

Wir fördern Europa.

Schlussbericht

für das Projekt Nr. 220

„Klimawandel am Bodensee (KlimBo)“

im Rahmen des Interreg IV-Programms Alpenrhein-Bodensee-Hochrhein



Bild: ISF/König

I. Allgemeine Angaben

Füllen Sie hier bitte jeweils die Formularfelder aus. Wechseln Sie anschließend in die Seitenansicht, damit die eingegebenen Daten in die Kopfleiste übernommen werden.

Projektnummer und -titel

Projekt Nr. 220
Klimawandel am Bodensee (KlimBo)

Projektkoordinator

Dr. Heinz Gerd Schröder, Dr. Harald Hetzenauer, Institut für Seenforschung der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz (LUBW), Argenweg 50/1, 88085 Langenargen

Projektpartner (kurze Liste mit Bezeichnung und Herkunftsland der beteiligten Partner)

Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU), Augsburg
Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien
Bundesamt für Umwelt (BAFU), Bern

Projektlaufzeit (TT.MM.YYYY - TT.MM.YYYY)

01.02.2011 – 30.06.2015

Anlagenverzeichnis (für zusätzlich beigelegte Dokumente)

Formular zur Auswertung der Maßnahmen der Öffentlichkeitsarbeit, Liste der Berichte und Publikationen, fachlicher Abschlussbericht (Blauer Bericht Nr. 60 der IGKB), Projektbroschüre, Seespiegel Nr. 41

II. Inhaltlicher Schlussbericht

Sie können Ihren Bericht direkt im entsprechend markierten Bereich auf den folgenden Seiten verfassen. Dieser Abschnitt ist zur Bearbeitung freigegeben. Bitte achten Sie darauf, den Text auf etwa 5 Seiten zu beschränken. Zur Veranschaulichung können dem Bericht Fotos, Grafiken oder ähnliches beigefügt werden.

II.1 Projektbeschreibung

Der globale Klimawandel wirkt sich auch auf die Bodenseeregion aus und ist bereits im See nachweisbar. Milde Winter, Extremsituationen und stabile Wetterlagen beeinflussen die hydrodynamischen Verhältnisse am Bodensee und wirken sich damit auch auf die Wasserqualität und die vielfältigen Nutzungen des Sees aus.

Für den vorsorgenden Gewässerschutz ist es erforderlich, die beobachteten Veränderungen wie auch erwartete künftige Entwicklungen zu verstehen, deren Auswirkungen abzuschätzen und Maßnahmenoptionen zu erarbeiten. Das Projekt hatte daher die folgenden Ziele:

- Identifizierung von zu erwartenden Prozessänderungen durch Vergleich mit anderen Seen und mit Hilfe modellunterstützter Untersuchungen
- Abschätzung von Auswirkungen einer Klimaänderung auf:
 - * die saisonale Schichtungsentwicklung im Bodensee
 - * die Tiefenwassererneuerung und Entwicklung der Sauerstoffverhältnisse am Seegrund
 - * den Wasseraustausch und die Verteilung von Wasserkörpern
 - * die Remobilisierung von Stoffen aus dem Sediment
 - * die Entwicklung und die Auswirkungen von Trübeströmen bei Hochwasserereignissen
 - * die Prozesse und Stressoren in der Flachwasserzone des Bodensees und ihre Wechselwirkung mit dem Gesamtsee (thermische Verhältnisse und Flusswasserverteilung)
 - * den Wärmehaushalt des Bodensees unter Berücksichtigung potenzieller Nutzungen

Das Projekt umfasste die Schwerpunkte Seenvergleich, Literaturstudie, Messkampagnen und Simulationsrechnungen. Durch gezielte Messkampagnen sollte beispielhaft die Verteilung von Wasserkörpern anhand von konservativen anthropogenen Spurenstoffen untersucht werden. Eine daran anschließende Bilanzierung diente – und dient auch für künftige Projekte – als Grundlage für Langzeitsimulationen zum Wasseraustausch aus dem Bodensee.

II.2 Gegenüberstellung geplanter und tatsächlich durchgeführter Aktivitäten

Stellen Sie einen Vergleich der nach Projektantrag vorgesehenen und letztendlich innerhalb des Projekts durchgeführten Maßnahmen auf. Gehen Sie insbesondere darauf ein, warum entgegen den Planungen einige Aktivitäten nicht oder eventuell andere zusätzlich durchgeführt wurden. Gab es Probleme bei der Durchführung? Wie haben sich diese auf den weiteren Verlauf ausgewirkt? Gelang die Abwicklung der einzelnen Projektphasen und Meilensteine den Planungen entsprechend oder gab es Abweichungen?

Die geplanten Aktivitäten konnten im Projekt vollständig durchgeführt werden. Darüber hinaus ergaben sich bei den Messkampagnen Synergien, die dazu genutzt wurden, umfassendere Messdaten zu gewinnen und auszuwerten. Die Erwartungen an das Projekt wurden erfüllt. Die Laufzeit musste bedingt durch unvorhergesehene Verzögerungen kostenneutral vom 1. Okt. 2014 auf 30. Juni 2015 verlängert werden. Die 6 Teilprojekte wurden im Werkvertrag vergeben. Im Teilprojekt 1 untersuchte die Eidgenössische Anstalt für Wasserversorgung, Abwasserreinigung und Gewässerschutz (EAWAG) den Einfluss der klimatischen und hydrologischen Entwicklungen im Einzugsgebiet auf den Bodensee. Hierbei wurden die Ergebnisse regionaler Klimamodelle ausgewertet, der Sedimenteintrag durch die Zuflüsse quantifiziert und die Zuflusseinschichtung, deren Abtauchwahrscheinlichkeit sowie der Beitrag der Zuflüsse zum Tiefenwasseraustausch untersucht. Im 2. Teilprojekt, das vom Zweckverband Bodensee-Wasserversorgung (BWV) bearbeitet wurde, wurde basierend auf einer Literaturstudie sowie Expertenbefragungen eine Risikobewertung der klimatischen Einflüssen auf die Trinkwassergewinnung durchgeführt. Im Teilprojekt 3 führte die Ingenieurgesellschaft Prof.

Kobus und Partner GmbH (kup) Modelluntersuchungen zu Klimaeinflüssen auf Wasseraustauschprozesse und die Wasserqualität durch. Hierfür wurden verschiedene Modelle entwickelt und angewandt und es wurden Messdaten und Zeitreihen zu Klimaszenarien aus den anderen Teilprojekten als Datengrundlage für die Modelle und für Vergleiche verwendet. Im Teilprojekt 4 befasste sich die EAWAG mit Einflüssen auf den Wärmehaushalt des Bodensees und mit den Auswirkungen von thermischen Nutzungen des Sees. Aufbauend auf eine Literaturstudie zu Auswirkungen, Risikopotential und Toleranzbereich bei Wärmebelastungen und Vergleichen mit anderen Seen wurden modellbasierte Untersuchungen zur Auswirkung klimatischer Veränderungen und thermischer Nutzungen auf den Wärmehaushalt und die Schichtungs- und Durchmischungsprozesse des Sees durchgeführt. Unterschiedliche Nutzungsszenarien waren die Grundlage zur Formulierung von Empfehlungen hinsichtlich der Grenzen und Möglichkeiten thermischer Nutzungen im Kontext der klimatischen Veränderungen. Im 5. Teilprojekt wurden vom Technologiezentrum Wasser (TZW) im Rahmen einer umfangreichen Messkampagne Analysen zu langfristigen Wasseraustauschprozessen durchgeführt, welche in Kooperation mit Teilprojekt 3 modellbasiert interpretiert wurden. Das Teilprojekt 6 wurde von kup bearbeitet und befasste sich mit den hydrodynamischen Prozessen in der Flachwasserzone, dem Austausch zwischen Flachwasserbereich und Freiwasser, der Flusswasserausbreitung sowie den Effekten thermischer Nutzungen. Hierbei wurden mehrere neue Modellmethoden entwickelt und angewandt, welche eine Beschreibung von Transport- und Durchmischungsvorgängen sowie Aufenthaltszeiten ermöglichen.

Die Projektarbeiten und -ergebnisse wurden im Rahmen der Maßnahmen zur Öffentlichkeitsarbeit (siehe II.7) sowohl an die Fachöffentlichkeit als auch die breite Öffentlichkeit über unterschiedliche Medien kommuniziert.

II.3 Finanzielle Projektumsetzung

Berichten Sie kurz über die finanzielle Abwicklung des Projekts. Wurde die Finanzplanung gemäß Anlage 1 zum Fördervertrag eingehalten? Begründen Sie eventuelle Abweichungen.

Nachdem die Laufzeit des Projektes verlängert wurde, konnte die Finanzplanung überwiegend eingehalten werden. Durch die Komplexität des Projektes konnte die kontinuierliche Abwicklung der externen Dienstleister und somit auch deren Abrechnung nicht immer gewährleistet werden. Das führte dann zu Überschneidungen in den Abrechnungszyklen gegenüber der Finanzplanung. Dies hatte jedoch keine Auswirkung auf die Gesamtfinanzabwicklung des Projektes. Die Gesamtfinanzierung wurde geringfügig überschritten. Die Kostenüberschreitung trägt der Projektkoordinator.

II.4 Darstellung der Ergebnisse

Legen Sie dar, welche Ziele und grenzüberschreitende Effekte tatsächlich erreicht werden konnten. Gehen Sie dabei insbesondere auf die von Ihnen im Antrag gemachten Angaben zum Innovationsgehalt und der erwarteten Impulswirkung des Projekts ein. Zeigen Sie eventuelle Auswirkungen auf Chancengleichheit und Belange der Umwelt innerhalb des Wirkungsbereichs des Projektes.

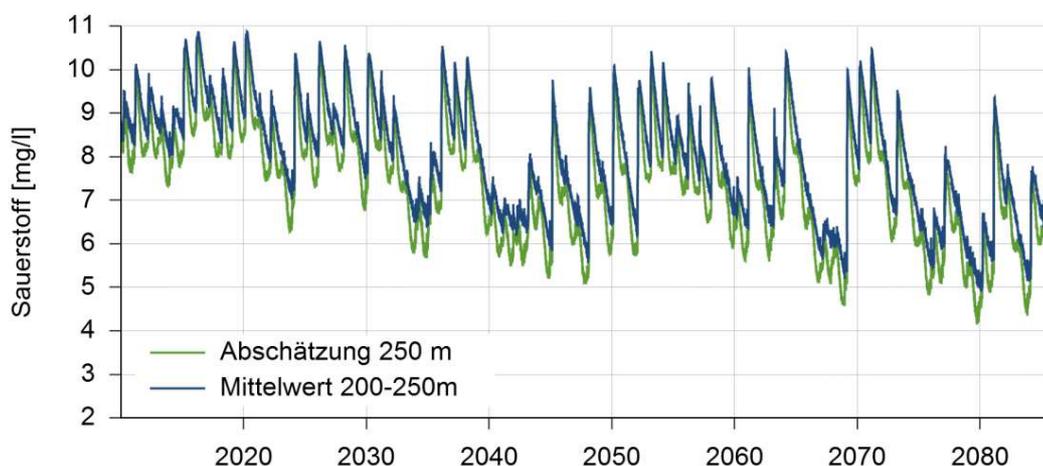
Die Fragestellungen, mit denen sich das Projekt KlimBo befasste, wurden durch die Methoden Literaturstudie, Vergleich mit anderen Gewässern, Messkampagnen, Mess- und Klimamodelldatauswertungen und Simulationsrechnungen bearbeitet. Für die komplexe Untersuchung der hydrophysikalischen Vorgänge des Sees und seiner Zuflüsse im Kontext der klimatischen Entwicklungen wurden Modellrechnungen als Diagnose- und Prognosewerkzeug eingesetzt. Die Entwicklung der benötigten Modelle konnten hierbei auf das existierende Daten- und Modellsystem BodenseeOnline zurückgreifen. Die im Projekt vorgebrachten Entwicklungen erweitern wiederum den Methodenumfang und die Einsatzmöglichkeiten des Systems BodenseeOnline, das für eine Vielzahl unterschiedlicher Fragestellungen des grenzüberschreitenden Gewässerschutzes am Bodensee eingesetzt wird.

Die Entwicklung von modellbasierten Werkzeugen dient in besonderem Maße der Stärkung des Vorsorgeprinzips im Gewässer- und Umweltschutz. Die Projektarbeiten und -ergebnisse geben hierbei Impulse für die künftige Anwendung und Weiterentwicklung solcher Modelle. Die gewonnenen Erkenntnisse und entwickelten Methoden sind grundsätzlich auf andere vergleichbare Seen übertragbar, so dass das

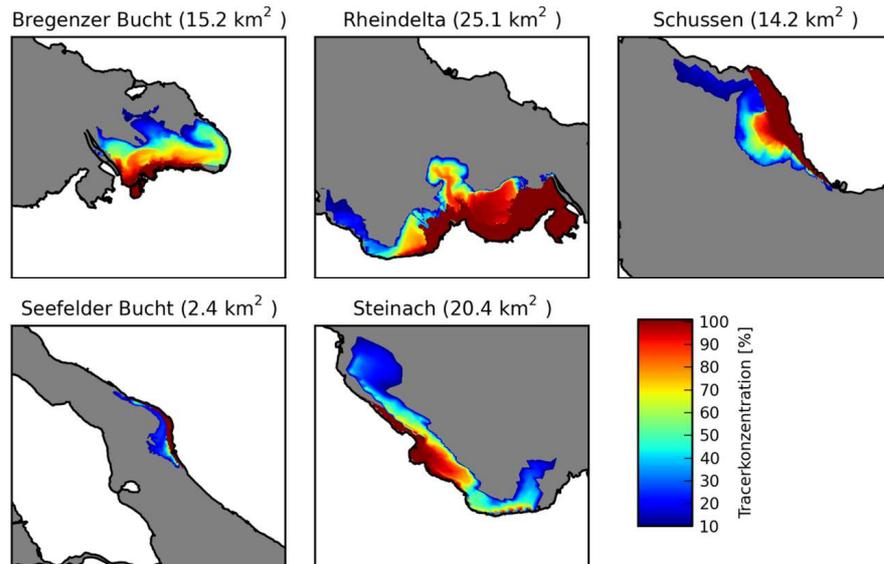
Projekt die Funktion eines Pilotprojektes einnimmt. Die internationale Vernetzung, die im Rahmen dieses Projektes realisiert wurde und wesentliche Voraussetzung für die erfolgreiche Projektbearbeitung war, unterstützte den Erfahrungs- und Informationsaustausch während der Projektphase und wird auch Grundlage für künftige Kooperationen sein.

Einige der wesentlichen Aussagen der Projektarbeiten sind:

- Die weiterhin zunehmende Erwärmung wird absehbare Folgen auf die Wasseraustauschprozesse im See haben. So wird der schon heute zu beobachtende Trend zu seltener werdenden Zirkulationsphasen bis in tiefe Wasserschichten anhalten, weil die Wassertemperaturen insbesondere in den Oberflächenschichten weiterhin steigen werden. Damit wird der winterliche Tiefenwasseraustausch deutlich abgeschwächt, so dass Phasen mit verringerten Sauerstoffkonzentrationen in den tiefsten Seeregionen häufiger und länger werden. Eine dadurch bedingte Verschlechterung der Wasserqualität zeichnet sich beim derzeitigen Kenntnisstand allerdings bisher nicht ab.
- In Zukunft dürfte der Beitrag von kalten, sauerstoffreichen Dichteströmen bei der Erneuerung des Tiefenwassers eine zunehmend wichtigere Rolle spielen. Beim sogenannten Differential Cooling (unterschiedliches Abkühlen) fließt das in Buchten und Flachwasserzonen auf etwa vier Grad Celsius abgekühlte und damit schwere Wasser am Seegrund entlang in die Tiefe. Wie Modellrechnungen ergaben, ist dieser Prozess vor allem in mäßig kalten Zeiträumen wichtig. Besonders in der großen Flachwasserzone im Osten des Sees im Bereich Rohrspitz/Alter Rhein können solche Dichteströme bis in größere Tiefen gelangen.
- Vor allem bei Hochwasser kann der Alpenrhein sauerstoffreiches Zuflusswasser bis in die größte Seetiefe transportieren. Allerdings sind solche Ereignisse relativ selten. Die zukünftige Entwicklung lässt sich derzeit nur schwer abschätzen. Tendenziell wird im Zuge des Klimawandels eher damit gerechnet, dass die Einschichtung von Zuflusswasser in die tieferen Seeregionen künftig seltener auftreten könnte.
- Im Hinblick auf die Folgen des Klimawandels für die Trinkwasservorsorge aus dem Bodensee sind beim derzeitigen Wissenstand keine gravierenden Auswirkungen zu erwarten. Gleichwohl wird es als wichtig angesehen, Anpassungsmaßnahmen an die sich verändernden klimatischen Bedingungen vorzunehmen, z.B. um die Versorgungsanlagen gegen Extremereignisse, wie Hitze, Hoch- oder Niedrigwasser, zu wappnen.
- Im Zuge der weltweiten Bemühungen, die Emissionen von Treibhausgasen zu verringern, wird auch die thermische Nutzung des Bodenseewassers insbesondere zur Kühlung und Beheizung von Gebäuden in Zukunft eine immer größere Rolle spielen. Im Rahmen von KlimBo sollte unter anderem mit Hilfe von Modellrechnungen abgeschätzt werden, wie sich die Wassertemperatur, die Schichtung und die winterliche Tiefenmischung für verschieden intensive Wärmenutzungen auf den See auswirken können. Bei einer thermischen Nutzung von ein bis zwei Gigawatt werden Temperaturänderungen und andere Auswirkungen als minimal angesehen.



Modellbasierte Abschätzung zur Entwicklung des Sauerstoffgehalts im Tiefenwasser für ein Erwärmungsszenario mit erhöhter Klimavariabilität.



Simulationsrechnungen zum Anteil des in verschiedenen Flachwasserzonen numerisch markierten Wassers an der Seesohle nach fünf Tagen Simulationsdauer bei erwärmtem See und kaltem Winter.

II.5 Erfahrungen mit der grenzüberschreitenden Kooperationsstruktur

Beschreiben Sie bitte, in welchem Umfang die Zusammenarbeit im Projekt erfolgt ist (gemeinsame Ausarbeitung, Durchführung, Finanzierung, Personal etc.) und welche Erfahrungen Sie in der Kooperation mit den beteiligten Projektpartnern gemacht haben und ob auf Grund dieser Erfahrungen weitere Kooperationen, auch ohne öffentliche Förderung, angestrebt werden.

Die grenzüberschreitende Zusammenarbeit der Projektpartner verlief stets reibungslos. Die internationale Kooperation mit den beteiligten Institutionen wird auch in Zukunft fortgesetzt.

II.6 Geplante Folgeaktivitäten sowie weitere Schritte zur Nutzung und Verbreitung der Ergebnisse

Stellen Sie hier die Nachhaltigkeit der erreichten Ergebnisse dar. Wird das Projekt nach Ablauf der geförderten Laufzeit eigenständig fortgesetzt oder sind Nachfolgeprojekte vorgesehen? Wie sollen die im Rahmen des Projekts gewonnenen Erkenntnisse weiter verwendet und der Öffentlichkeit zugänglich gemacht werden?

Die im Rahmen von KlimBo entwickelten Modelle und Methoden sowie die erfassten und zusammengestellten Messdaten werden weiter genutzt werden. Der fachliche Ergebnisbericht ist Grundlage für die Diskussion und Bewertung der beobachteten und zu erwartenden klimabedingten Entwicklungen, z.B. im Rahmen der internationalen Arbeit zum Gewässerschutz des Bodensees sowie in anderen Projekten, die sich mit Klimafolgen und Anpassungsstrategien befassen, wie etwa KLIWA. Mit Hilfe der Internetseite, der Projektberichte und der Projektbroschüre sind die Projektergebnisse langfristig dokumentiert und den Fachgremien wie auch der Öffentlichkeit zugänglich. Die Projekterkenntnisse hinsichtlich der Möglichkeiten und Grenzen der thermischen Nutzung des Bodensees sind in die Überarbeitung der Bodensee-Richtlinie mit eingeflossen und dienen als fachliche Unterstützung für die Bewilligungsbehörden.

II.7 Bericht über Maßnahmen der Öffentlichkeitsarbeit (siehe auch Anlage 1 zum Schlussbericht)

Gemäß § 16 Absatz 1 des Fördervertrages sind die vorgegebenen Bestimmungen über Informations- und Publizitätsmaßnahmen zu beachten. Siehe hierzu auch Leitfaden 1 Ziffer 2.20 sowie Leitfaden 2 Ziffer 2.6. Führen Sie im Bericht auf, welche Maßnahmen zu einer angemessenen Außendarstellung des Projekts und des Förderprogrammes unternommen wurden. Füllen Sie dazu auch die Anlage 1 zum Schlussbericht entsprechend aus.

Bei der Auftaktveranstaltung am 14. November 2011 wurde die Öffentlichkeit über das Projekt und die Projektziele informiert. Eingeladen waren Vertreter der Fachöffentlichkeit. Parallel hierzu wurde eine Presseerklärung herausgegeben, so dass die breite Öffentlichkeit über Berichte in mehreren Zeitungen informiert wurde. Darüber hinaus wurde die Öffentlichkeit in der Informationsbroschüre "Seespiegel" Nr. 34 der IGKB über die Projektthemen und -ziele informiert. Der "Seespiegel" wird sowohl in gedruckter als auch elektronischer Form (<http://www.igkb.org/aktuelles/seespiegel/archiv-seespiegel/>) verbreitet.

Darüber hinaus wurde eine Projekt-Webseite veröffentlicht, welche über das Projekt informiert und Ergebnisse zugänglich macht (<http://www.igkb.org/aktuelles/klimbo/>).

Zur Diskussion der zwischenzeitlich erzielten Ergebnisse und zur Vernetzung mit anderen Projekten und Institutionen wurde am 18. April 2013 am ISF in Langenargen ein Workshop mit mehreren externen Fachleuten und Experten durchgeführt.

Nach Abschluss der Literaturstudie zur Risikobewertung klimatischer Einflüsse auf die Trinkwasserversorgung wurde in Seespiegel Nr. 37 hierüber die Öffentlichkeit informiert.

Nach Abschluss der Arbeiten in den 6 Teilprojekten, wurden die Ergebnisse in einem Statuskolloquium am 22. Januar 2015 im Wasserwerk in Frasnacht (Schweiz) im Rahmen des regelmäßigen Kolloquiums des Internationalen Kooperationsnetzwerks Bodensee (IKNB) einem größeren Fachpublikum vorgestellt und diskutiert. Die Ergebnisse der Diskussion flossen in den Abschlussbericht mit ein. Die Teilnehmer erhielten ein gedrucktes Programm mit den Kurzfassungen der Vorträge. Das Kolloquium gliederte sich in folgende Schwerpunkte:

- Klimatische Veränderungen im Einzugsgebiet: Effekte auf den Bodensee
- Wärmenutzung am Bodensee – wie viel wäre zu viel?
- Bewertung klimatischer Einflüsse auf die Trinkwasserversorgung aus dem Bodensee
- Der Einfluss des Klimas auf Wasseraustauschprozesse und Wasserqualität
- Flachwasser, Buchten, Freiwasser – Hydrodynamische Prozesse und ihre Klimasensitivität

Die breite Öffentlichkeit wurde über die abschließenden Ergebnisse im Rahmen der IGKB-Jahrestagung am 12. Mai 2015 in Bregenz bei einer Pressekonferenz informiert. Dabei wurde auch die zusammenfassende Broschüre „Wie fit ist der Bodensee für den Klimawandel? – Das Interreg-IV-Forschungsprojekt „Klimawandel am Bodensee“ (KlimBo) gibt Antworten“ präsentiert, welche in gedruckter Form erhältlich ist und als pdf-Datei von der Webseite der IGKB bezogen werden kann. Die Pressemitteilung wurde in zahlreichen Medien genutzt, um über das Projekt und die bearbeiteten Themen zu berichten. Neben schriftlichen Veröffentlichungen in Printmedien und Internetportalen wurde auch in Rundfunk und Fernsehen berichtet. Weiter wurde im Seespiegel Nr. 41 umfassend über den Projektabschluss und die Ergebnisse berichtet und auf die Broschüre hingewiesen.



Als abschließender Fachbericht zu den Projektarbeiten wurde der Bericht Nr. 60 in der Reihe „Blaue Berichte“ der IGKB erstellt und veröffentlicht. Er wird über einen größeren Verteiler als gedruckter Bericht verbreitet und ist zudem über die Webseite der IGKB (www.igkb.org) als pdf-Bericht erhältlich.



Medien der Öffentlichkeitsarbeit: Projekt-Webseite, Projektbroschüre, Berichte im "Seespiegel", Fachbericht.

II.8 Projektbewertung

Als Abschluss des Berichts bitten wir um eine zusammenfassende Projektbewertung.

Die aktuellen klimatischen Entwicklungen stellen den Gewässerschutz vor neue Herausforderungen, für die Wissensgrundlagen und Entscheidungshilfen geschaffen werden müssen. Hierbei stellt das im Rahmen des Interreg-IV-Programms geförderte und somit ermöglichte Projekt KlimBo für die Projektpartner der IGKB einen wichtigen Baustein dar. In dem Projekt konnten zahlreiche Themenbereiche bearbeitet werden, die sich mit den Auswirkungen der klimatischen Entwicklungen auf den Bodensee vor dem Hintergrund anthropogener Einflüsse befassen. Die Ergebnisse erweitern die Kenntnisse über die hierbei relevanten Prozesse sowie die Folgen der klimatischen Veränderungen und sind eine wichtige Grundlage für Entscheidungen im Gewässerschutz, bei der Sicherung der Trinkwasserversorgung oder bei der thermischen Nutzung von Gewässern.

Bereits während des Projektverlaufs stießen die Arbeiten auf großes Interesse und führten zu Diskussion, Austausch und der Vernetzung mit anderen Fachstellen und Projekten. Darüber hinaus fanden die Arbeiten bereits Anwendung bei der Frage nach den Möglichkeiten und Grenzen der thermischen Nutzung des Bodensees.

Für die Bearbeitung der Teilprojekte im Rahmen von Werkverträgen konnten anerkannte Institutionen gewonnen werden, welche über eine sehr hohe Wissens- und Methodenkompetenz hinsichtlich der Anforderungen verfügten und daher die an sie gestellten Erwartungen voll erfüllten.

Auch die Öffentlichkeitsarbeit wurde professionell durch Werkvertragsnehmer begleitet, was dazu beitrug, dass die Projektarbeiten trotz der teilweise auch sehr spezifischen Fragestellungen in der breiten Öffentlichkeit sehr gut wahrgenommen wurden.

Das Projekt verlief aus Sicht der Projektleitung in hohem Maße erfolgreich und zufriedenstellend.

Hiermit bestätige ich die Vollständigkeit und Richtigkeit der im Bericht gemachten Angaben.

Ort, Datum Langenargen, 16.09.2015

Unterschrift Dr. Harald Hetzenauer, Stv. Leiter Institut für Seenforschung