusswassertemperaturen im Kontext des Klimawandels. - *Würzburger Geographische Arbeiten* **106**, 223 S.

Anschrift des Verfassers:

Manuel Mack

86159 Augsburg

Email: maggie-mack@gmx.de