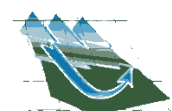


MANUSKRIPTE

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**

Die Temperaturentwicklung von Fließgewässern bei Hoch- und Niedrigwasser am Beispiel des bayerischen Lechs – Eine Analyse anhand langjähriger Temperaturreihen ausgewählter Kraftwerke

Johannes Meir & Karl-Friedrich Wetzel

Institut für Geographie, Universität Augsburg

Einleitung und Themastellung

Die Folgen des Klimawandels und die Risiken, die bei der Betreibung von konventionellen Atomkraftwerken sowie der Lagerung der dabei anfallenden radioaktiven Abfälle entstehen, führen vielerorts zu der Forderung nach einem kompletten Umstieg auf die Energieerzeugung mittels erneuerbarer Energien. Um dies zu realisieren, soll auch die Wasserkraft weiter ausgebaut werden, was zu einer weiteren Verbauung der Flüsse und somit einer Beeinträchtigung lebenswerter und natürlicher Flusslandschaften führte. Ein passendes Beispiel hierfür ist der bayerische Lech mit seiner Kraftwerkstreppe (PFEUFFER 2010). Um einerseits die Wasserkraft weiter auszubauen und andererseits wertvolle Lebensräume am Fluss zu erhalten, ist eine enge Zusammenarbeit der Energieunternehmen und der Naturschutzverbände notwendig.

Ein Augenmerk gewässerökologischer Untersuchungen gilt den Gewässertemperaturen (REINARTZ 2007). Das thermische Regime eines Gewässers hat eine wichtige Indikatorwirkung für viele Lebensgemeinschaften und vor allem auch für bestimmte Fischarten in Flüssen.

Das Augenmerk dieser Arbeit liegt auf der Veränderung der Wassertemperaturen am Lech bei eher kurzfristigen witterungsinduzierten Ereignissen. Hierzu zählen zum einen Hochwasserphasen und zum anderen auffallend niederschlagsarme Perioden. Zusätzlich wurde eine 120-jährige Datenreihe der Messstelle am Hochablass Augsburg auf langjährige Veränderungen im Zusammenhang mit dem allgemeinen Klimawandel untersucht. Vor Beginn der Analyse wurden die Datensätze entsprechend SCHÖNWIESE (2006) statistisch überprüft und vereinzelte Lücken mittels Korrelations- und Regressionsanalyse ergänzt.

Einflussfaktoren der Wassertemperatur

Fließgewässer unterliegen vielen unterschiedlichen Einflüssen, die sich auf die jeweilige Temperatur des Flusswassers auswirken. Neben den natürlichen Faktoren sind vor allem die anthropogenen Faktoren immer wichtiger geworden. Die Wassertemperatur von Fließgewässern wird durch die drei Hauptfaktoren Hydrologie, Sonneneinstrahlung und Klima bestimmt (CAISSIE 2006). Unter hydrologischen Faktoren werden die Quelltemperatur, Grundwasserzuflüsse und einmündende Nebenflüsse

verstanden. In hohem Maß wird die Temperatur von der Sonneneinstrahlung beeinflusst, die je nach Breitengrad, Topographie, Ufervegetation und Flussform variiert. Unter den klimatischen Faktoren spielt nach WEBB et al. (2007) die Lufttemperatur die wichtigste Rolle, aber auch Bewölkungsgrad, Windverhältnisse sowie Niederschläge beeinflussen die Wassertemperatur.

Zu den anthropogenen Einflüssen zählt die Wasserentnahme durch Industrieunternehmen, Kraftwerke, Kläranlagen und landwirtschaftliche Betriebe und die anschließende Rückleitung häufig erwärmten Wassers (REINARTZ 2007). Außerdem wirken sich wasserbauliche Maßnahmen wie Wasserkraftwerke, Dämme, Wehre, Deiche und Flussbegradigungen sowie die Nutzungsform der umliegenden Landschaft auf die Wassertemperatur aus (STRAUCH 2011).

Untersuchungsgebiet

Das Untersuchungsgebiet wird von PFEUFFER (2010) im Detail vorgestellt. Der Ursprung des Lechs liegt im österreichischen Lechquellengebirge auf 1840 Metern Höhe. Er ist der drittgrößte bayerische Nebenfluss der Donau, in die er nach ca. 257 Kilometern bei Marxheim mündet. Der größte Nebenfluss des Lechs ist die Wertach, die bei Augsburg zufließt. Der Lech lässt sich in die Teilabschnitte Oberer, Mittlerer und Unterer Lech gliedern, die unterschiedliche Charakteristika aufweisen. Das eigentliche Untersuchungsgebiet bildet der Lech auf bayerischer Seite, wo er sich wegen der vielen Wasserkraftwerke und Stauseen zu einem Hybridgewässer mit einzelnen freien Fließstrecken und mehr oder weniger stehenden Gewässerverhältnissen in den Stauhaltungen entwickelt hat. Über 30 Kraftwerke bilden die Kraftwerkstreppe des bayerischen Lechs.

Dieser Studie liegen langjährige Temperaturdaten zu Grunde, die dankenswerterweise von der E.ON Wasserkraft GmbH, der Bayerischen Elektrizitätswerke GmbH BEW, der Allgäuer Überlandwerk GmbH sowie dem Bayerischen Landesamt und den Stadtwerken Augsburg zur Verfügung gestellt wurden. Die Messstationen befanden sich dabei am Kraftwerk Horn(Füssen), am Kraftwerk 01 (Roßhaupten), am Kraftwerk 07 (Finsterau), am Kraftwerk 15 (Landsberg Lech), am Kraftwerk 18 (Kaufering), am Kraftwerk 23 (Merching), am Hochablasswehr in Augsburg und am Kraftwerk Ellgau. Die Klimadaten stammen vom Meteorologischen Observatorium Hohenpeißenberg des DWD.

Beobachtungen und Ergebnisse

Hinsichtlich der Phasen mit erhöhtem Abfluss wurden die Hochwasser im August 1970, im Mai 1999, im August 2002 und im August 2005 detaillierter untersucht. Bei einem Hochwasserereignis am Lech kommt es vor allem während des Sommerhalbjahres zu einer Abnahme der Wassertemperatur und einer erneuten Erwärmung nach Durchlaufen der Hochwasserwelle. Allerdings kann nicht eindeutig geklärt werden, ob der erhöhte Abfluss, einsetzende Niederschläge, abnehmende Lufttemperaturen oder geringere Sonneneinstrahlung wegen des hohen Bewölkungsgrades während der Schlechtwetter-

lagen die Ursache ist. Vermutlich führt die gesamte Wetterlage zu diesem Effekt. Des Weiteren nähern sich die Temperaturen der unterschiedlichen Messstellen während des Hochwassers einander an, so dass der Unterschied zwischen den niedrigeren Temperaturen flussaufwärts und den höheren Temperaturen flussabwärts geringer wird. Der anschließende Temperaturanstieg findet an den tiefer gelegenen Kraftwerken teils leicht verspätet statt.

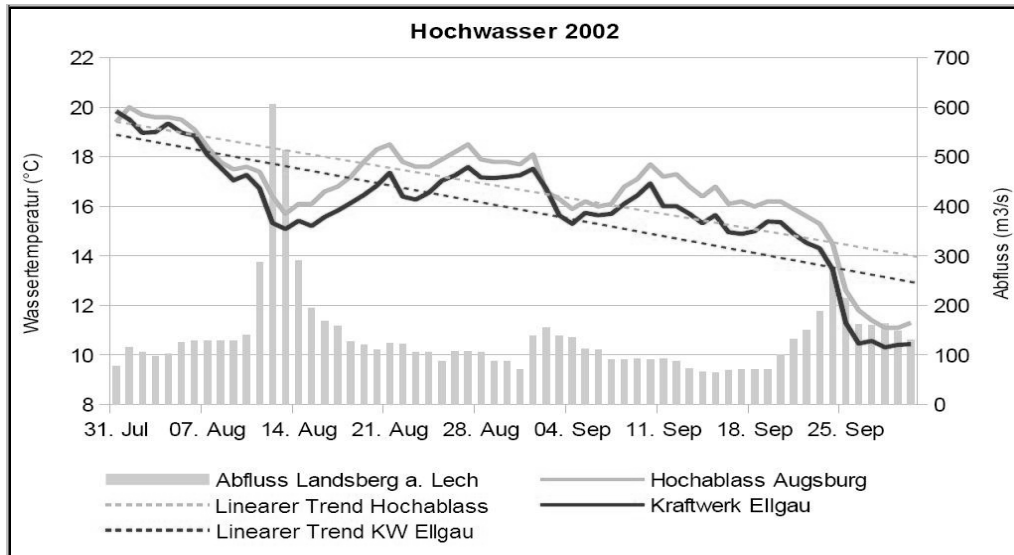


Abb. 1: Temperaturverlauf des Lechs an den Messstellen Hochablass und Werk Ellgau

Abb. 1 zeigt, dass das flussabwärts gelegene Werk Ellgau im Sommer häufig etwas niedrigere Temperaturen als die Messstellen Hochablass und Werk 23 verzeichnet, was wohl unter anderem an den Einflüssen der Stadt Augsburg und der Kanalisierung des Lechs bei Gersthofen liegt. Die Temperaturverhältnisse während der niederschlagsarmen Perioden mit geringen Abflussmengen im Sommer wurden anhand der beiden Trockenjahre 1976 und 2003 näher untersucht. Das Lechwasser erreicht dabei sehr hohe Temperaturen, die im Normalfall kurz vor dem Wetterumschwung ihre Höchstwerte erzielen. Neben einem stetigen Temperaturanstieg über den gesamten Zeitraum der Trockenperiode, findet vor allem flussabwärts eine intensivere Erwärmung statt.

Die Auswertung der langjährigen Zeitreihe hat insgesamt einen Anstieg der Jahresmitteltemperaturen von 1891 bis zum Jahr 2006 ergeben. Während die Mittelwerte des Winterquartals nur leicht angestiegen sind, haben sich die mittleren Temperaturen der Sommerquartale und auch die Jahreshöchstwerte deutlich erhöht. Dies führt, wie in Abb. 2 zu sehen ist, auch zu einer intensiven Erhöhung von Überschreitungstagen bestimmter Schwellenwerte, was vor allem für die Fließgewässerökologie von großer Bedeutung ist (REINARTZ 2007).

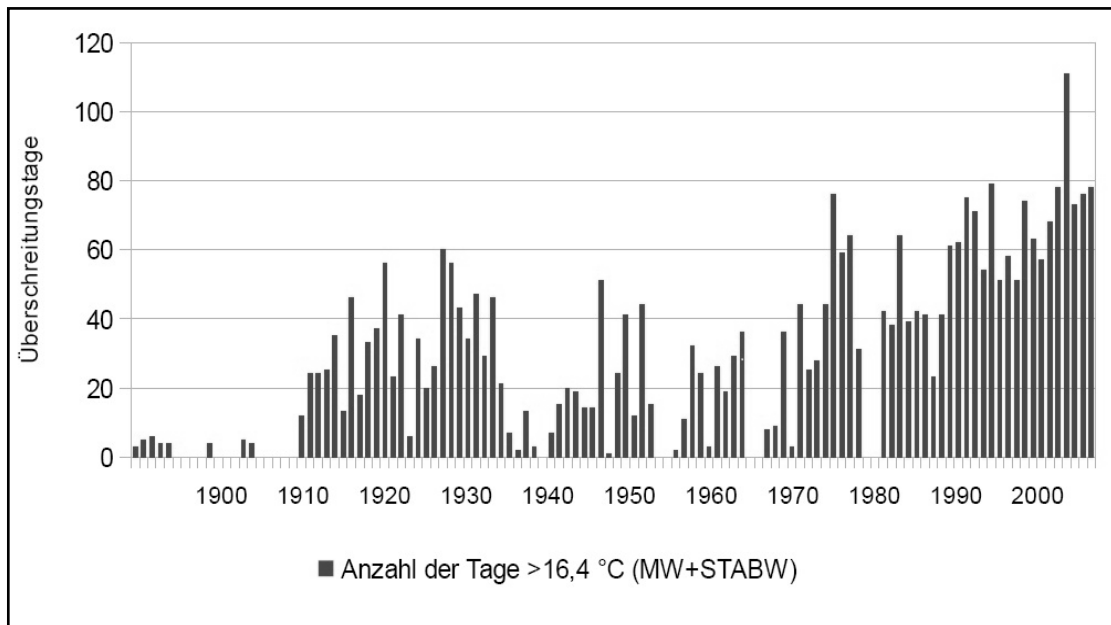


Abb. 2: Zunahme der sommerlichen Überschreitungstage des Schwellenwertes (Mittelwert zzgl. einfacher Standardabweichung der gesamten Datenreihe)

Der Analyse der Temperaturverhältnisse von Fließgewässern sollte in Zukunft noch mehr Beachtung geschenkt werden, um verlässliche Aussagen über die Einflüsse von Klimawandel und der Wasserkraftwerke einerseits und die ökologischen Auswirkungen andererseits treffen zu können.

Literatur

Caissie, D. (2006). The thermal regime of rivers: a review, *Freshwater Biology* **51**:1389 – 1406

Pfeuffer, E. (2010): Der Lech, Augsburg, 184 S.

Reinartz, R. (2007): Auswirkungen der Gewässererwärmung auf die Physiologie und Ökologie der Süßwasserfische Bayerns . Münster, 122 S.

Schönwiese, C.-D. (2006): Praktische Statistik, 4. Auflage, Stuttgart, 302 S.

Strauch, U. (2011): Wassertemperaturbedingte Leistungseinschränkungen konventioneller thermischer Kraftwerke in Deutschland und die Entwicklung rezenter und zukünftiger Flusswassertemperaturen im Kontext des Klimawandels. *Würzburger Geographische Arbeiten* **106**. Würzburg, 223 S.

Webb, B. W. et al. (2007): Recent advances in stream and river temperature research, *Hydrological Processes* **22**:902 - 918

Anschrift des Verfassers:

Johannes Meir

Georgenstraße 2, 86152 Augsburg

Email: jmeir@web.de