

Forschungsprojekt A-DUR: Revitalisierte Auwälder an der Mittleren Isar

Anna-Katharina Eisen, Korbinian Tartler, Clemens Detsch, Tobias Fuchs, Sophie Feiertag, Johannes Kollmann, Jörg Ewald, Annette Menzel, Monika Egerer, Peter Annighöfer

Auwälder gehören zu den artenreichsten und zugleich gefährdetsten Lebensräumen Mitteleuropas. Durch ihre Dynamik und Vielfalt sind sie nicht nur von großer ökologischer Bedeutung, sondern auch für den Hochwasserschutz, das regionale Klima und die Naherholung unersetzlich. Im Jahr 2020 wurden insgesamt 2.312 ha Staatswald an der Mittleren Isar aus der forstlichen Nutzung genommen und als Naturwald ausgewiesen. Doch wie entwickeln sich diese Flächen unter den neuen Bedingungen? Das 2024 gestartete Forschungsprojekt A-DUR geht genau dieser Frage nach.



1 links: Lichtmessung mit dem Solariscope; rechts: Hemisphärisches Foto mit Klassifizierung der Vegetationsdeckung anhand von Helligkeitsschwellwerten.
Fotos: Korbinian Tartler (li), Clemens Detsch (re)

zwischen Münchens Norden und Landshut ohne aktive Waldbewirtschaftung ab. Nur dort, wo es aus Sicherheitsgründen oder zur Verhinderung von Schäden nötig ist, wird noch eingegriffen (Art. 12a Abs. 2 BayWaldG). Diese Wälder leisten nicht nur einen wichtigen Beitrag zur Förderung der Biodiversität, sondern dienen auch als Referenzsystem für die Anpassung an den Klimawandel.

Um diesen langfristig angelegten Prozess zu begleiten, wurde federführend von den örtlich zuständigen Ämtern für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (ÄELF) der Bayerischen Forstverwaltung (FoV) in Zusammenarbeit mit den jeweiligen Forstbetrieben der Bayerischen Staatsforsten (BaySF) ein Naturwaldentwicklungskonzept (NEK) erarbeitet. Dieses dient als Planungsinstrument um die Zielvorgaben der Naturwälder zu erfüllen und wird gemeinsam mit den beteiligten Akteuren entwickelt. Neben einer ausführlichen Beschreibung der Naturwaldkulisse werden u. a. wertvolle

Die Isar-Auen sind, wie viele europäische Auwälder, stark durch die historische Nutzung geprägt (Tockner & Stanford, 2002; Glaeser & Volk, 2009). Wasserbauliche und energiewirtschaftliche Eingriffe (u. a. Begradigung, Ableitung, Eintiefung), Landwirtschaft, Siedlungen und Infrastruktur haben die natürliche Dynamik stark verändert (Stammell et al., 2021). Das Bewusstsein für die Notwendigkeit der Wiederherstellung naturnaher Verhältnisse, um die einzigartigen Ökosystemleistungen dieser Wälder zu bewahren, ist in den letzten Jahrzehnten gestiegen (Kollmann, 2019). Seit der Ausweisung als Naturwald laufen die Prozesse in den Auen an der Mittleren Isar

Lebensräume und Arten, Möglichkeiten des Naturerlebnisses und Gebietsmanagementmaßnahmen dargestellt. Doch wie wird sich der Wegfall der aktiven Waldbewirtschaftung auf die Waldstruktur, die Biodiversität und die Resilienz gegenüber klimatischen Veränderungen tatsächlich auswirken? Werden sich die Auwälder von selbst verjüngen oder braucht es gezielte Maßnahmen zur Steuerung?

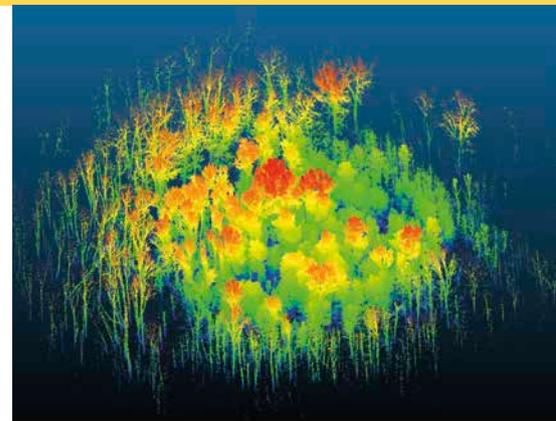
Vom Experiment zum Vorbild: Wissenschaft trifft Praxis

Genau hier setzt das Forschungsprojekt A-DUR an, das die Dynamik, Resilienz und Multifunktionalität dieser Auen untersucht. A-DUR ist Teil des groß angelegten Förderprogramms REGULUS des BMBF, also eine der zehn regionalen Innovationsgruppen für eine klimaschützende Wald- und Holzwirtschaft und ein Paradebeispiel für Teamarbeit. Unter Leitung von Prof. Dr. Peter Annighöfer (TUM) und koordiniert durch das Zentrum Wald Forst Holz Weihenstephan sind verschiedene Arbeitsgruppen der TU München und der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf (HSWT) involviert. Die LWF, die FoV und die BaySF sind ebenfalls Projektpartner. Weiterhin sind der Bund Naturschutz e.V. sowie die Unternehmen Scientes Mondium und Green Solutions beteiligt.

Das Ziel: Ein besseres Verständnis für die Wechselwirkungen zwischen Standortbedingungen, Sukzessionsprozessen und gesellschaftlichen Anforderungen der Auwälder an der Mittleren Isar zu gewinnen. Die Ergebnisse sollen dazu beitragen, effektive Strategien für die nachhaltige Entwicklung dieser wertvollen Ökosysteme zu erarbeiten. Hierfür führt das Forschungsteam über fünf Jahre hinweg ein umfassendes Monitoring durch, das den aktuellen Zustand dieser sensiblen Ökosysteme dokumentiert, wobei Forscher und Praxispartner eng zusammenarbeiten, um die Ergebnisse in praxisorientierte Managementpläne zu überführen. Ein tieferes Verständnis der Auswirkungen der forstlichen Nutzung, der Erholungsaktivitäten und der Regenerationspotenziale ist entscheidend, um die positiven Effekte dieser Wälder auf den Klimaschutz und die Gesellschaft zu maximieren. Die Untersuchungen gliedern sich in fünf Teilprojekte: Gehölzverjüngung (TP 1), Walddynamik und Kohlenstoffspeicherung (TP 2), Prozessschutz



2 links: Georeferenzierung mit dem mobilen Laserscanner; mitte: Ausschnitt der Punktwolke auf Plotgröße; rechts: Prozessierte Punktwolke auf Plotgröße Fotos: Annika Reichenbach (links), Clemens Detsch (mitte u. rechts)



vs. Artenschutz (TP 3), Erholungsnutzung, Klima- und Gesundheitsleistungen (TP 4) sowie gesellschaftliche Bewertungen (TP 5).

Die große Feldstudie: A-DUR in Aktion

Das Versuchsdesign der Teilprojekte setzt auf einen inter- und transdisziplinären Ansatz, um die komplexen Wechselwirkungen zwischen hydrologischen Bedingungen, Baumartenzusammensetzung, Biodiversität, klimatischen Einflüssen und gesellschaftlicher Nutzung in Auwäldern zu erfassen. Die waldökologischen Felderhebungen erfolgen auf 120 gemäß einer stratifizierten Zufallsauswahl eingerichteten Probestellen, die die Variabilität der Naturwälder repräsentieren.

Im Mittelpunkt von TP 1 steht die Gehölzverjüngung, insbesondere die Auswirkungen veränderter Überflutungsregime auf die Baumarten. Ein hydrologisches Modell ermöglicht es, Veränderungen im Grundwasserspiegel zu verstehen und bietet eine Datengrundlage für die Standortbewertung und deren Einfluss auf die Baumarten. Ergänzend werden Gewächshausversuche mit Jungbäumen von vier derzeit im Auwald vorkommenden Baumarten, Schwarzpappel (*Populus nigra*), Flatterulme (*Ulmus laevis*), Stieleiche (*Quercus robur*) und Winterlinde (*Tilia cordata*) durchgeführt. Untersucht wird das Wachstumsverhalten unter verschiedenen Licht-, Boden- und Wasserbedingungen. Zusätzlich werden biotische Interaktionen simuliert, indem Konkurrenzversuche mit dem Drüsigen Springkraut (*Impatiens glandulifera*) stattfinden.

Im Bestand wird (im Verbund mit TP 2) die Verjüngungssituation und die Wald-dynamik durch eine stichprobenartige Inventarisierung der Gehölze untersucht. An jedem Probepunkt werden fünf Unterpunkte analysiert und die Baumindividuen in Höhenklassen kategorisiert, um eine künstliche Zeitreihe zu generieren. Diese Daten werden mit Aufnahmen eines Solariscopes (Abbildung 1) kombiniert, das hemisphärische Fotos aufnimmt und diese zur Analyse der punktuellen Lichtverfügbarkeit verwendet. Daneben wird der biotische Einfluss durch Altbestand und Konkurrenz erhoben. Diese Parameter liefern wertvolle Einblicke auf die potenzielle zukünftige Waldentwicklung der Auwälder. Die ersten Ergebnisse des Monitorings bestätigen die Auswirkungen des Verlusts der natürlichen Auendynamik durch seltenere Überflutungsereignisse auf die zu erwartende Baumartenzusammensetzung. Während typische Arten der Weichholzaue wie Pappel und Weide unter fehlendem Rohboden leiden und die Esche mit der Pathogenlast durch das Eschentriebsterben zu kämpfen hat, scheinen eher auenuntypische Arten wie der Bergahorn von den veränderten Bedingungen zu profitieren.

3 Malaisefalle mit Horchbox und Klimasensor Foto: Tobias Fuchs



Im Fokus von TP 2 steht neben der Wald-dynamik auch die Kohlenstoffspeicherung: Mit Fernerkundungs- und Waldinventurmethode wird das Potential unterschiedlicher Baumarten zur Bindung von Kohlenstoff in oberirdischer Biomasse in den Wäldern der Isarau erforscht. Hierbei kommt die dreidimensionale Erfassung der Waldstruktur mittels mobilem Laserscanning zum Einsatz (Abbildung 2). Diese Methode liefert präzise Daten zur räumlichen Verteilung von Baumkomponenten, aus denen sich Kenngrößen zur Baumhöhe, zum Kronenvolumen und zur Biomasse ableiten lassen. Ergänzend liefern Jahrringanalysen von Bohrkernen wertvolle Hinweise, um das Baumwachstum retrospektiv zu untersuchen.

TP 3 befasst sich mit Zielkonflikten zwischen Prozess- und Artenschutz sowie Erholungsnutzung in den Isarauen. Dazu wird die räumliche Verteilung der Biodiversität innerhalb der Aue anhand von Moosen, Gefäßpflanzen, Fluginsekten, Tagfaltern und Vögeln analysiert. Das stratifizierte Stichprobennetz ermöglicht dabei die Erfassung von Standort- und Nutzungsgradienten. Über zwei Jahre hinweg werden Vegetationsaufnahmen durchgeführt, wobei die Pflanzendeckung nach der Londo-Skala erfasst wird. Zusätzlich wird der Oberboden auf Nährstoffe analysiert. Stammbewohnende Moose (Epiphyten) werden in Anlehnung an die DIN-Richtlinien zur Luftgütekartierung getrennt nach Baumarten aufgenommen. Zur Untersuchung der Fauna werden unterschiedliche Methoden eingesetzt: Vogelstimmen werden mittels automatisierter Audiorekorder aufgezeichnet. Insekten werden durch Malaise-Fallen erfasst (Abbildung 3) und mittels Metabarcoding analysiert. Ergänzend wird die Tagfalterfauna durch wiederholte Begehungen dokumentiert. Eine Citizen-Science-Kooperation mit dem Bund Naturschutz erweitert die Datenerhebung über die 120 Stichprobenplots hinaus.

TP 4 analysiert die klimatischen Effekte der Isarauen und deren Bedeutung für Erholung und Gesundheit der Waldbesucher. Die großflächige Kühlleistung der Isaraue wird durch die Analyse der Landoberflächentemperatur mittels Landsat-9-Satellitendaten ermittelt. Kleinräumige Temperaturmessungen erfolgen mit Drohnen und Thermalinfrarotkameras (Abbildung 4). Ein Messnetz aus Wetterstationen und Klimaloggern sowie Messungen von allergenen Pollen ergänzen die Daten. Um die Erholungswirkung in Abhängigkeit verschiedener Waldstrukturen zu untersuchen, werden Probanden während Spaziergängen mit GPS-Trackern, meteorologischen Sensoren, EEG-Geräten und Pulsuhren ausgestattet. Sogar Speichelproben für Cortisol-Analysen kommen zum Einsatz, um den Stresshormonspiegel zu bestimmen. So können die physiologischen Reaktionen der Besucher erfasst und die Auswirkungen auf das Wohlbefinden bewertet werden. Die Ergebnisse liefern wichtige Erkenntnisse für die Bewertung und Planung klimaangepasster Waldstrukturen, die sowohl ökologische Funktionen als auch menschliche Erholungsbedürfnisse berücksichtigen. Dies trägt dazu bei, nachhaltige Strategien für die multifunktionale Nutzung und den Schutz der Isarauen zu entwickeln.

TP 5 startet im Jahr 2026 und erforscht die gesellschaftliche Wahrnehmung und Nutzung der Auwälder. Mit Geoinforma-

tik und Citizen-Science-Ansätzen werden Erholungs- und Freizeitnutzungen entlang der Isaraue in Bezug auf die Wahrnehmung der Auwaldstruktur und -eigenschaften erfasst. GPS-Tracking, Besucherbefragungen und Kamera- und Zählsysteme ermöglichen die Modellierung menschlicher Einflüsse auf Ökosystemleistungen über Raum und Zeit.

Ausblick: Chance für die Isar-Auwälder – Forschung und Lehre, die vor Ort wirken!

Das Forschungsprojekt A-DUR zeigt schon jetzt, dass eine wissenschaftlich fundierte Begleitung der Auwaldentwicklung unerlässlich ist, um langfristige Strategien für deren Schutz, Entwicklung und Nutzung zu erarbeiten. Durch die enge Verzahnung von Feldforschung, modernen Fernerkundungsmethoden und experimentellen Ansätzen gelingt es, die Dynamik und Resilienz dieser besonderen Ökosysteme ganzheitlich zu erfassen. Besonders hervorzuheben ist der transdisziplinäre Ansatz, der ökologische wie gesellschaftliche Aspekte miteinander verbindet. Die Kombination aus praxisnaher Forschung und innovativen Methoden liefert wertvolle Impulse für ein nachhaltiges Auwaldmanagement. Die gewonnenen Erkenntnisse fließen nicht nur in das bestehende NEK ein, sondern auch in bundesweite Schutzkonzepte und bereichern die Lehre und Öffentlichkeitsarbeit, die das Bewusstsein für die

Bedeutung von Auwäldern fördern. Damit bietet das Projekt eine zukunftsweisende Grundlage für den Schutz und die nachhaltige Entwicklung dieser wertvollen Lebensräume an der Mittleren Isar und darüber hinaus.

Zusammenfassung

Auwälder gehören zu den gefährdetsten Lebensräumen Mitteleuropas. 2020 wurden entlang der Mittleren Isar, Bayerns größtem Auwaldgebiet, 2.312 ha Staatswald aus der Nutzung genommen. Das 2024 gestartete Forschungsprojekt REGULUS: A-DUR untersucht die Dynamik, Resilienz und Multifunktionalität dieser Flächen. Wissenschaftler analysieren Standortveränderungen, Nutzungsverzicht und Freizeitnutzungen, um nachhaltige Managementstrategien zu entwickeln. Die Forschung gliedert sich in fünf Teilprojekte, die Gehölzverjüngung, Walddynamik, Artenschutz, Klimaleistungen und gesellschaftliche Wahrnehmung untersuchen. Modernste Methoden wie Laserscanning, hydrologische Modellierungen und Citizen Science kommen zum Einsatz. Die Ergebnisse sollen langfristige Strategien für den Schutz und die nachhaltige Nutzung der Isar-Auen liefern.

Projekt

Das Projekt REGULUS: A-DUR wird vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) über die Initiative Forschung für Nachhaltigkeit (FONA) im Rahmen der Fördermaßnahme REGULUS – Regionale Innovationsgruppen für eine klimaschützende Wald- und Holzwirtschaft als eine von zehn Innovationsgruppen gefördert (Laufzeit: 01.02.2024–31.01.2027).

Autoren

Dr. Anna-Katharina Eisen ist wissenschaftliche Mitarbeiterin am Zentrum Wald Forst Holz Weihenstephan und koordiniert das Projekt A-DUR.

Korbinian Tartler ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Renaturierungsökologie der TUM.

Clemens Detsch ist wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Professur Wald- und Agroforstsysteme der TUM.

Tobias Fuchs ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Ökologie und Landschaft der HSWT.

Sophie Feiertag ist wissenschaftliche Mitarbeiterin an der Professur für Ökoklimatologie der TUM.

Prof. Dr. Johannes Kollmann ist Inhaber des Lehrstuhls für Renaturierungsökologie der TUM.

Prof. Dr. Jörg Ewald ist Inhaber der Forschungsprofessur Diversität und Funktionen von Gebirgsökosystemen an der HSWT.

Prof. Dr. Annette Menzel ist Inhaberin der Professur für Ökoklimatologie der TUM.

Prof. Dr. Monika Egerer ist Inhaberin der Professur Urbane Produktive Ökosysteme der TUM.

Prof. Dr. Peter Annighöfer ist Inhaber der Professur Wald- und Agroforstsysteme der TUM und Leiter des Projekts A-DUR.

Kontakt: peter.annighoefner@tum.de

Anna-Katharina.Eisen@lwf.bayern.de

Link

<https://forstzentrum.de/index.php/de/was-bieten-wir/auwaldforschung-a-dur>

4 Oben: UAV-Aufnahme der Isarauen bei Moosburg im Juli 2024

Unten: UAV-Aufnahme der Isaraue bei Moosburg mit Thermalkamera

Foto: Sophie Feiertag

