



Projektleitung

Ao.Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr. **Matthias Zessner**

Technische Universität Wien, Institut für Wassergüte, Ressourcenmanagement und Abfallwirtschaft



Beteiligte Institutionen

- Technische Universität Wien, Institut für Wasserbau und Ingenieurhydrologie
- Universität für Bodenkultur Wien, Institut für nachhaltige Wirtschaftsentwicklung
- BMLFUW, Abt. Nationale Wasserwirtschaft
- Amt der OÖ Landesregierung, Abt. Anlagen-, Umwelt- und Wasserrecht
- Amt der Burgenländischen Landesregierung, Abt. Wasser- und Abfallwirtschaft
- Amt der Sbg. Landesregierung, Naturschutzgrundlagen und Sachverständigendienst
- Landeskammer für Land- und Forstwirtschaft in der Steiermark
- IKSD – Internationale Kommission zum Schutz der Donau
- Universität Hamburg, Forschungsstelle Nachhaltige Umweltentwicklung, Deutschland
- Helmholtz Zentrum für Umweltforschung, Department Catchment Hydrology, Deutschland
- Bundesamt für Wasserwirtschaft – Institut für Kulturtechnik und Bodenwasserhaushalt



Gute Gründe für das Projekt

- Die Auswirkungen klimatischer und sozioökonomischer Veränderungen auf die österreichische Landnutzung, die Bewirtschaftungsintensität und die daraus resultierenden Nährstoffverluste sowie ableitbaren Folgen für die Quantität und Qualität der Gewässer sind bislang nicht untersucht worden.
- Mithilfe eines integrativen Modellverbunds können verschiedene klimatische und sozioökonomische Szenarien untersucht und anhand ökologischer und ökonomischer Indikatoren bewertet werden.
- Die Ergebnisse können eine Grundlage für die Weiterentwicklung von Agrarumwelt- und Wasserschutzpolitiken sein.

Aqua-Stress

*Water resources under climatic stress.
An integrated assessment of impacts on water availability and water quality under changing climate and land use.*

Direkte und indirekte Folgen klimatischer und sozioökonomischer Veränderungen für die österreichische Wasserwirtschaft

Klimatische Veränderungen und die damit einhergehenden Folgen stellen für unsere Gesellschaft und Umwelt eine große Herausforderung dar.

Meteorologische Aufzeichnungen der letzten Jahrzehnte weisen für Österreich einen steigenden Temperaturentrend aus. So hat die mittlere Lufttemperatur seit Mitte der 1970er Jahre um bis zu 1,5°C zugenommen. Diesem allgemeinen Temperaturentrend folgt die mittlere Wassertemperatur der österreichischen Flüsse, die im Lauf der letzten 30 Jahre einen Anstieg um ca. 1,5°C im Sommer und 0,7°C im Winter aufweist. Eine Erhöhung der mittleren Lufttemperatur um 1°C bewirkt eine Zunahme der mittleren Wassertemperatur um ca. 0,8°C.

Bei der Niederschlagsentwicklung wird im Österreichischen Sachstandsbericht Klimawandel auf hohe Unsicherheiten hingewiesen „Obwohl schon zu

Mitte des 21. Jahrhunderts die ... Tendenz zu mehr Niederschlag im Winter und weniger Niederschlag im Sommer im Median zu erkennen ist, zeigen die Modelle in dieser Periode keinerlei Einigkeit über die Richtung der Änderung und die Unsicherheiten sind sehr groß“. Zukünftige Änderungen können damit regional unterschiedlich zu einer Zu- oder Abnahme des Niederschlages führen.

Entsprechende Klimaänderungen haben direkte Auswirkungen auf die Wasserwirtschaft unseres Landes. Steigende Wassertemperaturen beeinflussen beispielsweise biologische Abläufe und chemische Randbedingungen. Dazu zählen unter anderem die diversen Umsatzprozesse aquatischer Organismen, die Sauerstofflöslichkeit und der pH-Wert. Neben dem Einfluss der Temperatur hängt die Gewässergüte allerdings auch vom Wasserdargebot ab. In diesem Zusammenhang können sich insbesondere längere Trockenperioden negativ auf die Beschaffenheit unserer Gewässer auswirken.

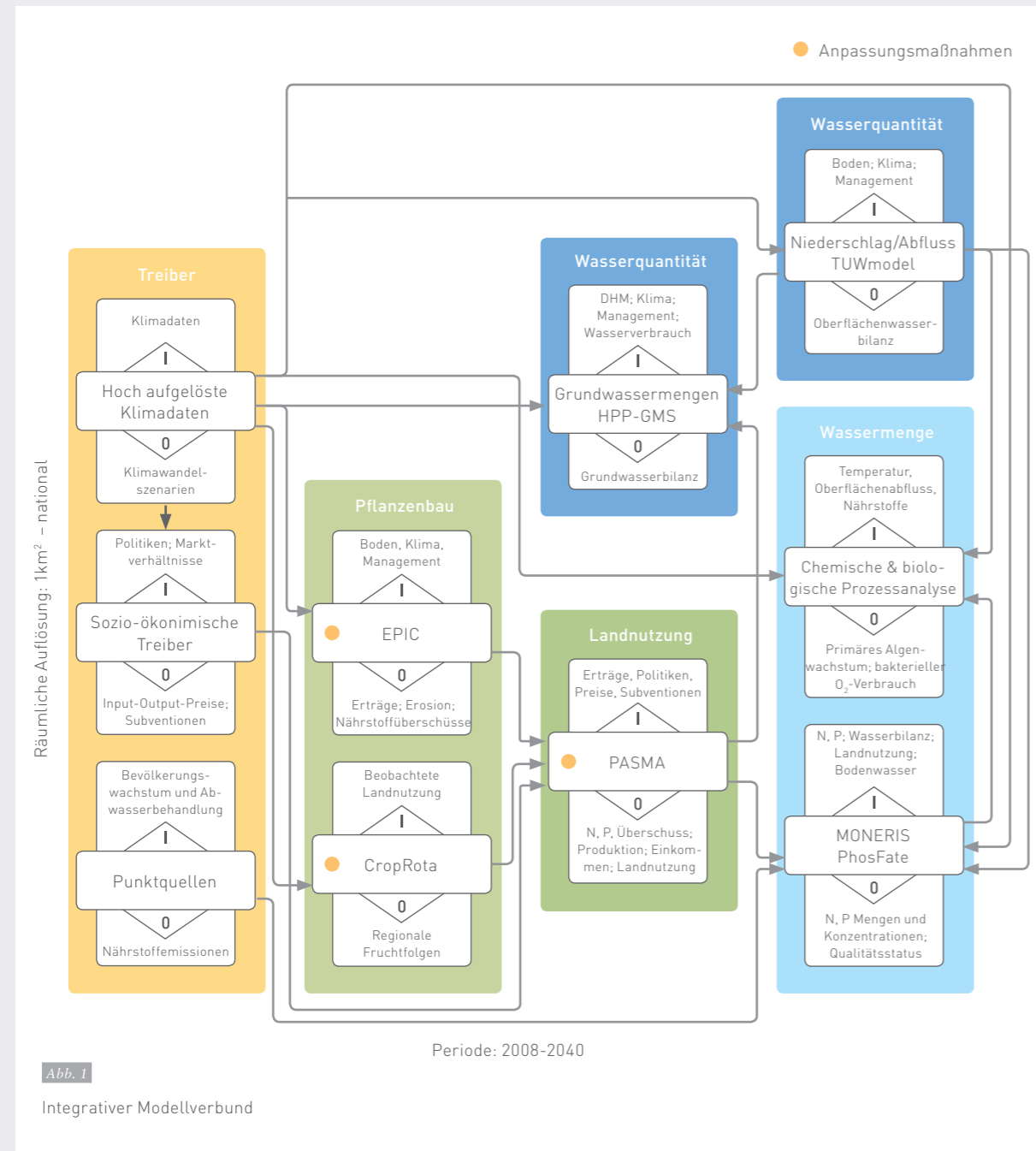


Abb. 1
Integrativer Modellverbund

Abgesehen von diesen beispielhaft angeführten direkten klimatischen Folgen ist jedoch auch mit indirekten zu rechnen, die noch wenig untersucht sind. Im Fokus des Projekts Aqua-Stress stehen deshalb die indirekten Auswirkungen der landwirtschaftlichen Landnutzung auf die Wasserwirtschaft. Die Landwirtschaft nutzt die Ressource Wasser sowohl in Form von Regen- und Beregnungswasser als auch in Form von Beeinflussungen der Gewässer infolge stofflicher Belastungen. Über die Eintragspfade Grundwasser-, Drainage-, Oberflächenabfluss und Bodenerosion gelangen heute nennenswerte Mengen an Nährstoffen – von Bedeutung sind vor allem Stickstoff und Phosphor – und Sedimenten von landwirtschaftlichen Flächen in Oberflächengewässer. Klimatische Veränderungen führen zu Anpassungen beispielsweise der Bodenbearbeitung, Kultur- und Sortenwahl, der Düngungsintensität, des Viehbestands und der Beregnungsintensität. Diese Anpassungen der landwirtschaftlichen Bewirtschaftung bestimmen in der Regel auch die emittierten Nährstoffmengen und beeinflussen damit nicht nur die Bereitstellung von Trink- und Brauchwasser, sondern auch den ökologischen Gewässerzustand gemäß EU-Wasserrahmenrichtlinie.

Integrativer Modellverbund, Indikatoren und Fallbeispiele

Im Rahmen des Projekts Aqua-Stress werden mittels integrativem Modellverbund, einer Kombination aus fünf verschiedenen Modellen, die Auswirkungen klimatischer und sozioökonomischer Veränderungen auf die landwirtschaftliche Produktion und Bewirtschaftung sowie die daraus resultierenden Nährstoffeinträge in die Oberflächengewässer dargestellt. Abb. 1

In weiterer Folge werden die Einflüsse auf die Gewässergüte und die Wasserverfügbarkeit für rund 350 (Teil-)Einzugsgebiete, die nahezu das gesamte Bundesgebiet abdecken, untersucht. Zu diesem Zweck werden gemeinsam mit verschiedenen InteressensvertreterInnen (Stakeholdern) Szenarien entwickelt, die mithilfe des integrativen Modellverbunds analysiert und anhand ökonomischer und ökologischer Indikatoren (z.B. landwirtschaftliches Produktionsvolumen, Stickstoff- und Phosphoremissionen in Oberflächengewässer, Veränderung der Gewässergüte in Bezug auf Nährstoffe, Subventionsvolumen für Gewässerschutzmaßnahmen) quantifiziert werden.

In einem Fallbeispiel wird darüber hinaus der Einfluss extremer Wetterbedingungen wie beispielsweise eine lang andauernde Trockenheit auf den Grundwasserkörper im Seewinkel (Abb. 2) und die daraus ableitbaren Folgen für den Grundwasserspiegel bzw. die Wasserverfügbarkeit mit einem Grundwassermodell untersucht. Ein weiteres Fallbeispiel beschäftigt sich mit den Auswirkungen geänderter Niederschlagsverhältnisse und angepasster Kulturartenverteilungen auf die Bodenerosion von landwirtschaftlichen Flächen. Mithilfe des Phosphoremissions- und transportmodells *PhosFate* werden die partikuläre Phosphorfracht der Pram im Innviertel sowie die Wirksamkeit von Gewässerrandstreifen für die Reduktion partikulärer Phosphoremissionen abgeschätzt.

Stakeholderprozess und Szenarienentwicklung

Ein anderer Schwerpunkt des Projekts bezieht sich auf die Darstellung von und die Diskussion über Unsicherheiten der Projektergebnisse. Große Bedeutung

Abb. 2

Fallbeispiel Seewinkel

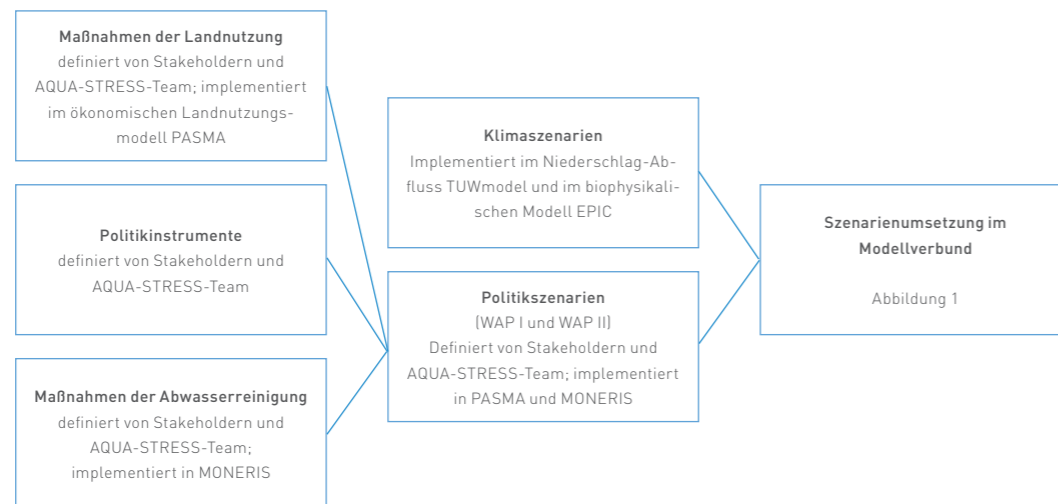


Abb. 3

Prozedere der Szenarienentwicklung in Kooperation mit den Stakeholdern

wird hierbei der Mitwirkung von Stakeholdern in allen Phasen des Projekts, beginnend bei der Szenarienentwicklung bis hin zur Ergebnisdiskussion und -bewertung, beigemessen, was im Folgenden näher beschrieben ist.

Stakeholder nehmen in Aqua-Stress einen zentralen Platz ein. Sie sind in einem *Stakeholder-Advisory Board (SAB)* organisiert, das sich aus VertreterInnen des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, einzelner Landesverwaltungen, der Landwirtschaftskammern sowie der Donauschutzkommission zusammensetzt und damit die maßgeblichen AkteurInnen an der Schnittstelle zwischen Landnutzung und Wasserwirtschaft abdeckt. Das SAB wurde bereits in der Projektantragsphase aktiv. In einem ersten Workshop wurden Forschungsprobleme und Forschungsfragen diskutiert. So kann gewährleistet werden, dass Aqua-Stress lebensweltliche Problemstellungen verfolgt und Ergebnisse mit hoher Relevanz für politische und administrative Entscheidungen bereitstellt.

Eine wichtige Aufgabe des SAB in Aqua-Stress ist die Unterstützung bei der Definition der Klima- und Politiksznarien. Szenarien sind die Grundlage für die Modellierung von alternativen Entwicklungspfaden im integrativen Modellverbund. Sie dienen nicht als Prognoseinstrument für die Zukunft, sondern sollen die Wirkung politischer Instrumente des Gewässerschutzes unter Klimawandel ausloten und damit sowohl Klimawandelfolgen als auch den Spielraum für Anpassungsmaßnahmen aufzeigen. In Abb. 3 ist das Prozedere zur Szenarienentwicklung dargestellt. Im Modellverbund beeinflussen verschiedene Politikinstrumente (z.B. Agrarumweltprogramm, Dün-

gungsgrenzwerte) – gebündelt als Politikportfolios in Politiksznarien – Entscheidungen der Landnutzung und Abwasserreinigung. Die in den Szenarien zusammengefassten Annahmen zu den Treibern Klima und Politikinstrumente dienen als Eingangsgrößen in den Modellverbund, über welchen die Wirksamkeit unterschiedlicher Politikportfolios unter unterschiedlichen Klimabedingungen auf Indikatoren wie landwirtschaftliches Produktionsvolumen oder Aspekte des Gewässerzustandes dargestellt und verglichen werden kann.

Die Szenarien in Aqua-Stress bestehen aus zwei Teilen: den Klimaszenarien und den Politiksznarien. Der Modellierungshorizont reicht bis 2040. Die Klimaszenarien schreiben einen in der Vergangenheit beobachteten Temperaturtrend von rund +1,5°C bis 2040 fort. Große Unsicherheiten bestehen bei den zukünftigen Niederschlagsmengen und -verteilungen. Da sich politische Maßnahmen auch an Extremsituationen orientieren müssen, werden drei Niederschlagsszenarien gewählt:

- mit heutigen Bedingungen (SIMILAR),
- mit einer trockeneren (DRY) Situation,
- mit einer feuchteren (WET) Situation.

Die Politiksznarien beschreiben einerseits die allgemeine landwirtschaftliche und wirtschaftspolitische Situation (z.B. Produktivitätsentwicklung, Landverlust durch Siedlungsentwicklung), andererseits aber auch spezielle Instrumente zur Beeinflussung der Wasserqualität und -quantität. Die allgemeine Situation, dargestellt in den Szenarien *Business As Usual* sowie *IMPact* bleibt über alle Politiksznarien gleich. In den beiden Wasserschutzsznarien (WAP I und WAP II) werden jene Politikinstrumente zu je einem Politik-

Informationskasten Szenarien

Das Politikscenario BAU schreibt die derzeitigen Politiken aus folgendem Grund fort: bisher war eine stetige Extensivierung der Landwirtschaft im Rahmen der Agrarumweltpolitik zu beobachten. Dem Trend einer weiteren Extensivierung stehen eine wachsende Weltbevölkerung, Diskussionen um eine „nachhaltige Intensivierung“, internationaler Wettbewerb und Liberalisierung von Agrarmärkten, Produktivitätssteigerungen durch den Klimawandel sowie das Bewusstsein um die Effekte nationaler Politiken auf indirekten Landnutzungswandel (z.B. Rodung von natürlichen Wäldern in anderen Weltregionen aufgrund von nationalen Extensivierungsmaßnahmen auf produktiven Flächen) entgegen.

Das Impact-Szenario IMP übernimmt die Politiken des BAU und zeigt die Folgen der Klimawandelszenarien Dry und Wet und der damit in Zusammenhang stehenden autonomen Anpassungsstrategien der Landwirtschaft auf.

Das Szenario WAP I rückt den Schutz der Gewässer in den Vordergrund. Die bisherige Politikstrategie verpflichtender Maßnahmen zur Aufrechterhaltung eines Minimalstandards der Gewässergüte auf Grundlage der EU-Gesetzgebung wird in Problemgebieten verschärft. Dazu zählen Grundwassersanierungsgebiete und Einzugsgebiete von

Fließgewässern, in denen Belastungen über den Umweltqualitätszielen für Nitrat und Phosphat auftreten. Es werden dort Maßnahmen zur Erreichung der Ziele der EU-Wasserrahmenrichtlinie verstärkt, wo Grenz- und Zielwerte zurzeit oder in Zukunft aufgrund veränderter Rahmenbedingungen nicht eingehalten werden können. Neben den verpflichtenden Maßnahmen wird die freiwillige Komponente über das Agrarumweltprogramm ÖPUL gestärkt, indem Maßnahmen mit Bezug zur Gewässerschonung (Erosionsminderung, verringerter Nährstoffeinsatz) in den besonders betroffenen Regionen gesetzt oder neue Maßnahmen eingeführt werden. Damit wird eine Politik formuliert, die zu einem gezielten räumlichen Einsatz von Agrarumweltzahlungen führt („Targeting“ als Begriff für eine zielgerichtete Umweltpolitik).

WAP II setzt die Politik aus WAP I mit zum Teil verschärften Grenzwerten fort. Der wesentliche Unterschied liegt in der Anwendung freiwilliger Maßnahmen auf das gesamte Bundesgebiet. Somit wird einem noch größeren Umweltbewusstsein der Politik und Gesellschaft gegenüber dem Gewässerschutz Rechnung getragen. Das Prinzip des Targetings weicht dem Wunsch nach einer gleichmäßigen Anwendung des Agrarumweltprogramms.

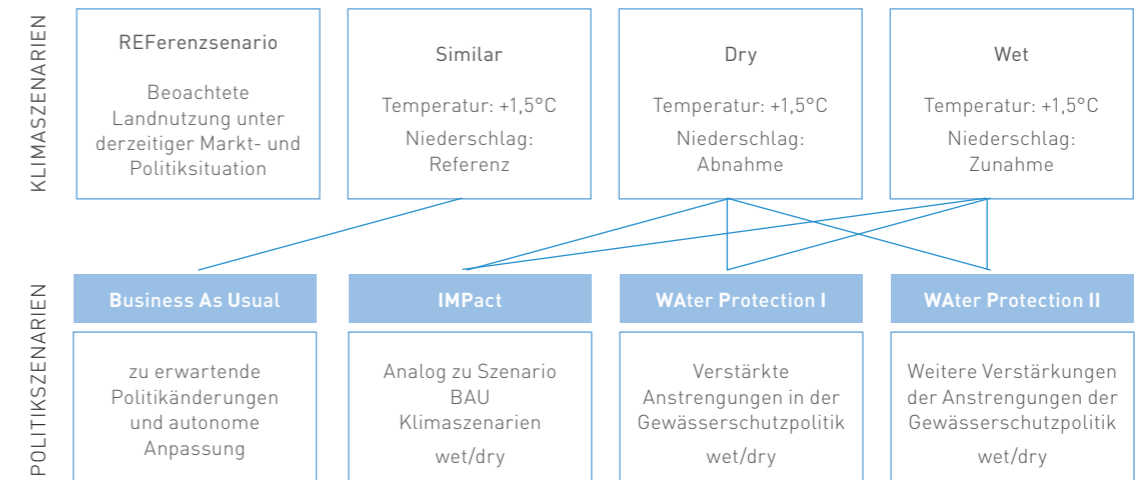


Abb. 4 Szenarienüberblick

portfolio zusammengefasst, von denen eine Verbesserung der Gewässergüte erwartet wird. Im integrativen Modellverbund werden die Klimawandel- und Politikszzenarien miteinander kombiniert. **Abb. 4** Details zu den Szenarien können dem Informationskasten entnommen werden.

Nutzung der Projektergebnisse

In Aqua-Stress wird der integrative Modellverbund auf das österreichische Bundesgebiet angewendet und vertiefende Untersuchungen in Beispielregionen durchgeführt.

Die Ergebnisse können damit eine wesentliche Grundlage für die Entwicklung zukünftiger Managementstrategien im Zusammenspiel von Land- und Wasserwirtschaft unter geänderten Klimabedingungen liefern.

Die Nutzung der Methode ist allerdings nicht auf Österreich beschränkt. Das Projekt soll vielmehr auch als Pilotstudie für zukünftige Anwendungen dieses oder eines ähnlichen Modellverbundes auf internationale und länderübergreifende Flusseinzugsgebiete dienen.

Matthias Zessner