

# INNOVATIVE TECHNOLOGIEN FÜR KLIMARESILIENZ IN DER LAND- UND DER FORSTWIRTSCHAFT

LAUFZEIT VON 2024 BIS 2028

Kontakt Projektträger:

Dr. Stefan Rauschen  
Projektträger Jülich  
Telefon: +49 (0)2461 61-4460  
[s.rauschen@fz-juelich.de](mailto:s.rauschen@fz-juelich.de)

Dr. Björn Dreesen-Daun  
Projektträger Jülich  
Telefon: +49 (0)2461 61-8704  
[b.dreesen@fz-juelich.de](mailto:b.dreesen@fz-juelich.de)



# FORSCHUNGSPROGRAMM KLIMARESILIENZ

Das Forschungsprogramm Klimaresilienz wurde in der Aufsichtsratssitzung am 27. Oktober 2022 beschlossen. Die Projekte haben zum Großteil eine Laufzeit von 3 Jahren.

## **Programmbudget: 5 Mio. €**

Der Klimawandel führt zu massiven Umweltveränderungen und ist eine der größten ökologischen, wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Herausforderungen unserer Zeit. Die Land- und die Forstwirtschaft als sensible Bereiche sind von diesen Veränderungen besonders stark betroffen. Durch die Häufung von Wetterphänomenen wie Dürren, Hitzewellen und Stürmen nehmen Ernteauffälle, Waldbrände und Schädlingsbefall zu. Dies führt zu Ertragsreduktionen, die die Gesellschaft auf vielen Ebenen treffen. Es gilt daher, die Widerstandsfähigkeit gegen diese Veränderungen zu stärken und so die Zukunftsfähigkeit der Land- und der Forstwirtschaft zu erhalten. Erforderlich sind veränderte Bewirtschaftungstechniken und innovative Technologien wie z.B. Bewässerungssysteme, die an Wassermangel angepasst sind, oder die Entwicklung von Drohnen zur Überwachung der Bodenfeuchte. Vor allem die Digitalisierung kann einen wertvollen Beitrag leisten, bei Entscheidungen zu unterstützen und Prozesse zu optimieren. Forschungsbedarf gibt es unter anderem bei der Weiterentwicklung von Sensorik und Datenverarbeitungssystemen. Dies dient beispielsweise der Automatisierung und Vernetzung von Warn- und Überwachungssystemen sowie dem optimierten Einsatz von Düngemitteln oder knappen Ressourcen wie Grundwasser. Der Forschungsbedarf für die klimaresiliente Land- und Forstwirtschaft wird unter anderem in der 2020 veröffentlichten FONA-Strategie des Bundesministeriums für Bildung und Forschung deutlich.

In einem Programm Innovative Technologien für Klimaresilienz in der Land- und der Forstwirtschaft werden sowohl die Technik- und Ingenieurwissenschaften als auch die Agrar- und die Forstwissenschaft sowie die Informatik angesprochen.

## Aqua ad Agri-PV KI-gestütztes, modellprädiktives Wassermanagementsystem mit Web-Oberfläche für Agri-PV-Anlagen

### Projektleiter:

Jens Eickelmann

### Forschungseinrichtungen:

International Solar Energy Research Center Konstanz e.V. in Zusammenarbeit mit der Hochschule Konstanz

### Zusammenfassung:

Klimamodellierungen und aktuelle Entwicklungen zeigen, dass Dürreperioden, gepaart mit regionalen Starkregenereignissen, in den nächsten Jahren auch im mitteleuropäischen Raum weiter zunehmen werden. Die Entwicklung eines resilienten, nachhaltigen Wassermanagements für die Landwirtschaft ist somit essenziell. Ziel dieses Projekts ist daher, die Wasserproduktivität landwirtschaftlicher Flächen durch die Erforschung & Entwicklung eines durch künstliche Intelligenz (KI) gestützten Wassermanagementsystems für Agri-PV-Anlagen im optimalen Fall bis zur Flächenautarkie zu steigern. Flächenautarkie bedeutet in diesem Zusammenhang, dass eine landwirtschaftliche Fläche nur so viel Wasser verbraucht, wie auf ihr durch Niederschlag anfällt.

Bei einer Agri-PV-Anlage werden landwirtschaftliche Flächen gleichzeitig zur Produktion von Agrarprodukten (Agri) & Energie durch Photovoltaik (PV) genutzt. Dies geschieht zum Beispiel indem spezielle, lichtdurchlässige Solarmodule über den Pflanzen aufgeständert werden. Ein Teil einer solchen Agri-PV-Anlage für Sonderkulturen auf dem Helchenhof in Überlingen wird in diesem Projekt um Regenrinnen, Anbindung an das vorhandene Wasserreservoir & Tröpfchenbewässerungsanlage erweitert. Die darunter befindlichen Pflanzen sind dadurch vor Starkregen geschützt und können direkt an den Wurzeln bewässert werden, was die Pflanze bestmöglich mit Wasser versorgt und bereits den Einsatz von Pestiziden verringern kann. Weiterhin werden mit Hilfe von Sensoren Messdaten zu Niederschlag, Sonneneinstrahlung, Temperatur, Bodenfeuchtigkeit, Windgeschwindigkeit & Reservoir- Füllstand erhoben.

Die eigentliche Innovation der Anlage ist jedoch das vorausschauende Wassermanagementsystem, gestützt durch eine selbstlernende künstliche Intelligenz (KI). Dazu wird ein digitales Abbild (digitaler Zwilling) der gesamten Agri-PV-Anlage inkl. Regenwasser-Reservoir erstellt. Die erhobenen Daten und die Bedienung können so standortunabhängig in Echtzeit über verschiedene Endgeräte erreicht werden. Gleichzeitig werden die Daten über einen im Projekt zu entwickelnden, selbstlernenden Algorithmus ausgewertet und um zusätzliche Daten, wie z.B. Wettervorhersagen ergänzt. Dieser Algorithmus erstellt daraus einen Bewässerungsplan, der z.B. die zu erwartende Verdunstungsrate, Reservoir-Füllstand, Häufigkeit & Menge der Bewässerung, etc. voraussagen kann. Diese Daten & der daraus resultierende Bewässerungsplan werden ebenfalls in der Web-Oberfläche dargestellt.

Landwirt:innen sind somit in der Lage, die Bewässerung an z.B. bevorstehende Dürreperioden optimal und individuell händisch anzupassen. Alternativ kann die Bewässerung auch automatisiert durchgeführt werden. In beiden Fällen ist das Ziel eine Flächenautarkie. Dadurch trägt die Anlage zur Entwicklung einer klimaresilienten Landwirtschaft bei, fördert die Ernährungssicherheit und unterstützt die Vernetzung der relevanten Akteursgruppen in Land-, Energie- & Wasserwirtschaft. Weiterhin könnten die erhobenen Daten anderen Institutionen, wie z.B. Wetterdiensten, zur Verfügung gestellt werden.

## ENABLE Klimaresiliente Landwirtschaft durch Daten, Sensorik, Robotik, 5G und Edge-Cloud im Ackerbau

### Projektleiter:

Prof. Dr. Dieter Hertweck

### Forschungseinrichtungen:

Hochschule Reutlingen in Zusammenarbeit mit der Universität Hohenheim und open science for open societies

### Zusammenfassung:

In ENABLE werden innovative Bewirtschaftungsmethoden von Ackerflächen erprobt, um die Klimaresilienz von Pflanzen und Böden zu erhöhen und somit die Produktivität der Landwirtschaft auch unter veränderten klimatischen Bedingungen langfristig sicherzustellen. Konkret werden anhand zwei unterschiedlicher Experimente Technologien getestet, um das Potential von Sensorik, Robotik – insbesondere im Bereich der Hacktechnik, 5G-Campusnetz und Edge-Cloud aufzuzeigen. Das erste Experiment beschäftigt sich mit der Dammkulturtechnik, welche den klimaresilienten Anbau von Mais, Sonnenblumen, Soja und Zuckerrüben ermöglicht. Im Zweiten wird der Wissensaustausch zwischen relevanten Stakeholdern (Forschung und Unternehmen) gefördert. Weil klimatische Veränderungen und Biodiversität in einem Zusammenhang stehen, werden hier Systeme für Unkraut- und Pflanzenerkennung und maschinelle Steuerungen analysiert und verglichen, um so einerseits Methoden zu identifizieren, die dabei helfen den Einsatz an Pflanzenschutzmitteln zu reduzieren und andererseits selektiv wertvolle Ackerbeikräuter zu erhalten. In beiden Experimenten werden Daten mittels Feld- und Maschinensensoren erfasst. Die Verarbeitung der Informationen geschieht in Echtzeit sowohl auf den Maschinen als auch in einem nachgelagerten Schritt in der Edge-Cloud. Die Feldversuche werden auf dem Ihinger Hof der Universität Hohenheim durchgeführt. Die vorhandene Infrastruktur bietet optimale Voraussetzungen für das Projekt.

Die Arbeiten in ENABLE sind so konzipiert, dass die zu erforschenden Systeme und Technologien aus den Blickwinkeln von (1) KI und Algorithmen, (2) Sensorik, Datenströme und Plattformintegration, (3) Weiterentwicklung von Agrar Decision Support Systemen und (4) Durchführung von Experimenten betrachtet werden. ENABLE arbeitet an ökologischen, ökonomischen und technologischen Zielen und trägt zu mindestens 6 der 17 UN-Nachhaltigkeitszielen bei. Die zentrale Forschungsfrage lautet: Wie kann durch den Einsatz von Sensorik, Robotik, Edge-Cloud-Technologie und Prognosemodellen die Klimaresilienz der Landwirtschaft erhöht werden? Das Konsortium besteht aus der Hochschule Reutlingen, der Universität Hohenheim und os4os. Das Team vereint Expertisen der Digitalisierung und landwirtschaftlicher Feldforschung. Durch den Einsatz neuester Technologien in Kombination mit Feldversuchen sind Innovationen in Software, Cloudsystemen und neuen Anbautechniken zu erwarten.

## WaldVital Unterstützung der klimaresilienten Waldbewirtschaftung mittels sensorgestützter Vitalitätserfassung

### Projektleiterin:

Dr. Petra Adler

### Forschungseinrichtungen:

Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg in Zusammenarbeit mit Steinbeis Innovation gGmbH und der Universität Freiburg

### Zusammenfassung:

Mit der Waldzustandserhebung werden seit über 30 Jahren die durch den Klimawandel hervorgerufenen Veränderung in Wäldern dokumentiert. Hauptsächlich wird hierbei der Vitalitätszustand der Baumkronen untersucht. Hauptmerkmale dieser Aufnahmen sind der Blatt- bzw. Nadelverlust und der Vergilbungsgrad, welche in 5% Stufen eingeschätzt werden. Derzeit wird diese Zustandserfassung an Stichprobenpunkten durch visuelle Ansprache der Ertragsfähigkeit des Waldes durchgeführt, das heißt, durch systematisches Betrachten und Vergleichen der Bäume im Probekreis mit einem Referenzbaum. Die Erfassung erfolgt zum einen an festgelegten Stichprobenpunkten (Level I-Flächen) und zum anderen auf 0,25 Hektar großen Intensivmessflächen (Level II-Flächen), die die Naturräume und Hauptbaumarten Baden-Württembergs repräsentieren.

Im Rahmen von WaldVital wird der Einsatz diverser mobiler Sensoren für die Waldzustandserfassung untersucht werden. Zum Einsatz kommen neben drohnengetragenen Multispektralkameras, ein Laserscanner, der mit zwei Wellenlängen misst, und ein handgehaltener Laserscanner. Multispektralkameras sind digitale Kameras, die neben dem klassischen roten, grünen und blauen Licht weitere Teile der elektromagnetischen Strahlung, wie zum Beispiel Infrarot, erfassen können. Laserscanner sind im Gegensatz zu Kameras sog. aktive Sensoren. Der Laserscanner sendet nacheinander viele Lasersignale im Infrarot aus und lenkt diesen Strahl so ab, dass aus der Winkelablenkung und der Entfernung zum erfassten Objekt eine sog. 3D-Punktwolke berechnet werden kann. Laserscanner können sowohl stationär als auch mobil, also handgetragen oder drohnengetragen, sein.

Aus der Fusion dieser Daten sollen für oben genannte Stichprobenflächen der Level II-Flächen und für Wiederbewaldungsflächen die für die Waldzustands- und Vitalitätserfassung relevanten Parameter, wie z.B. Nadelverlust und Verfärbung ausgewertet werden. Dies wird automatisiert mittels verschiedener KI-Verfahren durchgeführt. KI-Verfahren ermöglichen es Computern, in Annäherung an menschliche Gehirnmuster, aus Daten zu lernen und damit relativ komplexe Aufgaben auszuführen. Basierend auf den mit moderner Sensorik erfassten und ausgewerteten Daten in Verknüpfung mit vorliegenden Bestandsdaten, soll ein Konzept für ein 3D-Waldinformationssystem aufgebaut werden. Durch die Aufnahme der Waldflächen mittels boden- und drohnengestützter Sensorik und der automatisierten Auswertung der damit gesammelten Daten, kann der Prozess der Waldzustandserhebung deutlich effizienter werden. Zudem lässt sich durch die Beobachtung von Wiederbewaldungsflächen die Widerstandsfähigkeit von neu gepflanzten Baumarten untersuchen. Diese Information ist ein entscheidender Faktor für die Entwicklung gesunder, klimaresilienter Wälder.

**Lichtapfel** KI-basiertes optisches Monitoring im Apfelanbau zur nachhaltigen Ertragssteigerung im Zeichen des Klimawandels

*Projektleiterin:*

Dr. Konni Biegert

*Forschungseinrichtungen:*

Stiftung Kompetenzzentrum Obstbau Bodensee in Zusammenarbeit mit Stiftung für Lasertechnologien in der Medizin und Meßtechnik an der Universität Ulm

*Zusammenfassung:*

Die Klimaerwärmung mit ihren veränderten Trocken- und Feuchtperioden wirkt sich negativ auf die Erträge und die Fruchtqualität von Apfelbäumen in Baden-Württemberg aus. Die Obstbauern benötigen neue Techniken mit entsprechenden Handlungsempfehlungen, um ihre Bewirtschaftungspraktiken daran anzupassen. Dies gilt beispielsweise für die optimale Nutzung der Bewässerung, die Entscheidung des Erntetermins oder der Ausdünnmaßnahmen. Ziel des vorliegenden angewandten Forschungsprojekts ist die Optimierung und der Einsatz neuer optischer Sensoren für Feldmessungen, um den Wasserstress der Bäume, den Reifegrad der Früchte und den Fruchtfall zu bestimmen. Das Testsystem basiert darauf, dass Lichtstrahlen kontrolliert auf Äpfel bzw. Blätter abgegeben werden. Dabei findet, je nach Zustand des Apfels bzw. des Blattes, eine Veränderung der abgegebenen Strahlen, Pulse und Muster statt, die gemessen werden kann.

Die Datenanalyse im vorliegenden Projekt wird neben der klassischen Datenanalyse auch über Künstliche Intelligenz (KI) durchgeführt. Die KI soll auf der Grundlage neuronaler Netze angewendet werden und benötigt viele und vielfältige Daten. Durch vorangegangene Vorarbeiten liegt bereits ein Datensatz aus früheren Anbaubedingungen vor, der als weiterer Baustein in die Datenanalyse mit einfließen wird. Während der Projektlaufzeit werden gezielt Versuchsarbeiten an Topfbäumen sowie im Freiland zu den oben genannten Themenbereichen durchgeführt. Die ‚Antwort‘ der Obstbäume auf Stress wird in einer engmaschigen Messkampagne mit den verschiedenen optischen Messtechniken untersucht. Mithilfe der im Projekt entwickelten Sensortechnik und Referenzmessungen sowie -daten werden KI-basierte Software als Entscheidungshilfen für die Obstbauern zum Management der Apfelproduktion entwickelt.

## **Dry Trees** Buche und Eiche im Trockenstress: Kombiniertes Monitoring der Baumgesundheit und Maßnahmenergreifung gegen Risiken des Klimawandels

### *Projektleiter:*

Prof Dr. Volker Hochschild

### *Forschungseinrichtungen:*

Universität Tübingen in Zusammenarbeit mit der Hochschule für Forstwirtschaft Rottenburg

### *Zusammenfassung:*

„Dry Trees“ untersucht die Zukunftsfähigkeit von Eichen und Buchen unter den vorhergesagten Klimaveränderungen und deren regionale Anbaufähigkeit im Wald Deutschlands in den kommenden Jahrzehnten. Eichen und Buchen sind bedeutende heimische Laubbäume, deren Wachstum durch den Klimawandel vor großen Herausforderungen steht. Es werden höhere Temperaturen und längere Trockenphasen erwartet, die je nach Bodenart zu Problemen führen können. Sand-, Schluff- und Tonböden haben unterschiedliche Eigenschaften wie Wasserdurchlässigkeit, Durchlüftung, Durchwurzelbarkeit, pflanzenverfügbares Wasser, Porenvolumen und Wasserhaltevermögen. Um den Wasserhaushalt und das Wachstum der Bäume zu bewerten, werden unter anderem Messungen des Stammumfangs und des Saftflusses durchgeführt. Durch die Analyse dieser Parameter können Schlüsse auf den Gesundheitszustand und die Anpassungsfähigkeit der Bäume gezogen werden.

Die meisten bisherigen Forschungsarbeiten untersuchen nur einzelne Aspekte der Gesundheit von Bäumen. „Dry Trees“ hingegen verfolgt einen umfassenden Ansatz. Wir betrachten gleichzeitig Messungen der Vegetation, des Bodens und des Klimas und untersuchen ihre Wechselwirkungen auf ausgewählten Testflächen in Baden-Württemberg. Durch diese Methode werden datenbasierte Erkenntnisse über das Wachstum von beiden Baumarten in Bezug auf die Umgebungsbedingungen gesammelt und verbunden. Die Kombination von Messungen an Bäumen (Stammwachstum und Wasserfluss in den Leitgefäßen), der Wetterstation (Luft- und Bodenfeuchte) und der Fernerkundung (mit hyperspektralen Luftaufnahmen und Satellitendaten) an ausgewählten Standorten ermöglicht die Bewertung der Trockenheitsanfälligkeit von Buchen und Eichen in Bezug auf das Klima, den Boden und des Wetters. Der Einsatz der Fernerkundungsmethoden ermöglicht die Übertragbarkeit auf weitere Regionen in Südwestdeutschland.

Aus den gewonnenen Informationen kann abgeleitet werden, wie sich extreme Trockenheit auf ältere Baumgruppen auswirkt und wie gut sich diese an verschiedenen Standorten erholen. Diese Erkenntnisse helfen dabei, das Risiko des regionalen Forstanbaus unter den prognostizierten klimatischen Veränderungen abzuschätzen und regionale Anbau- und Pflegeempfehlungen für den Wald zu geben. Damit soll ein kosteneffizienterer und klimaresilienter Waldanbau ermöglicht werden.

## **ULTRA-SAVE** Ultraschallbasierte KI: Nachhaltige Landwirtschaft und vorhersagbare Mängel in konventioneller und hydroponischer Pflanzenkultivierung

### *Projektleiter:*

Patrick Selle

### *Forschungseinrichtungen:*

Hahn-Schickard-Gesellschaft für angewandte Forschung e.V. in Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer IGB

### *Zusammenfassung:*

Die geheimen Schreie der Natur: Ein innovatives Ohr für die Sprache der Pflanzen

ULTRA-SAVE ist eine Brücke zwischen fortschrittlicher Technologie und der, mit dem menschlichen Ohr, nicht zu hörenden Sprache der Natur. Es ist ein kaum bekanntes Wunder, dass Pflanzen, wenn sie Stress erfahren – sei es durch Wassermangel oder eine Verletzung – im Ultraschallbereich charakteristische Signale aussenden, ähnlich einem stummen Schrei um Hilfe. Unsere Mission ist es, diese verborgene Kommunikation hörbar zu machen und anhand der Signale darauf durch Handeln zu reagieren. Dazu entwickeln wir ein System intelligenter Sensoren, das diese subtilen „Gesänge“ der Pflanzen erfassen kann. Mithilfe von künstlicher Intelligenz werden diese Signale dann verarbeitet und analysiert, um festzustellen, ob eine Pflanze durstig ist, ein Nährstoffmangel herrscht oder unter Schädlingsbefall leidet. Damit eröffnet diese Art von Überwachung ganz neue Möglichkeiten, insbesondere wie wir möglicherweise zukünftig Landwirtschaft betreiben aber auch Wälder verwalten können.

Die Anpassung der Wasser- und Mineralstoffversorgung sowie die frühzeitige Bekämpfung von Krankheiten könnte durch die Erkennung der Pflanzengesundheit präzise und individuell auf die Bedürfnisse jeder einzelnen Pflanze zugeschnitten werden. Dies ermöglicht dadurch ein besseres Verständnis der Signale der Natur, die entsprechende Einordnung dieser Signale und davon abgeleitet, entsprechende aktive Handlungen.

Die Verbindung von Ultraschallsensoren und TinyML – einer Technologie, die KI für den Einsatz auf kleinen, energieeffizienten Geräten optimiert – ermöglicht es, die beschriebene, innovative Idee Wirklichkeit werden zu lassen. Unser Ziel ist es, ein Netzwerk zu schaffen, das nicht nur Daten sammelt, sondern diese auch interpretiert und in Handlungsempfehlungen umsetzt.

ULTRA-SAVE eröffnet dabei ein enormes Anwendungspotential- von effizienter Ressourcennutzung und Ernteoptimierung durch landwirtschaftliche Betriebe, bis hin zu ökologischen Überwachungsstationen, die darauf ausgerichtet sind, Veränderungen im Ökosystem frühzeitig zu erkennen. Wir geben den Pflanzen eine für uns hörbare Stimme nicht nur zum Wohle der Pflanzen selbst, sondern auch für das Verständnis wie wir zukünftig Pflanzen aktiv in unseren Nachhaltigkeitsstrategien einbinden können.



## **VIOLA** Virtueller Informations- und Lehrpfad für die optimale Bewässerung in der Landwirtschaft

### *Projektleiterin:*

Prof. Dr. Carola Pekrun

### *Forschungseinrichtung:*

Hochschule für Wirtschaft und Umwelt Nürtingen - Geislingen

### *Zusammenfassung:*

In Deutschland werden aufgrund des Klimawandels zukünftig immer mehr Flächen bewässert werden müssen, die vormals ohne Zusatzwasser ausgekommen sind. Dies gilt auch für Baden-Württemberg. Da gleichzeitig infolge des Klimawandels auch die zur Verfügung stehenden Wasserressourcen zurückgehen, muss das Wasser zur Erhaltung und Stärkung der Klimaresilienz in der Landwirtschaft so effizient wie möglich genutzt werden.

Ziel des geplanten Projekts ist die Entwicklung eines virtuellen Informations- und Lehrpfads für die optimale Bewässerung in der Landwirtschaft (VIOLA). VIOLA ist als interaktive webbasierte Applikation (App) für Endgeräte (Smartphone, Tablet, PC) geplant. Dabei können die Anwender:innen an mehreren Stationen entlang des virtuellen Pfads Informationen zu dem grundsätzlichen pflanzenspezifischen Bewässerungsbedarf ihrer landwirtschaftlichen Flächen, zu der für die Bewässerung nötigen Wassermenge, über Planungsmethoden zur optimalen Bewässerung und über mögliche Verfahren der Wasserapplikation bekommen. Damit können sie die Bewässerung selbst fachgerecht und standortangepasst planen und hierauf aufbauend realisieren.

Als Ziel- und Modellregion wurde Baden-Württemberg festgelegt. Der Modellansatz selbst ist jedoch universell anwendbar, weshalb die Ausweitung der Zielregion durch die Übertragung von VIOLA in weitere Regionen innerhalb und außerhalb Deutschlands möglich ist.

**WaldAgil** Agiles Forstmanagement durch ein digitales Multi-User-Entscheidungssystem für eine klimaresiliente Waldwirtschaft.

*Projektleiter:*

Prof. Dr. Thomas Seifert und Prof. Dr. Thomas Purfürst

*Forschungseinrichtung:*

Universität Freiburg

*Zusammenfassung:*

Waldökosysteme spielen eine zentrale Rolle im Kontext des Klimawandels. Um klimaresiliente Wälder zu schaffen, die gleichzeitig auch allen Ansprüchen der Bevölkerung nach Erholung, Biodiversität und Holzproduktion gerecht werden, ist die Nutzung modernster Technologien im Wald essentiell. Das Projekt WaldAgil erforscht und integriert digitale Technologien aus dem Bereich der hochautomatisierten, vernetzten und präzisen Forstwirtschaft (Forstwirtschaft 4.0), um so einem klimabedingt abnehmenden Waldwachstum und gesteigerten Ausfallrisiken der Bäume durch ein effizienteres und agileres Management von Wäldern entgegenzuwirken. Dabei setzt das Projekt WaldAgil auf modernste Technologien wie Drohnen, Laserscanner, und Künstliche Intelligenz zur effizienten und weitreichenden digitalen Aufnahme des Waldes. Ziel ist eine Vollerfassung auf Einzelbaumbasis. Das heißt, jeder Baum einer Mindestdimension ist in Baumart, Lage und Dimension bekannt und digital erfasst. Diese präzise Erfassung unterstützt den Aufbau eines standardisierten digitalen Abbilds des Waldes als Kern eines Big-Data-Ansatzes, wie er in anderen Industrien bereits üblich ist. In diesen digitalen Wald-Zwilling werden die erfassten Waldstrukturdaten mit Standorts-, Erschließungs-, Produktions- und Risikodaten (Trockenheit, Waldbrand, Borkenkäfer, ...) verschnitten und dynamisch aktualisiert.

Die nahtlose Integration von räumlichen Modell- und Simulationstechniken ermöglicht eine Szenariofähigkeit der biologischen und der technischen Produktion basierend auf dem digitalen Zwilling, die die Wertschöpfungskette bis zum Werkseingang abbildet und eine agile Managementstrategie durch Planung von konkreten Szenarien stützt. Eine stetige Verbesserung von Waldwachstumsmodellen, basierend auf den Struktur- und Wachstumsdaten stellt dabei eine laufende Anpassung des Wachstums an sich ändernde Klimabedingungen sicher.

WaldAgil entwickelt somit ein System, das verschiedene Nutzer in der Entscheidungsfindung für die Waldbewirtschaftung im Klimawandel unterstützt. Damit lassen sich in der Praxis virtuell verschiedenen Bewirtschaftungsoptionen anwenden, um die besten Optionen herauszuarbeiten. Dabei kommen in WaldAgil Methoden der Künstlichen Intelligenz zur Bilderkennung einzelner Bäume und Stämme sowie zur Analyse der Big Data im Digitalen Zwilling zum Einsatz. Moderne Präsentationstechnologien, wie digitale Datenbrillen oder Head-Up-Displays, machen die Informationen aus dem neu entwickelten Waldinformationssystem, dem Förster und den Maschinenführern vor Ort ohne Zeitverzögerung jederzeit effizient zugänglich.

Durch die im WaldAgil vorgesehene weitreichende Integration digitaler Technologien wird ein agiles klimaresilientes Management auf Einzelbaumbasis möglich, das zeitnah auf Änderungen reagieren kann. Dies beschreitet dadurch wichtige Schritte zu einer Forstwirtschaft 4.0, die effizienter und vor allem agiler relevante Ökosystemdienstleistungen zur Verfügung stellt, um sich an die klimabedingten Veränderungen anzupassen.