

# Precision Forestry: Wie Daten helfen, wirtschaftliche und soziale Funktionen der Wälder zu bewerten

## Die Umweltfernerkundung forscht zur Integration von Erdbeobachtungsdaten in forstliche Inventur- und Planungssysteme

Wälder stellen durch ihre Nutz-, Schutz- und Erholungsfunktionen weltweit wichtige Ökosystemleistungen (ecosystem services) bereit. Der Kern dieses im Rahmen des „Millennium Ecosystem Assessment“ der Vereinten Nationen etablierten Konzepts besteht darin, dass es nicht nur Werte von unmittelbarem Nutzen für die menschliche Gesellschaft (z.B. die Versorgung mit Holz als Rohstoff) umfasst, sondern die Gesamtheit von bereitstellenden, regulierenden, unterstützenden und kulturell bedeutsamen Leistungen des Waldes.

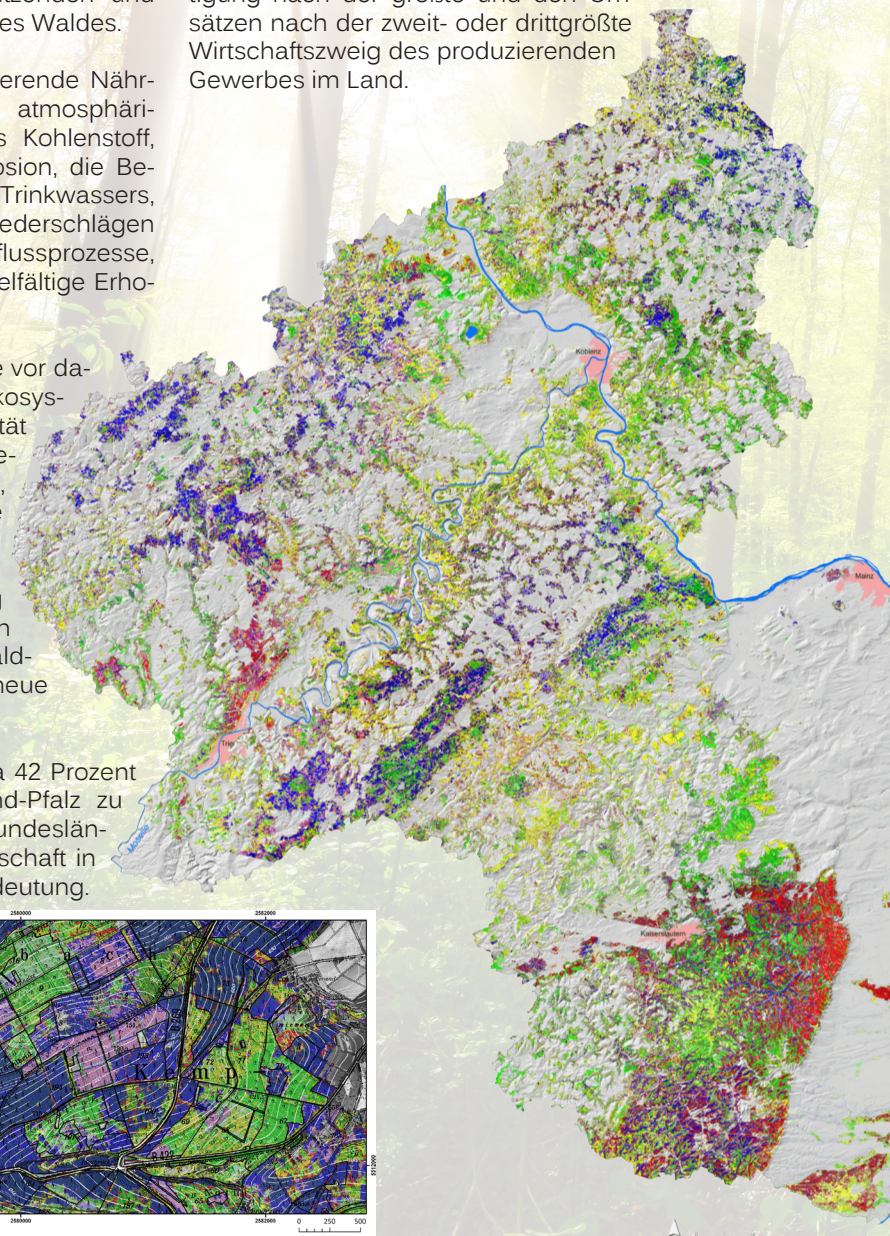
Dazu gehören eben auch funktionierende Nährstoffkreisläufe, die Bindung von atmosphärischem Kohlenstoffdioxid (CO<sub>2</sub>) als Kohlenstoff, der Schutz des Bodens gegen Erosion, die Bereitstellung qualitativ hochwertigen Trinkwassers, die Zwischenspeicherung von Niederschlägen und Verlangsamung schneller Abflussprozesse, der Erhalt der Biodiversität sowie vielfältige Erholungsfunktionen.

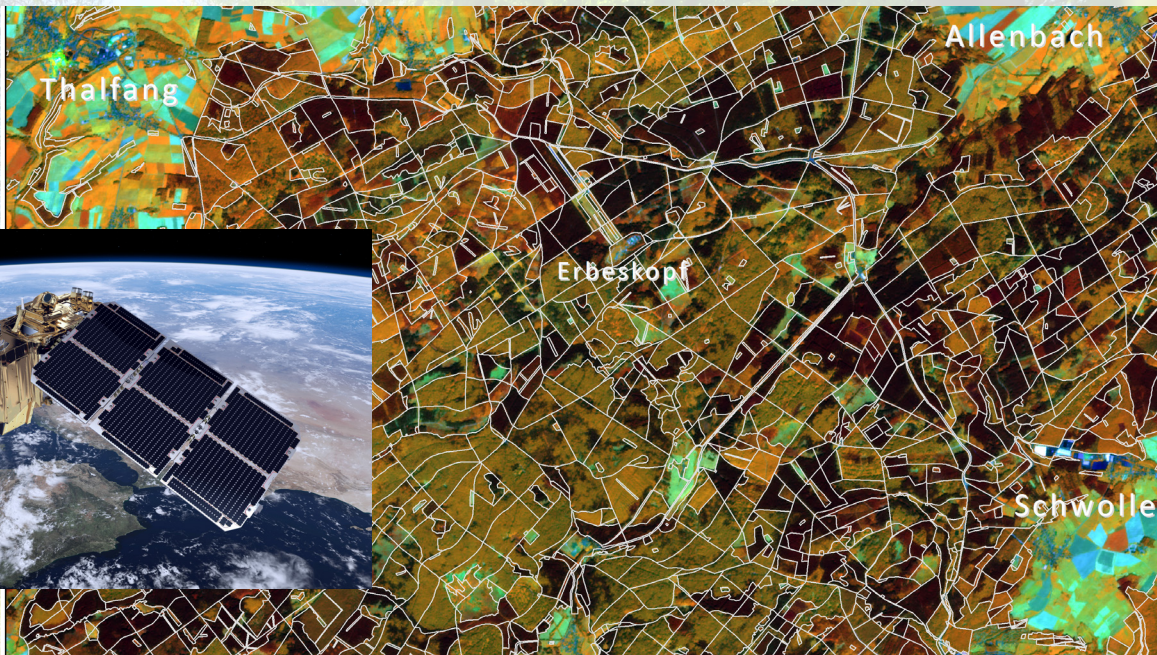
Ein Grundproblem besteht nach wie vor darin, den ökonomischen Wert von Ökosystemleistungen und von Biodiversität erfassbar zu machen. Ebenso bedeutsam ist allerdings die Tatsache, dass Waldökosysteme heutzutage weltweit vor zahlreichen natürlichen und anthropogenen Bedrohungen stehen. Insbesondere die Wirkung des globalen Klimawandels in seinen regionalen Ausprägungen stellt Waldökologie und Forstwirtschaft vor neue Herausforderungen.

Mit einer Waldbedeckung von etwa 42 Prozent der Landesfläche gehört Rheinland-Pfalz zu den waldreichsten deutschen Bundesländern. Dadurch erlangt die Forstwirtschaft in Rheinland-Pfalz eine besondere Bedeutung.

Entsprechend einer von der Forschungsanstalt für Waldökologie und Forstwirtschaft des Landes vorgelegten Studie hat die rheinland-pfälzische Forst-, Holz- und Papierwirtschaft 2013 in fast 7.300 Unternehmen mit annähernd 51.000 Beschäftigten nahezu 10 Milliarden Euro Umsatz und eine Wertschöpfung von fast 2.750 Millionen Euro erwirtschaftet. Sie ist fast doppelt so schnell wie im Bundesdurchschnitt gewachsen, ist der Beschäftigung nach der größte und den Umsätzen nach der zweit- oder drittgrößte Wirtschaftszweig des produzierenden Gewerbes im Land.

Aus Satellitenbeobachtungen abgeleitete Karte der Baumartenverteilung in Rheinland-Pfalz. Der Ausschnitt zeigt einen Teilbereich des Forstamts Kempfeld  
© FEUT





Der Kernbereich des Nationalparks Hunsrück-Hochwald aus Sicht des europäischen Erdbeobachtungssatelliten Sentinel 2  
© ESA/FEUT

Zur nachhaltigen Bewirtschaftung dieser Wälder und dem gleichzeitigen Erhalt der Schutz- und Erholungsfunktionen sind aktuelle, flächendeckende Informationen über Baumarten und Holzvorräte sowie den Zustand, die Struktur und die Zusammensetzung der Wälder unerlässlich.

Trotz im Detail unterschiedlicher Anforderungen werden sowohl für die nachhaltige Bewirtschaftung von Wäldern als auch für ein umfassendes Monitoring von umweltrelevanten Prozessen in Waldökosystemen Informationen zum Waldzustand bislang ausschließlich durch aufwändige terrestrische Inventurverfahren in Verbindung mit wachstumskundlichen Modellen gewonnen.

Angesichts rückläufiger Personalressourcen im Landesbetrieb „Landesforsten Rheinland-Pfalz“ war abzusehen, dass der mit dem traditionellen Inventurkonzept verbundene Arbeitsaufwand mittelfristig nicht mehr zu leisten sein wird. Daher wurde bereits vor über zehn Jahren eine intensive Forschungskooperation mit dem Fach „Umweltfernerkundung und Geoinformatik“ der Universität Trier begründet.

Die für ein globales sowie regionales Umweltmonitoring notwendige Datengrundlage ist ohne Satellitenbeobachtungen nicht mehr vorstellbar. Die Sentinel-Satelliten bilden dabei das Kernstück der Weltraumkomponente des europäischen Erdbeobachtungsprogramms „Copernicus“. Dieses stellt langfristig eine moderne, leistungsfähige Infrastruktur zur Erdbeobachtung bereit. Mit dem erfolgreichen Start des Satelliten Sentinel-2B am 7. März 2017 hat sich die Anzahl der operativen Erdbeobachtungssatelliten im Copernicus-Programm auf fünf erhöht. Die baugleichen Satelliten Sentinel-2A und B liefern potenziell alle drei bis fünf

Tage optische Daten in hoher räumlicher Auflösung, die zur Umweltbeobachtung und als Grundlage für die Entwicklung operationeller Dienste in den Bereichen Land- und Forstwirtschaft, Gewässerüberwachung, Raumplanung und Katastrophenmanagement genutzt werden sollen.

Zahlreiche nationale und europäische Förder- und Forschungsprogramme unterstützen die Entwicklung von Diensten zur Nutzung der Sentinel-Satellitendaten. Im Rahmen eines vom Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur geförderten Forschungsprojektes (Sentinel4GRIPS) arbeitet das Fach Umweltfernerkundung und Geoinformatik der Universität Trier derzeit in Kooperation mit den Landesforsten Rheinland-Pfalz, dem Landesamt für Vermessung und Geobasisinformation Rheinland-Pfalz und dem Geo-IT-Unternehmen CPA-ReDev an der Verfahrensentwicklung zur operativen Integration von aus Sentinel-2-Daten generierten Forstinformationsebenen und deren Bereitstellung zur operativen Nutzung durch weitere Landesbehörden.

Unter anderem dienen die dabei erzeugten, räumlich hochauflösenden digitalen Karten der Baumartenverteilung als wichtige Planungsgrundlage für eine nachhaltige Bewirtschaftung der rheinland-pfälzischen Wälder und tragen somit entscheidend zum Erhalt der Nutz-, Schutz- und Erholungsfunktionen bei. Darüber hinaus wird im Rahmen des europäischen Interreg-Projekts Regiowood II überprüft, inwieweit sich die in Rheinland-Pfalz entwickelten Methoden und Verfahren auf die Großregion im Grenzgebiet zu Belgien, Luxemburg und Frankreich übertragen lassen und zur Unterstützung der Forsteinrichtung im Privatwald verwendet werden können.



Campus II der Universität Trier, aufgenommen mit dem HySpex-Hyperspektralscanner der Umweltfernerkundung (Farbkombination für das menschliche Auge nicht sichtbarer Informationsebenen).  
Foto: FEUT



## Wald im Klimawandel

Mit Hilfe hyperspektraler Fernerkundung lassen sich Stressreaktionen in Forstökosystemen erfassen und bewerten

In dieser Cessna des Kooperationspartners „Fliegerclubs der Region Trier“ kommt der HySpex-Hyperspektralscanner der Umweltfernerkundung zum Einsatz. © FEUT



Vor dem Hintergrund des regionalen Klimawandels stehen Forstökosysteme derzeit durch unterschiedliche biotische und abiotische Risiken unter Druck, insbesondere durch Trockenstress, Nährstoffmangel oder Kalamitäten durch die verstärkte Zuwanderung von Schadinsekten aus klimatisch wärmeren Regionen. In der Folge werden auch weitere Funktionen von Wäldern eingeschränkt, beispielsweise der Schutz des Bodens, die Wasserrückhalte-Kapazität, die Kohlenstoff-Sequestrierung und die Biodiversität von Pflanzen und Tieren.

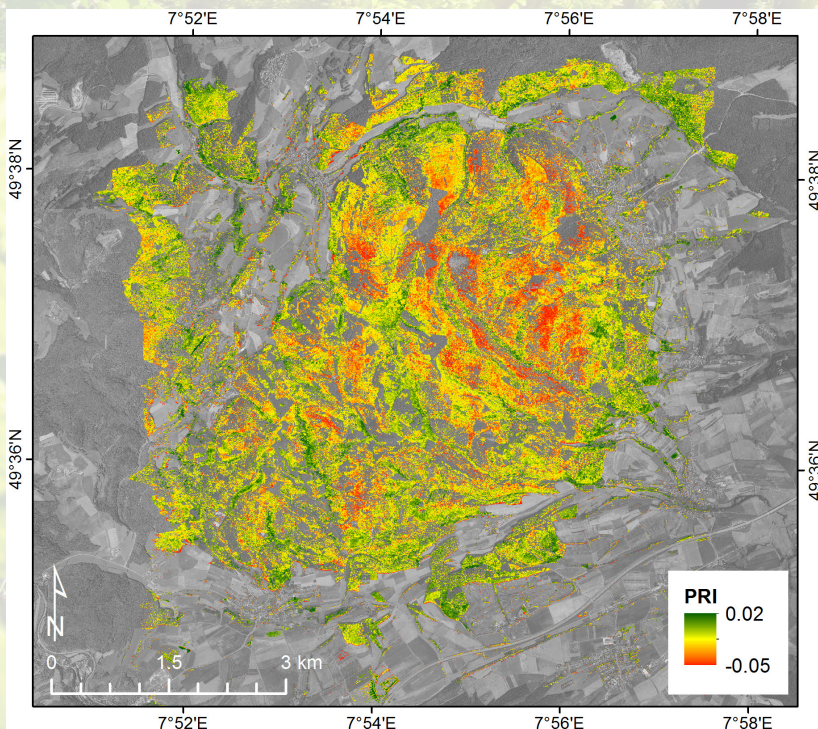
Dabei spielen die Erfassung und Bewertung von Standort-Unterschieden, die nur durch das Zu-

sammenspiel unterschiedlicher Datenarten und Erhebungsmethoden erfasst werden können, eine wichtige Rolle.

Das menschliche Auge nimmt die Umgebung nur in den Grundfarben Rot, Grün und Blau wahr. Multispektralsensoren wie der bereits erwähnte Sentinel-2-Erdbeobachtungssatellit erfassen selektiv weitere Spektralbereiche im nahen und mittleren Infrarotbereich. Aktuelle Hyperspektral-Sensorik hingegen unterteilt das Spektrum in mehrere hundert schmalbandige Kanäle, die zusammen einen hyperspektralen Datenkubus erzeugen. Diese Informationsvielfalt ermöglicht eine wesentlich feinere Unterscheidung von Materialien, physikalischen und biochemischen Einflüssen. Damit ist es auch möglich, detaillierte Informationen zur Photosynthese, zu Nährstoff- und Wassermangel bzw. zum Gesundheitszustand verschiedener Vegetationsarten zu sammeln.

In einer Untersuchung der Umweltfernerkundung konnte anhand von Messungen mit dem HySpex-Scanner gezeigt werden, dass trockenstressgefährdete Waldstandorte deutliche Reaktionen auf Wasserknappheit aufweisen und an heißen Tagen ihre photosynthetische Aktivität deutlich reduzieren.

Vor diesem Forschungshintergrund beteiligt sich das Fach Umweltfernerkundung und Geoinformatik auch an der wissenschaftlichen Vorbereitung der nationalen Satellitenmission EnMAP (Environmental Mapping and Analysis Programme), die ab 2019 hyperspektrale Satellitendaten als Grundlagendaten zur Bearbeitung aktueller Umweltprozesse bereitstellen wird.



Kontakt:  
Prof. Dr. Joachim Hill,  
Dr. Johannes Stoffels,  
Dr. Henning Buddenbaum  
Umweltfernerkundung und Geoinformatik  
☎ 0651/201-4592  
✉ hillj@uni-trier.de

Reduktion der photosynthetischen Aktivität bei Hitze und Wasserknappheit (gelb und rot eingefärbte Bereiche) von Waldbeständen am Donnersberg im Juni 2014. © FEUT