

Anpassung an den Klimawandel in Österreich - Themenfeld Wasser

Endbericht

Juli 2014



StartClim2013

Anpassung an den Klimawandel in Österreich - Themenfeld Wasser

Endbericht

Projektleitung

Institut für Meteorologie
Department für Wasser-Atmosphäre-Umwelt, Universität für Bodenkultur Wien
Univ.-Prof. Dr. Helga Kromp-Kolb

Auftraggeber

Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft
Bundesministerium für Wissenschaft, Forschung und Wirtschaft
Land Oberösterreich
Österreichische Bundesforste
Umweltbundesamt

Administrative Projektkoordination

Umweltbundesamt

Wien, Juli 2014

StartClim2013

„Anpassung an den Klimawandel in Österreich - Themenfeld Wasser“

Projektleitung

Institut für Meteorologie
Department für Wasser-Atmosphäre-Umwelt
Universität für Bodenkultur Wien (BOKU)
Peter Jordan Straße 82, 1190 Wien
URL: <http://www.startclim.at/>
<http://www.wau.boku.ac.at/met.html>

Redaktion

Helga Kromp-Kolb und Benedikt Becsi
Institut für Meteorologie, Universität für Bodenkultur

Wien, Juli 2014

Beiträge aus StartClim2013

StartClim2013.A: Thermischer Stress der Bachforelle an der Oberen Traun während des Sommers

Harald Ficker, M.Sc.

StartClim2013.B: Überflutungsflächenverlust und Hochwasserrisiko unter Berücksichtigung des Klimawandels

Institut für Wasserwirtschaft, Hydrologie und konstruktiver Wasserbau,
BOKU: Helmut Habersack, Bernhard Schober, Daniel Haspel

StartClim2013.C: Abflussszenarien im Einzugsgebiet der Öztaler Ache unter Berücksichtigung von zukünftigen Veränderungen der Kryosphäre

alpS GmbH: Matthias Huttenlau, Katrin Schneider, Kay Helfricht, Klaus Schneeberger
Institut für Meteorologie, BOKU: Herbert Formayer

StartClim2013.D: Anpassungsempfehlungen für die Raum- und Regionalentwicklung in hochwassergefährdeten Gebieten

PlanSinn GmbH - Büro für Planung & Kommunikation: Bettina Dreiseitl-Wanschura, Erik Meinhardter, Annemarie Sulzberger
Rambøll Group: Herbert Dreiseitl
Umweltbundesamt GmbH: Theresa Stickler, Jochen Bürgel

StartClim2013.E: Wie und wo verändern sich die österreichischen Flüsse durch den Klimawandel? Interdisziplinäre Analyse im Hinblick auf Fischfauna und Nährstoffe

Institut für Hydrobiologie und Gewässermanagement, BOKU: Thomas Hein, Andreas Melcher, Florian Pletterbauer
Department für integrative Zoologie, Universität Wien: Irene Zweimüller

StartClim2013.F: Gender Impact Assessment im Kontext der Klimawandelanpassung und Naturgefahren (GIAKlim)

Institut für Landschaftsplanung, BOKU: Doris Damyanovic, Florian Reinwald, Britta Fuchs, Eva Maria Pircher
Institut für Landschaftsentwicklung, Erholungs- und Naturschutzplanung, BOKU: Christiane Brandenburg, Brigitte Alex
Institut für Alpine Naturgefahren, BOKU: Johannes Hübl, Julia Eisl

StartClim2013.G: Validierung des auf Bodentemperatur und Bodenfeuchte basierenden Drahtwurm-Prognosemodells SIMAGRIO-W im ost-österreichischen Ackerbaugesamt

Bio Forschung Austria: Patrick Hann, Katharina Wechselberger, Rudi Schmid, Claus Trska, Birgit Putz, Markus Diethart, Bernhard Kromp
Zentralstelle der Länder für EDV-gestützte Entscheidungshilfen und Programme im Pflanzenschutz (ZEPP): Jeanette Jung
Institut für Meteorologie, BOKU: Josef Eitzinger

Wissenschaftliche Leitung und Koordination

Institut für Meteorologie, Department für Wasser-Atmosphäre-Umwelt
Universität für Bodenkultur Wien
Univ. Prof. Dr. Helga Kromp-Kolb, Dipl.-Ing. Benedikt Becsi

Wissenschaftlicher Beirat

Dr. Jill Jäger, Sustainable Europe Research Institute (SERI)
Prof. Dr. Hartmut Graßl, Max-Planck-Institut für Meteorologie, Universität Hamburg
Dr. Roland Hohmann, Bundesamt für Umwelt (BAFU), Schweiz

Koordinierungsgremium

Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft

Elfriede Fuhrmann, Helmut Hojesky, Birgit Kaiserreiner, Michael Keller, Barbara Kronberger-Kießwetter, Nora Mitterböck, Drago Pleschko, Andreas Pichler, Florian Rudolf-Miklau, Heinz Stiefelmeyer, Stefan Vetter

Bundesministerium für Wissenschaft, Forschung und Wirtschaft

Christian Smoliner, Ingrid Elue, Monika Wallergraber, Gudrun Henn, David Rezac-Kowald

Bundesministerium für Gesundheit

Fritz Wagner

Land Oberösterreich

Andreas Drack

Österreichische Bundesforste

Norbert Putzgruber, Monika Kanzian

Umweltbundesamt

Karl Kienzl, Maria Balas, Sabine McCallum

Administrative Projektkoordination

Umweltbundesamt
Maria Balas, Karl Kienzl, Sabine McCallum

Inhaltsverzeichnis

Kurzfassung -----	7
1 Das Forschungsprogramm StartClim -----	11
2 StartClim2013.A: Thermischer Stress der Bachforelle an der Oberen Traun während des Sommers -----	12
3 StartClim2013.B: Überflutungsflächenverlust und Hochwasserrisiko unter Berücksichtigung des Klimawandels -----	14
4 StartClim2013.C: Abflussszenarien im Einzugsgebiet der Öztaler Ache unter Berücksichtigung von zukünftigen Veränderungen der Kryosphäre -----	16
5 StartClim2013.D: Anpassungsempfehlungen für die Raum- und Regionalentwicklung in hochwassergefährdeten Gebieten -----	19
6 StartClim2013.E: Wie und wo verändern sich die österreichischen Flüsse durch den Klimawandel? Interdisziplinäre Analyse im Hinblick auf Fischfauna und Nährstoffe -----	21
7 StartClim2013.F: Gender Impact Assessment im Kontext der Klimawandelanpassung und Naturgefahren (GIAKlim) -----	23
8 StartClim2013.G: Validierung des auf Bodentemperatur und Bodenfeuchte basierenden Drahtwurm-Prognosemodells SIMAGRIO-W im ost-österreichischen Ackerbaugesamt -----	26
9 Literaturverzeichnis -----	29
10 Abbildungs- und Tabellenverzeichnis -----	45
Anhang -----	47

Kurzfassung

Das Forschungsprogramm StartClim widmet sich seit 2008 dem Thema Anpassung an den Klimawandel. In StartClim2013 lag der Schwerpunkt der Projekte im Themenbereich „Wasser“. Drei Arbeiten befassten sich mit hochwasser- und abflussrelevanten Themen. Zwei Projekte widmeten sich den klimabedingten Veränderungen in aquatischen Lebensräumen und deren Auswirkungen auf die heimische Fischfauna, eine Arbeit beschäftigte sich mit der Frage, ob der Klimawandel ein vermehrtes Auftreten landwirtschaftlicher Schädlinge verursacht. Schließlich untersuchte ein Projekt, wie Katastrophenmanagement bei Naturereignissen Gender- und Diversitätsfragen Rechnung tragen kann.

Der Klimawandel hat sowohl direkte als auch indirekte Auswirkungen auf das Abflussregime und insbesondere auf das zeitliche Auftreten von jährlichen Maxima des Abflusses. Direkte Auswirkungen auf den Abfluss werden vor allem durch geänderte Niederschlags- und Temperaturverhältnisse verursacht, indirekte durch veränderte Gletscherflächenverteilung.

Die mittleren Abflüsse sowie die jährlichen Abflussmaxima wurden für das Einzugsgebiet der Ötztaler Ache am Pegel Brunau (890 km², 11 % vergletschert) sowie den Kopfeinzugsgebieten Obergurgl (72,5 km², 28 % vergletschert) und Vent (165,4 km², 31 % vergletschert) analysiert (angaben des Vergletscherungsgrades aus dem Jahr 2006).

Für die untersuchten Klimaszenarien ergibt sich ein Rückgang der vergletscherten Fläche und des Eisvolumens bis Ende des 21. Jahrhunderts auf unter 20 % der heutigen Vergletscherung. Dies bewirkt eine Abnahme des durch Eisschmelze generierten Abflusses (Gletscherspende) speziell in den Sommermonaten. In den Übergangsmonaten im Frühjahr und Herbst tritt eine Erhöhung des Abflusses aufgrund der Anhebung der Schneefallgrenze ein. Insgesamt ergibt sich eine Zunahme der mittleren Abflüsse im Frühjahr und einer Reduktion der mittleren Abflüsse im Sommer. Dies bewirkt eine Verschiebung der jährlichen Abflussmaxima von den Monaten Juli und August hin zu vermehrtem Auftreten von Jahresmaxima in Mai und Juni. Diese Veränderungen haben Auswirkungen auf Hochwasserszenarien und sollten berücksichtigt werden.

Nicht erst seit der Implementierung der Europäischen Hochwasserrichtlinie (HWRL) sind die Nationalstaaten gefordert sich des Themas Hochwasser verstärkt anzunehmen. Der Siedlungsdruck vor allem im alpinen Raum und die damit einhergehende zunehmende Versiegelung und Ausweisung von Bauland in so genannten Restrisikogebieten bedeuten für das Wasser- und Hochwassermanagement zusehends größere Herausforderungen.

Anhand einiger Good-Practice-Beispiele wurden Möglichkeiten zur interdisziplinären und nachhaltigen Entwicklung hochwassergefährdeter Gebiete aufgezeigt. Der Schlüssel liegt in der interkommunalen Kooperation. Individualisierte Informationsangebote an die Bevölkerung, auch zum bestehenden Restrisiko unterstützen das Verständnis für die Notwendigkeit einer integrierten Flussraumentwicklung. Partizipative interdisziplinäre Leitbildprozesse für Flussgebiete, für die gemeindeübergreifende Ziele formuliert werden, wären in der Lage, die bestehenden Entwicklungen von zunehmend höheren Schadenspotentialen in hochwassergefährdeten Gebieten umzukehren.

Auf Flusslandschaft-Leitbildern basierende regionale, landesweite und nationale strategische Förderprogramme können zu einem Lastenausgleich der Ober- und Unterliegergemeinden führen und einen aktiven vorsorgenden Hochwasserschutz fördern. Ziel sollte letztlich sein, zu einer aktiven positiven Flussraumgestaltung zu gelangen, die mit der Frage „Wie können wir mit dem Fluss unseren Lebensraum gestalten?“ auch alle möglichen Klimaszenarien integriert.

Die durch Hochwasser verursachten Schäden sind in Österreich und Europa in den letzten Jahren deutlich angestiegen. Dies ist einerseits bedingt durch die Veränderungen in den Einzugsgebieten und Tälern (z.B. Verlust von Überflutungsräumen), welche das Hochwas-

serrisiko flussab verschärfen, andererseits durch die Zunahme an höherwertigen Nutzungen auf potenziell hochwassergefährdeten Flächen. Daher fordern die österreichische Strategie zur Anpassung an den Klimawandel und die EU-Hochwasserrichtlinie, dass im Rahmen eines integrierten Hochwasserrisiko-Managements bestehende Überflutungsflächen erhalten und verloren gegangene Überflutungsflächen wiederhergestellt werden sollen.

Die Auswirkungen von Überflutungsflächenverlusten auf die Hochwassersituation wurden in einem StartClim2013-Projekt dargestellt. Die Auswertung aktueller und historischer Luftbilder der letzten 60 Jahre zeigte anhand einer Fallstudie am Tiroler Inn eine deutliche Verschiebung von hochwasserverträglichen Nutzungen (Grünland) zu hochwassersensiblen Nutzungen (Siedlungs-, Industrie- & Gewerbe-, Sonder- und Verkehrsflächen), die heute bereits ein Drittel der Fläche einnehmen. Wegen der höherwertigen Nutzung wurden Hochwasserschutzdämme errichtet, die das Land vom Fluss abtrennen. Diese beiden Umstände führen zusammen zu einer Vergrößerung des Hochwasserrisikos – nicht nur lokal für die Anrainergemeinden, sondern auch großräumig für weiter flussabliegende Gebiete. Natürliche Überflutungsflächen mit hochwasserangepassten Nutzungen als Puffer zur Abminderung von Extremereignissen erhöhen das Risikopotenzial hingegen nicht. In Hinblick auf die durch den Klimawandel zeitweise erhöhten Abflüsse ist daher wichtig, zusätzliche potenzielle Überflutungsflächen freizuhalten bzw. wiederzugewinnen und in ein integriertes Hochwassermanagement einzubinden.

In den Oberläufen alpiner Fließgewässer sind in Österreich vor allem Bachforellen beheimatet, welche an die kalten, sauerstoffreichen und strömungsintensiven Bäche angepasst sind. Aufgrund klimawandelbedingt steigender Temperaturen ist eine Verkleinerung der Forellenregion bzw. eine Verschiebung der Lebensräume in höhere Regionen wahrscheinlich. Wie sich jedoch das Verhalten von Bachforellen während hoher Temperaturen im Sommer verändert und ob Anpassungsstrategien entwickelt werden können um die Auswirkungen der Klimaänderung zu minimieren, ist weitgehend unklar.

Beobachtungen der Bachforelle und Temperaturmessungen in den verschiedenen Fließgewässern der Oberen Traun im Sommer 2013 haben neue Erkenntnisse gebracht. Bereits heute sind in den Flüssen dieser Region besonders hohe Temperaturen während des Sommers bemerkbar, da die Fließgewässer vorwiegend von den stark aufgewärmten Seen gespeist werden. Die Temperaturmessungen dokumentierten eindeutig zu hohe Temperaturen in den Lebensräumen der Bachforellen in der Oberen Traun, sodass negative Auswirkungen auf Wachstum und Mortalität wahrscheinlich sind. Die Verhaltensbeobachtungen zeigen eine Präferenz der Fische für tiefere und kühlere Bereiche im Gewässer bei hohen Temperaturen.

Aufgrund von Querbauwerken (z.B. Dämme, Wehre) in den Fließgewässern und aufgrund niedriger Abflüsse im Sommer können solche Gebiete jedoch nicht immer von den Fischen aufgesucht werden. Bachforellen kompensieren dies mit einer stark eingeschränkten Aktivität während des Tages. Konkurrenz um Raum und Nahrung können die negativen Folgen von hohen Temperaturen noch verstärken. Sinnvolle Anpassungen von Gewässern, in denen Bachforellen einem thermischen Stress ausgesetzt sind, liegen daher bei der Erhaltung bzw. bei der Maximierung von Grundwasserzuflüssen, die meist abkühlend wirken, der Minimierung von Querbauwerken, der Optimierung des Fischereimanagements und bei einer vielfältigeren Gestaltung der Lebensraumstruktur für Bachforellen.

Der Klimawandel beeinflusst den Lebensraum von Fischen einerseits durch die Zunahme der Wassertemperatur, andererseits reduziert sich bei sinkenden sommerlichen Durchflussraten der für die Fische verfügbare Lebensraum, während gleichzeitig die Nährstoffkonzentrationen zunehmen. Dabei wirkt sich die Landnutzung auf die sommerlichen Durchflussraten stärker aus als die Lufttemperatur.

Für repräsentative Fließgewässer in Österreich wurden diese Interaktionen quantitativ erfasst. Auf Grund der gefundenen Zusammenhänge wurden Szenarien für 2050 im Hinblick auf Nitritkonzentrationen und Abflussraten im Sommer, aber auch auf das Vorkommen von Schlüsselfischarten entwickelt. Untersucht wurden Sommerwerte, da die Situation im Som-

mer für die durch den Klimawandel speziell bedrohten Kaltwasserfische besonders kritisch ist.

Die Temperatur stellte sich als wichtiger Faktor für die Fischverteilung, aber auch für die Nitritkonzentrationen im Sommer heraus. Diese ist von speziellem Interesse, da Nitrit toxisch wirken kann und im Zusammenspiel mit der Temperatur das Vorkommen von Kaltwasserfischen begrenzen könnte. Interessanterweise zeigten erhöhte Nitritkonzentrationen aber auch einen negativen Einfluss auf das Vorkommen weniger sensiblen Fischarten (z.B. Nase und Barbe). Weiträumige landwirtschaftliche Nutzung in den untersuchten Einzugsgebieten führt zu geringeren sommerlichen Durchflussraten und damit auch zu erhöhten Nitritkonzentrationen. Feuchtgebiete können diese negativen Effekte teilweise reduzieren.

Die bis 2050 zu erwartenden sommerlichen Lufttemperaturen liegen nach dem IPCC A1b Szenario im Schnitt um ca. 3-4°C höher als in der Referenzperiode (2000), die Spitzenwerte um 5°C höher. Die daraus folgenden erhöhten Wassertemperaturen lassen jedenfalls für die Forelle und andere kaltwasserbevorzugende Arten eine erhebliche Einengung des Lebensraums vermuten. Für andere Fischarten, die an wärmere Temperaturen angepasst sind, dürfte diese Erwärmung hingegen eine deutliche Ausweitung ihres Lebensraums bewirken. Dies betrifft auch potenziell invasive Arten wie den Blaubandbärbling, dessen vermehrtes Auftreten sich negativ auf die restliche Fischfauna auswirkt.

Klimabedingt veränderte Lebensräume ermöglichen auch anderen invasiven Spezies das Überleben in Österreich. Als besonders problematisch erweisen sich landwirtschaftliche Schädlinge, wie etwa die im Rahmen von StartClim2013 untersuchten Drahtwürmer. Die Larven der Schnellkäfer (Fam. *Elateridae*) können durch ihr Fressverhalten beträchtliche Schäden im Ackerbau verursachen. Aufgrund steigender Durchschnittstemperaturen sind sowohl ein höherer Schadendruck wärmeliebender einheimischer Drahtwurmartens als auch das Einwandern neuer Arten aus dem mediterranen Raum zu erwarten. Um auf steigenden Schadendruck reagieren zu können, benötigen die LandwirtInnen praxistaugliche Instrumente zur Risikoprognose im Feld.

Der Aufenthaltsort der Larven in der Bodensäule wird durch Bodentemperatur und -feuchte maßgeblich beeinflusst. Bei geeigneten Bedingungen halten sie sich eher oberflächennah auf und gefährden die unterirdischen Pflanzenorgane. Ist es im oberen Bodenbereich zu heiß und trocken oder zu kühl und feucht, verkriechen sie sich in größere Tiefen. Ein in Deutschland entwickeltes Drahtwurm-Prognosemodell (SIMAGRIO-W) berechnet, basierend auf diesem Zusammenhang, den prozentuellen Anteil einer Drahtwurmpopulation in der obersten Bodenschicht (=Schadzone), und damit das Schadensrisiko. Wird eine hohe Drahtwurmaktivität in der Schadzone erwartet, so könnten der Anbau von Mais verschoben oder die Ernte von Kartoffeln vorgezogen werden. Auch für erfolgreiche Bekämpfungsmaßnahmen, wie intensiver Bodenbearbeitung, und für repräsentative Dichteerhebungen ist es wichtig, dass sich ein hoher Anteil der Drahtwurmpopulation oberflächennah aufhält.

Eine erste Validierung des Modells in West-Deutschland ergab über 80% korrekte Prognosen. In dieser Studie wurde SIMAGRIO-W auf seine Anwendbarkeit für das ostösterreichische Ackerbaugesamt erprobt, indem die an vier Standorten erhobenen Drahtwurmdichten mit den entsprechenden prognostizierten Daten verglichen wurden. Insgesamt ergab die Validierung des Modells eine niedrige Trefferquote von 54%, wobei nur zwei erfolgreiche Vorhersagen von Drahtwurm-Aktivitätsspitzen zu verzeichnen waren. Die schwache Trefferquote wurde hauptsächlich dadurch verursacht, dass die Drahtwürmer an den Validierungsstandorten vor allem bei hohen Bodentemperaturen bis zu 26°C aktiv waren, während das Modell von einem Aktivitätsoptimum um die 11°C ausgeht. Die Diskrepanz dürfte in den Temperaturansprüchen der im pannonischen Ostösterreich dominanten Drahtwurmartens (z.B. *Agriotes ustulatus* und *A. brevis*) begründet sein. Diese warm-trocken liebenden Arten haben höhere Temperaturoptima bzw. weitere Toleranzbereiche als die Arten, mit denen das Modell im westlichen Deutschland entwickelt und validiert wurde (z.B. *A. obscurus*). Werden die Temperaturansprüche regional dominanter Drahtwurmartens berücksichtigt

tigt, kann SIMAGRIO-W voraussichtlich auch im ost-österreichischen Ackerbaugebiet einen wertvollen Beitrag zur Vermeidung von Drahtwurmschäden leisten. Weitere Untersuchungen, mit dem Ziel artspezifische Temperatur- und Feuchteansprüche in das Modell zu integrieren und SIMAGRIO-W somit an regionale Bedingungen zu adaptieren, werden daher empfohlen.

Der Klimawandel ist nicht genderneutral. Unter anderem sind Frauen und Männer von Naturereignissen, die mit dem Klimawandel einhergehen, unterschiedlich betroffen. Auch die (politischen) Strategien zur Milderung der Auswirkungen und konkrete Anpassungsinstrumente und -maßnahmen wirken unterschiedlich auf Frauen und Männer.

Anhand eines Murenabgangs in St. Lorenzen im Palental, einem Ortsteil der Stadtgemeinde Trieben in der Steiermark, der 2012 stattfand, wurden Methoden, Instrumente und Zugänge, die in einem Gender Impact Assessment zur Anwendung kommen können, getestet. Gender“ wird in dieser StartClim-Studie umfassender als „Gender+“ verstanden und inkludiert weitere Unterschiede zwischen Personen und Gruppen wie z. B. Lebensphase, -situation, sozialer und kultureller Hintergrund.

Es zeigte sich, dass geschlechts- und gruppenspezifische Aspekte im Umgang mit Naturgefahren sowohl von den Einsatzorganisationen als auch von der Bevölkerung bisher tendenziell wenig beachtet worden sind, dass aber die Sensibilisierung für die unterschiedlichen Bedürfnisse und Anforderungen durchaus Sinn macht und zur Verbesserung der Katastrophenhilfe und Förderung der Eigenvorsorge und Selbsthilfe beitragen kann. Deutlich wurde, dass Personen ohne ausgeprägtes lokales, soziales Netzwerk von einer Naturkatastrophe besonders betroffen sind. Die Studie zeigt auf, dass Integration von gender-spezifischen Aspekten zu einem umfassenderen, effizienteren Katastrophenmanagement beitragen kann. Das Ziel ist, nicht „allen gleich“, sondern „allen gleich GUT“ im Umgang mit den Naturgefahren zu helfen. Dies setzt aber einen differenzierten Zugang, der Rücksicht auf unterschiedliche Bedürfnisse nimmt und gleichwertige Einbindung in Entscheidungsprozessen ermöglicht, voraus.

Ergebnis des Projekts sind darüber hinaus Vorschläge für gender-sensitive Analysemethoden für Naturkatastrophen im österreichischen Kontext auf unterschiedlichen Ebenen. Für die lokale und (klein)regionale Ebene wurde eine neue Form der gender-sensitiven Analyse – die Gender Analysis of Natural Disasters (kurz GAND) – entwickelt.

1 Das Forschungsprogramm StartClim

Das Forschungsprogramm StartClim ist ein flexibles Instrument, das durch die kurze Laufzeit und die jährliche Vergabe von Projekten rasch aktuelle Themen im Bereich Klimawandel aufgreifen kann. Es wird von einem Geldgeberkonsortium finanziert, das derzeit neun Institutionen umfasst:

- Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013)
- Bundesministerium für Gesundheit (2005, 2006, 2007)
- Bundesministerium für Wissenschaft und Forschung sowie Bundesministerium für Wirtschaft, Familie und Jugend (seit 2014: Bundesministerium für Wissenschaft, Forschung und Wirtschaft) (2003, 2004, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013)
- Land Oberösterreich (2012, 2013)
- Österreichische Bundesforste (2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013)
- Österreichische Nationalbank (2003, 2004)
- Österreichische Hagelversicherung (2003, 2004, 2006, 2007, 2008)
- Umweltbundesamt (2003)
- Verbund AG (2004, 2007)

Seit 2008 widmet sich StartClim Themen zur Anpassung an den Klimawandel. Mit StartClim2012 und 2013 hatte das Programm zum Ziel, wertvolle Beiträge zur Umsetzung der nationalen Anpassungsstrategie für Österreich zu liefern.

Die Projekte in StartClim2013 befassen sich schwerpunktmäßig mit dem Themenfeld Wasser. Verschiedene Aspekte, die für die Anpassung an den Klimawandel von Bedeutung sind, wurden in sieben Teilprojekten behandelt. Darin geht es um thermischen Stress der Bachforelle an der Oberen Traun während des Sommers, Überflutungsflächenverlust und Hochwasserrisiko unter Berücksichtigung des Klimawandels, Abflussszenarien im Einzugsgebiet der Öztaler Ache unter Berücksichtigung von zukünftigen Veränderungen der Kryosphäre, Anpassungsempfehlungen für die Raum- und Regionalentwicklung in hochwassergefährdeten Gebieten, eine interdisziplinäre Analyse der Veränderungen der österreichischen Flüsse durch den Klimawandel im Hinblick auf Fischfauna und Nährstoffe, ein Gender Impact Assessment im Kontext von Klimawandelanpassung und Naturgefahren, sowie um die Validierung des auf Bodentemperatur und Bodenfeuchte basierenden Drahtwurm-Prognosemodells SIMAGRIO-W im ost-österreichischen Ackerbaugesamt.

Im vorliegenden, zusammenfassenden Kurzbericht werden die Ergebnisse aller Teilprojekte kurz und allgemein verständlich beschrieben. Dieser Bericht erscheint auch in englischer Sprache. Die ausführlichen Berichte der einzelnen Teilprojekte sind in einem eigenen Sammelband zusammengefasst, der ebenso wie die Teilprojekte auf der StartClim-Webpage (www.startclim.at) elektronisch erhältlich ist. Zusätzlich werden eine CD-ROM mit allen StartClim-Berichten und ein Folder mit einer Kurzzusammenfassung der Ergebnisse in beschränkter Auflage erstellt.

2 StartClim2013.A: Thermischer Stress der Bachforelle an der Oberen Traun während des Sommers

In den Oberläufen alpiner Flüsse sind vor allem Bachforellen beheimatet, die besonders gut an die kalten, sauerstoffreichen und schnell fließenden Bäche angepasst sind. Da sich die Bachforelle während des Sommers nicht weit von ihrem Standort wegbewegt und niedrige Wassertemperaturen zwischen 3°C und 19°C bevorzugt ist sie besonders von den Temperaturerhöhungen im Zuge des Klimawandels betroffen. Die steigenden Temperaturen verkleinern die Forellenregion bzw. führen zu einer Verschiebung der Lebensräume in höhere Regionen. Wie sich jedoch das Verhalten von Bachforellen während Perioden hoher Temperaturen im Sommer verändert und ob Anpassungsstrategien entwickeln werden können um negative Auswirkungen der Klimaänderung zu vermindern ist noch nicht erforscht.

Im Rahmen dieses StartClim-Projektes wurden Beobachtungen der Bachforelle und Temperaturmessungen in verschiedenen Fließgewässern der Oberen Traun im Sommer 2013 durchgeführt. Da in dieser Region das aufgewärmte Wasser mehrerer Seen in die Fließgewässer eingebracht wird, sind dort bereits heute hohe Temperaturen in den Sommermonaten bemerkbar.

Die Messung der Gewässertemperatur im Sommer 2013 an 12 Untersuchungsstellen zeigte eindeutig für Bachforellen zu hohe Temperaturen in der Oberen Traun. Reduziertes Wachstum und erhöhte Sterberaten der Bachforellen sind bei Temperaturen über 26°C zu erwarten. Da Bachforellen das höchste Wachstum während der Sommermonate aufweisen und die Fische in dieser Zeit Energiereserven für die Fortpflanzung im Herbst anlegen, könnte auch die Reproduktion beeinträchtigt werden und somit die zukünftige Zahl an Fischen beeinflussen.

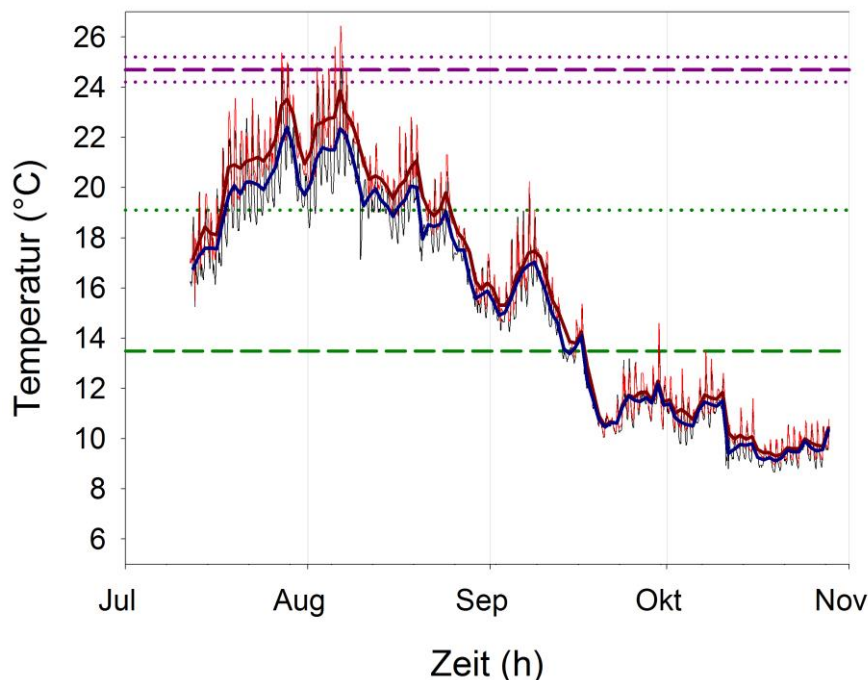


Abb. 1: Hohe Gewässertemperatur im Sommer 2013 am Beispiel des Topplitzbaches gemessen in 719 m Seehöhe (rote Linien) und 709 m Seehöhe (blaue Linien) dargestellt als stündlichen Messungen (dünne Linie), sowie als Tagesmittelwerte (dicke Linie). Referenzlinien in grün zeigen die Temperatur des optimalen Wachstums von Bachforellen (grün gestrichelte Linie) bzw. die Grenze bei welcher negative Auswirkungen der Temperatur auf das Wachstum von Bachforellen zu erwarten sind (grün gepunktete Linie). Violette Referenzlinien beziehen sich auf den Bereich der oberen Letaltemperatur von Bachforellen, welche während der Hitzeperioden kurzzeitig erreicht wurden.

Mit zunehmender Entfernung von den Auslässen der Seen konnte eine leichte Temperaturabnahme in allen Fließgewässern der Oberen Traun gemessen werden (siehe Abb. 1). Die Beschattung der verschiedenen Gewässerabschnitte hat dabei offenbar einen eher geringen Einfluss auf die Gewässertemperatur im Vergleich zur Zufuhr von Grundwasser. Der Kühlungseffekt von diesen unterirdischen Zuflüssen war vor allem in tieferen Gewässerbereichen bemerkbar.

Die Verhaltensbeobachtungen von über 8.000 Bachforellen an insgesamt 16 Stellen zeigten, dass die Fische sich bei hohen Temperaturen vermehrt in tieferen und kühleren Bereichen der Gewässer aufhielten. Aufgrund von Dämmen und anderen Querbauwerken in den Fließgewässern, sowie aufgrund niedriger Wassermengen im Sommer können solche Gebiete von den Fischen jedoch nicht immer aufgesucht werden. Bachforellen reagieren auf die zu hohen Temperaturen mit einer stark eingeschränkten Aktivität während des Tages, um den erhöhten Energiebedarf bei höheren Temperaturen auszugleichen. Eine Verlagerung der Hauptaktivität in die kühleren Nachtstunden kann im Sommer daher eine wichtige Rolle spielen.

Eine Zunahme der Fischarten in den Sommermonaten hatte keinen bemerkbaren Effekt auf die Anzahl der Bachforellen. Räuberische Arten, wie etwa der Flussbarsch, könnten jedoch einen erheblichen Effekt auf die Anzahl junger bzw. kleiner Bachforellen haben. In allen Gewässerabschnitten der Oberen Traun, mit Ausnahme des Toplitzbaches und Stimitzbaches, konnte außerdem das Vorkommen von Regenbogenforellen in den Sommerhabitaten der Bachforelle nachgewiesen werden. Diese ursprünglich Nordamerikanische Fischart lebt von derselben Nahrung, wie die der Bachforelle und ist daher als Konkurrent anzusehen.

Um den Fischen die Anpassung an den Klimawandel zu erleichtern, sind aufgrund der vorliegenden Ergebnisse vorwiegend Maßnahmen zur Optimierung der Gewässerstruktur und im Bereich des Fischereimanagements sinnvoll. Dabei sollten Grundwasserzuflüsse berücksichtigt werden. Daher sind Baumaßnahmen, welche die Bachsohle versiegeln bzw. kühle Zuflüsse reduzieren generell nicht empfehlenswert. Ein vielfältigeres Angebot an Kleinstlebensräumen, z.B. durch Totholz, größere Steine und Felsen kann die Anzahl der ansässigen Bachforellen erhöhen. Durch strukturelle Verbesserungen im Bachbett können mehr Fische solche Bereiche für Ruhephasen bei niedrigem Wasserstand und hohen Temperaturen nutzen. Die Erhaltung bzw. Schaffung von tiefen, und daher kühlen Gewässerbereichen kann zudem eine bessere Anbindung an Grundwasserzuflüsse schaffen und damit zu einer zusätzlichen Kühlung des Gewässers bzw. der Kleinstlebensräume beitragen. Hindernisse, wie Dämme, sollten in Fließgewässern aufgrund kleinräumiger Wanderungen zu Sommerhabitaten zunehmend abgebaut werden, wobei geringe Abflussmengen berücksichtigt werden müssen. Bei Maßnahmen zur Neugestaltung des Lebensraumes von Bachforellen ist jedoch zu bedenken, dass Baumaßnahmen im Sommer einen zusätzlichen Stress für die Fische bedeutet und ein veränderter Sedimenttransport benachbarte Lebensräume gefährden könnte. Der Konkurrenzdruck der Regenbogenforelle auf die Bachforelle kann durch eine Anpassung des Fischereimanagements vermindert werden. Dazu könnten Anreize für Fischer geschaffen werden um die Bestände der Regenbogenforelle zu dezimieren und um deren natürliche Vermehrung zu verhindern. Ein weiterer Aspekt des Fischereimanagements ist das Aussetzen zu großer Zahlen von jungen Bachforellen, das zu dichteren Fischbeständen führt, und daher aufgrund der größeren Konkurrenz um Raum und Nahrung negative Folgen auf Wachstum und Mortalität von Bachforellen haben kann. Geringe Abflussmengen und hohe Temperaturen führen zusätzlich zu erhöhten Fischdichten in den Sommerhabitaten. Dies kann aufgrund des erhöhten Konkurrenzdrucks die negativen Folgen von klimatischen Veränderungen noch verstärken. Daher kann eine Anpassung bzw. der Verzicht von Besatzmaßnahmen sinnvoll sein.

3 StartClim2013.B: Überflutungsflächenverlust und Hochwasserri- siko unter Berücksichtigung des Klimawandels

Durch Hochwasser verursachte Schäden sind in Österreich und Europa in den letzten Jahren deutlich angestiegen. Dazu tragen einerseits Veränderungen in den Einzugsgebieten und Tälern bei, welche das Hochwasserrisiko flussab verschärften, wie z.B. der Verlust von Überflutungsräumen, andererseits höherwertige Nutzungen, d.h. die Anhäufung von Werten auf potenziell hochwassergefährdeten Flächen. Diesen Entwicklungen überlagert ist der Klimawandel, der künftig noch größere Niederschlagsmengen erwarten lässt. Es ist daher wichtig zu wissen, in welchem Ausmaß Überflutungsflächen Hochwässer dämpfen können. Dies wurde im vorliegenden Projekt anhand verschiedener historischer und zukünftiger Szenarien ermittelt und dient als wichtige Datenbasis für die Entscheidungsfindung im Rahmen eines integrierten Hochwassermanagements.

Für mehrere ausgewählte österreichische Flüsse wurde anhand historischer Analysen und Modellberechnungen für mögliche künftige Situationen ermittelt, wie sich die Hochwassersituation und das Schadensausmaß ändern würden, wenn man den Flüssen mehr Raum gäbe. Aus aktuellen und historischen Luftbildern konnten die Nutzungsänderungen von Überflutungsflächen in den letzten 60 Jahren ermittelt werden: Deutlich erkennbar ist ein Wechsel von hochwasserverträglichen Nutzungen (Grünland) zu hochwassersensiblen Nutzungen (Siedlungs-, Industrie- & Gewerbe-, Sonder- und Verkehrsflächen). Abb. 2 zeigt dies für den Tiroler Inn. Hier verringerte sich der Anteil an Grünland von 1950 bis 2010 von 72 % auf 51 %. Hochwassersensible (schützenswerte) Landnutzungen nahmen im selben Umfang um 21 % zu und machen mittlerweile bereits ein Drittel des gesamten Talraumes aus.

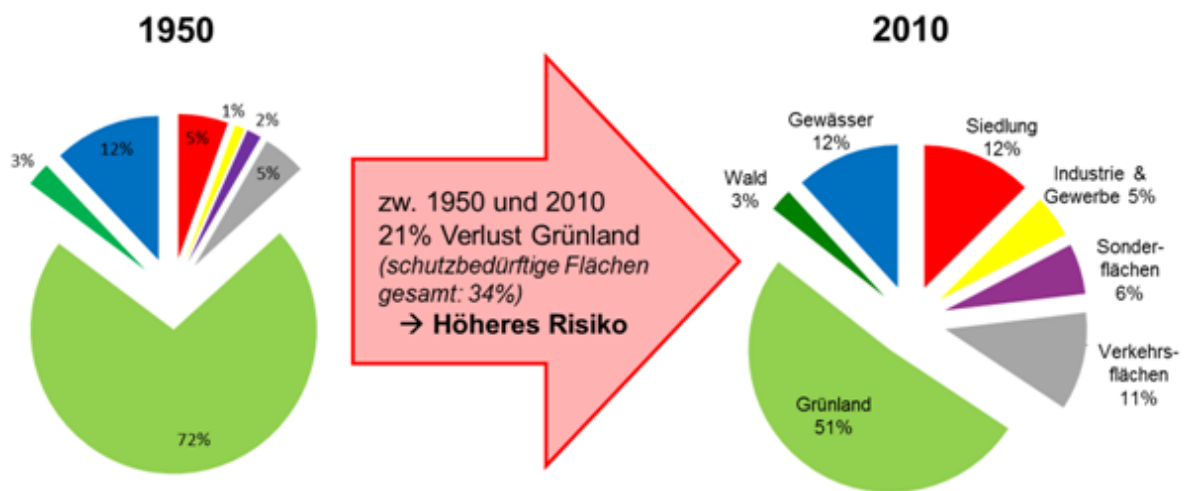


Abb. 2: Veränderung der Landnutzung entlang des Tiroler Inns zwischen 1950 und 2010

Dies erhöhte nicht nur das Schadenspotenzial in den potenziell überfluteten Gebieten, sondern bedeutete auch einen Verlust an Retentionsraum, da ehemalige Überflutungsflächen, die heute einer höherwertigen Nutzung unterliegen, durch Hochwasserschutzdämme vom Fluss abgetrennt wurden. Diese beiden Umstände führten insgesamt zu einer Vergrößerung des Hochwasserrisikos – nicht nur lokal für die Anrainergemeinden, sondern auch großräumig für weiter flussabliegende Gebiete. Abb. 3 zeigt, wie sich die hochwasserbedingt erhöhte Durchflussmenge des Hochwassers 2005, die in das Untersuchungsgebiet hineingebracht wurde (Zulaufwelle), im Jahr 1950 innerhalb des Gebietes verflacht und verzögert hätte (Auslaufwelle 1950), bedingt durch die damals noch vorhandenen Retentionsräume. Beim Zustand im Jahr 2010 wäre die Dämpfung nur etwa halb so groß gewesen und die Verzögerung der Scheitelwelle hätte statt einer Stunde nur etwa eine halbe betragen (Auslaufwelle 2010).

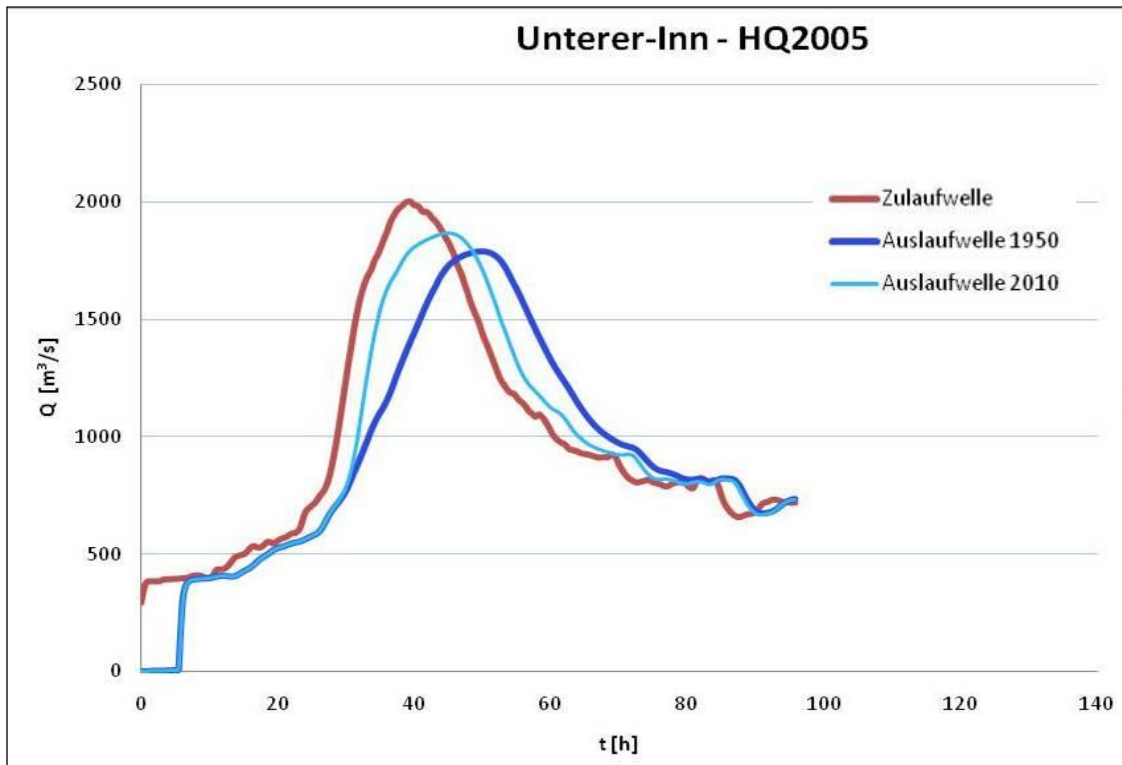


Abb. 3: Wellenverformung des Hochwassers von 2005 durch Überflutungsflächen am Unteren Inn (Jenbach – Kufstein) Vergleich zwischen 1950 und 2010

Diese Ergebnisse sind für zukünftige Management-Strategien der Schutzwasserwirtschaft und der Raumplanung von Bedeutung, da der Verlust von Überflutungsflächen durch Siedlungserweiterungen stetig voranschreitet und zudem zukünftig mit durch den Klimawandel erhöhten Abflüssen zu rechnen ist. Gerade für derartig erhöhte Abflüsse zeigten die Untersuchungen, dass natürliche Überflutungsflächen mit hochwasserangepassten Nutzungen einen Puffer zur Abminderung solcher Extremereignisse darstellen können, ohne das Risikopotenzial flussabwärts zu erhöhen.

Die österreichische Strategie zur Anpassung an den Klimawandel und die EU-Hochwasserrichtlinie forderten schon bisher, dass im Rahmen eines integrierten Hochwasserrisiko-Managements bestehende Überflutungsflächen erhalten und verloren gegangene Überflutungsflächen wiederhergestellt werden sollen. Die in diesem Projekt vorgestellten Untersuchungen belegen die Wirkung von Überflutungsflächen quantitativ und zeigen, dass insbesondere natürliche Überflutungsflächen geeignet sind, Hochwässer zu dämpfen und gleichzeitig das Schadenspotenzial in diesen Gebieten gering zu halten. In Hinblick auf etwaige Folgen des Klimawandels muss daher angestrebt werden, zusätzliche potenzielle Überflutungsflächen freizuhalten oder wiederzugewinnen und in ein integriertes Hochwassermanagement einzubinden.

4 StartClim2013.C: Abflussszenarien im Einzugsgebiet der Ötztaler Ache unter Berücksichtigung von zukünftigen Veränderungen der Kryosphäre

Die jahreszeitliche Verteilung der Abflüsse in alpinen Einzugsgebieten wird von den Schnee- und Eismengen im Gebirge und von den Temperaturen im Sommer stark beeinflusst. Mit einer Veränderung des Klimas verändern sich die jahreszeitlichen und die langfristigen Wasserspeicher, wie Schnee, Eis oder Seen, und damit der Wasserhaushalt in Gebirgsregionen. Vergletscherte Einzugsgebiete wie das Ötztal reagieren hierbei besonders empfindlich auf Änderungen der Schnee- und Eisverhältnisse. Das Ötztal hat eine lange Geschichte in der Österreichischen und internationalen Gletscherforschung, sodass ein umfassendes Datenmaterial zur Gletscherentwicklung in den letzten Jahrzehnten vorliegt. Tourismus, Wasserwirtschaft und andere Wirtschaftssektoren im Ötztal reagieren äußerst sensitiv auf Änderungen des Naturraums.

In der vorliegenden Studie werden sowohl direkte als auch indirekte Auswirkungen des Klimawandels auf das Abflussregime der Ötztaler Ache untersucht, insbesondere auf die Frage wann die jährlichen Maxima des Abflusses auftreten. Direkte Auswirkungen auf den Abfluss gehen auf veränderte Niederschlags- und Temperaturverhältnisse zurück, indirekte auf veränderte Gletscherflächenverteilung. Die mittleren Abflüsse sowie die jährlichen Abflussmaxima wurden für das Einzugsgebiet der Ötztaler Ache am Pegel Brunau (890 km², 11 % vergletschert (2006)) sowie den Kopfeinzugsgebieten Obergurgl (72,5 km², 28 % vergletschert (2006)) und Vent (165,4 km², 31 % vergletschert (2006)) analysiert.

Für die Analyse wurden Szenarien der zukünftigen Verteilung der Gletscherflächen berechnet. Aus den Gletschergrenzen und den Höhen der Gletscheroberflächen des Österreichischen Gletscherinventars wurde die Verteilung der Eisdicken für die vergletscherten Gebiete des Ötztals modelliert. Daraus wurden unter Berücksichtigung der durch den Klimawandel veränderten Massenbilanzen Gletscherszenarien errechnet.

Um den erheblichen Unsicherheiten regionaler Klimamodelle zu begegnen, wurde das Ausmaß der Klimaänderung mittels eines besonderen Verfahrens aus drei unterschiedlichen Kombinationen von Global- und Regionalmodellen (ARPEGE-ALADIN, ECHAM5-REMO, ECHAM5-REGCM3) ermittelt. Dabei wurden die täglichen Temperatur- und Niederschlagsdaten in den Perioden 2010-2039, 2040-2069 und 2070-2099 mit dem Referenzzeitraum 1985-2014 verglichen. Das geglättete tägliche Änderungssignal wurde zu den beobachteten meteorologischen Daten von 1986 bis 2012 addiert und Veränderungen im Abflussgeschehen dieser 27-jährigen Zeitreihe untersucht.

Für die Analyse möglicher zukünftiger Abflussverhältnisse wurde das hydrologische Modell HQsim an den Zeitreihen des Abflusses der Pegelmessstellen Brunau, Obergurgl und Vent kalibriert. Berechnet wurden die Abflussverhältnisse bei ausschließlicher Änderung der Gletscherflächen, ausschließlicher Änderung von Temperatur und Niederschlag, und der Kombination von beiden (Tab. 1). Das ermöglicht es, die Sensitivität des Modells gegenüber den unterschiedlichen Änderungen zu erkennen. Die saisonale Verteilung der Abflüsse sowie das veränderte zeitliche Auftreten von jährlichen Abflussmaxima wurden anhand des Abflusskoeffizienten nach Pardé und der Direktional-Statistik analysiert.

Die Gletscher verlieren zunächst an Volumen, bevor Flächenänderungen in Gebieten mit geringer Eismächtigkeit zum Tragen kommen. Die Szenarien zeigen einen Rückgang der vergletscherten Fläche und des Eisvolumens bis Ende des 21. Jahrhunderts auf unter 20 % der heutigen Vergletscherung, bereits bis 2050 tritt eine Halbierung des Eisvolumens ein. Die veränderten Gletscherflächen wirken sich deutlich auf den saisonalen Abfluss aus. Vor allem in den Sommermonaten mit einem hohen Anteil an Eisschmelze kann aufgrund der geringeren Gletscherflächen weniger Basis-Abfluss (Gletscherspende) gebildet werden (Abb. 4).

Aufgrund des Anstieges der Schneefallgrenze bei höheren Temperaturen tritt eine Erhöhung des Abflusses in den Übergangsmonaten im Frühjahr und Herbst auf. Bei Kombination von geänderter Gletscherflächen und veränderten Klimaverhältnissen kommt es zu einer Zunahme des Abflusses im Frühjahr und zu einer Reduktion des Abflusses im Sommer. Dies bewirkt auch eine Verschiebung der jährlichen Abflussmaxima von den Monaten Juli und August hin zu vermehrtem Auftreten von Jahresmaxima im Mai und Juni (Abb. 5). Je nach Grad der Vergletscherung fällt diese Verschiebung unterschiedlich stark aus. Im Einzugsgebiet des Pegels Brunau mit einem geringeren relativen Anteil an vergletscherten Fläche tritt das Abflussmaxima bereits im Frühjahr auf. In den zwei stärker vergletscherten Einzugsgebieten, Obgurgl und Vent, zeigt sich ein häufigeres Auftreten von Abflussmaxima vor allem im Juni.

Generell zeigt sich, dass im Einzugsgebiet der Ötztaler Ache die Veränderungen der Gletscher deutliche Veränderungen im mittleren Abflussverhalten und im zeitlichen Auftreten von Abflussmaxima bewirken (Abb. 6). Daher müssen diese Veränderungen auch bei der Betrachtung von Hochwasserszenarien berücksichtigt werden.

Tab. 1: Variationen der Eingangszustände für die den Ergebnissen zugrunde liegenden Simulationen. Die Farben sind äquivalent zu den folgenden Darstellungen der Ergebnisse.

Gletscher Klima	Referenz 2006	Gletscher 2025	Gletscher 2055	Gletscher 2085
Referenz 1986-2012	REF	A1	A2	A3
Periode 2010-2039	B1	C1		
Periode 2040-2069	B2		C2	
Periode 2070-2099	B3			C3

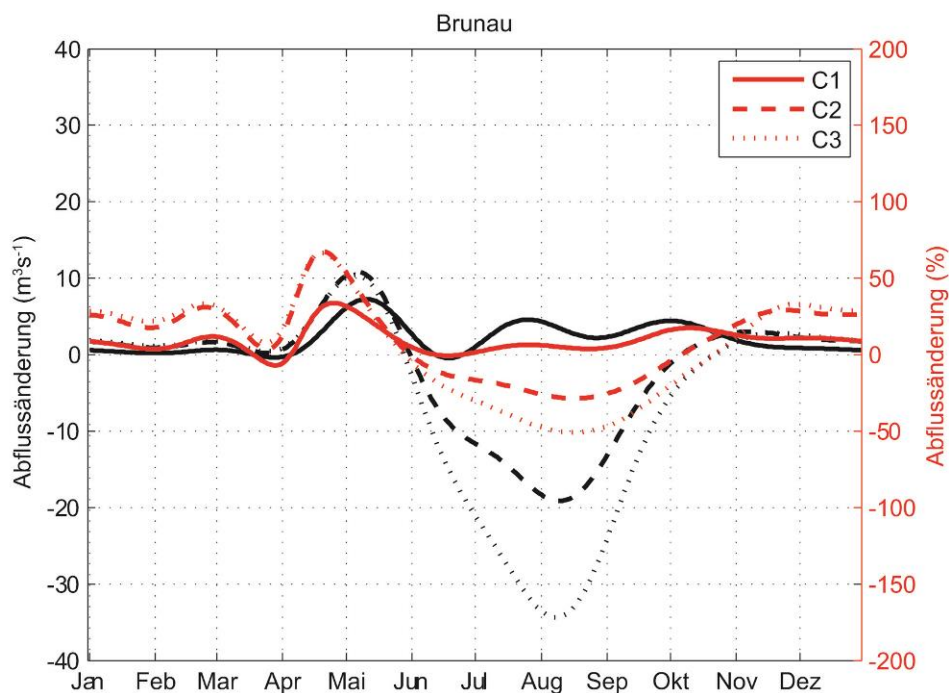


Abb. 4: Absolute (schwarz) und relative (rot) Änderungen im Abfluss gegenüber dem Abfluss in der Referenzperiode 1986 – 2012 für die kombinierten Szenarien C1, C2 und C3 (Tab. C-1) für den Pegel Brunau.

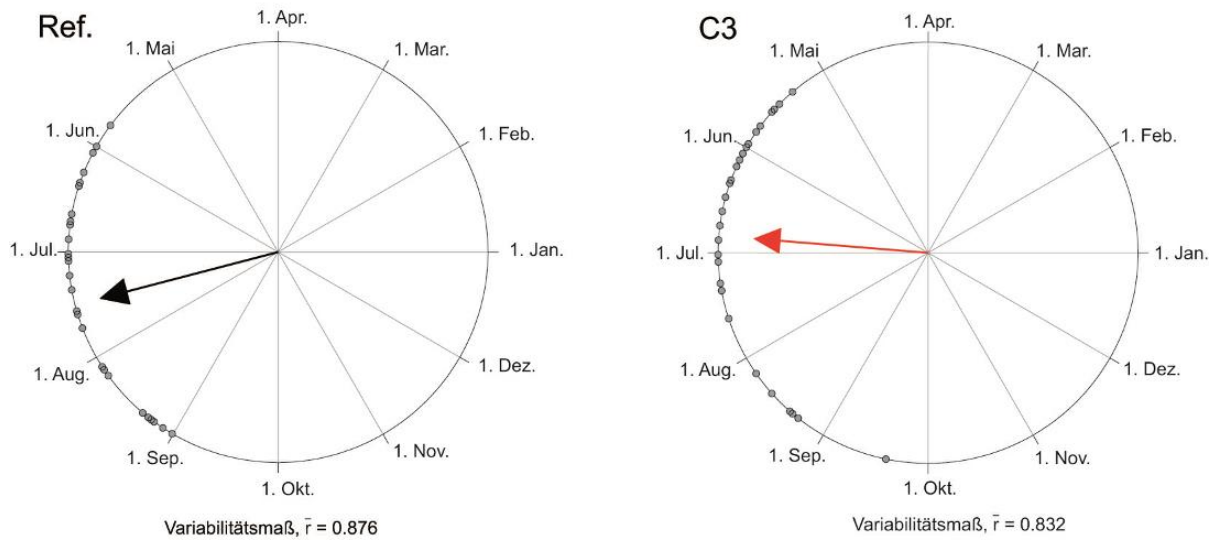


Abb. 5: Direktionale Statistik der jährlichen Abflussmaxima am Pegel Brunau für die Referenzperiode 1986 – 2012 sowie das Szenario C3 (Tab. C-1). Der Pfeil zeigt den mittleren julianischen Tag der Jahresmaxima (Punkte auf Kreis). Die Länge des Pfeils gibt das Variabilitätsmaß r wieder.

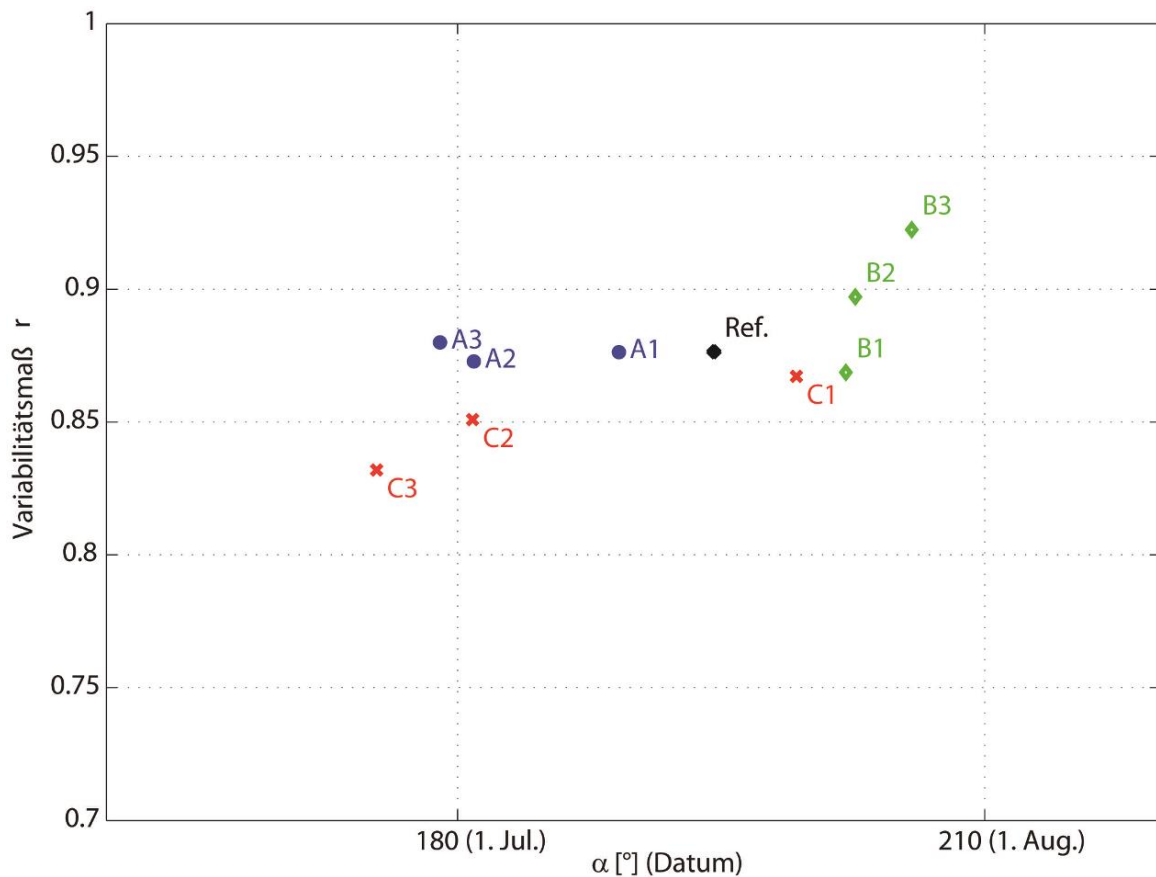


Abb. 6: Variabilitätsmaß r der jährlichen Abflussmaxima aufgetragen gegen den mittleren julianischen Tag deren Auftretens für alle Szenarien (Tab. C-1) und den Referenzzeitraum an den Pegeln Brunau, Obergurgl und Vent.

5 StartClim2013.D: Anpassungsempfehlungen für die Raum- und Regionalentwicklung in hochwassergefährdeten Gebieten

Nicht erst seit der Implementierung der Europäischen Hochwasserrichtlinie (HWRL)¹ sind die Nationalstaaten gefordert sich des Themas Hochwasser verstärkt anzunehmen. Die ständige Ausdehnung des Siedlungsgebietes in Folge der wachsenden Bevölkerungszahl in den städtischen Gebieten und die größeren Wohneinheiten pro Familie bedeuten vor allem im alpinen Raum eine wachsende Herausforderung für das Wasser- und Hochwassermanagement. Mit der Bautätigkeit gehen nämlich einerseits die Versiegelung des Bodens, und damit raschere und höhere Hochwasser einher, andererseits wird immer mehr Bauland in sogenannten Restrisikogebieten ausgewiesen, welche früher mit Recht gemieden und dem Fluss für Hochwasserzeiten überlassen wurde. Die Raum- und Regionalplanung spielt bei der Vorbeugung als Hochwasserschutz in Österreich noch nicht die zentrale Rolle, die ihr eigentlich zukäme. Sie kann den Interessensausgleich zwischen mehr Bautätigkeit und geringerem Hochwasserrisiko schaffen. Im Rahmen dieses Projekts wurden anhand einiger nationaler und internationaler Good-Practice-Beispiele (GPB) Möglichkeiten zur Erweiterung der Instrumentarien und damit der Einflussnahme der Raum- und Regionalplanung aufgezeigt.

Um die oben beschriebenen Ansprüche an die Raumplanung innerhalb der bestehenden rechtlichen Rahmenbedingungen zu erfüllen, müssen die Instrumente der Raum- und Regionalplanung kritisch hinterfragt und adaptiert werden. Räumliche Entwicklungen entlang von Flussläufen sollten auf allen vier Ebenen der raum- und regionalplanerischen Instrumentarien geprüft werden: Formal wie der Schutz von Freiräumen, ökonomisch wie ein vorgeschriebener Versicherungsschutz für bestimmte Gebiete, informell wie die Erstellung von Vulnerabilitätsplänen und organisatorisch wie zum Beispiel die Stärkung gemeindeübergreifender Netzwerke.

Eines der jüngsten Good-Practice-Beispiele und in seiner Form ein organisatorisch-formelles und gleichzeitig informatives Instrument, sind die Blauzonen in Vorarlberg zur Ausweisung von Überflutungsgebieten für eine „nachhaltige Sicherung der räumlichen Existenzgrundlagen der Menschen insbesondere für Wohnen und Arbeiten“ (FREI; KOPF 2011, Seite 6). In Konsultationsverfahren der Landesraumplanung mit den betroffenen Gemeinden wird abgestimmt, welche Flächen den Blauzonen zugeordnet werden.

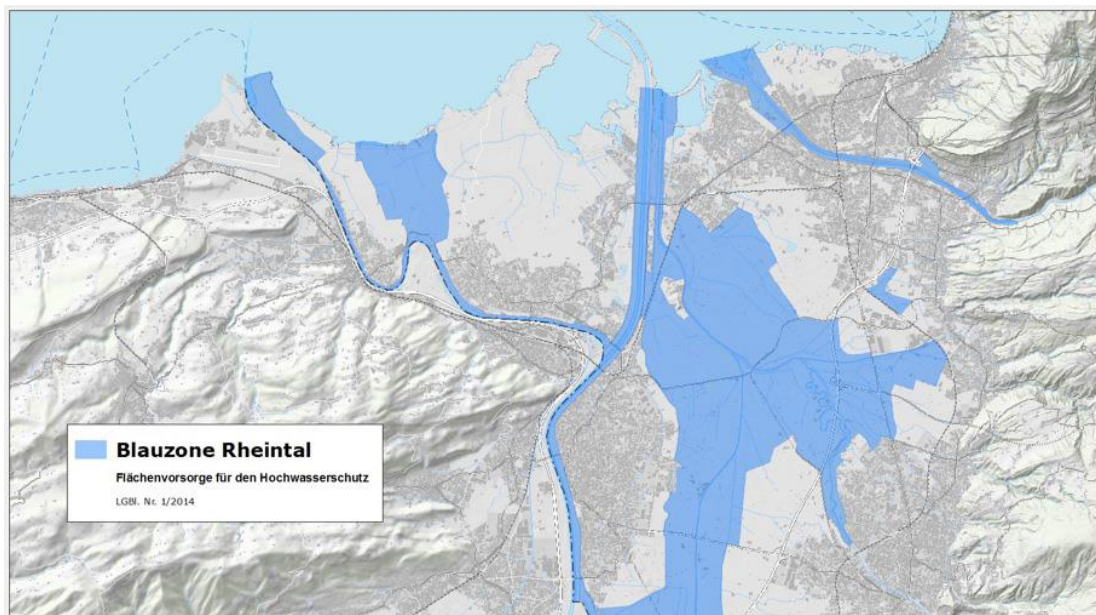


Abb. 7: Plandarstellung der Blauzone (Quelle: Raumplanung/Land Vorarlberg)

¹ RICHTLINIE 2007/60/EG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES über die Bewertung und das Management von Hochwasserrisiken, 23. Oktober 2007.

Eine notwendige Grundlage für die Raum- und Regionalplanung ist die klare und rechtsverbindliche Ausweisung der Risiko- und Restrisikogebiete in den raumrelevanten Plänen wie Hochwassermanagement- oder Flächenwidmungsplan. Darüber hinaus sollen Raumordnungsprogramme auf den notwendigen Raumbedarf der Fließgewässer und der angrenzenden Flächen Bedacht nehmen. Dies dient den lokalen örtlichen Raumkonzepten als Grundlage.

Um solche Konzepte in der Praxis umsetzen zu können, müssen alle Betroffenen die Möglichkeit erhalten, ihre Interessen einzubringen und gemeinsam Lösungen auszuhandeln. Dabei sind konsultative (informative und informelle) Verfahren zur Aushandlung von Entwicklungsmöglichkeiten oder Leitbildern besonders hilfreich. Eine wichtige Voraussetzung, um Entscheidungen treffen zu können, ist gute Information wie sie durch regionale flusslaufbezogene Modellierungen möglicher Hochwassersituationen gewährleistet wird (vgl. Projekt StartClim2013.B, GPB DANUBE FLOOD RISK – Pilotgemeinde Krems).

Partizipative interdisziplinäre Prozesse zur Entwicklung von Leitbildern an Flüssen, bei welchen gemeindeübergreifende Ziele formuliert werden, können die bestehende Entwicklung von zunehmend höheren Schadenspotentialen in hochwassergefährdeten Gebieten aufhalten oder gar umkehren. Denn der Schlüssel zur nachhaltigen räumlichen Entwicklung in hochwassergefährdeten Flussgebieten liegt in der Kooperation zwischen Gemeinden und Regionen. Begleitet von zielgruppenspezifischer Information, kann das Wissen über das bestehende Restrisiko zu mehr Verständnis für eine geeignete Flächennutzung führen.

Regionale, landesweite und nationale strategische Förderprogramme, die auf Basis von Leitbildern für die Flusslandschaft entwickelt werden, führen zu einem Lastenausgleich der Oberlieger- und Unterliegergemeinden. Damit wird ein aktiver vorsorgender Hochwasserschutz gefördert. Parallel dazu fördern regionale Wettbewerbe die Entwicklung neuartiger Ideen und Konzepte in einer Region.

Die Raumplanung ist nicht nur gefordert diese Ziele zu verfolgen, sondern sie muss sich unmittelbar mit der Wasserwirtschaft, welche die notwendigen Daten liefern kann, koordinieren.

Schlussendlich ist eine grundsätzliche Neuorientierung im Umgang mit Flusslandschaften von Nöten. Eine verstärkte Wertediskussion kann ein erhöhtes Bewusstsein schaffen, denn der Begriff „Hochwasser“ ist im gängigen Verständnis mit Gefahr verbunden. Die tatsächliche Gefährdungsursache liegt allerdings in der Nutzung der flussnahen Bereiche für Funktionen, die in einem Überflutungsraum Konflikte hervorrufen.

Mit der Frage „Wie kann Schaden minimiert werden?“ kann eine Diskussion zu einer neuen Flusskultur gestartet werden. Die tatsächliche Frage ist „Wie können wir mit dem Fluss unseren Lebensraum gestalten?“ und dabei auch alle möglichen Klimaszenarien integrieren. Diese Auseinandersetzung und Bewusstseinsbildung wäre ein höchst relevanter Beitrag zu einer aktiven positiven Flussraumgestaltung. Denn mit der Umsetzungspflicht der Wasserrahmenrichtlinie soll der Fluss wieder als System betrachtet werden, der einen Raumanspruch hat.

6 StartClim2013.E: Wie und wo verändern sich die österreichischen Flüsse durch den Klimawandel? Interdisziplinäre Analyse im Hinblick auf Fischfauna und Nährstoffe

Klimawandel und Landnutzungsveränderungen wirken in vielfältiger Weise auf die Lebensgemeinschaften in unseren Fließgewässern. In dieser Arbeit wird vor allem auf die kombinierte Auswirkung von Klimawandel und Landnutzung auf die Nährstoffkonzentration, Wasserführung und Fischfauna in Bächen und Flüssen eingegangen. Viele Bäche und kleinere Flüsse gehören in Österreich über weite Strecken zur sogenannten Forellen- oder Äschenregion. Dort dominieren Kaltwasser-liebende Fischarten (vor allem Bachforelle und Äsche). Verkleinert sich der Lebensraum dieser Arten in Folge des Klimawandels, so bedroht dies nicht nur die Artenvielfalt, sondern es kann auch zu nicht vorhersehbaren Änderungen im ökologischen Wirkungsgefüge führen.

Für repräsentative Fließgewässer in Österreich wurden die Zusammenhänge zwischen Temperatur / Landnutzung / Wasserführung / Nitritkonzentration quantitativ erfasst (Pfadanalyse). Nitrit ist ein wichtiges Zwischenprodukt im Stickstoffkreislauf, das normalerweise in Fließgewässern nur in geringsten Mengen vorkommt und bereits in leicht erhöhten Konzentrationen toxisch wirken kann. Eine Erhöhung der Nitritkonzentrationen könnte daher die Verbreitung sensibler Arten einschränken.

Außerdem wurde versucht, das Vorkommen wichtiger Fischarten in einem Fließgewässerabschnitt mit den oben erwähnten Umweltparametern sowie der Landnutzung und der Gewässerstruktur zu erklären (logistische Regressionsanalysen). Auf Grund der gefundenen Zusammenhänge wurden Szenarien für 2050 im Hinblick auf mittlere Nitritkonzentrationen und Abflussraten im Sommer, aber auch das Vorkommen von Schlüsselfischarten entwickelt. Die Sommerwerte wurden herangezogen, weil die Sommerperiode für die kaltwasser-adaptierten Fische besonders kritisch ist. Um Unsicherheiten in Zusammenhang mit der Entwicklung der sommerlichen Durchflussraten bei Fließgewässern mit dominantem Einfluss von Schnee- und Gletscherschmelze zu vermeiden, wurden für die Zukunftsszenarien nur Fließgewässerabschnitte mit stark Regen-beeinflusstem Abflussregime unterhalb 700 m Seehöhe betrachtet.

Für jeweils ein Szenario wurden zwei Szenarien mit erhöhtem Feuchtgebietsanteil im Einzugsgebiet erstellt, um das Mitigations-Potenzial von Feuchtgebieten abzuschätzen. Die Entwicklung der Lufttemperaturen wurde auf Basis des in der Klimawandelforschung oft verwendeten Emissionsszenarios A1b abgeleitet, das einen unveränderten Ausstoß von Treibhausgasen annimmt. Dieses Szenario sieht bis 2050 eine Erhöhung der mittleren sommerlichen Lufttemperaturen um etwa 3-4°C (max. 5°C) voraus. Damit werden in vielen Bereichen die tolerierbaren Temperaturwerte für Kaltwasser-liebende Arten überschritten.

Neben dem direkten Einfluss der Temperatur auf die Flüsse sind auch wichtige indirekte Effekte wie die Zunahme der landwirtschaftlichen Nutzung in mittleren Höhenlagen (bis zu 700m) zu erwarten. Eine Ausweitung der landwirtschaftlichen Nutzung in den untersuchten Einzugsgebieten würde, nach den vorliegenden Daten zu urteilen, zu einer deutlichen Reduktion der sommerlichen Durchflussraten besonders in mittelgroßen und großen Flüssen führen. Die Reduktion der Durchflussraten wiederum bewirkt erhöhte Nitritkonzentrationen und könnte zusätzlich den Einfluss anderer Stressfaktoren (z.B. erhöhte Wassertemperatur) verstärken. Reduzierte Durchflussraten verringern den verfügbaren Lebensraum für die gesamte wassergebundene Lebensgemeinschaft, wobei Fische aufgrund ihrer Größe am stärksten betroffen sein dürften. Weitere Stressfaktoren, die durch geringe Durchflussraten verstärkt werden sind eine überproportional steigende Wassertemperatur und ein sinkender Sauerstoffgehalt. Der Sauerstoffgehalt sinkt einerseits auf Grund der erhöhten Wassertemperaturen, andererseits wegen des geringeren Gasaustauschs zwischen Luft und Wasser und der temperaturbedingt erhöhten Stoffwechselaktivität der Fluss- bzw. Bachbewohner.

Gerade Arten mit höherem Sauerstoffbedarf würden unter diesen indirekten Effekten leiden und die erwähnten kälteliebenden Fischarten gehören in diese Gruppe.

Das potentielle Vorkommen von 7 Fischarten (4 typischen Vertretern der Forellen- und Äschenregion, 2 Vertretern der Barbenregion sowie des Blaubandbärblings -, einer nicht heimische Fischart mit potentiellen negativen Wirkungen auf die heimische Fischfauna) konnte anhand der oben erwähnten Umweltfaktoren gut vorausgesagt werden. Die Analysen zeigen, dass Temperatur und Durchflussraten den stärksten Einfluss auf die Verbreitung haben, wobei die Bachforelle und Regenbogenforelle als Vertreter der oberen Fließgewässerabschnitte kühlere sommerliche Wassertemperaturen bevorzugen. Im Gegensatz dazu wird das Vorkommen von Barbe, Nase und Blaubandbärbling durch wärmere Temperaturen gefördert. Je höher die sommerlichen Durchflussraten, desto höher die Vorkommenswahrscheinlichkeiten für 3 der 7 Arten (nur der Blaubandbärbling bevorzugt niedrigere Durchflussraten). Interessanterweise zeigte sich bei 3 Arten ein negativer Einfluss erhöhter sommerlicher Nitritkonzentrationen, bei der Äsche war das sogar der wichtigste Faktor.

Die Szenarios zeigten, dass jedenfalls für die Kaltwasser- bevorzugende Arten eine erhebliche Reduktion des Lebensraums zu erwarten ist. Für andere Fischarten, die an wärmere Temperaturen angepasst sind, könnte diese Erwärmung eine deutliche Ausweitung ihres Lebensraums ermöglichen. Bei der exotischen Fischart Blaubandbärbling dürfte eine derartige verstärkte Ausbreitung negative Auswirkungen auf einheimische Kleinfischarten haben.

Bei raumplanerischen Maßnahmen sollte in Zukunft stärker auf die Auswirkungen der Landnutzung auf den sommerlichen Durchfluss Bedacht genommen werden. Auch die zu erwartenden erhöhten Nitritkonzentrationen sollten in Zukunft im Gewässermanagement stärker berücksichtigt werden.

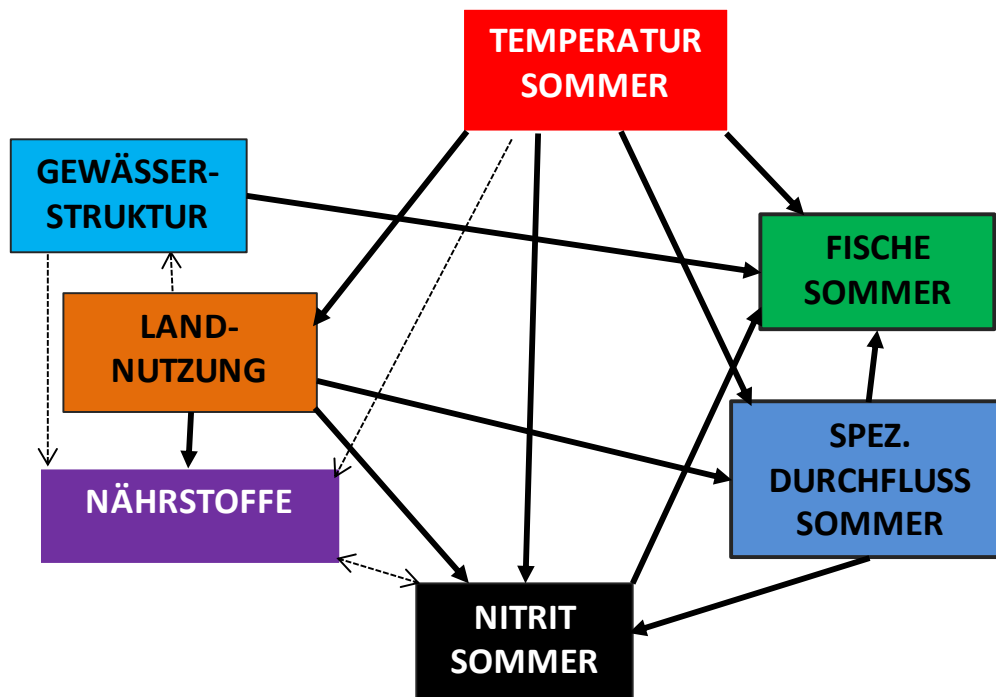


Abb. 8: Schematische Übersicht der beobachteten und erwarteten Zusammenhänge Durchgehende Pfeile: in der Arbeit belegte Zusammenhänge (Analysen: Pfadanalyse, logistische Regression), punktierte Pfeile: erwartete (aber nicht untersuchte) Zusammenhänge
Abbildungslegende:

Temperatur – mittlere Lufttemperatur, Gewässerstruktur – Anteil Flusslauf ohne Stau bzw. ohne Wasserentnahme und Schätzsкала Güte Gewässermorphologie, Landnutzung – Anteil Landwirtschaft / Wald / Feuchtgebiete am Einzugsgebiet, Nitrit – Medianwert Konzentration, spez. Durchfluss - hydraulischen Spende (=Durchfluss pro km² Einzugsgebiet), Fische - Vorkommen von 7 Fischarten, Sommer – Zeitraum Juni, Juli, August, September

7 StartClim2013.F: Gender Impact Assessment im Kontext der Klimawandelanpassung und Naturgefahren (GIAKlim)

Der Klimawandel ist nicht genderneutral. Unter anderem sind Frauen und Männer von Naturereignissen, die mit dem Klimawandel einhergehen, unterschiedlich betroffen (vgl. u. a. Rathgeber 2005, Weber 2005; Mehta 2007). Zudem spielen soziale und ökonomische Aspekte sowie Ethnie, Alter und andere Faktoren eine Rolle hinsichtlich des individuellen Risikos von Personen (vgl. International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies 2006: 8). Auch die (politischen) Strategien, die Ansätze zur Milderung der Auswirkungen von Klimawandel verfolgen, und konkrete Anpassungsinstrumente und -maßnahmen wirken unterschiedlich auf Frauen und Männer bezogen auf Lebensphase, -situation, sozialen und kulturellen Hintergrund.

Mit dem Projekt „GIAKlim“ wurde erstmals für Österreich die Bedeutung all dieser Unterschiede (Genderrelevanz) im Zusammenhang mit Naturgefahren geprüft. Zudem wurden Möglichkeiten aufgezeigt, eine differenziertere Sichtweise in die Klimawandeldiskussionen und das Naturgefahrenmanagement zu integrieren. Unterschiede und Ungleichheiten können sowohl einen positiven als auch einen negativen Einfluss auf die Verletzlichkeit von betroffenen Menschen haben. Darauf weist auch die Österreichischen Anpassungsstrategie an den Klimawandel hin (vgl. BMLFUW 2013). Auf Grund sozio-ökonomischer, sozialer, kultureller, räumlicher und physischer/psychischer Umstände und Einflussgrößen haben Menschen unterschiedliche Fähigkeiten und Kapazitäten mit Klimawandel und Naturgefahren umzugehen, sie zu vermeiden und zu bewältigen (vgl. u. a. UNISDR, UNDP, IUCN 2009, Le Masson 2013). Gender wird im Rahmen der Studie „GIAKlim“ daher umfassend verstanden und inkludiert viele Unterschiede zwischen Personen und Gruppen. Der Begriff Gender+ bezieht neben dem Geschlecht andere individuelle Faktoren wie das Alter, die Herkunft oder besondere Bedürfnisse in die Analyse mit ein und macht so Mehrfachdiskriminierungen sichtbar. Gender+ umfasst Wissen über die Komplexität von Gender und strukturellen Ungleichheiten (vgl. Quing 2011). Eine Einbeziehung von gender-spezifischen Aspekten sowohl in der Katastrophenvermeidung und Katastrophenmanagement sowie Klimaschutz kann die Nutzung aller vorhandener Ressourcen und Fähigkeiten verbessern, da sie die Stärken jeder und jedes einzelnen besser zur Geltung bringen kann, und auf Schwächen Rücksicht nimmt. Zugleich bewirkt dies eine Verbesserung der Gleichstellung aller Bevölkerungsgruppen und trägt damit zu einem umfassenderen, effizienteren Katastrophenmanagement und Klimaschutz bei.

Im Rahmen der Studie wurden gender- und zielgruppenrelevante Unterschiede in den Auswirkungen von Klimawandel und Naturgefahren identifiziert. Systematisch wurden Themenfelder und Indikatoren im Kontext von Naturgefahren nach gender-sensitive Aspekten untersucht. Alle Analysen und Empfehlungen gehen von einem dem Alltag entsprechenden Ansatz aus. Die unterschiedlichen Lebenswelten und Lebensgrundlagen der Menschen stehen im Mittelpunkt. Möglichst viele Entscheidungsebenen wurden in die Analyse mit einbezogen. Im Zentrum der Studie stand das Fallbeispiel eines Murenabgangs in St. Lorenzen im Paltenal, einem Ortsteil der Stadtgemeinde Trieben in der Steiermark. Wie aus Abb. 9 und Abb. 10 ersichtlich, wurde ein Teil des Ortes zerstört, ein Teil von der Mure überschwemmt. Es wurde in vielen Aspekten der unterschiedliche Umgang von Frauen und Männern, Jung und Alt mit diesem Naturereignis analysiert. Es zeigte sich, dass geschlechts- und gruppenspezifische Aspekte im Umgang mit Naturgefahren sowohl von den Einsatzorganisationen als auch der Bevölkerung bisher tendenziell wenig beachtet worden sind. Auch wurde offensichtlich, dass die Sensibilisierung für die unterschiedlichen Bedürfnisse und Anforderungen aber durchaus Sinn macht und eine weitere Verbesserung der Katastrophenhilfe unterstützen kann. Deutlich wurde, dass Personen mit einem wenig ausgeprägten lokalen Familien-, Freundes- und KollegInnenkreis von der Naturkatastrophe besonders betroffen waren. Das Ziel der Einsatzorganisationen und des Katastrophenmanagements kann daher nicht sein, „allen gleich“, sondern „allen gleich GUT“ zu helfen. Das bedeutet aber, dass ein differen-

zierter Zugang und Kenntnisse notwendig sind um auf die unterschiedliche Bedürfnisse Rücksicht nehmen zu können.

Die im Rahmen der Fallstudie St. Lorenzen/Strmk gesammelten Erfahrungen sowie die Analyse bestehender Methoden wurden als Grundlagen für die Entwicklung von gender-sensitiven Analysemethoden für Naturkatastrophen im österreichischen Kontext herangezogen. Der Vergleich verschiedener Methoden zur gender-sensitiven Analyse zeigt, dass es nicht eine einzige Herangehensweise für alle Handlungsebenen (Familie, Feuerwehr, Bürgermeister, Bundesheer, Landesregierung etc.) gibt. Auf national- und landespolitischer Ebene, die sich mit Gesetzen, Strategien, Programmen und Organisationsentwicklung beschäftigen, ist das Gender Impact Assessment nach Verloo und Roggeband (1996) ein geeignetes Instrument um die Geschlechterverhältnisse offenzulegen, zu diskutieren und gegebenenfalls zu ändern. Ebenso ist es ein geeignetes Analysetool für die Organisationsentwicklung von Hilfsorganisationen.

Auf lokaler und regionaler Ebene – insbesondere für Gemeindeverwaltung und Hilfsorganisationen – können „quick tools“ einen schnellen, gender-spezifischen Überblick schaffen: Beispielsweise eignet sich die Auswertung demografischer Daten einer Gemeinde, Ortsteil oder Region für einen Überblick über die Bedürfnisse, Schwächen und Stärken von einzelnen Bevölkerungsgruppen. Ein solcher „Demo-Check“ für von Naturkatastrophen bedrohten Regionen und Gemeinden kann eine hilfreiche Grundlage für die gender-sensitive Überarbeitung von Einsatzplänen sein. Er zeigt z.B. ob die Einsatzkräfte es hier mit vielen alten, eher hilfsbedürftigen Menschen zu tun haben oder ob viele Familien mit schulpflichtigen Kindern betroffen sind.

Auf lokaler und (klein)regionaler Ebene und insbesondere zur Prüfung von konkreten baulichen, räumlichen und organisatorischen Maßnahmen und Prozessen ist eine Kombination aus verschiedenen Analysemethoden (4R-Methode, Gender Analysis Matrix, Capacities and Vulnerabilities Framework) eine geeignete Herangehensweise (Swedish Association of Local Authorities, Parker, 1993, UNISDR, UNDP und IRP 2010a). Diese Methodenkombination begründet eine neuen Form von Analyse – der Gender Analysis of Natural Disasters (kurz GAND) – die für den österreichischen Kontext maßgeschneidert, und in der nachfolgenden Tab. 2 beschrieben ist.

Tab. 2: Schematischer Ablauf der Gender Analysis of Natural Disasters(GAND). Abkürzungen der gesellschaftlichen Ebenen: Personen/Haushalte (P/H), Gemeinde (G), Hilfsorganisationen (H), Region/National (R/N)

Ablaufschema - Gender Analysis of Natural Disasters (GAND)	
1	Definition der Ziele <div style="text-align: right; border: 1px dashed orange; border-radius: 50%; padding: 2px; display: inline-block;">Partizipation</div>
2	Beschreibung von Art, Risiko und Ausmaß der Naturgefahr/Katastrophe Gender-spezifische Beschreibung der sozio-ökonomischen, demographischen Situation und Organisationsstruktur sowie Beschreibung der (natur-)räumlichen Rahmenbedingungen und Qualitäten (P/H, G) Analyse der relevanten Planungsinstrumente, Gesetze und Strategie, Einsatzpläne und Hilfsorganisationen (mittels 4R-Methode)
3	Gender-sensitive Analyse der Stärken/Schwächen - Vulnerabilität/Kompetenzen <div style="text-align: right; border: 1px dashed orange; border-radius: 50%; padding: 2px; display: inline-block;">Partizipation</div> <ul style="list-style-type: none"> Baulich-räumliche Rahmenbedingungen (P/H, G) sozio-ökonomische, demographischen Strukturen (P/H, G, R) Körperliche und mentale Gesundheit der Bevölkerung (G), Sicherheitsgefühl (P/H) Organisationsstrukturen und Strategien (G, R/N, H)) Planungsinstrumente und Gesetze (R/N, G), Partizipation (P/H, G, R/N, H) Kenntnis- und Kompetenzzugewinn, Wissenstransfer (P/H, G, R/N, H) Kommunikation/Information (P/H, G, R/N, H)
4	Darstellung von Maßnahmen für ein gender-sensibles Risiko- und Katastrophenmanagement <div style="text-align: right; border: 1px dashed orange; border-radius: 50%; padding: 2px; display: inline-block;">Partizipation</div>

5

Gender-spezifische Bewertung/Evaluierung der umgesetzten Maßnahmen hinsichtlich ihrer positiven und negativen Effekte

Neben ersten Erkenntnissen zu Genderaspekten von Naturgefahren und Klimawandel in Österreich machte die Studie auch deutlich, welche Forschungsbedarf auf diesem Gebiet weiterhin besteht. Dazu zählt zum Beispiel die Weiterentwicklung von Indikatoren für ein gender-sensitives Naturgefahrenmanagement, eine Sozialraumanalyse für von Naturgefahren betroffene Gebiete Österreichs sowie die Förderung des Wissenstransfers zur Stärkung der Eigenvorsorge.



Abb. 9: Ortskern von St. Lorenzen im Paltental nach dem Murenabgang (Quelle: Janu et al., 2012)



Abb. 10: Frauen und Männer bei den Aufräumarbeiten in St Lorenzen (Quelle: IAN)

8 StartClim2013.G: Validierung des auf Bodentemperatur und Bodenfeuchte basierenden Drahtwurm-Prognosemodells SIMAGRIO-W im ost-österreichischen Ackerbauggebiet

Drahtwürmer sind Larven von Schnellkäfern (*Coleoptera*, Fam. *Elateridae*), die mehrere Jahre im Boden leben und durch ihr Fressverhalten beträchtliche Schäden bei verschiedenen Kulturpflanzen verursachen (siehe Abb. 11). Mehrere Untersuchungen zeigten, dass sich der Entwicklungszyklus von Schnellkäfern bei höheren Temperaturen verkürzt, d.h. sie können bei günstigen Bedingungen schneller große Populationsdichten aufbauen. Steigende Durchschnittstemperaturen infolge des Klimawandels, können somit zu einem höheren Schadendruck wärmeliebender einheimischer Arten führen. Aber auch das Einwandern neuer Arten aus dem mediterranen Raum, wie in Deutschland bereits beobachtet, ist zu erwarten.

Um auf einen steigenden Schadendruck durch Drahtwürmer reagieren zu können, benötigen die LandwirtInnen praxistaugliche Instrumente zur Risikoprognose im Feld, um je nach Risikolage rechtzeitig Entscheidungen zu Anbau, Bewirtschaftung oder gegebenenfalls Bekämpfungsmaßnahmen treffen zu können. So sollte auf Flächen mit hoher Drahtwurmdichte der Anbau sensibler Kulturen, soweit möglich, vermieden werden. Auch haben Fruchtfolgen mit einem hohen Anteil an Sommerkulturen und damit verbundener intensiver Bodenbearbeitung im Frühjahr in praxisnahen Studien eine reduzierende Wirkung auf Drahtwurmpopulationen gezeigt.

Die Tiefe des Aufenthaltsortes der Larven im Boden wird maßgeblich durch Bodentemperatur und –feuchte beeinflusst. Sie überdauern zu heiß-trockene oder kühl-feuchte Phasen in tieferen Bodenschichten mit einem für sie günstigeren Bodenklima. Wenn sich die Schnellkäferlarven in der obersten Bodenschicht aufhalten, ist das Schadrisiko besonders hoch, da sich hier der Großteil der gefährdeten Teile der Kulturpflanzen befindet. Das in Deutschland entwickelte Drahtwurm-Prognosemodell SIMAGRIO-W (SIMulation of the larvae of AGRIOtes Wireworms, ZEPP) berechnet aufgrund von Bodentemperatur, Bodenfeuchte und Bodenart den Anteil einer Drahtwurmpopulation, der sich in den obersten 15 cm des Bodens (= Schadzone) aufhält. Es trifft keine Aussagen über die Größe einer Drahtwurmpopulation. In einer ersten Validierung im deutschen Bundesland Rheinland-Pfalz erreichte das Prognosemodell eine Trefferquote von über 80%. Das heißt, der Aufenthalt eines großen Teils (> 30%) der Drahtwurmpopulation in der Schadzone (= hohes Risiko), konnte an den Teststandorten sehr effizient vorhergesagt werden.

Mit SIMAGRIO-W können Aussagen über das potentielle Schadrisiko auf einem Feld zu einem bestimmten Zeitpunkt getroffen werden, da sich die gefährdeten Teile der Kulturpflanzen in den obersten 15 cm der Bodensäule konzentrieren (= Schadzone). Wird eine hohe Drahtwurmaktivität in der Schadzone erwartet, so kann beispielsweise der Anbautermin von Mais verschoben werden, um die Körner nicht dem Fraßdruck durch Drahtwürmer auszusetzen. Auf gefährdeten Kartoffelflächen kann die Ernte vorverlegt werden.

Auch der Erfolg von Bekämpfungsmaßnahmen, z.B. einer intensiven Bodenbearbeitung, ist maßgeblich vom Aufenthalt der Larven in den obersten Bodenschichten abhängig.

Um das Schadensrisiko auf einer Fläche konkret einzustufen zu können, ist eine Erhebung der Drahtwurmdichte und der Artenzusammensetzung mit Drahtwurm-Köderfallen unumgänglich. Die Vorhersagen von SIMAGRIO-W können dazu dienen, den Einsatz von Drahtwurm-Köderfallen mit einer hohen prognostizierten Drahtwurm-Aktivität in den obersten 15 cm des Bodens, also im Fangbereich der Fallen, zeitlich abzustimmen. Dadurch wird ein möglichst großer Anteil der Drahtwurmpopulation einer Fläche befangen und somit die Drahtwurmdichte repräsentativ erhoben.

Im vorliegenden Projekt wurde SIMAGRIO-W im ost-österreichischen Ackerbauggebiet unter praxisnahen Bedingungen erprobt. Hierfür wurden an vier Versuchsstandorten in den Regionen Bruck a. d. Leitha, Traiskirchen und Essling (Wien), von Mitte Juli bis Ende Oktober

2013 die Drahtwurmdichten mittels Köderfallen in der Schadzone erhoben (siehe Abb. 12). Über den gesamten Versuchszeitraum wurden an den Versuchsstandorten die Temperatur und die Feuchte in 15 cm und 80 cm Bodentiefe gemessen. Für jeden Standort wurde die Bodenart mittels Korngrößenanalyse genau bestimmt. Messwerte und Bodenart der jeweiligen Standorte wurden herangezogen um mittels Modell den Anteil der Drahtwurmpopulation in der Schadzone zu prognostizieren. Die durch die Köderfallen ermittelte tatsächliche Drahtwurmdichte wurde mit den simulierten Werten verglichen, und so die Anwendbarkeit von SIMAGRIO-W in Ostösterreich überprüft.

Die Validierung des Modells im ost-österreichischen Ackerbaugebiet ergab insgesamt eine schwache Trefferquote von 54%, wobei die Quoten an den vier Standorten zweimal bei ca. 71%, einmal bei 57% und einmal bei 14% lagen. Auch wurden Drahtwurm-Aktivitätsspitzen kaum korrekt prognostiziert (siehe Abb. 13).

Die schwache Prognoseleistung lag vor allem darin begründet, dass die Drahtwurmpopulationen an den ost-österreichischen Standorten deutlich andere Temperaturansprüche hatten, als im Modell angenommen. Sie zeigten Aktivitätsspitzen in der Schadzone bei Bodentemperaturen bis zu 26°C, einer Temperatur, bei der es den Larven laut Modell bereits viel zu heiß für einen Aufenthalt in den obersten Bodenschichten gewesen wäre. In seiner derzeitigen Form geht das Modell von der höchsten Aktivität der Larven bei ca. 11°C aus. Die festgestellte Diskrepanz ist vermutlich darauf zurückzuführen, dass die im pannonischen Ostösterreich dominierenden, warm-trocken liebenden Drahtwurmartens (z.B. *Agriotes ustulatus* und *A. brevis*) deutlich höhere Temperaturoptima bzw. weitere Toleranzbereiche haben, als die Arten, mit denen SIMAGRIO-W im westlichen Deutschland entwickelt und erstmalig kalibriert wurde (z.B. *A. obscurus*).

Werden die Temperaturansprüche regional dominanter Drahtwurmartens berücksichtigt, kann SIMAGRIO-W voraussichtlich auch im ost-österreichischen Ackerbaugebiet einen wertvollen Beitrag zur Vermeidung von Drahtwurmschäden leisten. Weitere Untersuchungen, mit dem Ziel artspezifische Temperatur- und Feuchteansprüche in das Modell zu integrieren und SIMAGRIO-W somit an regionale Bedingungen zu adaptieren, werden daher empfohlen.



Abb. 11: Drahtwurm (*Agriotes* sp., orange) an junger Maispflanze



Abb. 12: Fallentransekt und zwei Datalogger (im Vordergrund) in einem, durch Drahtwurm-Schäden verursachten, kahlen Bereich eines Maisackers in Bruck/Leitha

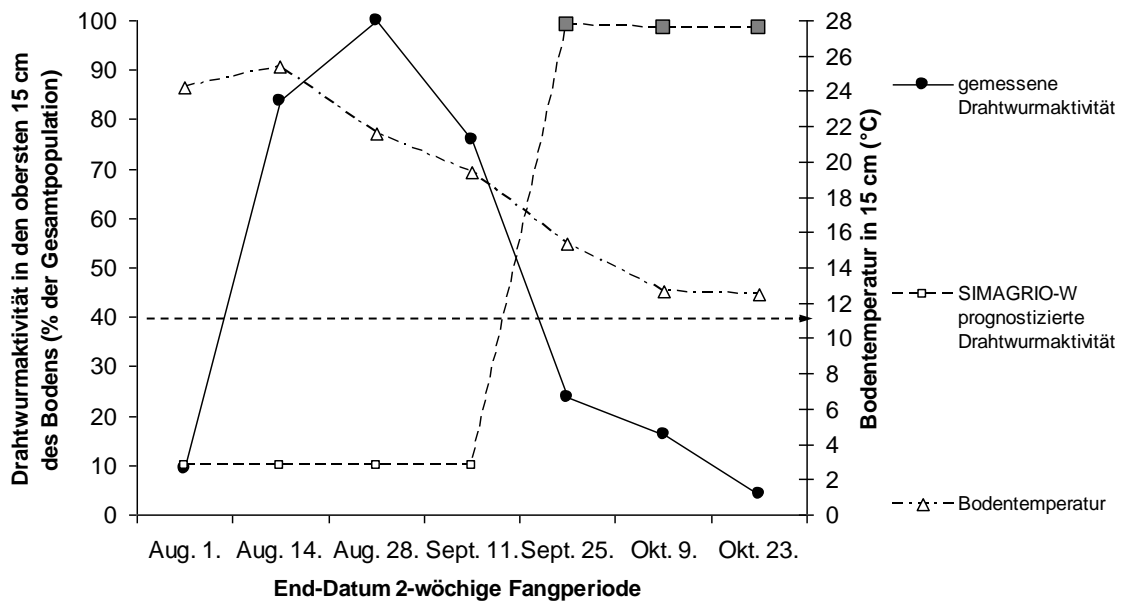


Abb. 13: SIMAGRIO-W Validierung an einem Standort bei Bruck/Leitha (14% Trefferquote). Nur in Fangperioden, in denen der 1. Teil von SIMAGRIO-W für zumindest einen Tag eine Drahtwurmaktivität > 10% prognostizierte, wurden die prozentuellen Anteile der Population in den obersten 15 cm des Bodens mit dem 2. Teil des Modells genau berechnet (graue Vierecke). Ansonsten wurde eine Aktivität ≤ 10% angenommen. Lagen sowohl Messwert als auch Modellprognose über oder unter der Validierungsgrenze von 30%, wurde die Fangperiode als Treffer gewertet. Der gestrichelte Pfeil markiert das Temperaturoptimum für Drahtwurmaktivität nach SIMAGRIO-W. Am Standort wurden fast ausschließlich Larven der Art *Agriotes ustulatus* gefangen.

9 Literaturverzeichnis

StartClim2013.A

- Ayllón, D., Almodóvar, A., Nicola, G.G. & Elvira, B. (2010). Ontogenetic and spatial variations in brown trout habitat selection. *Ecology of Freshwater Fish*, 19, 420–432.
- Bagenal, T. B. (1969). The relationship between food supply and fecundity in brown trout *Salmo trutta* L. *Journal of Fish Biology*, 1(2), 167-182.
- Böhm, R., Godina, R., Nachtnebel, H.P., Pirker & O. (Edit.) (2008). Auswirkungen des Klimawandels auf die österreichische Wasserwirtschaft. Broschüre des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien.
- Bunt, C. M., Cooke, S. J., Katopodis, C., & McKinley, R. S. (1999). Movement and summer habitat of brown trout (*Salmo trutta*) below a pulsed discharge hydroelectric generating station. *Regulated Rivers: Research & Management*, 15(5), 395-403.
- Elliott J.M. (1994) Quantitative Ecology and the Brown Trout. Oxford University Press, Oxford.
- Elliott, J. M., & Elliott, J. A. (1995). The effect of the rate of temperature increase on the critical thermal maximum for parr of Atlantic salmon and brown trout. *Journal of fish biology*, 47(5), 917-919.
- Elliott, J. M. (1981). Some aspects of thermal stress on freshwater teleosts. *Stress and fish*.
- Elliott, J. M. (2000). Pools as refugia for brown trout during two summer droughts: trout responses to thermal and oxygen stress. *Journal of Fish Biology*, 56(4), 938-948.
- Elliott, J. M., & Hurley, M. A. (2001). Modelling growth of brown trout, *Salmo trutta*, in terms of weight and energy units. *Freshwater Biology*, 46(5), 679-692.
- Hari, R.E., Livingstone, D.M., Siber, R., Burkhardt-Holm, P. & Güttinger, H. (2006). Consequences of climatic change for water temperature and brown trout populations in Alpine rivers and streams. *Global Change Biology*, 12, 10–26.
- Haunschmid, R., Wolfram, G., Spindler, T., Honsig-Erlenburg, W., Wimmer, R., Jagsch, A., Kainz, E., Hehenwarter, K., Wagner, B., Konecny, R., Riedmüller, R., Ibel, G., Sasano, B. & Schotzko, N. (2006). Erstellung einer fischbasierten Typologie österreichischer Fließgewässer sowie einer Bewertungsmethode des fischökologischen Zustandes gemäß EU-Wasserrahmenrichtlinie. Schriftenreihe des BAW, Band 23, Wien
- Heggenes, J. (2002). Flexible summer habitat selection by wild, allopatric brown trout in lotic environments. *Transactions of the American Fisheries Society*, 131(2), 287-298.
- Huusko, A., & Yrjänä, T. (1997). Effects of instream enhancement structures on brown trout, *Salmo trutta* L., habitat availability in a channelized boreal river: a PHABSIM approach. *Fisheries Management and Ecology*, 4(6), 453-466.
- IPCC (2013). Annex I: Atlas of Global and Regional Climate Projections [van Oldenborgh, G.J., M. Collins, J. Arblaster, J.H. Christensen, J. Marotzke, S.B. Power, M. Rummukainen and T. Zhou (eds.)]. In: *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- Jenkins Jr, T. M., Diehl, S., Kratz, K. W., & Cooper, S. D. (1999). Effects of population density on individual growth of brown trout in streams. *Ecology*, 80(3), 941-956.

- Jones, N. E. (2010). Incorporating lakes within the river discontinuum: longitudinal changes in ecological characteristics in stream-lake networks. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 67(8), 1350-1362.
- Jonsson, B. & Jonsson, N. (2011). Ecology of Atlantic Salmon and Brown Trout. Fish & Fisheries Series Volume 33; Springer, Dordrecht, Heidelberg, London, New York.
- Jonsson, B., & Jonsson, N. (2009). A review of the likely effects of climate change on anadromous Atlantic salmon *Salmo salar* and brown trout *Salmo trutta*, with particular reference to water temperature and flow. *Journal of Fish Biology*, 75(10), 2381-2447.
- Klemetsen, A., Amundsen, P. A., Dempson, J. B., Jonsson, B., Jonsson, N., O'Connell, M. F., & Mortensen, E. (2003). Atlantic salmon *Salmo salar* L., brown trout *Salmo trutta* L. and Arctic charr *Salvelinus alpinus* (L.): a review of aspects of their life histories. *Ecology of freshwater fish*, 12(1), 1-59.
- Küttel, S., Peter, A. und Wüest, A. (2002). Temperaturpräferenzen und -limiten von Fischarten Schweizerischer Fließgewässer. EAWAG, Kastanienbaum.
- Melcher, D. D. A., Pletterbauer, D. F., & Kremser, D. H. (2013). Temperaturansprüche und Auswirkungen des Klimawandels auf die Fischfauna in Flüssen und unterhalb von Seen. *Österreichische Wasser-und Abfallwirtschaft*, 65(11-12), 408-417.
- Mullner, S.A., Wayne, A.H. & Wesche, T.A. (1998). Snorkeling as an alternative to depletion electrofishing for estimating abundance and length-class frequencies of trout in small streams. *North American Journal of Fisheries Management*, 18, 947–953.
- Nislow, K. H., & Armstrong, J. D. (2012). Towards a life-history-based management framework for the effects of flow on juvenile salmonids in streams and rivers. *Fisheries Management and Ecology*, 19(6), 451-463.
- Schmutz, S. (2008). Auswirkungen von Klimaänderungen auf die Fischfauna. In: Böhm, R., Godina, R., Nachnebel, H.P., Pirker & O. (Edit.) (2008). Auswirkungen des Klimawandels auf die österreichische Wasserwirtschaft. Broschüre des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien.
- Schöner, W., Böhm, R., & Haslinger, K. (2011). Klimaänderung in Österreich—hydrologisch relevante Klimaelemente. *Österreichische Wasser-und Abfallwirtschaft*, 63(1-2), 11-20.
- Schotzko, N., Haunschmid, R., Honsig-Erlenburg, W., Petz-Glechner, R., Schmutz, S., Spindler, T., Unfer, G. & Wolfram, G. (2006). Fischbestandsaufnahmen in Fließgewässern. Methodik-Handbuch. BAW Scharfling, 39 Seiten.
- Sundbaum, K., & Näslund, I. (1998). Effects of woody debris on the growth and behaviour of brown trout in experimental stream channels. *Canadian journal of Zoology*, 76(1), 56-61.
- Swift, D. R. (1955). Seasonal variations in the growth rate, thyroid gland activity and food reserves of brown trout (*Salmo trutta* Linn.). *Journal of Experimental Biology*, 32(4), 751-764.
- Vøllestad, L. A., Olsen, E. M., & Forseth, T. (2002). Growth rate variation in brown trout in small neighbouring streams: evidence for density dependence?. *Journal of Fish Biology*, 61(6), 1513-1527
- Young, M. K. (1999). Summer diel activity and movement of adult brown trout in high-elevation streams in Wyoming, USA. *Journal of Fish Biology*, 54(1), 181-189.
- Zimmer, M., Schreer, J. F., & Power, M. (2010). Seasonal movement patterns of Credit River brown trout (*Salmo trutta*). *Ecology of freshwater fish*, 19(2), 290-299.

StartClim2013.B

- EU-Richtlinie 2007/60/EG. Richtlinie über die Bewertung und das Management von Hochwasserrisiken. Europäisches Parlament und Rat.
- Formayer, H., Kromp-Kolb, H. & Schwarzl, I. 2009. Auswirkungen des Klimawandels auf Hochwasserereignisse in Oberösterreich (Endbericht Band 2 der Forschungsreihe "Auswirkungen des Klimawandels auf Oberösterreich", Mai 2007). In: INSTITUT FÜR METEOROLOGIE BOKU, W. (ed.) BOKU-Met Report 14.
- Habersack, H., Bürgel, J. & Kanonier, A. 2009. FloodRisk II - Vertiefung und Vernetzung zukunftsweisender Umsetzungsstrategien zum integrierten Hochwassermanagement (Consolidation and cross-linking of future-oriented implementation strategies for an integrated flood risk management).
- Habersack, H., Bürgel, J. & Petraschek, A. 2004. Analyse der Hochwasserereignisse vom August 2002 - FloodRisk Synthesebericht. Vienna: Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft.
- Habersack, H., Gutknecht, D., Hengl, M., Honsowitz, H., Knoblauch, H., Reichel, G., Rutschmann, P., Sackl, B., Tritthart, M. & Hauer, C. 2007. Fließgewässermodellierung - ÖWAV Arbeitsbehelf Hydrodynamik. In: ÖWAV (ed.) ÖWAV Arbeitsbehelf.
- Habersack, H., Hauer, C., Schober, B., Dister, E., Quick, I., Harms, O., Wintz, M., Piquette, E. & Schwarz, U. 2008. Flood risk reduction by preserving and restoring river floodplains (PRO_Floodplain) - Final Report. Era-Net CRUE 1st Call. Era-Net CRUE, EU.
- HAÖ 2007. Hydrologischer Atlas Österreich. In: FÜRST, J. (ed.). Lebensministerium & IWHW, BOKU.
- HJB 2008. Hydrographisches Jahrbuch von Österreich. In: ÖSTERREICH, H. D. I. (ed.).
- Hydroconsult 2011. Abflussuntersuchung Tirol 1 - Inn km 220,20 bis km 255,35.
- IPCC 2007. 4th Assessment Report on Climate Change.
- IPCC 2012. Managing the risks of extreme events and disasters to advance climate change adaptation. In: FIELD, C., BARROS, V., STOCKER, T. & DAHE, Q. (eds.).
- KLIWA 2006. Regionale Klimaszenarien für Süddeutschland - Abschätzungen der Auswirkungen auf den Wasserhaushalt.
- Lebensministerium 2012. Die österreichische Strategie zur Anpassung an den Klimawandel. In: LEBENSMINISTERIUM (ed.). Vienna.
- Merz, R., Blöschl, G. & Humer, G. 2008. National flood discharge mapping in Austria. Journal of Natural Hazards, 46, 53-72.
- Muhar, S., Poppe, M., Egger, G., Schmutz, S. & Melcher, A. 2004. Flusslandschaften Österreichs. Ausweisung von Flusslandschaftstypen anhand des Naturraums, der Fischfauna und der Auenvegetation, bm_bwk, Forschungsprogramm Kulturlandschaft, Wien.
- Nujic, M. 1999. Hydro_as-2D - Ein zweidimensionales Strömungsmodell für die wasserwirtschaftliche Praxis (Hydro_as-2D - a two-dimensional hydrodynamic numerical model for hydraulic engineering).
- SMS8 2003. SMS (Surface Water Modeling System) - Tutorial zur Schulung. In: WASSERWIRTSCHAFT, B. L. F. (ed.).
- Stiefelmeyer, H. & Hlatky, T. 2008. HORA – An Austrian Platform for Natural Hazards as a new Way in Risk Communication. Interpraevent 2008 Dornbirn - Schutz des Lebensraumes vor Hochwasser Muren und Lawinen. Dornbirn, Austria: International Research Society INTERPRAEVENT.
- Umweltbundesamt 2010. Neunter Umweltkontrollbericht - Raumentwicklung. Vienna.

Werner Consult 2009. Abflussuntersuchung Tirol 1 - Oberer Inn.

Wimmer, R., Wintersberger, H. & Parthl, G. 2007. Hydromorphologische Leitbilder - Fließgewässertypisierung in Österreich. Lebensministerium.

StartClim2013.C

Abermann, J., B. Seiser, I. Meran, M. Stocker-Waldhuber, M. Goller & A. Fischer. 2012. The third glacier inventory of North Tyrol, Austria, for 2006. In Supplement to: Abermann, Jakob; Seiser, Bernd; Meran, Ingrid; Stocker-Waldhuber, Martin; Goller, Markus; Fischer, Andrea (2012): A new ALS glacier inventory of North Tyrol, Austria, for 2006 AD. Zeitschrift für Gletscherkunde und Glazialgeologie, 43/44, 109-119. PANGAEA.

Achleitner, S., J. Schöber, M. Rinderer, G. Leonhardt, F. Schöberl, R. Kirnbauer & H. Schönlaub (2012) Analyzing the operational performance of the hydrological models in an alpine flood forecasting system. Journal of Hydrology, 412/413, 90 - 100.

AdTLR. 2006. Digitales Geländemodell für Tirol.

Aschwanden, H. & R. Weingartner. 1985. Die Abflussregimes der Schweiz. In Publikation Gewässerkunde 65, 238. Geogr. Inst. Univ. Bern.

Asztalos, J., R. Kirnbauer, H. Escher-Vetter & L. Braun (2006) A distributed energy balance snow and glacier melt model as a component of a flood forecasting system for the Inn river. Proceedings of the Alpine Snow Workshop, Munich, October 5-6, Germany.

BAFU, B. f. U. 2012. Auswirkungen der Klimaänderung auf Wasserressourcen und Gewässer. Synthesebericht zum Projekt "Klimaänderungen und Hydrologie in der Schweiz" (CCHydro). In Umwelt-Wissen Nr. 1217, 76. Bundesamt für Umwelt, Bern.

Bavay, M., M. Lehning, T. Jonas & H. Löwe (2009) Simulations of future snow cover and discharge in Alpine headwater catchments. Hydrological Processes, 23, 95-108.

Bayliss, A. C. & R. C. Jones. 1993. Peaks-over-threshold flood database. Summary statistics and seasonality. Institute of Hydrology, Wallingford, UK.

Bosshard, T., S. Kotlarski, T. Ewen & C. Schär (2011) Spectral representation of the annual cycle in the climate change signal. Hydrology and Earth System Sciences, 15, 2777-2788.

Braithwaite, R. J. & Y. Zhang (2000) Sensitivity of mass balance of five Swiss glaciers to temperature changes assessed by tuning a degree-day model. Journal of Glaciology, 46, 7-14.

Braun, L. N., M. Weber & M. Schulz (2000) Consequences of climate change for runoff from Alpine regions. Annals of Glaciology, 31, 19-25.

Burn, D. H. (1997) Catchment similarity for regional flood frequency analysis using seasonality measures. J. Hydrol., 202, 212-230.

De Michele, C. & R. Rosso (2002) A multi-level approach to flood frequency regionalisation. Hydrol. Earth Syst. Sci., 6, 185-194.

Déqué, M. (2007) Frequency of precipitation and temperature extremes over France in an anthropogenic scenario: Model results and statistical correction according to observed values. Global and Planetary Change, 57, 16-26.

Déqué, M., C. Dreveton, A. Braun & D. Cariolle (1995) The ARPEGE/IFS atmosphere model: a contribution to the French community climate modelling. Climate Dynamics, 10, 249-266.

Déqué, M. & J. Piedelievre (1995) High- Resolution climate simulation over Europe. Clim. Dyn., 11, 321-339.

- Escher-Vetter, H., L. N. Braun, M. Siebers & M. Weber (2005) Water balance of the Vernagtferner high alpine basin based on long-term measurements and modelling. *Landchaftsökologie und Umweltforschung*, TU Braunschweig, 48, 19-32.
- Escher-Vetter, H., M. Kuhn & M. Weber (2009) Four decades of winter mass balance of Vernagtferner and Hintereisferner, Austria: methodology and results. *Annals of Glaciology*, 50, 87-95.
- Fischer, A. (2010) Glaciers and climate change: Interpretation of 50 years of direct mass balance of Hintereisferner. *Global and Planetary Change*, 71, 13 - 26.
- Formayer, H. & P. Haas. 2011. Einfluss von Luftmasseneigenschaften auf die Schneefallgrenze in Österreich. In *Tourismus im Klimawandel: Zur regionalwirtschaftlichen Bedeutung des Klimawandels für die österreichischen Tourismusgemeinden 6*, ed. F. Prettenhaler, Formayer, H. Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Wien.
- Frei, C. & C. Schär (1998) A precipitation climatology of the Alps from high-resolution rain-gauge observations. *Int. J. Climatol.*, 18, 873-900.
- Giorgi, F., M. R. Marinucci & G. T. Bates (1993) Development of a second-generation regional climate model (RegCM2). Part I: Boundary-layer and radiative transfer processes. *Mon. Wea. Rev.*, 121, 2794–2813.
- Haiden, T., A. Kann, C. Wittmann, G. Pistotnik, B. Bica, and C. Gruber (2011) The Integrated Nowcasting through Comprehensive Analysis (INCA) system and its validation over the eastern Alpine region. *Wea. Forecasting*, 26, 166–183.
- Haylock, M. R., Hofstra, N., Klein Tank, A.M.G., Klok, E.J., Jones, P.D. and New, M. (2008) A European daily high-resolution gridded data set of surface temperature and precipitation for 1950-2006. *Journal of Geophysical Research*, 113, D20119.
- Helfricht, K. 2009. Veränderungen des Massenhaushaltes am Hallstätter Gletscher seit 1856. 153. Institute of Meteorology and Geophysics, University of Innsbruck.
- Huss, M. & D. Farinotti (2012) Distributed ice thickness and volume of all glaciers around the globe. *Journal of Geophysical Research: Earth Surface*, 117, F04010.
- Huss, M., M. Zemp, P. C. Joerg & N. Salzmann (2014) High uncertainty in 21st century runoff projections from glacierized basins. *Journal of Hydrology*, 510, 35 - 48.
- Jacob, D. & R. Podzun (1997) Sensitivity studies with the regional climate model REMO. *Meteorology and Atmospheric Physics*, 63, 119-129.
- Kirnbauer, R., S. Achleitner, J. Schöber, J. Asztalos & H. Schönlaub (2009) Hochwasservorhersage Inn: Modellierung der Gletscherabflüsse. *Mitteilungsblatt des Hydrographischen Dienstes in Österreich*, 86, 109-130.
- Kirnbauer, R. & H. Schönlaub (2006) Vorhersage für den Inn. *Wiener Mitteilungen Band 199: Hochwasservorhersage - Erfahrungen, Entwicklungen & Realität*, 69-83.
- Kleindienst, H. 1996. Erweiterung und Erprobung eines anwendungsorientierten hydrologischen Modells zur Gangliniensimulation in kleinen Wildbacheinzugsgebieten. In *Institut für Geographie*, 165. München: Ludwig Maximilians Universität München.
- Koutroulis, A. G., Tsanis, I.K. & Daliakopoulos, I.N. (2010) Seasonality of floods and their hydrometeorological characteristics in the island of Crete. *J. Hydrol.*, 394, 90-100.
- Kuhn, M., J. Abermann, M. Olfes, A. Fischer & A. Lambrecht (2009) Gletscher im Klimawandel: Aktuelle Monitoringprogramme und Forschungen zur Auswirkung auf den Gebietsabfluss im Ötztal. *Mitteilungsblatt des Hydrographischen Dienstes in Österreich*, 86, 31-47.
- Kuhn, M. & N. Batlogg (1998) Glacier runoff in Alpine headwaters in a changing climate. *Hydrology, Water Resources and Ecology in Headwaters (Proceedings of the HeadWa-*

- ter'98 Conference held at Meran/Merano, Italy, April 1998), IAHS Publication, 248, 79-88.
- Kuhn, M. & N. Batlogg (1999) Modellierung der Auswirkung von Klimaänderungen auf verschiedene Einzugsgebiete in Österreich. Schriftenr. Forschung im Verbund BD. 46, 98.
- Kuhn, M., E. Dreiseitl, S. Hofinger, G. Markl, N. Span & G. Kaser (1999) Measurements and models of the mass balance of Hintereisferner. *Geografiska Annaler: Series A, Physical Geography*, 81, 659-670.
- Kuhn, M., M. Olefs & A. Fischer. 2007. Auswirkung von Klimaänderungen auf das Abflussverhalten von vergletscherten Einzugsgebieten im Hinblick auf Speicherkraftwerke. In *Endbericht STARTCLIM 2007*, 49.
- Lambrecht, A. & M. Kuhn (2007) Glacier changes in the Austrian Alps during the last three decades, derived from the new Austrian glacier inventory. *Annals of Glaciology*, 46, 177-184.
- Magilligan, F. J. & B. E. Graber (1996) Hydroclimatological and geomorphic controls on the timing and spatial variability of floods in New England, USA. *J. Hydrol.*, 178, 159-180.
- Mardia, K. V. & P. E. Jupp. 1999. *Statistics of directional data*. Wiley, New York, NY, USA.
- Merz, R., Piock-Ellena, U., Blöschl, G. & Gutknecht, D. 1999. Seasonality of flood processes in Austria. In *Hydrological extremes: Understanding, Predicting, Mitigating* ed. L. e. a. Gottschalk, 273-278. IAHS Press, Wallingford, UK, IAHS Publication 255.
- Nash, J. E. & J. V. Sutcliffe (1970) River flow forecasting through conceptual models part I — A discussion of principles. *Journal of Hydrology*, 10, 282-290.
- Parajka, J., S. Kohnová, R. Merz, J. Szolgay, K. Hlavčová & G. Blöschl (2009) Comparative analysis of the seasonality of hydrological characteristics in Slovakia and Austria. *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 54, 456-473.
- Pospichal, B., H. Formayer, P. Haas & I. Nadeem. 2010. Bias correction and localization of regional climate scenarios over mountainous area on a 1x1 km grid. In *10th European Conference on Applications of Meteorology (ECAM)*. Sept. 13-17, 2010 in Zürich, Switzerland.
- Roeckner, E., Coauthors. 2003. The atmospheric general circulation model ECHAM5. Part I: Model description., ed. M. P. I. f. Meteorology, 127. MPI for Meteorology, Bundesstr. 53, 20146 Hamburg, Germany.
- Schneeberger, C., H. Blatter, A. Abe-Ouchi & M. Wild (2003) Modelling changes in the mass balance of glaciers of the northern hemisphere for a transient 2xCO₂ scenario. *Journal of Hydrology*, 282, 145-163.
- Schöber, J. 2007. Niederschlag – Abflussmodellierung für das Einzugsgebiet des Pegels Gepatschalm im Kaunertal mit HQsim. In *Institut für Geographie*, 132. Innsbruck: Universität Innsbruck.
- Schöber, J., S. Achleitner, R. Kirnbauer, F. Schöberl & H. Schönlaub (2010) Hydrological modelling of glacierized catchments focussing on the validation of simulated snow patterns - applications within the flood forecasting system of the Tyrolean river Inn. *Adv. Geosci.*, 27, 99-109.
- Schöber, J., S. Achleitner, R. Kirnbauer, F. Schöberl & H. Schönlaub (2012) Impact of snow state variation for design flood simulations in glacierized catchments. *Adv. Geosci.*, 31, 39-48.
- Taylor, K. E., Stouffer, R. J. and Meehl, G. A. (2012) Summary of the CMIP5 Experiment Design. *Am. Meteorol. Soc.*, 93, 485–498.

Tecklenburg, C., T. Francke, C. Kormann & A. Bronstert (2012) Modeling of water balance response to an extreme future scenario in the Ötztal catchment, Austria. *Adv. Geosci.*, 32, 63-68.

StartClim2013.D

AMT DER OÖ. LANDESREGIERUNG, Direktion Umwelt und Wasserwirtschaft, Abteilung Umweltschutz (Hrsg.) (2013): OÖ-Klimawandel-Anpassungsstrategie, Linz.

AMT DER STMK. LANDESREGIERUNG, Fachabteilung 19B - Schutzwasserwirtschaft und Bodenwasserhaushalt (2006): Schutzwasserwirtschaft an der Lafnitz – ein europäischer Musterfluss. 2. Auflage (1. Auflage 1996).

BBR – Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung(Hrsg.) (2009): MORO-Informationen Nr. 6/1-09/2009 „Flusslandschaftsgestaltung ein Ansatz zur Integration von Hochwasserschutz, Niedrigwasservorsorge und Kulturlandschaftsentwicklung, Bonn

BIRKMANN, J., SCHANZE, J., MÜLLER, P., STOCK, M., (Hrsg.) (2012): Anpassung an den Klimawandel durch räumliche Planung – Grundlagen, Strategien, Instrumente. E-Paper des ARL Nr. 13, Hannover URN: <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:0156-73192>

BIRKMANN, J.; VOLLMER, M.; SCHANZE, J. (Hrsg.) (2013): Raumentwicklung im Klimawandel – Herausforderungen für die räumliche Planung. Hannover. Forschungsberichte der ARL 2. URN: <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:0156-07302>

BIRNGRUBER H., HIESS, H., JIRICKA A., KLEINBAUER I.,PRÖBSTL U., (2011): CLISP Climate Change Adaptation by Spatial Planning in the Alpine Space – Model Region Upper Austria, Model Region Report, Linz: abrufbar unter www.clisp.eu

BMLFUW (Hrsg.) (2011): Vorläufige Bewertung des Hochwasserrisikos 2011. Bericht zur Umsetzung in Österreich. Wien 2011.

BMLFUW (Hrsg.) (2012): Die österreichische Strategie zur Anpassung an den Klimawandel, Teil 1 & Teil 2, Wien.

BMVBS, BBSR (Hrsg.) (2013): Methodenhandbuch zur regionalen Klimafolgenbewertung in der räumlichen Planung – Systematisierung der Grundlagen regionalplanerischer Klimafolgenbewertung, Berlin / Bonn.

FREI, R.; KOPF, M. (2011): Blaue Zonen in Vorarlberg - Flächenvorsorge für den Hochwasserschutz. In: *Wasser und Raum, Zeitschrift vorum*, Ausgabe 1/2011, 14. Jahrgang.

FRÖHLICH, J., KNIELING, J., SCHAERFFER, M., ZIMMERMANN, T. (2011): Instrumente der regionalen Raumplanung und Raumentwicklung zur Anpassung an den Klimawandel, neopolis working papers No.10, Publikation im Rahmen des Forschungsprojektes KLIMZUG-NORD, HCU HafenCity Universität, Hamburg

HABERSACK, H.M., BÜRCEL, J., STIEFELMEYER, H., KANONIER, A. (2010): FloodRisk I und II: Grundlagen für ein integriertes Hochwassermanagement in Österreich. Österreichische Wasser- und Abfallwirtschaft, Band 62, Heft 1-2, 1-6,. Springer Verlag, ISSN Print 0945-358X

ISLAM, S., SUSSKIND, L., (2011): Unterlagen zum Water Diplomacy Workshop, 13.-17. April 2011, Tufts University Medford, Massachusetts.

KANONIER, A. (Hrsg.) (2011): Raumplanung und Naturgefahrenmanagement. Forum Raumplanung 19; LIT Verlag, Wien, Berlin

KANONIER, A., DAVID, C., (2005): Naturgefahren im österreichischen Raumordnungsrecht – Übersicht hinsichtlich der raumordnungsgesetzlichen Bestimmungen bezüglich Naturgefahren im Raumordnungsrecht der Länder, Studie im Auftrag der Österreichischen Raumordnungskonferenz (ÖROK), Wien abrufbar unter: <http://www.oerok.gv.at/fileadmin/Bilder/2.Reiter->

Raum_u_Region/3.Themen_und_Forschungsbereiche/7.RO_u._Naturgefahren/Expertise_Naturgefahren_im_RO_Recht_01_2004.pdf

- KOPF, Manfred (2013): Amt der Vorarlberger Landesregierung, BLAUZONE RHEINTAL. Verordnung der Vorarlberger Landesregierung über die Festlegung von überörtlichen Freiflächen zum Schutz vor Hochwasser im Rheintal. Bregenz, 10.12.2013, Zahl: VIIA-420.41
- NACHTNEBEL, H.P., APPERL, B., (2013): Wasserwirtschaftliche Entwicklung in Überflutungsgebieten: Instrumentenevaluierungsstudie, Amt der OÖ Landesregierung Direktion Umwelt und Wasserwirtschaft, Linz.
- ÖROK (Hrsg.) (2011): Österreichisches Raumentwicklungskonzept ÖREK 2011 – Österreichische Raumordnungskonferenz Beschluss vom 4. August 2011, Wien.
- ÖROK (Hrsg.) (2005): ÖROK – Empfehlung Nr. 52 zum präventiven Umgang mit Naturgefahren in der Raumordnung (Schwerpunkt Hochwasser) – Rundlaufbeschluss der politischen Konferenz vom 21. Jänner 2005, Wien.
- ÖWAV (2013): Wasser, Energie und Klimawandel. Herausforderungen, Rahmenbedingungen und Chancen für die Wasserwirtschaft. Tagungsband zur Konferenz der ÖWAV am 13. März 2013 in Wien.
- PLESCHKO, D. (2012): Ein Hochwasserrisikomanagementplan: Pilotprojekt Obere Traun. In: Flussbautagung 2012; Hochwasserrisikomanagement, Analyse – Bewertung – Minderung – Kommunikation. Tagungsband. Österreichischer Wasser- und Abfallwirtschaftsverband, Wien (2012).
- RAMBØLL, ATELIER DREISEITL (2013): Copenhagen Cloudburst. Interne Studie zum Hochwassermanagement in Kopenhagen.
- REVITAL, (2008): Ergebnisprotokoll zum ÖROK Workshop "Land nützen – Menschen schützen, Risikomanagement von heute, morgen oder vorgestern? am 16.1.2008
- RICHTLINIE 2000/60/EG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik, 2000. Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften.
- RICHTLINIE 2007/60/EG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 23. Oktober 2007 über die Bewertung und das Management von Hochwasserrisiken, 2007. Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften.
- SALINAS, J.L. et al. (2013): Extremwerte und Auswirkungen der Klimaänderung auf die Wasserwirtschaft. Vortrag im Rahmen der Konferenz: Wasser, Energie und Klimawandel – Herausforderungen, Rahmenbedingungen und Chancen für die Wasserwirtschaft. ÖWAV, 13.3.13, Wien.
- SALINAS, J.L.; LAAHA, G; M. ROGGER; J. PARAJKA; A. VIGILIONE; M. SIVAPALAN; G. BLÖSCHL (2012): Predictions in ungauged basins: comparative assessment of floods and low flows studies. [EGU Leonardo Conference Series on the Hydrological Cycle, Hydrology and Society, Turin, 14-16 November 2012]
- SCHERHAUFER P. et.al. (2012) Antizipatorisches Hochwasserrisikomanagement – Methodische und konzeptionelle Herausforderungen in RiskAdapt. Poster zum 12. und zum 14. Klimatag
- SCHÖNER, W., BÖHM, R., HASLINGER, K., BLÖSCHL, G., KROISS, H., MERZ, R., BLASCHKE, A.P., VIGILIONE, A., PARAJKA, J., SALINAS, J.L., DRABEK, U., LAAHA, G., KREUZINGER, N. (2011): Anpassungsstrategien an den Klimawandel für Österreichs Wasserwirtschaft.
- SEHER, W. (2004): Hochwasserschutz – Handlungsoptionen der Raumplanung zwischen Koexistenz und Kooperation. In: Wasserwirtschaft, 94, 3/2004, Seite 8-12

- SIEGEL, B., RICHTER, G., JANSSEN, G., KÄMMERER, P. (2004): Vorbeugender Hochwasserschutz im Einzugsgebiet der Oberen Elbe – eine zentrale Aufgabe der Raumordnung, Leibniz Institut für ökologische Raumentwicklung e.V., Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart.
- SIVAPALAN, M., SAVENIJE, H. H. G., BLÖSCHL, G. (2011): Socio-hydrology: A new science of people and water. In: Hydrological Processes, Published online in Wiley Online Library (wileyonlinelibrary.com).
- STIEFELMEYER, H. (2012): Vom Hochwasserschutz zum Hochwasserrisikomanagement: Ein weiter Weg? In: Flussbautagung 2012; Hochwasserrisikomanagement, Analyse – Bewertung – Minderung – Kommunikation. Tagungsband. Österreichischer Wasser- und Abfallwirtschaftsverband, Wien (2012).
- SUSSKIND, L. (2013): Water and Democracy: New Roles for Civil Society in Water Governance. Massachusetts Institute of Technology. Draft: Forthcoming in the International Journal of Water Resources Development.
- UMWELTBUNDESAMT – D (Hrsg.) (2012): Kosten und Nutzen von Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel – Analyse von 28 Anpassungsmaßnahmen in Deutschland, Des-sau-Roßlau. Online abrufbar unter: <http://www.uba.de/uba-info-medien/4298.html>
- WRG – Wasserrechtsgesetz: Wasserrechtsgesetz 1959 – WRG 1959, StF: BGBl. Nr. 215/1959 (WV)
- WISA www.wisa.at

StartClim2013.E

- Armour, C.L. (1991). Guidance for Evaluating and Recommending Temperature Regimes to Protect Fish. Biological Report 90 (22) U.S. Department of the Interior, Fish and Wildlife Service, Washington, D.C. 20240.
- Brehm, J. & , M.P.D Meijering (1982). Fließgewässerkunde. Quelle & Meyer, 311pp.
- Buisson, L., W. Thuiller, S. Lek, P. Lim, & G. Grenouillet, 2008. Climate change hastens the turnover of stream fish assemblages. *Global Change Biology* 14: 2232–2248.
- Buisson, L. & G. Grenouillet (2009): Contrasted impacts of climate change on stream fish assemblages along an environmental gradient. *Diversity and Distributions* 15: 613–626.
- Caissie, D. (2006). The thermal regime of rivers: a review. *Freshwater Biology* 51(8): 1389–1406.
- Comte, L., L. Buisson, M. Daufresne, & G. Grenouillet, (2013). Climate-induced changes in the distribution of freshwater fish: observed and predicted trends: Climate change and freshwater fish. *Freshwater Biology* 58: 625–639.
- Eddy, F. B. & E. M. Williams (1987): Nitrite and Freshwater Fish. *Chemistry and Ecology*, 3(1): 1-38.
- Elliott, J M. (2000). Pools as refugia for brown trout during two summer droughts: trout responses to thermal and oxygen stress. *Journal of Fish Biology* 56(4): 938-948.
- Elliott, J. M. & J. A. Elliott (2010). Temperature requirements of Atlantic salmon *Salmo salar*, brown trout *Salmo trutta* and Arctic charr *Salvelinus alpinus*: predicting the effects of climate change. *Journal of Fish Biology* 77: 1793 – 1817.
- Filipe, A. F., D. Markovic, F. Pletterbauer, C. Tisseuil, A. De Wever, S. Schmutz, N. Bonada, & J. Freyhof, 2013. Forecasting fish distribution along stream networks: brown trout (*Salmo trutta*) in Europe. *Diversity and Distributions* 19:

- Fry, F. E. J. (1947). Effects of the environment on animal activity. University Toronto Studies in Biology, Series No. 55, Publications of the Ontario Fisheries Research Labor 68, 1-62.
- Fry, F. E. J. (1967). Responses of poikilotherms to temperature. 375-709 in A.H. Rose, ed. Thermobiology. Academic Press, San Diego, Calif. 653 pp.
- Fry, F. E. J. (1971). The effect of environmental factors on the physiology of fish. In: Fish Physiology - Environmental Relations and Behavior (W. S. Hoar & D. J. Randell, eds), pp. 1-97, New York and London, Academic Press.
- Gabriel, O., Hochedlinger, G., Kovács Á., Schilling, C., Thaler, S., Windhofer, G., Zessner, M. (2011). Stoffbilanzmodellierung für Nährstoffe auf Einzugsgebietsebene als Grundlage für Bewirtschaftungspläne und Maßnahmenprogramme (STOBIMO-Nährstoffe). Endbericht. BLMFUW, Mai 2011.
- Gozlan, R.E., D. Andreou, T. Asaeda, K. Beyer, R. Bouhadad, D. Burnard, N. Caiola, P. Cakic, V. Djikanovic, H. R. Esmaeili, I. Falka, D. Golicher, A. Harka, G. Jeney, V. Kovac, J. Musil, A. Nocita, M. Povz, N. Poulet, T. Virbickas, C. Wolter, A. S. Tarkan, E. Tricarico, T. Trichkova, H. Verreycken, A. Witkowski, C.-G. Zhang, I. Zweimüller & J. R. Britton (2010): Pan-continental invasion of *Pseudorasbora parva*: towards a better understanding of freshwater fish invasions. *Fish and Fisheries* 11: 315–340
- Gozlan, R.E., St-Hilaire, S., Feist, S.W., Martin, P. & M.L.Kent (2005). Biodiversity – disease threat to European fish. *Nature* 435:1045
- Haiden, T., A. Kann, C. Wittmann, G. Pistotnik, B. Bica, & C. Gruber, 2011. The Integrated Nowcasting through Comprehensive Analysis (INCA) system and its validation over the Eastern Alpine region. *Weather and Forecasting* 26: 166–183.
- Hari, R. et al. (2005). Consequences of climatic change for water temperature and brown trout populations in Alpine rivers and streams. *Global Change Biology*, Volume 12, p. 10-26.
- Hinterhofer, M. (2011). Fisch des Jahres 2012 : Huchen. Österreichischer Fischereiverband, 6pp.
http://www.wau.boku.ac.at/fileadmin/_/H81/H812/_TEMP_/aktuell/Folder_Huchen_WEB.pdf
- Huet, M. (1949). Aperçu des relations entre la pente et les populations piscicoles des eaux courantes. *Schweiz. Z. Hydrol.* 11: 332–351.
- Hutchinson, V.H. (1976). Factors influencing thermal tolerances of individual organisms. Pages 10-16 in Proceedings of the Second Sauana River Ecology Laboratory Conference, April 1975, Augusta, Georgia.
- IPCC (2007) eds. Pachauri, R. K. & A. Reisinger,,: Synthesis Report. Geneva: pp 104, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19544840>.
- Isaak, D. J., C. H. Luce, B. E. Rieman, D. E. Nagel, E. E. Peterson, D. L. Horan, S. Parkes, & G. L. Chandler, 2010. Effects of climate change and wildfire on stream temperatures and salmonid thermal habitat in a mountain river network. *Ecological applications* : a publication of the Ecological Society of America 20: 1350–1371.
- Jarvie, H. P., C. Neal, R. J. Williams, M. Neal, H. D. Wickham, L. K. Hill, A. J. Wade, A. Warwick & J. White (2002). Phosphorus sources, speciation and dynamics in the lowland eutrophic River Kennet, UK. *The Science of the Total Environment* 283: 175-203.
- Jungwirth, M. & Winkler, H. (1984). The temperature dependence of embryonic development of grayling (*Thymallus thymallus*), Danube salmon (*Hucho hucho*), arctic charr (*Salvelinus alpinus*) and brown trout (*Salmo trutta fario*). *Aquaculture* 38, 315-327.

- Kamler, E., H. Keckeis, & E. Bauer-Nemeschkal (1998). Temperature-induced changes of survival, development and yolk partitioning in *Chondrostoma nasus*. *Journal of Fish Biology* 53(3): 658-682.
- Kromp-Kolb, H. (2003). Auswirkungen von Klimaänderungen auf die Tierwelt – Derzeitiger Wissensstand, fokussiert auf den Alpenraum und Österreich. Projekt im Auftrag des österreichischen Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft. Endbericht. Wien.
- Küttel, S., Peter, A. & Wüest, A. (2002). Temperaturpräferenzen und –limiten von Fischarten Schweizerischer Fließgewässer. Rhône-Thur Publikation Nr. 1. EAWAG, Kastanienbaum.
- Mader H., Steidl T. & R. Wimmer (1996). Abflussregime österreichischer Fließgewässer. Monographien Bd. 82, Umweltbundesamt, Wien.
- Markovic, D., U. Scharfenberger, S. Schmutz, F. Pletterbauer, & C. Wolter (2013). Variability and alterations of water temperatures across the Elbe and Danube River Basins. *Climatic Change*.
- Matulla C., Schmutz S., Melcher A., Gerersdorfer T., Haas P. (2007) Assessing the impact of a downscaled climate change simulation on the fish fauna in an Inner-Alpine River, *International journal of biometeorology*, 52(2), pp 127-37.
- Matulla, C. und Haas, P. (2003). Prädiktorsensitives Downscaling gekoppelt mit Wettergeneratoren: saisonale und tägliche CC-Szenarien in komplex strukturiertem Gelände. GKSS-Forschungszentrum Geesthacht GmbH.
- Melcher, A., F. Pletterbauer, H. Kremser & S. Schmutz (2013). Temperaturansprüche und Auswirkungen des Klimawandels auf die Fischfauna in Flüssen und unterhalb von Seen." *Österreichische Wasser-und Abfallwirtschaft* (2013): 1-10.
- Mohseni, O. & H. G. Stefan (1999). Stream temperature/air temperature relationship: a physical interpretation. *Journal of Hydrology (Amsterdam)* 218(3-4): 128-141.
- Morrill, J. C., R. C. Bales, & M. H. Conklin (2005) Estimating Stream Temperature from Air Temperature: Implications for Future Water Quality *Journal of Environmental Engineering* 131(1): 139-146.
- Mosheni, O. & Stefan, H. G. (1999). Stream temperature/air temperature relationship: a physical interpretation. *Journal of Hydrology*, Volume 218, Issue 3-4, p. 128 – 141.
- Persat, H. & E. Pattee. (1981). The Growth Rate of Young Grayling in Some French Rivers. E. Schweitzerbartsche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.
- Scheurer, K., C. Alewell, D. Bänninger, & P. Burkhardt-Holm, 2008. Climate and land-use changes affecting river sediment and brown trout in alpine countries—a review. *Environmental Science and Pollution Research* 16: 232–242.
- Schmutz, S. & M. Jungwirth (2003). Veränderung der Verbreitung aquatischer Organismen. Seite 70-74 in Kromp-Kolb (2003). Auswirkungen von Klimaänderungen auf die Tierwelt – derzeitiger Wissensstand, fokussiert auf den Alpenraum und Österreich, 142 pp.
- Schmutz, S. & Mielach, C. (2011). Global warming affecting fish in the Danube River Basin. *Danube News*, May 2011, No. 23, Volume 13.
- Schmutz, S., M. Kaufmann, B. Vogel, & M. Jungwirth, 2000. Methodische Grundlagen und Beispiele zur Bewertung der fischökologischen Funktionsfähigkeit Österreichischer Fließgewässer. Vienna: 241.
- Solheim, A. L. et al. (2010). Climate change impacts on water quality and biodiversity. Background Report for EEA European Environment State and Outlook Report 2010.

- Steurer, L. (2012) Development of empirical water-temperature models for Austrian rivers in order to predict effects of climate change on fish populations, Master thesis BOKU, 109pp.
- Varley, M. E. (1967). British Freshwater Fishes - Factors Affecting their Distribution. London: Fishing News (Books) Limited.
- Vautard, R., Gobiet, A., Sobolowski, S., Kjellström, E., Stegehuis, A., Watkiss, P., Mendlik, T., Landgren, O., Nikulin, G., Teichmann, C. & D. Jacob (2014). The European climate under a 2°C global warming. *Environ. Res. Lett.* 9 034006
- Webb, B. W. & Nobilis, F. (1995). Long term water temperature trends in Austrian rivers. *Hydrological Sciences- Journal- des Sciences Hydrologiques*, 40, 1. IAHS Press.
- Webb, B. W. & Nobilis, F. (1997). Long-term perspective on the nature of the air-water temperature relationship: A case study. *Hydrological Processes* Vol. 11, S. 137 – 147.
- Webb, B.W., Clark, P.D., & D. E. Walling (2003). Water-air temperature relationships in a Devon river system and the role of flow. *Hydrological Processes* 17: 3069–3084.
- Webb, B. W. & Nobilis, F. (2007). Long-term changes in river temperature and the influence of climatic and hydrological factors. *Hydrological Sciences-Journal-des Sciences Hydrologiques*, 52 (1). IAHS Press.
- Wolter, C. (2007). Temperature influence on the fish assemblage structure in a large lowland river, the low Oder River, Germany, In: *Ecology of Freshwater Fish* 16, 493-503.
- Wetzel, R. (1983). *Limnology*. 2nd edition, Saunders College Publishing, 767pp.
- Zessner, M., C. Schilling, Gabriel, O. & U.Heinecke (2003). Nitrogen fluxes on catchment scale: the influence of hydrological aspects. *Water Science and Technology* 52(9): 163-173.
- Zweimüller, I., M. Zessner & T. Hein (2008). Effects of climate change on nitrate loads in a large river: the Austrian Danube as example. *Hydrological Processes* 22(7): 1022-1036

StartClim2013.F

- ATTESLANDER, P. (2010): *Methoden der empirischen Sozialforschung*. 13. Auflage. Berlin.
- BALAS, M. et al. (2011): *Ausarbeitung sozialer Aspekte des Klimawandels und von Handlungsempfehlungen für die Raumordnung als Beitrag zum Policy Paper – Auf dem Weg zu einer nationalen Anpassungsstrategie*. Wien, Im Auftrag des Klima- und Energiefonds.
- BERGMANN, N.; PIMMINGER, I. (2001): *ToolBox Gender Mainstreaming*, <http://www.g-i-s-a.de/res.php?id=144>
- BERGMANN, N.; PIMMINGER, I. (2004): *Praxishandbuch Gender Mainstreaming. Konzept, Umsetzung, Erfahrung*. IN PIMMINGER, I. (Ed.). Wien, GeM-Koordinationsstelle für Gender Mainstreaming im ESF L&R Sozialforschung im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Arbeit.
- BRADSHAW, S. (2004): *Socio-economic impacts of natural disasters: a gender analysis*. IN NATIONS, U. (Ed.) 32 ed. Santiago, Chile, Sustainable Development and Human Settlements División, Women and Development Unit.
- BUNDESMINISTERIUM FÜR FAMILIE, SOZIALES, FRAUEN UND JUGEND (HRSG.) (2010): *Engagiert vor Ort – Wege und Erfahrungen von Kommunalpolitikerinnen*. Berlin.
- BUNDESMINISTERIUM FÜR LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT, UMWELT UND WASSERWIRTSCHAFT (2013): *Die Österreichische Strategie zur Anpassung an den Klimawandel, Teil 1-Kontext*

- BUNDESMINISTERIUM FÜR SOZIALE SICHERHEIT UND GENERATION, SEKTION FÜR FRAUENANGELEGENHEITEN (HRSG.) (1999): Gender Mainstreaming, Begriffsschema, Methodologie und Darstellung nachahmenswerter Praktiken, Abschließender Bericht der Mainstreaming Expertengruppe (EG-S-MS) des Europarates, Zusammenfassung.
- DAMYANOVIC, D. (2007): Landschaftsplanung als Qualitätssicherung zur Umsetzung der Strategie des Gender Mainstreaming. Dissertation an der Universität für Bodenkultur. Guthmann Peterson Verlag, Wien;
- DEARE, F. (2004): A methodological approach to gender analysis in natural disaster assessment: a guide for the Caribbean. Santiago, Chile, United Nations.
- ENARSON, E. (2001): What women do: gendered labor in Red Valley flood. Global Environmental Change Part B: Environmental Hazards 3: 1-18.
- FINUCANE, M. L. et al. (2000): Gender, race, and perceived risk: the 'white male' effect. Healthy risk and society 2.
- FORDHAM, M. H. (1998): Making women visible in disasters: problematising the private domain. Disasters 22: 126-143.
- GENDERCC – Women for Climate Justice (2009): Gender in die Klimapolitik! Berlin.: http://www.gendercc.net/fileadmin/inhalte/Dokumente/Tools/Toolkit_Gender_in_die_Klimapolitik.pdf
- GMMP (2010a): Austria. Global Media Monitoring Project 2010. National Report. http://www.whomakesthenews.org/images/reports_2010/national/Austria.pdf (31.01.2013)
- GMMP (2010b): Global Media Monitoring Project. GMMP Report. http://www.whomakesthenews.org/images/reports_2010/global/gmmp_global_report_en.pdf (13.02.2013)
- HAYN, D.; SCHULTZ, I. (2002): Gender Impact Assessment im Bereich Strahlenschutz und Umwelt –Zwischenbericht. Im Auftrag des BMU. Frankfurt am Main.
- HEMMATI, M. (2005): Gender and Climate Change in the North: Issues, Entry Points and Strategies for the Post-Kyoto Process and Beyond. GENANET-Focal Point Gender Justice and Sustainability.
- HEMMATI, M.; RÖHR, U. (2009): Engendering the climate-change negotiations: experiences, challenges, and steps forward. Terry, Geraldine. (2009) Climate Change and Gender Justice. Oxford, UK, Ractical Action Publishing in association with Oxfam GB.
- HOFFMAN, S. M. (1999): The re-genesis of traditional gender patterns in the wake of disaster. The Angry Earth: Disaster in Anthropological Perspective 173-191.
- HÜBL, J.; KEILER, M.; FUCHS, S. (2009): Risikomanagement für alpine Naturgefahren. Wildbach- und Lawinenverbau.
- IBARRARÁN, M. E. et al. (2009): Climate Change and Natural Disasters: Macroeconomic Performance and Distributional Impacts. Environment, Development and Sustainability. Volume 11, Issue 3, pp 549-569. London.
- INTERNATIONAL FEDERATION OF RED CROSS AND RED CRESCENT SOCIETIES (2006): What is VCA? An introduction to vulnerability and capacity assessment, <http://www.ifrc.org/Global/Publications/disasters/vca/whats-vca-en.pdf> (4.2.2014)
- JANU, S.; MEHLHORN, S.; MOSER, M. (2012): Ereignisdokumentation und Analyse des Ereignisses vom 21. Juli 2012 in St. Lorenzen.
- LAND STEIERMARK (2014) (a), http://www.verwaltung.steiermark.at/cms/dokumente/11682124_74835415/1e8b28a5/Gemeinde_NEU_FACH1_01.02.2013.pdf (21.1.2014)

- LAND STEIERMARK (2014) (b): http://www.verwaltung.steiermark.at/cms/dokumente/11682121_74835241/2b37a41f/Raumordnungsrecht_NEU.pdf (21.1.2014)
- LAND STEIERMARK (2014) (c): http://www.verwaltung.steiermark.at/cms/dokumente/11679832_74834953/8a642226/MitgliederErsatzmitglieder%20zur%20Information.pdf (16.1.2014)
- LE MASSON, V. (2013): Exploring disaster risk reduction and climate change adaptation from a gender perspective. Insights from Ladakh. PHD thesis. Brunel University School of Health Sciences and Social Care.
- MEHTA, M. (2007): Gender Matters. Lessons for Disaster Risk Reduction in South Asia. International Centre for Integrated Mountain Development (ICIMOD, Hrsg.) Kathmandu, Nepal
- OEDL-WIESER, T. (2006): Frauen und Politik am Land, Forschungsbericht Nr. 65. Wien: Bundesanstalt für Bergbauernfragen.
- PARKER, A. R. (1993): Another Point of View: A Manual on Gender Analysis Training for Grassroots Workers. New York: UNIFEM.
- PUTZ, M.; KRUSE, S.; BUTTERLING, M. (2011): Bewertung der Klimawandel-Fitness der Raumplanung. Ein Leitfaden für PlanerInnen. rojekt CLISP, ETC Alpine Space Programm.
- QUING (2011): Advancing Gender+ Training in Theory and Practise. An International Event for Practitioners, Experts and Commissioners in Gender-Training, Madrid.
- RATHGEBER, T. (2005): Klimawandel verletzt Menschenrechte, Über die Voraussetzungen einer gerechten Klimapolitik, Band 6, Herausgegeben von der Heinrich-Böll-Stiftung, Berlin.
- REINWALD, F.; DAMYANOVIC, D.; WEBER, K. (2011): Frauen in der burgenländischen Gemeindepolitik. Im Auftrag des Amtes der Burgenländischen Landesregierung, LAD-Frauenbüro.
- RUDOLF-MIKLAU, F. (2009): Naturgefahren-Management in Österreich
- SCHEUERER, T. (2010): Feuerwehr im Wandel der Zeit. Norderstedt.
- STADTGEMEINDE TRIEBEN (2014): Homepage der Stadtgemeinde Trieben, <http://www.trieben.net/index.php?id=79> (16.1.2014)
- TERRY, G. (2009): Climate Change and Gender Justice. Oxford, UK: Practical Action Publishing in association with Oxfam GB.
- THIEL, A. (2005): Politik und Gesellschaft. IN ZIEGLER, A. (Ed.) WSI-FrauenDatenReport 2005. Handbuch zur wirtschaftlichen und sozialen Situation von Frauen;. Düsseldorf.
- TOBIN, G. A.; MONTZ, B. E. (1997): Natural Hazards Explanation and Integration. New York: The Guilford Press.
- UNDP (2009): Resource Guide on Gender and Climate Change.
- UNISDR (2007): Hyogo Framework for Action 2005-2015: Building the Resilience of Nations and Communities to Disasters. Extract from the final report of the World Conference on Disaster Reduction (A/CONF.206/6).
- UNISDR, UNDP, IUCN (2009): Making Disaster Risk Reduction Gender-Sensitive. Policy and Practical Guidelines. Geneva, Switzerland, UNISDR, UNDP and IUCN.
- UNISDR, UNDP, IRP (2010): Guidance Note on Recovery. Gender.
- VERLOO, M.; ROGGE BAND, C. (1996): Gender impact assessment: In: Impact Assessment V.14 Nr 1/1996, International Association for Impact Assessment 1996

- WEBER, G. (2005): Gender, Klimawandel und Klimapolitik, Über Fallstricke bei einer integrativen Betrachtung Diskussionspapier 01/05 des Projektes „Global Governance und Klimawandel“
- WOTHA, B. (2000) Gender Planning und Verwaltungshandeln, Umsetzung von Genderbelangen in der räumlichen Planung – unter Berücksichtigung von Verwaltungsmodernisierung und neuer Tendenzen im Planungsberih Geographisches Institut der Universität Kiel (Hrsg.), Kieler Arbeitspapiere zur Landeskunde und Raumordnung 42/2000, Kiel

Pläne, Planungsinstrumente und statistische Daten

- Flächenwidmungsplan der Stadtgemeinde Trieben 4.00 (2013a): erstellt von DI Martina Kaml. GZ.: 03 / 1108 / RO / 01.2 - ÖEK | DATUM: 27. März 2013 | ERGÄNZT AM: 25.09.2013 ed.
- Örtliches Entwicklungskonzept (ÖEK) der Stadtgemeinde Trieben 4.00 (2013b): erstellt von DI Martina Kaml. GZ.: 03 / 1108 / RO / 01.2 - ÖEK | DATUM: 27. März 2013 | ERGÄNZT AM: 25.09.2013 ed.
- STATISTIK Austria: Registerzählung vom 31.10.2011 Demografische Daten, Wanderung der Gemeinde Trieben, <http://www.statistik.at/blickgem/rg2/g61247.pdf> (21.1.2014)
- STATISTIK Austria: Online-Blick auf die Gemeinde Trieben, <http://www.statistik.at/blickgem/gemDetail.do?gemnr=61247>
- STATISTIK Asutria: Bevölkerungsstand inkl. Revisionen seit 1.1.2008
- DIGITALER ATLAS DER STEIERMARK (2014): <http://www.gis.steiermark.at/cms/ziel/50190666/DE/>

StartClim2013.G

- Barsics F., Haubruge E., Verheggen F.J. (2013): Wireworms' Management: An Overview of the Existing Methods, with Particular Regards to *Agriotes* spp. (Coleoptera: Elateridae). *In-sects* 4, 117-152
- Burghause F., Schmitt M. (2011): Monitoringergebnisse der Schnellkäfergattung *Agriotes* (Elateridae, Coleoptera) in den Jahren 2008 bis 2010 in Rheinland-Pfalz. *Gesunde Pflanzen* 63, 27-32
- Eitzinger J., Kersebaum K.C., Formayer H. (2009) „Landwirtschaft im Klimawandel - Auswirkungen und Anpassungsstrategien für die Land- und Forstwirtschaft in Mitteleuropa“. Agrimedia Verlag
- Evans A.C., Gough H.C. (1942): Observations on some factors influencing growth in wireworms of the genus *Agriotes* Esch. *Annals of Applied Biology* 29, 168-175
- Furlan L. (1998): The biology of *Agriotes ustulatus* Schaller (Col., Elateridae). II. Larval development pupation, whole cycle description and practical implications. *Journal of Applied Entomology* 122, 71-78
- Furlan L. (2004): The biology of *Agriotes sordidus* Illiger (Col., Elateridae). *Journal of Applied Entomology* 128, 696-706
- Furlan L. (2005): An IPM Approach targeted against wireworms: what has been done and what still has to be done. *IOBC/wprs Bull.* 28(2), 91-100

- Grünbacher E., Kromp B., Formayer H., Hann P. (2006): Einflüsse des Klimawandels auf landwirtschaftliche Schädlinge und Nützlinge im Biologischen Landbau Ostösterreichs. –Endbericht zum Projekt StartClim2005.C3-a.
- Jung J., Racca P., Schmitt J., Kleinhenz B. (2012): SIMAGRIO-W: Development of a prediction model for wireworms in relation to soil moisture, temperature and type. Journal of Applied Entomology, published online.
- Klausnitzer B. (1994): Familie Elateridae. In: Klausnitzer B (ed) Die Larven der Käfer Mitteleuropas. Band 2, Myxophaga/Polyphaga, Teil 1. Gustav Fischer Verlag, Jena, pp 118–189
- Miles H.W. (1942): Wireworms and agriculture, with special reference to *Agriotes obscurus* L. Annals of Applied Biology 29, 176-180
- Murer E., Krammer C., Eitzinger J., Grabenweger P. (2011): GIS data base and methodology for estimating impacts of climate change on soil temperatures and related risks for Austrian agriculture (CLIMSOIL). IUGG Congress Melbourne, Australia. Earth on the Edge: Science for a Sustainable Planet. Poster:
http://www.boku.ac.at/climsoil/documents/Poster_CLIMSOIL_Melbourne.pdf
- Parker W.E. and Howard J.J. (2001): The biology and management of wireworms (*Agriotes* spp.) on potato with particular reference to the UK Agricultural and forest Entomology 3, 85-98
- Staudacher K., Schallhart N., Pitterl P., Wallinger C., Brunner N., Landl M., Kromp B., Glauning J., und Traugott M. (2011) Occurrence of *Agriotes* wireworms in Austrian agricultural land. Journal of Pest Science, 86, 33-39
- van Herk W., Vernon R. (2012): Wireworm damage to wheat seedlings: effect of temperature and wireworm state. Journal of Pest Science, published online.
- ZAMG (2014) www.zamg.ac.at (Zugriff: 5.3.2014)

10 Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

Abbildungen

- Abb. 1: Hohe Gewässertemperatur im Sommer 2013 am Beispiel des Toplitzbaches gemessen in 719 m Seehöhe (rote Linien) und 709 m Seehöhe (blaue Linien) dargestellt als stündlichen Messungen (dünne Linie), sowie als Tagesmittelwerte (dicke Linie). Referenzlinien in grün zeigen die Temperatur des optimalen Wachstums von Bachforellen (grün gestrichelte Linie) bzw. die Grenze bei welcher negative Auswirkungen der Temperatur auf das Wachstum von Bachforellen zu erwarten sind (grün gepunktete Linie). Violette Referenzlinien beziehen sich auf den Bereich der oberen Letaltemperatur von Bachforellen, welche während der Hitzeperioden kurzzeitig erreicht wurden. ----- 12
- Abb. 2: Veränderung der Landnutzung entlang des Tiroler Inns zwischen 1950 und 2010----- 14
- Abb. 3: Wellenverformung des Hochwassers von 2005 durch Überflutungsflächen am Unteren Inn (Jenbach – Kufstein) Vergleich zwischen 1950 und 2010 ----- 15
- Abb. 4: Absolute (schwarz) und relative (rot) Änderungen im Abfluss gegenüber dem Abfluss in der Referenzperiode 1986 – 2012 für die kombinierten Szenarien C1, C2 und C3 (Tab. C-1) für den Pegel Brunau. ----- 17
- Abb. 5: Direktionale Statistik der jährlichen Abflussmaxima am Pegel Brunau für die Referenzperiode 1986 – 2012 sowie das Szenario C3 (Tab. C-1). Der Pfeil zeigt den mittleren julianischen Tag der Jahresmaxima (Punkte auf Kreis). Die Länge des Pfeils gibt das Variabilitätsmaß r wieder. ----- 18
- Abb. 6: Variabilitätsmaß r der jährlichen Abflussmaxima aufgetragen gegen den mittleren julianischen Tag deren Auftretens für alle Szenarien (Tab. C-1) und den Referenzzeitraum an den Pegeln Brunau, Obergurgl und Vent.----- 18
- Abb. 7: Plandarstellung der Blauzone (Quelle: Raumplanung/Land Vorarlberg) ----- 19
- Abb. 8: Schematische Übersicht der beobachteten und erwarteten Zusammenhänge Durchgehende Pfeile: in der Arbeit belegte Zusammenhänge (Analysen: Pfadanalyse, logistische Regression), punktierte Pfeile: erwartete (aber nicht untersuchte) Zusammenhänge Abbildungslegende: Temperatur – mittlere Lufttemperatur, Gewässerstruktur – Anteil Flusslauf ohne Stau bzw. ohne Wasserentnahme und Schätzskala Güte Gewässermorphologie, Landnutzung – Anteil Landwirtschaft / Wald / Feuchtgebiete am Einzugsgebiet, Nitrit – Medianwert Konzentration, spez. Durchfluss - hydraulischen Spende (=Durchfluss pro km² Einzugsgebiet), Fische - Vorkommen von 7 Fischarten, Sommer – Zeitraum Juni, Juli, August, September 22
- Abb. 9: Ortskern von St. Lorenzen im Paltental nach dem Murenabgang (Quelle: Janu et al., 2012)25
- Abb. 10: Frauen und Männer bei den Aufräumarbeiten in St Lorenzen (Quelle: IAN) ----- 25
- Abb. 11: Drahtwurm (Agriotes sp., orange) an junger Maispflanze ----- 27
- Abb. 12: Fallentransekt und zwei Datalogger (im Vordergrund) in einem, durch Drahtwurm-Schäden verursachten, kahlen Bereich eines Maisackers in Bruck/Leitha ----- 28
- Abb. 13: SIMAGRIO-W Validierung an einem Standort bei Bruck/Leitha (14% Trefferquote). Nur in Fangperioden, in denen der 1. Teil von SIMAGRIO-W für zumindest einen Tag eine Draht-

wurmaktivität > 10% prognostizierte, wurden die prozentuellen Anteile der Population in den obersten 15 cm des Bodens mit dem 2. Teil des Modells genau berechnet (graue Vierecke). Ansonsten wurde eine Aktivität \leq 10% angenommen. Lagen sowohl Messwert als auch Modellprognose über oder unter der Validierungsgrenze von 30%, wurde die Fangperiode als Treffer gewertet. Der gestrichelte Pfeil markiert das Temperaturoptimum für Drahtwurmaktivität nach SIMAGRIO-W. Am Standort wurden fast ausschließlich Larven der Art *Agriotes ustulatus* gefangen. ----- 28

Tabellen

Tab. 1: Variationen der Eingangszustände für die den Ergebnissen zugrunde liegenden Simulationen. Die Farben sind äquivalent zu den folgenden Darstellungen der Ergebnisse. ----- 17

Tab. 2: Schematischer Ablauf der Gender Analysis of Natural Disasters(GAND). Abkürzungen der gesellschaftlichen Ebenen: Personen/Haushalte (P/H), Gemeinde (G), Hilfsorganisationen (H), Region/National (R/N)----- 24

Anhang

Alle folgenden Projekte wurden in StartClim2003 bis StartClim2012 bearbeitet. Die Berichte sind sowohl auf der StartClim2013-CD-ROM als auch auf der StartClim-Hompage (www.startclim.at) verfügbar.

Beiträge aus StartClim2003

- StartClim.1:** **Qualitätskontrolle und statistische Eigenschaften ausgewählter Klimaparameter auf Tageswertbasis im Hinblick auf Extremwertanalysen**
Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik: Wolfgang Schöner, Ingeborg Auer, Reinhard Böhm, Sabina Thaler
- StartClim.2:** **Zeitliche Repräsentativitätsanalyse 50jähriger Klimadatensätze im Hinblick auf die Beschreibung der Variabilität von Extremwerten**
Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik: Ingeborg Auer, Reinhard Böhm, Eva Korus, Wolfgang Schöner
- StartClim.3a:** **Extremereignisse: Ereignisbezogene Dokumentation- Prozesse Bergstürze, Hochwasser, Muren, Rutschungen und Lawinen**
Institut für Alpine Naturgefahren und Forstliches Ingenieurwesen, Universität für Bodenkultur: Dieter Rickenmann, Egon Ganahl
- StartClim.3b:** **Dokumentation von Auswirkungen extremer Wetterereignisse auf die landwirtschaftliche Produktion**
ARC Seibersdorf research: Gerhard Soja, Anna-Maria Soja
- StartClim.3c:** **Ereignisdatenbank für meteorologische Extremereignisse MEDEA (Meteorological extreme Event Data information system for the Eastern Alpine region)**
Umweltbundesamt: Martin König, Herbert Schentz, Johann Weigl
IIASA: Matthias Jonas, Tatiana Ermolieva
- StartClim.4:** **Diagnose von Extremereignissen aus großräumigen meteorologischen Feldern**
Institut für Meteorologie und Physik, Universität für Bodenkultur: Andreas Frank, Petra Seibert
- StartClim.5:** **Statistische Downscalingverfahren zur Ableitung von Extremereignissen in Österreich**
Institut für Meteorologie und Physik, Universität für Bodenkultur: Herbert Formayer, Christoph Matulla, Patrick Haas
GKSS Forschungszentrum Geesthacht: Nikolaus Groll
- StartClim.6:** **Adaptionsstrategien der von extremen Wetterereignissen betroffenen Wirtschaftssektoren: Ökonomische Bewertung und die Rolle der Politik**
Austrian Humans Dimensions Programme (HDP-A), Institut für Volkswirtschaftslehre Karl-Franzens-Universität Graz: Karl Steininger, Christian Steinreiber, Constanze Binder, Erik Schaffer, Eva Tusini, Evelyne Wiesinger
- StartClim.7:** **Hochwasser-bedingte Veränderungen des gesellschaftlichen Stoffwechsels: Fallstudie einer betroffenen Gemeinde**

Institut für Interdisziplinäre Forschung und Fortbildung, Abteilung Soziale Ökologie: Willi Haas, Clemens Grünbühel, Brigitt Bodingbauer

- StartClim.8:** **Risk Management and Public Welfare in the Face of Extreme Weather Events: What is the Optimal Mix of Private Insurance, Public Risk Pooling and Alternative Risk Transfer Mechanisms**
Institut für Volkswirtschaftslehre Karl-Franzens-Universität Graz: Walter Hyll, Nadja Veters, Franz Pretenthaler
- StartClim.9:** **Hochwasser 2002: Datenbasis der Schadensbilanz**
Zentrum für Naturgefahren (ZENAR), Universität für Bodenkultur: Helmut Habersack, Helmut Fuchs
- StartClim.10:** **Ökonomische Aspekte des Hochwassers 2002: Datenanalyse, Vermögensrechnung und gesamtwirtschaftliche Effekte**
Österreichisches Institut für Wirtschaftsforschung: Daniela Kletzan, Angela Köppl, Kurt Kratena
- StartClim.11:** **Kommunikation an der Schnittstelle Wissenschaft und Bildung**
Institut für Meteorologie und Physik, Universität für Bodenkultur: Ingeborg Schwarzl
Institut für interdisziplinäre Forschung und Fortbildung, Abteilung Soziale Ökologie: Willi Haas
- StartClim.12:** **Innovativer Zugang zur Analyse des Hochwasserereignisses August 2002 im Vergleich zu ähnlichen Extremereignissen der jüngeren Vergangenheit**
Institut für Meteorologie und Geophysik, Universität Wien: Simon Tschannett, Barbara Chimani, Reinhold Steinacker
- StartClim.13:** **Hochaufgelöste Niederschlagsanalysen**
Institut für Meteorologie und Geophysik, Universität Wien: Stefan Schneider, Bodo Ahrens, Reinhold Steinacker, Alexander Beck
- StartClim.14:** **Hochwasser 2002: Prognosegüte meteorologischer Vorhersagemodelle**
Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik: Thomas Haiden, Alexander Kann
- StartClim.C:** **Erstellung eines langfristigen Klima-Klimafolgen-Forschungsprogramms für Österreich**
Institut für Meteorologie und Physik, Universität für Bodenkultur: Helga Kromp-Kolb, Andreas Türk
- StartClim.Literaturdatenbank:**
Aufbau einer umfassenden Literaturdatenbank zur Klima- und Klimafolgenforschung als allgemein zugängliche Basis für weitere Klimafor- schungsaktivitäten
Institut für Meteorologie und Physik, Universität für Bodenkultur: Patrick Haas
- Beiträge aus StartClim2004**

StartClim2004.A: Analyse von Hitze und Dürreperioden in Österreich; Ausweitung des täglichen StartClim Datensatzes um das Element Dampfdruck
Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik: Ingeborg Auer, Eva Korus, Reinhard Böhm, Wolfgang Schöner

StartClim2004.B: Untersuchung regionaler Klimaänderungsszenarien hinsichtlich Hitze- und Trockenperioden in Österreich
Institut für Meteorologie, Universität für Bodenkultur: Herbert Formayer, Petra Seibert, Andreas Frank, Christoph Matulla, Patrick Haas

StartClim2004.C: Analyse der Auswirkungen der Trockenheit 2003 in der Landwirtschaft Österreichs – Vergleich verschiedener Methoden
ARC Seibersdorf research: Gerhard Soja, Anna-Maria Soja
Institut für Meteorologie, Universität für Bodenkultur: Josef Eitzinger, Grzegorz Gruszczynski, Mirek Trnka, Gerhard Kubu, Herbert Formayer
Institut für Vermessung, Fernerkundung und Landinformation, Universität für Bodenkultur: Werner Schneider, Franz Suppan, Tatjana Koukal

StartClim2004.F: Weiterführung und Ausbau von MEDEA (Meteorological extreme Event Data information system for the Eastern Alpine region)
Umweltbundesamt: Martin König, Herbert Schentz, Katharina Schleidt
IIASA: Matthias Jonas, Tatiana Ermolieva

StartClim2004.G: „Hängen Hitze und Leistungsfähigkeit zusammen?“ Ein Projekt an der Schnittstelle Wissenschaft und Bildung
Institut für Meteorologie, Universität für Bodenkultur: Ingeborg Schwarzl, Elisabeth Lang, Erich Mursch-Radlgruber

Beiträge aus StartClim2005

StartClim2005.A1a: Einflüsse der Temperatur auf Mortalität und Morbidität in Wien
Medizinische Universität Wien, ZPH, Institut für Umwelthygiene: Hanns Moshhammer, Hans-Peter Hutter
Institut für Meteorologie, Universität für Bodenkultur: Andreas Frank, Thomas Gerersdorfer
Österreichisches Bundesinstitut für Gesundheitswesen: Anton Hlava, Günter Sprinzl
Statistik Austria: Barbara Leitner

StartClim2005.A1b: Untersuchung zur nächtlichen Abkühlung in einem sich ändernden Klima
Institut für Meteorologie, Universität für Bodenkultur: Thomas Gerersdorfer, Andreas Frank, Herbert Formayer, Patrick Haas
Medizinische Universität Wien, ZPH, Institut für Umwelthygiene: Hanns Moshhammer
Statistik Austria: Barbara Leitner

StartClim2005.A4: Auswirkungen von Extremereignissen auf die Sicherheit der Trinkwasserversorgung in Österreich
Institut für Siedlungswasserbau, Industrierewasserwirtschaft und Gewässerschutz: Reinhard Perfler, Mario Unterwainig
Institut f. Meteorologie, Universität für Bodenkultur: Herbert Formayer

StartClim2005.C2: Untersuchung zur Verbreitung der Tularämie unter dem Aspekt des Klimawandels
Gesellschaft für Wildtier und Lebensraum – Greßmann & Deutz OEG: Armin Deutz
HBLFA Raumberg-Gumpenstein Institut für artgerechte Tierhaltung und Tiergesundheit: Thomas Guggeberger

StartClim2005.C3a: Einflüsse des Klimawandels auf landwirtschaftliche Schädlinge und Nützlinge im Biologischen Landbau Ostösterreichs
Bio Forschung Austria: Bernhard Kromp, Eva Maria Grünbacher, Patrick Hann
Institut f. Meteorologie, Universität für Bodenkultur: Herbert Formayer,

StartClim2005.C3b: Abschätzung des Risikos einer dauerhaften Festsetzung von Gewächshausschädlingen im Freiland als Folge des Klimawandels am Beispiel des Kalifornischen Blütenthrips (Frankliniella occidentalis)
AGES, Institut für Pflanzengesundheit: Andreas Kahrer
Institut für Meteorologie, Universität für Bodenkultur; Herbert Formayer,

StartClim2005.C5: Ein allergener Neophyt und seine potentielle Ausbreitung in Österreich – Arealynamik der Ambrosie (Ambrosia artemisiifolia) unter dem Einfluss des Klimawandels
VINCA – Institut für Naturschutzforschung und Ökologie GmbH: Ingrid Kleinbauer, Stefan Dullinger
Umweltbundesamt Ges.m.b.H.: Franz Essl, Johannes Peterseil

StartClim2005.F: GIS-gestützte Ermittlung der Veränderung des Lebensraumes alpiner Wildtierarten (Birkhuhn, Schneehuhn, Gamswild, Steinwild) bei Anstieg der Waldgrenze aufgrund Klimaveränderung
Joanneum Research: Heinz Gallaun, Jakob Schaumberger, Mathias Schardt
HBLFA Raumberg-Gumpenstein: Thomas Guggenberger, Andreas Schaumberger, Johann Gasteiner;
Gesellschaft für Wildtier und Lebensraum - Greßmann & Deutz OEG: Armin Deutz, Gunter Greßmann

Beiträge aus StartClim2006

StartClim2006.A: Feinstaub und Klimawandel - Gibt es Zusammenhänge in Nordostösterreich?
Institut für Meteorologie, BOKU: Bernd C. Krüger, Irene Schicker, Herbert Formayer
Meduni Wien, ZPH, Institut für Umwelthygiene: Hanns Moshhammer

StartClim2006.B: Risiko-Profil für das autochthone Auftreten von Viszeraler Leishmaniose in Österreich
Abteilung für Medizinische Parasitologie, Klinisches Institut für Hygiene und Medizinische Mikrobiologie, Medizinische Universität Wien: Horst Aspöck, Julia Walochnik
Institut für Meteorologie, Universität für Bodenkultur: Thomas Gerersdorfer, Herbert Formayer

StartClim2006.C: Auswirkung des Klimawandels auf die Ausbreitung der Engerlingschäden (Scarabaeidae; Coleoptera) im österreichischen Grünland
Bio Forschung Austria: Eva Maria Grünbacher, Patrick Hann, Claus Trska, Bernhard Kromp
Institut für Meteorologie, BOKU: Herbert Formayer

StartClim2006.D1: Die Sensitivität des Sommertourismus in Österreich auf den Klimawandel
Institut für touristische Raumplanung: Volker Fleischhacker
Institut für Meteorologie, Universität für Bodenkultur: Herbert Formayer

StartClim2006.D2: Auswirkungen des Klimawandels auf das klimatische Tourismuspotenzial
Meteorologisches Institut, Universität Freiburg: Andreas Matzarakis, Christina Endler, Robert Neumcke
Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik: Elisabeth Koch, Ernest Rudel

StartClim2006.D3: See-Vision: Einfluss von klimawandelbedingten Wasserschwankungen im Neusiedler See auf die Wahrnehmung und das Verhalten von Besucherinnen und Besuchern
Institut für Landschaftsentwicklung, Naturschutz und Erholung, BOKU: Ulrike Pröbstl, Alexandra Jiricka, Thomas Schauppenlehner
Simon Fraser University, Burnaby, Canada: Wolfgang Haider

StartClim2006.F: Auswirkungen des Klimawandels auf Heiz- und Kühlenergiebedarf in Österreich
Institut für Technologie- und Regionalpolitik, Joanneum Research (1);
Wegener Zentrum für Klima und Globalen Wandel, Universität Graz (2);
Institut für Geophysik, Astrophysik und Meteorologie, Universität Graz (3);
Institut für Meteorologie und Geophysik, Universität Wien (4)
Institut für Energieforschung, Joanneum Research (5)
Franz Pretenthaler^{1,2}, Andreas Gobiet^{2,3}
Clemens Habsburg-Lothringen¹, Reinhold Steinacker⁴
Christoph Töglhofer², Andreas Türk^{2,5}

Beiträge aus StartClim2007

StartClim2007.A: Erweiterung und Vervollständigung des StartClim Datensatzes für das Element tägliche Schneehöhe. Aktualisierung des existierenden StartClim Datensatzes (Lufttemperatur, Niederschlag und Dampfdruck) bis 2007 04
Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik: Ingeborg Auer, Anita Jurković, Reinhard Böhm, Wolfgang Schöner, Wolfgang Lipa

StartClim2007.B: Gesundheitsrisiken für die Österreichische Bevölkerung durch die Abnahme des stratosphärischen Ozons
Institut für Meteorologie, Universität für Bodenkultur Wien: Stana Simic
Institut für Medizinische Physik und Biostatistik, Veterinärmedizinische Universität Wien: Alois W. Schmalwieser
Institut für Umwelthygiene, Zentrum für Public Health, Medizinische Universität Wien: Hanns Moshhammer

StartClim2007.C: Anpassungen der Schadinsektenfauna an den Klimawandel im österreichischen Ackerbau: Konzepterstellung für ein Langfrist-Monitoringsystem
Bio Forschung Austria: Eva-Maria Grünbacher, Patrick Hann, Bernhard Kromp
Institut für Meteorologie, Universität für Bodenkultur Wien: Herbert Formayer

StartClim2007.D: Auswirkung der klimabedingten Verschiebung der Waldgrenze auf die Freisetzung von Treibhausgasen - Umsetzung von Kohlenstoff und Stickstoff im Boden
Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft: Robert Jandl, Andreas Schindlbacher, Sophie Zechmeister-Boltenstern, Michael Pfeffer
Dept. Wald- und Bodenwissenschaften, Universität für Bodenkultur Wien: Klaus Katzensteiner
Umweltbundesamt: Sabine Göttlicher
Universität Wien: Hannah Katzensteiner
Tiroler Landesforstdirektion: Dieter Stöhr

StartClim2007.E: Auswirkung von Klimaänderungen auf das Abflussverhalten von vergletscherten Einzugsgebieten im Hinblick auf Speicherkraftwerke
Institut für Meteorologie und Geophysik, Universität Innsbruck: Michael Kuhn, Marc Olefs, Andrea Fischer

StartClim2007.F: ALSO WIKI – Alpiner Sommertourismus in Österreich und mögliche Wirkungen des Klimawandels
Österreichisches Institut für Raumplanung: Cornelia Krajasits, Gregori Stanzer, Adolf Andel, Wolfgang Neugebauer, Iris Wach
Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik: Wolfgang Schöner, Christine Kroisleitner

StartClim2007.G: Integrierte Modellierung von Wirtschaft und Klimaänderung in Umlegung des STERN-Reports
Wegener Zentrum für Klima und Globalen Wandel, Universität Graz: Olivia Koland, Karl Steininger, Andreas Gobiet, Georg Heinrich, Claudia Kettner, Alexandra Pack, Matthias Themeßl, Christoph Töglhofer, Andreas Türk, Thomas Trink
Joanneum Research, Institut für Technologie- und Regionalpolitik: Raimund Kurzmann
Universität für Bodenkultur Wien: Erwin Schmid

Beiträge aus StartClim2008

StartClim2008.A: Einfluss von Adaptationsmaßnahmen auf das akute Sterberisiko in Wien durch Temperaturextreme
Institut für Umwelthygiene, MUW: Hanns Moshhammer, Hans-Peter Hutter
Institut für Meteorologie, BOKU: Thomas Gerersdorfer

StartClim2008.B: Welche Anpassungen der derzeitigen Erosionsschutzmaßnahmen sind unter den Bedingungen des Klimawandels zu empfehlen?
Institut für Hydraulik und landeskulturelle Wasserwirtschaft, BOKU: Andreas Klik, Warakorn Rattanaarekul

Institut für Meteorologie, BOKU: Josef Eitzinger
Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, BOKU: Peter Liebhard

StartClim2008.C: Praxiserprobung des Monitoringkonzepts "Anpassungen der Schadinsektenfauna an den Klimawandel" (StartClim2007.C) anhand der Erhebung von aktuellen Erdräupenschäden (Agrotis segetum, Schiff.; Fam. Noctuidae) unter Berücksichtigung von Standortfaktoren und Klima
Bio Forschung Austria: Patrick Hann, Claus Trska, Eva Maria Frauenschuh, Bernhard Kromp
Institut für Meteorologie, BOKU: Herbert Formayer

StartClim2008.D: Bio-Berglandwirtschaft in Tirol – Beitrag zur „Klimaentlastung“ und Anpassungsstrategien
Institut für Ökologischen Landbau, BOKU: Dorninger Michael, Bernhard Freyer

StartClim2008.E: Entwicklung und ökonomische Abschätzung unterschiedlicher Landschaftsstrukturen auf Ackerflächen zur Verringerung der Evapotranspiration vor dem Hintergrund eines Klimawandels unter besonderer Berücksichtigung einer Biomasseproduktion
Institut für Landschaftsentwicklung, Erholungs- u. Naturschutzplanung, BOKU: Christiane Brandenburg, Sonja Völler, Brigitte Alex, Bernhard Ferner
Institut für Meteorologie, BOKU: Josef Eitzinger, Thomas Gerersdorfer
Institut für Ökologischen Landbau, BOKU: Bernhard Freyer, Andreas Surböck, Agnes Schweinzer, Markus Heinzinger
Institut für Agrar- und Forstökonomie, BOKU: Enno Bahrs

StartClim2008.F: Wahrnehmung und Bewertung von Naturgefahren als Folge von Gletscherschwund und Permafrostdegradation in Tourismus-Destinationen am Beispiel des Tuxer Tals (Zillertaler Alpen/Österreich)
Institut für Landschaftsentwicklung, Erholungs- u. Naturschutzplanung, BOKU: Ulrike Pröbstl
Universität Regensburg, Universität Eichstätt-Ingolstadt: Bodo Damm

StartClim2008.G: Anpassung von Waldböden an sich ändernde Klimabedingungen
Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft: Barbara Kitzler, Verena Stingl, Sophie Zechmeister-Boltenstern
Institut für Meteorologie und Klimaforschung – Atmosphärische Umweltforschung, Garmisch-Partenkirchen: Arjan De Brujin, Ralf Kiese, Klaus Butterbach-Bahl

Beiträge aus StartClim2009

StartClim2009.A: Klimatisch beeinflusste Vegetationsentwicklung und Nutzungsintensivierung von Fettwiesen im österreichischen Berggebiet. Eine Fallstudie aus dem Kerngebiet der österreichischen Grünlandwirtschaft
Institut für Botanik, BOKU: Gabriele Bassler, Gerhard Karrer,
Institut für Meteorologie, BOKU: Herbert Formayer
LFZ-Raumberg-Gumpenstein Andreas Schaumberger, Andreas Bohner, Walter Starz
Bio Ernte Steiermark: Wolfgang Angeringer

StartClim2009.B: Klima-Response von Fichtenherkünften im Alpenraum – Eine Adaptionsmöglichkeit für die österreichische Forstwirtschaft
Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft: Silvio Schüler, Stefan Kapeller,
Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik: Johann Hiebl

StartClim2009.C: Analyse von Vulnerabilität und Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel im Biosphärenpark Wienerwald
Institut für Waldbau, BOKU: Stefan Schörghuber, Werner Rammer, Rupert Seidl, Manfred J. Lexer

StartClim2009.D: Humusbilanzierung als praxiserprobtes Tool für Landwirte zur Unterstützung einer CO₂-speichernden Landwirtschaft
Bio Forschung Austria: Wilfried Hartl, Eva Erhart

StartClim2009.E: Adapting office buildings to climate change: Optimization of thermal comfort and Energy demand
Danube University Krems: Tania Berger, Peter Pundy

StartClim2009.F: AlpinRiskGP - Abschätzung des derzeitigen und zukünftigen Gefährdungspotentials für Alpintouristinnen/-touristen und Infrastruktur bedingt durch Gletscherrückgang und Permafrostveränderung im Großglockner-Pasterzengebiet (Hohe Tauern, Österreich)
Institut für Geographie und Raumforschung, Karl-Franzens-Universität Graz: Gerhard Karl Lieb, Katharina Kern, Gernot Seier, Andreas Kellerer-Pirklbauer-Eulenstein, Ulrich Strasser,

Beiträge aus StartClim2010

StartClim2010.A: Handlungsfelder und –verantwortliche zur Klimawandelanpassung öffentlicher Grünanlagen in Städten
Institut für Landschaftsentwicklung, Erholungs- und Naturschutzplanung (I-LEN), BOKU: Stephanie Drlik, Andreas Muhar

StartClim2010.B: Anpassungsempfehlungen für urbane Grün- und Freiräume in österreichischen Städten und Stadtregionen
PlanSinn Büro für Planung und Kommunikation GmbH: Erik Meinharter,
Umweltbundesamt GmbH: Maria Balas

StartClim2010.C: Die gesellschaftlichen Kosten der Anpassung: Ansätze für eine Bewertung von Anpassungsoptionen (SALDO)
Wegener Zentrum für Klima und Globalen Wandel, Universität Graz: Birgit Bednar-Friedl, Olivia Koland, Janine Raab
Umweltbundesamt GmbH, Martin König

StartClim2010.D: Integrative Vorsorge- und Anpassungsmaßnahmen für die Region Marchfeld
Institut für nachhaltige Wirtschaftsentwicklung, BOKU: Christine Heumesser, Mathias Kirchner, Erwin Schmid, Franziska Strauss

StartClim2010.E: Ökologische und waldbauliche Eigenschaften der Lärche (Larix decidua MILL.) - Folgerungen für die Waldbewirtschaftung in Österreich unter Berücksichtigung des Klimawandels
Institut für Waldbau, BOKU: Eduard Hochbichler, Gabriele Wolfslehner, Ro-

land Koeck, F. Arbeiter,
Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und
Landschaft: Herfried Steiner, Georg Frank,
Institut für Meteorologie, BOKU: Herbert Formayer

StartClim2010.F: Hot town, summer in the city – Die Auswirkungen von Hitzetagen auf das Freizeit- und Erholungsverhalten sowie das Besichtigungsprogramm von StädtetouristInnen – dargestellt am Beispiel Wiens
Institut für Landschaftsentwicklung, Erholungs- und Naturschutzplanung (I-LEN), BOKU: Christiane Brandenburg, Brigitte Alex, Ursula Liebl, Christina Czachs;
Institut für Meteorologie, BOKU: Thomas Gerersdorfer

StartClim2010.G Wissensbasierte Plattform zur Optimierung von Handlungsstrategien im Umgang mit Naturgefahren Österreichisches Rotes Kreuz: Jürgen Högl, Clemens Liehr, Gerry Foitk
Institut für Produktionswirtschaft und Logistik, BOKU: Manfred Gronalt, Magdalena Schweiger, Patrick Hirsch

Beiträge aus StartClim2011

StartClim2011.A: Untersuchungen zum Einfluss des Klimas auf Voltinismus und Ausbreitung des Buchdruckers, Ips typographus, im alpinen Raum
Institut für Forstentomologie, Forstpathologie und Forstschutz, BOKU: Axel Schopf, Emma Blackwell, Veronika Wimmer

StartClim2011.B: Analyzing Austria's forest disturbance regime as basis for the development of climate change adaptation strategies
Institute of Silviculture, BOKU: Rupert Seidl, Dominik Thom
Institute of Forest Protection, Federal Research and Training Center for Forests, Natural Hazards, and Landscape (BFW): Hannes Krehan, Gottfried Steyrer

StartClim2011.C: Auswirkungen von Bodentrockenheit auf die Transpiration österreichischer Baumarten
Universität Innsbruck: Georg Wohlfahrt, Stefan Mayr, Christoph Irschick, Sabrina Obwegeser, Petra Schattaneck, Teresa Weber, Dorian Hammerl, Regina Penz

StartClim2011.D: Adapting Austrian forestry to climate change: Assessing the drought tolerance of Austria's autochthonous tree species
Institute of Botany, BOKU: Gerhard Karrer, Gabriele Bassler
Institute of Forest Ecology, BOKU: Helmut Schume, Bradley Matthews
Vienna Institute for Nature Conservation and Analysis, V.I.N.C.A:
Wolfgang Willner

Beiträge aus StartClim2012

StartClim2012.A: Zwischenfruchtbegrünungen als Quelle oder Senke bodenbürtiger Treibhausgas-Emissionen?

Abteilung Pflanzenbau, Department für Nutzpflanzenwissenschaften, BOKU:
Gernot Bodner, Andreas Klik, Sophie Zechmeister-Boltenstern

StartClim2012.B: Klimaänderungen und ihre Wirkungen auf die Bodenfunktionen: Metadatenanalyse
Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft (BFW): Michael Englisch, Barbara Kitzler, Kerstin Michel, Michael Tatzber
Bundesamt für Wasserwirtschaft, Institut für Kulturtechnik & Bodenwasserhaushalt (BAW-IKT): Thomas Bauer, Peter Strauss
AGES: Andreas Baumgarten, Hans-Peter Haslmayr
Umweltbundesamt: Alexandra Freudenschuß

StartClim2012.C: Störungen des Waldsystems und Humusverlust
Institut für Waldökologie, BOKU: Douglas Godbold, Mathias Mayer, Boris Rewald

StartClim2012.D: Auf Holz bauen, zählen, rechnen: Anpassung von Werkzeugen und Daten (Holz BZR)
Kompetenzzentrum Holz GmbH: Tobias Stern, Franziska Hesser, Georg Winner, Sebastian Koch
Institut für Marketing & Innovation, BOKU: Leyla Jazayeri-Thomas, Verena Aspalter, Martin Braun, Wolfgang Huber, Peter Schwarzbauer
Institut für Holztechnologie und Nachwachsende Rohstoffe, BOKU: Robert Stingl, Marie Louise Zukal, Alfred Teischinger
Umweltbundesamt: Peter Weiss, Alexandra Freudenschuß

StartClim2012.E: Klimatologie der Schneefallgrenze im Alpenraum, abgeleitet aus Reanalysedaten
Institut für Meteorologie, BOKU: Herbert Formayer, Imran Nadeem

StartClim2012.F: Werte als Leistungsindikatoren: ein Weg zu tätigem Klimaschutz
Zentrum für globalen Wandel und Nachhaltigkeit, BOKU: Maria Miguel Ribeiro, Julia Buchebner