

Der Klimawandel ist neben der Erhaltung der biologischen Vielfalt für die Menschheit eine der wichtigsten Herausforderungen des 21. Jahrhunderts. Höhere Durchschnittstemperaturen, häufigere Extremwetterereignisse und Naturphänomene wie früher beginnende und längere Vegetationszeiten sind Indizien für bereits eingetretene klimatische Veränderungen. Welche Folgen diese für Umwelt und Landnutzung in unserem Land haben können, welche Risiken, evtl. auch Chancen sich ergeben und welche Anpassungsoptionen dem Klimawandel in einem zukunftsorientierten Landschaftsmanagement entgegengesetzt werden können, untersucht das Land Rheinland-Pfalz seit April 2008 in dem interdisziplinären wissenschaftlichen Forschungsprojekt KlimLandRP. Die Leitung hat die Forschungsanstalt für Waldökologie und Forstwirtschaft Rheinland-Pfalz (FAWF), das renommierte Potsdam Institut für Klimafolgenforschung (PIK) konnte als Kooperationspartner gewonnen werden. Das Forschungsprojekt wird vom Umweltministerium getragen und ist auf dreieinhalb Jahre angelegt.

### Warum ein Projekt zum Klima- und Landschaftswandel?

Der Klimawandel ist in Rheinland-Pfalz spürbar. Er wirkt u.a. in der Fläche und betrifft sämtliche Umweltsektoren sowie die Landnutzung, wobei die Effekte in den einzelnen Landschaftsräumen unterschiedlich sein werden. Dabei wird es unvermeidbare Folgen des Klimawandels geben, an die wir uns durch ein fundiertes Landschaftsmanagement anpassen müssen.

Das Forschungsprojekt KlimLandRP baut auf den im „Klimabericht Rheinland-Pfalz 2007“ in den einzelnen Umwelt- und Landnutzungsbereichen skizzierten Forschungsfragen auf (Abb. 1). Betrachtet wird die Natur- und Kulturlandschaft in Rheinland-Pfalz. Ziel ist es, bereits eingetretene Folgen und Beobachtungen des Klimawandels zu

analysieren, die zu erwartenden Veränderungen auf der Grundlage regionaler Klimaprojektionen abzuschätzen und die Chancen und Risiken aufzuzeigen. Um die Unsicherheit und das Risiko zu

verkleinern, werden aus den gewonnenen Erkenntnissen anschließend flexible Anpassungsoptionen entwickelt. Mögliche Veränderungen werden je nach Fragestellung bis zum Jahr 2100 projiziert.

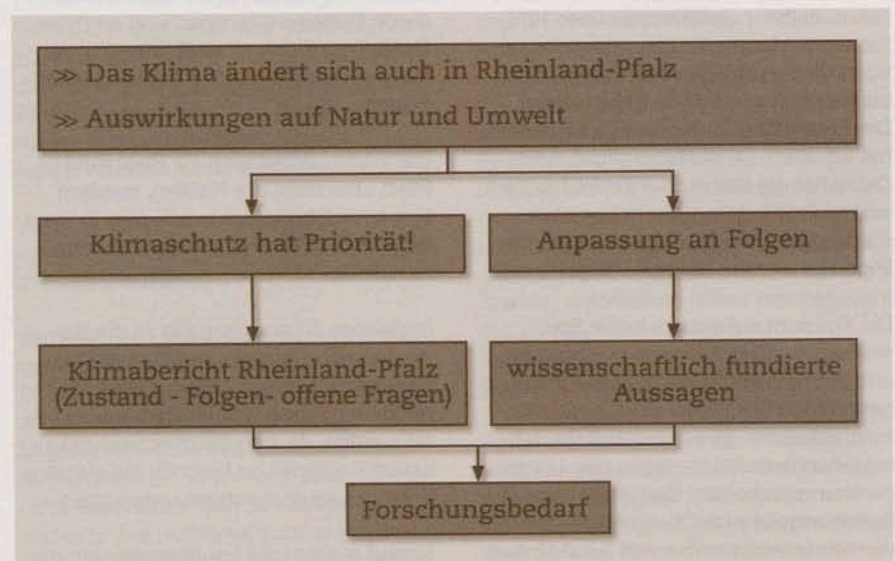


Abb. 1: Schaubild zur Ableitung des Forschungsbedarfs

## Wie kann die Klimaveränderung in Rheinland-Pfalz abgeschätzt werden?

Der Klimabericht 2007 hat es deutlich gemacht: Die Jahresdurchschnittstemperatur hat sich in Rheinland-Pfalz im letzten Jahrhundert um 0,8°C erhöht, wobei vor allem die Winter wärmer geworden sind. Für die Zukunft wird erwartet, dass sich der Trend zu steigenden Niederschlägen im Winter und zu abnehmenden Niederschlägen im Sommer fortsetzen wird (s. Abb. 2 und vorhergehenden Artikel von C. Kraus). Insbesondere müssen wir uns – das zeigen die beobachteten Ereignisse der vergangenen Jahrzehnte – auf häufigere und intensivere Extremwetterereignisse wie Sturm, Hagel oder Starkniederschläge einstellen.

Änderung der Niederschlagshöhen der Dekade 2091-2100 (Szenario A1B) gegenüber 2001-2010 an der Station Taubersuhl (Pfälzer Wald, 525 m üNN) in Prozent.

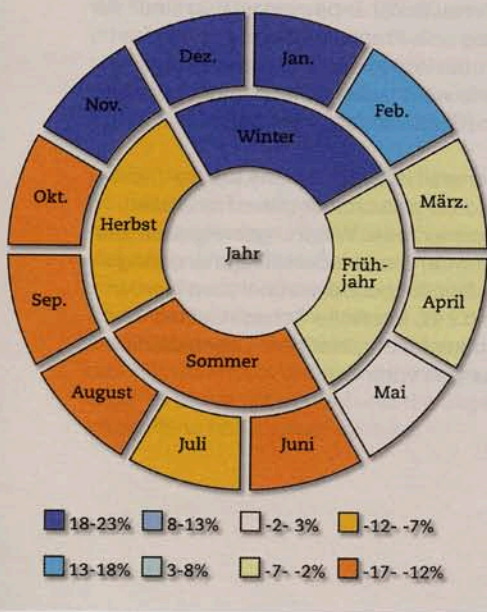


Abb. 2: Änderung der Niederschläge an der Station Taubersuhl im Pfälzerwald im Vergleich der Dekaden 2001-2010 und 2091-2100 (Modell WETTREG, Emissionsszenario A1B). Quelle: LUWG 2008.

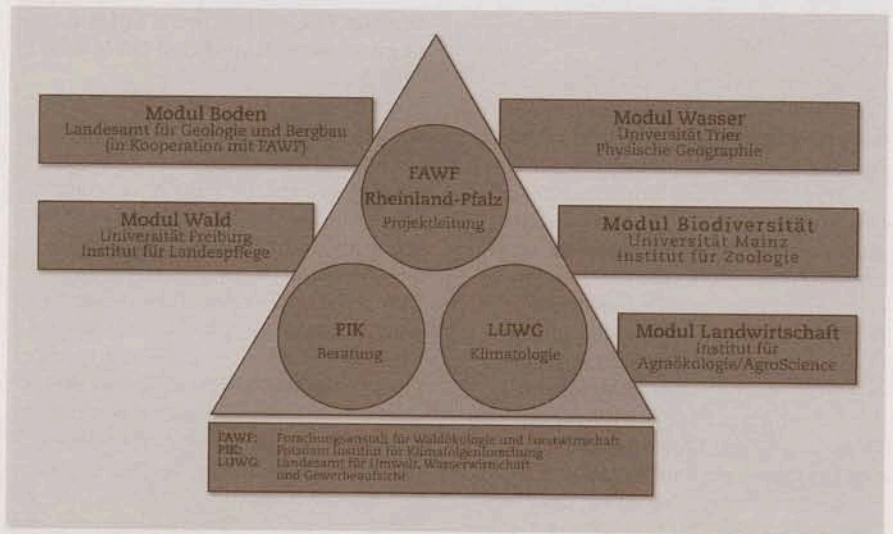


Abb. 3: Projektstruktur von KlimLandRP

Welches Ausmaß der Klimawandel für unser Land haben wird, kann nicht mit Gewissheit vorhergesagt werden. Doch wir haben aufgrund regionalisierter, auf globalen Klimamodellen aufbauender Klimaprojektionen eine Vorstellung von der Bandbreite möglicher Klimaveränderungen in Rheinland-Pfalz. Orientiert an der Frage „Was passiert, wenn ...?“ können über Sensitivitätsanalysen die Wirkungen des Klimawandels auch bei extremen Entwicklungen abgeschätzt werden. So ist es möglich, die Vulnerabilität (Verwundbarkeit) der verschiedenen Umweltsektoren und Landnutzungen aufzuzeigen und Anpassungsoptionen bei Unsicherheit zu entwickeln. Methodisch werden mit den bereits entwickelten Modellen Klimaprojektionen, d.h. in die Zukunft gerichtete Betrachtungen der Klimaveränderung erstellt.

Der Fächer möglicher Klimaprojektionen wird dabei aufgespannt durch unterschiedliche Szenarien zur Emission von Treibhausgasen. Darin spiegeln sich Annahmen über die globale wirtschaftliche Entwicklung wider, einschließlich des Einsatzes neuer Technologien und verschiedener Energieträger.

## Wie ist das Projekt aufgebaut?

Die zentralen Forschungsfelder in den einzelnen Umwelt- und Landnutzungsbereichen werden in „KlimLandRP“ (Klima- und Landschaftswandel in Rheinland-Pfalz – Folgen und Anpassungen) in fünf Modulen interdisziplinär bearbeitet.

Das Forschungsprojekt wird von der Forschungsanstalt für Waldökologie und Forstwirtschaft Rheinland-Pfalz koordiniert. Das Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht unterstützt die Untersuchungen mit klimatologischen Grundlagendaten. Synergien zu anderen Programmen und länderübergreifenden Klimaprojekten wie KLIWA (Auswirkungen von Klimaveränderungen auf die Wasserwirtschaft) werden gezielt genutzt.

## Wie wirkt der Klimawandel auf Boden und Wasser?

Die Ressource Boden ist entscheidend für das Pflanzenwachstum. Durch Erosion und Veränderung des Humusgehaltes im Oberboden ist der Boden unmittelbar vom Klimawandel betroffen, als Stofftransformator ergeben sich mittelbar Wirkungen über den Bodenwasserhaushalt.

Der Klimawandel wird sehr wahrscheinlich zu einer differenzierten Veränderung der Standortbedingungen führen: von der Veränderung des Bodenwasserhaushaltes mit Auswirkungen auf den gesamten Landschaftswasserhaushalt, über den Nährstoffhaushalt und die Entwicklung der Humusvorräte der Böden bis hin zur Bodengefährdung durch Erosion oder Verdichtung. Daraus leiten sich drei bodenkundliche Arbeitsschwerpunkte ab: Klimabedingte Veränderung der Erosionsgefährdung, des Bodenwasserhaushaltes und des Humushaushaltes. Ziel ist es, prioritäre Untersuchungs- und Maßnahmenggebiete zu identifizieren.

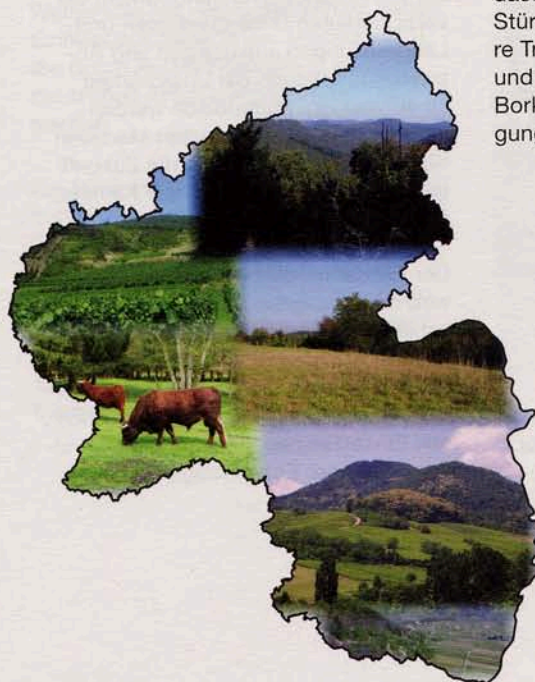
Infolge erhöhter Temperaturen und veränderter Niederschläge wird sich der Klimawandel auf Oberflächengewässer, Grundwasser und Bodenwasser auswirken. Im Modul Wasser werden über eine landschaftsbezogene Modellierung des Wasserhaushalts die Auswirkungen des Klimawandels auf den Bodenwasserhaushalt für ausgewählte Standorte analysiert. Die Daten werden speziell in den Modulen Wald und Landwirtschaft benötigt, um u.a. das Wachstum bei verändertem Bodenwasserhaushalt zu prognostizieren. In den Oberflächengewässern beeinflussen veränderte Abflüsse und eine veränderte Niederschlagsverteilung die Wasserqualität bzw. Schadstoffdynamik, mit Auswirkungen auf die Gewässerbiozöten und damit Biodiversität der Ökosysteme. Allein daran wird deutlich, wie eng die Fragestellungen der einzelnen Module verknüpft sind und wie notwendig die interdisziplinäre Ausrichtung des Vorhabens ist.

## Welche Fragen kommen auf die Landwirtschaft und den Wald zu?

Etwa 43% der Landesfläche ist landwirtschaftlich genutzt. Die Landwirtschaft liefert durch eine nachhaltige, umweltverträgliche Flächennutzung Lebensmittel und wertvolle Rohstoffe. Mögliche Folgen des Klimawandels sind neben einer Veränderung der Standorte und einer verlängerten, wachstumsfördernden Vegetationszeit ein erhöhter Schädlingsbefall z.B. im Obst- und Weinbau. Und für ein Weinland wie Rheinland-Pfalz ist von besonderem Interesse, wie sich die Anbaueignung unterschiedlicher Rebsorten klimabedingt verändern könnte. Ausgehend vom Ist-Zustand der Landnutzung werden landesweit und in repräsentativen Landschaftsräumen Szenarien der künftigen Landnutzung bei unterschiedlichen Klimaprojektionen entwickelt. Anschließend werden zusammen mit Experten Anpassungsoptionen z.B. hinsichtlich Fruchtarten- und Sortenwahl sowie Fruchtfolge und Anbauverfahren erarbeitet.

Rheinland-Pfalz ist mit 42% Waldanteil das walddreichste Bundesland in Deutschland. Im Klimawandel stehen wir vor der besonderen Herausforderung, heute Entscheidungen treffen zu müssen, die je nach Baumart und Waldbewirtschaftungsform für Jahrzehnte oder sogar Jahrhunderte gelten. Nach unserem derzeitigen Kenntnisstand sind ein reich strukturierter Laubmischwald mit einer großen Baumartenvielfalt und eine naturnahe Forstwirtschaft auf vielen Standorten eine erfolgversprechende Strategie im Klimawandel. Doch welche Baumarten sind anpassungsfähig, welche Mischungstypen sind möglich und wie gut können die künftigen Wälder die vielfältigen gesellschaftlichen Ansprüche z.B. an den umweltfreundlichen Rohstoff Holz, an Naturschutz und Erholung erfüllen? Müssen wir ggf. gefährdete Baumarten und Waldökosysteme aufgeben oder gibt es genetische Herkünfte für diese Baumarten, die im Klimawandel anpassungsfähig sind? All dies sind Fragen, mit denen sich das Modul Wald befassen muss, um geeignete waldbauliche Handlungsoptionen im Klimawandel zu erarbeiten.

Generell müssen wir uns bei der Land- und Forstwirtschaft darauf einstellen, dass extreme Witterungsereignisse wie Stürme, Starkniederschläge und längere Trockenperioden zunehmen werden und z.B. forstliche Schadinsekten wie Borkenkäfer günstigere Lebensbedingungen vorfinden.



## Biodiversität und Klimawandel

Nicht nur im rheinland-pfälzischen Jahr der Biodiversität ist ein besonderes Augenmerk auf die Veränderung der biologischen Vielfalt im Klimawandel gerichtet. Bei möglichen Effekten denken wir zunächst an das Einwandern von Wärme liebenden Arten wie etwa den Bienenfresser und die Zurückdrängung von eher kälteangepassten Arten wie die Fichte. Auch eine Verschiebung von Artenarealen wird diskutiert. Neben diesen äußerlichen Erscheinungen beeinflussen Klimaveränderungen die Zusammensetzung von Lebensgemeinschaften und Biotopen und damit die funktionellen Eigenschaften der Ökosysteme wie Artenaustausch, Stabilität oder Reaktionsvermögen auf Umweltveränderungen. Ziel muss sein, diese wichtigen Ökosystem-Funktionen zu erhalten.

Im Modul Biodiversität werden für ausgewählte Tier- und Pflanzenarten die Ansprüche an den Lebensraum abgeleitet, z.B. hinsichtlich Wärme, Art der Landnutzung und Boden. Daraus kann die aktuelle Verbreitung der Arten besser erklärt werden. Mit sog. „ecological niche models“ ist es dann möglich, die Dynamik von Arten und Lebensgemeinschaften im Klimawandel zu prognostizieren. Aus den Ergebnissen sind Anpassungsoptionen unterschiedlicher Dringlichkeit z.B. hinsichtlich Biotopverbund ableitbar.

## Der gesellschaftliche Aspekt?

Welche Szenarien der Landnutzung sind realistisch, wie werden die im Projekt ermittelten Chancen und Risiken beurteilt und inwieweit sind die entwickelten Anpassungsoptionen für die Akteure und Bewohner der Landschaft akzeptabel? Um diese Fragen zu beantworten und die wissenschaftlichen Untersuchungen auf eine solide gesellschaftliche Basis zu stellen, werden in einer Stakeholderanalyse die regionalen Akteure/Stakeholder mittels Expertenbefragung und Workshops in die Untersuchungen einbezogen.



Abb. 5: Der Klimawandel verändert die Lebensbedingungen für Tier- und Pflanzenarten.

## Zusammenfassung und Ausblick

Das interdisziplinäre Projekt KlimLandRP ist ein wesentlicher Beitrag zur wissenschaftlich fundierten regionalen Auseinandersetzung mit dem Klimawandel. Es wird grundlegende Erkenntnisse und mögliche Anpassungsoptionen für einen zukunftsorientierten Umgang mit dem Klimawandel liefern. Und schließlich wird das Projekt auch weiteren Forschungsbedarf identifizieren. Mit Blick darauf kann es in weiteren Phasen bzw. über die Projektlaufzeit hinaus möglich sein, neue oder weitergehende Fragestellungen mit Partnern im Land zu bearbeiten.

## Autoren:

Dr. Ulrich Matthes  
Forschungsanstalt für Waldökologie  
und Forstwirtschaft Rheinland-Pfalz  
Dr. Michael Bücking  
Ministerium für Umwelt, Forsten und  
Verbraucherschutz Rheinland-Pfalz  
Internet-Portale für KlimLandRP:  
[www.klimawandel-rlp.de](http://www.klimawandel-rlp.de)  
FAWF-Homepage:  
[www.fawf.wald-rlp.de](http://www.fawf.wald-rlp.de)  
Internet-Portal Klimabericht:  
[www.mufv.rlp.de/fileadmin/publikationen/KlimaberichtRLP2007\\_01.pdf](http://www.mufv.rlp.de/fileadmin/publikationen/KlimaberichtRLP2007_01.pdf)