Bundesministerium
Land- und Forstwirtschaft,
Regionen und Wasserwirtschaft

DaFNE

ERA-NET Forest Value Projekt NOBEL

Innovative Geschäftsmodelle und Mechanismen für eine nachhaltige Bereitstellung und Abgeltung von forstlichen Ökosystemleistungen

Endbericht

NOBEL

ERA-NET Forest Value Projekt NOBEL

Endbericht

Wien, 2022

Impressum

Projektnehmer/in: Universität für Bodenkultur, Wien
Department für Wald- und Bodenwissenschaften, Institut für Waldbau
Adresse: A-1190 Wien, Peter Jordanstr. 82
Projektleiter/in: Ao.Univ. Prof. DI Dr. Harald Vacik
Tel. : +43/1/47654/91312
E-Mail: harald.vacik@boku.ac.at
Projektmitarbeiter: Univ. Prof. DI Dr. Manfred J. Lexer | MSc Yasmin Dorfstetter | DI Dr. Nelson Grima Lira | MSc Mona Nazari | Bsc Josef Hinterberger

Department für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften, Institut für Wald-, Umwelt- und Ressourcenpolitik
Adresse: A-1180 Wien, Feistmantelstraße 4
Projektmitarbeiter: Dr. Bernhard Wolfslehner | Dr. Helga Pülzl | Dipl.-Ing. Dr. Gerhard Weiß

Kooperationspartner/in: Forest Sciences and Technology Centre of Catalonia (Dr. Jordi Garcia); French National Institute for Agricultural Research (Prof. Anne Stenger-Letheux); Norwegian University of Life Sciences, Norwegen (Dr. Terje Gobakken); School of Agriculture / Instituto Superior de Agronomia (Prof. Jose Borges); Swedish University of Agricultural Sciences (Dr. Jeanette Eggers); Technische Universität München (Prof. Thomas Knoke)

Finanzierungsstellen BMLRT und ERANET-Value
Projektlaufzeit: 01.12.2018 - 30.09.2022

Alle Rechte vorbehalten.

Wien, 2022. Stand: 10. Oktober 2022

Inhalt

1. Einleitung 6

1.1 Stand des Wissens 6

1.2 Ziele des Projektes 7

2 Räumliche Information und Auktionsplattform 10

2.1 Fernerkundungsdaten zur Quantifizierung von Waldökosystemleistungen 10

2.2 Auktionsplattform 13

3. Interaktion mit Stakeholdern 17

3.1 Ergebnisse zur Pilotstudie in Frankreich 17

3.2 Einstellung zu Waldökosystemleistungen in Österreich 19

4. Methoden und Modelle zur Bewertung von Waldökosystemleistungen 30

4.1 Indikatoren zur Evaluierung von Waldökosystemleistungen 30

4.2 Prognose der Waldentwicklung 34

4.3 Ökonomische Bewertungsmethoden 35

5. Analyse der politischen Rahmenbedingungen 37

5.1 Erfolgsfaktoren für die Umsetzung von PES 37

5.2 Policy Brief 39

6. Implementierung von Geschäftsmodellen in Pilotstudien 41

6.1 Konzeptioneller Rahmen und Leitfaden 41

6.2 Fallstudie Österreich Rossmoosalm 42

7. Projektmanagement 44

Meilensteine und Ergebnisse 49

Publikationen 51

Tabellenverzeichnis 53

Abbildungsverzeichnis 54

Literaturverzeichnis 55

3 Anhang 59

Abkürzungen **60**

1. Einleitung

1.1 Stand des Wissens

Die europäischen Wälder bedecken 33% der gesamten Landfläche und die Bewirtschaftung der Wälder ermöglicht eine große Bandbreite an unterschiedlichen Gütern, Produkten und Dienstleistungen. Studien und Initiativen wie das Millennium Ecosystem Assessment (MA 2005) und TEEB (2010) haben dafür den Begriff der Ökosystemleistungen geprägt. Dabei können unterschiedliche Leistungen beschrieben werden: produktive Waldökosystemleistungen umfassen z.B. Biomasse und Holz, regulierende Waldökosystemleistungen bieten z.B. Schutz vor Wasser, Lawinen oder ermöglichen Klimaschutz und unter den kulturellen Dienstleistungen werden z.B. Erholungsleistungen zusammengefasst (Haines-Young & Potschin 2013).

Die gleichzeitige Bereitstellung eines Bündels an Waldökosystemleistungen (der Begriff der Multifunktionalität oder Mehrzweckwaldwirtschaft) hat in der europäischen Forstwirtschaft eine lange Tradition (Schlaepfer et al. 2002). Von den insgesamt 215 Millionen ha Waldfläche, die für die Holzversorgung zur Verfügung stehen, werden mehr als 500 Mio. m3 pro Jahr genutzt, was etwa 64% des jährlichen Holzzuwachses entspricht (Forest Europe 2015). Mehr als 110 Mio. ha Wald in Europa sind für den Schutz von Wasser, Boden und Ökosystemen sowie für den Schutz der Infrastruktur vor gravitativen Naturgefahren vorgesehen. Die jährliche Bindung von Kohlenstoff in der Waldbiomasse erreichte zwischen 2005 und 2015 719 Millionen Tonnen CO2, und 30 Millionen Hektar Wald wurden zum Schutz der Biodiversität oder der Landschaft ausgeschieden. Der Gesamtwert der vermarkteten Nicht-Holzwaren (z.B. Wildfleisch, Honig, Pflanzenprodukte) wird mit fast 2,3 Milliarden Euro angegeben, und der Gesamtwert der vermarkteten Dienstleistungen (z.B. Lizenzen für Jagd, Fischerei oder Windparks) beträgt etwa 619 Millionen Euro (Forest Europe 2015). Meistens handelt es sich bei den Waldökosystemleistungen in Europa jedoch um nicht vermarktete öffentliche Güter oder gemeinsame Pool-Ressourcen, und die Landbesitzer werden in der Regel von den Märkten für ihre Bereitstellung nicht finanziell belohnt (Wunder & Thorsen 2014).

Die europäische Forstpolitik (z.B. EU-2020-Strategie für Biodiversität, EU-2030-Politik für Klima- und Energiepolitik) beeinflusst dabei auch die Rahmenbedingungen für die Bereitstellung der Waldprodukte und der Waldökosystemleistungen. In den letzten Jahren gab es mehrere Initiativen, um das Bewusstsein der Gesellschaft für der Erbringung dieser Waldökosystemleistungen zu stärken und Mechanismen zu diskutieren, die Zahlungen für deren Aufrechterhaltung ermöglichen. Dabei wurden „Payments for Ecosystem Services“ (PES)

als ein wichtiger Mechanismus identifiziert, um die Lücke zwischen den Anforderungen der Gesellschaft und den potentiellen Anbietern zu schließen. Dabei sind zwei Hauptansätze erkennbar: (i) es werden Zahlung zur Aufrechterhaltung oder Verbesserung der von einem Ökosystem angebotenen Leistungen durchgeführt und (ii) es werden Zahlung zur Rettung von gefährdeten Waldökosystemleistungen oder zur Verhinderung einer Änderung der Landnutzung mit potentiellen negativen Auswirkungen getätigt. Unabhängig davon, welcher Mechanismus oder welches Geschäftsmodell angewendet wird, diejenigen, welche Zahlungen leisten, müssen sich über die Bedeutung und den Wert der Waldökosystemleistungen bewusst sein. Umgekehrt müssen diejenigen, welche Zahlungen erhalten, durch ihre Bewirtschaftung sicherstellen können, dass die Waldökosystemleistungen auch nachhaltig erhalten werden können.

Das Projekt NOBEL untersuchte in diesem Zusammenhang die Rolle von innovativen Geschäftsmodellen und Mechanismen zur Internalisierung des sozioökonomischen Wertes von Waldökosystemen unter Beachtung der unterschiedlichen Bewirtschaftungskonzepte.

1.2 Ziele des Projektes

Im Projekt NOBEL wurde (i) die Entwicklung von innovativen Geschäftsmodellen und Mechanismen zur Internalisierung des sozioökonomischen Wertes von Waldökosystemen, (ii) die Kombination von politischen Instrumenten und Geschäftsmodellen zur Umsetzung von Zahlungen für eine nachhaltige Erbringung von Waldökosystemleistungen und (iii) die Demonstration und der Vergleich der unterschiedlichen Ansätzen in 5 Fallstudien in Europa untersucht.

Dabei wurden drei Geschäftsmodelle betrachtet: a) private Haushalte oder Unternehmen bezahlen Anbieter für die Bereitstellung der Waldökosystemleistungen direkt, b) Unternehmen bezahlen Anbieter für die Bereitstellung der Waldökosystemleistungen und geben die Kosten an ihre Kunden weiter, und c) staatliche Anbieter bezahlen für die Bereitstellung der Waldökosystemleistungen und geben die Kosten über Steuern oder Gebühren an die Verbraucher weiter. Bei der Umsetzung dieser Geschäftsmodelle wurden unterschiedliche Mechanismen für die Zahlungen untersucht. Eine webbasierte Auktionsplattform wurde entwickelt, um die Ausgestaltung und Umsetzung der Geschäftsmodelle zu unterstützen. Für die Analyse der möglichen Abhängigkeiten bei der gleichzeitigen Bereitstellung mehrerer Waldökosystemleistungen wurde ein Rahmenwerk an Indikatoren entworfen und verfügbare Waldökosystemmodelle in Pilotdemonstrationen angewendet, um die Effekte unterschiedlicher Bewirtschaftungsansätze zu quantifizieren. NOBEL untersuchte dabei die Anforderungen an die Nutzung unterschiedlicher Geodaten bei

der Entwicklung von Geschäftsmodellen für die Bereitstellung von Waldökosystemleistungen. Dabei wurden Fernerkundungsdaten und Daten von Forstinventuren auf ihre Verwendungsmöglichkeiten geprüft. Managementpraktiken, Stakeholder-Einstellungen und Verbraucherverhalten wurden auf europäischer und regionaler Ebene mit politischen Entscheidungsträgern, Anbietern und Begünstigten diskutiert. Die Anforderungen an die Bereitstellung von Waldökosystemleistungen, die sich aus bestehenden Richtlinien ergeben, wurden identifiziert und die Voraussetzungen für die Umsetzung von erfolgreichen Geschäftsmodellen analysiert.

Im Detail wurden die folgenden 5 Projektziele von den Projektpartnern in NOBEL verfolgt:

1) NOBEL untersuchte die Anforderungen an die Bereitstellung und Verbreitung von räumlichen Informationen für die Entwicklung von Geschäftsmodellen und innovativen Mechanismen für die Bereitstellung von Waldökosystemleistungen

- Neue Indikatoren für die Ermittlung von Waldökosystemleistungen wurden evaluiert, die normalerweise nicht bei Forstinventuren oder im Rahmen der Waldbewirtschaftung berücksichtigt werden, wobei auch die Eignung von Daten aus dem gesamteuropäischen Programm COPERNICUS und bestehenden nationalen Datenerfassungsprogrammen geprüft worden ist
- Eine webbasierter Auktionsplattform ist für die Demonstration und den Vergleich alternativer Geschäftsmodelle im Rahmen von Fallstudien angepasst worden
- Eine Analyse der Auswirkungen von unterschiedlichen Bewirtschaftungspraktiken auf die Erbringung von Waldökosystemleistungen für ausgewählte Typen von Waldbesitzern, Bewirtschaftungssysteme und Waldtypen wurde durchgeführt

2) NOBEL bezog Akteure auf europäischer und regionaler Ebene ein, um die Gestaltung und Bewertung der Auswirkungen von Geschäftsmodellen für die Bereitstellung von Waldökosystemleistungen zu diskutieren

- Es wurden Managementpraktiken und die Einstellung der Interessengruppen zu den Bewirtschaftungsoptionen verglichen
- Die Kommunikation zwischen den Interessensgruppen (politische Entscheidungsträger, FES-Anbieter und Begünstigte) wurde durch Workshops unterstützt
- Es wurden die Projektergebnisse an die Interessengruppen im Rahmen von Online-Seminaren und Konferenzen verbreitet

3) NOBEL entwickelte und testete Methoden und Werkzeuge, um die alternativen Geschäftsmodelle in Fallstudien umzusetzen

- Ein Rahmenwerk an Indikatoren für die räumliche Vorhersage und Optimierung von Waldökosystemleistungen wurde geschaffen
- Es wurden ausgewählte Waldökosystemmodelle verbessert, um die Vorhersage der Effekte von Bewirtschaftungspraktiken auf die Erbringung von Waldökosystemleistungen zu unterstützen
- Methoden zur Bewertung der Wirtschaftlichkeit verschiedener Geschäftsmodelle wurden analysiert und angewendet
- Verfügbare Optimierungswerkzeuge zur Erstellung von Waldplänen und zur Quantifizierung der Waldökosystemleistungen wurden in den Fallstudien angewandt
- Methoden für die Umsetzung der webbasierten Auktionsplattform wurden evaluiert

4) NOBEL analysierte die politischen Rahmenbedingungen für die Bereitstellung von Waldökosystemleistungen und stellte einen Rahmen für die Auswahl geeigneter Geschäftsmodelle bereit

- Aktuelle Anforderungen an die Bereitstellung von Waldökosystemleistungen die sich aus den bestehenden europäischen / nationalen / subnationalen Politiken ergeben wurden dargestellt
- Existierende Systeme wurden analysiert, um geeignete Geschäftsmodelle für eine gegebene sozioökonomische, ökologische und politische Situation zu identifizieren
- Die notwendigen politischen Rahmenbedingungen für eine erfolgreiche Umsetzung von Geschäftsmodellen zur Bereitstellung von Waldökosystemleistungen wurden in den Ländern der Fallstudien analysiert

5) NOBEL demonstrierte die Geschäftsmodelle zur Bereitstellung von Waldökosystemleistungen unter unterschiedlichen ökologischen und sozioökonomischen Bedingungen in Fallstudien

- Die bestehenden Strategien und Waldbewirtschaftungsoptionen für die Bereitstellung von Waldökosystemleistungen wurden analysiert
- Die relevanten Interessengruppen (politische Entscheidungsträger, Anbieter und Begünstigte) wurden identifiziert
- Innovative Waldbewirtschaftungspläne wurden identifiziert, um die Zufriedenheit der Stakeholder mit den erwarteten Ergebnissen zu maximieren
- Die Geschäftsmodelle für Waldökosystemleistungen wurden in ausgewählten Fallstudien durch eine webbasierte Auktionsplattform umgesetzt
- Die Wirtschaftlichkeit von Geschäftsmodellen, welche die Präferenzen der Verbraucher berücksichtigen wurden analysiert
- Die Ergebnisse der Fallstudien wurden mit Stakeholdern partizipativ bewertet

2 Räumliche Information und Auktionsplattform

Das Arbeitspaket 1 (AP1) organisierte die räumlichen Informationen in den Fallstudien und stellte sie für die weitere Bearbeitung zur Verfügung, um den Status von verschiedenen Waldökosystemleistungen zu ermitteln und eine Basis zur Gestaltung von Geschäftsmodellen zu schaffen. Der räumliche Informationsbedarf für die Kartierung der Waldökosystemleistungen (z.B. Holz- und Nichtholz-Waldprodukte, Kohlenstoff, Biodiversität, Erholung, Wildtiere, Schutz) wurde ermittelt und Optionen für neue Indikatoren auf der Grundlage von Daten aus der paneuropäischen Dateninfrastruktur und nationalen Datenerfassungskampagnen wurden untersucht und für ausgewählte Fallbeispiele demonstriert. Darüber hinaus ermöglichte die Anpassung einer webbasierten Auktionsplattform an die europäischen Rahmenbedingungen die Umsetzung der Geschäftsmodelle in den Pilotdemonstrationen.

2.1 Fernerkundungsdaten zur Quantifizierung von Waldökosystemleistungen

Auf Basis einer Übersicht zu den Fernerkundungsdaten auf nationaler Ebene und für die Fallstudien wurde die Ableitung von räumlichen Indikatoren zur Beschreibung von Waldökosystemleistungen vorgenommen. Dazu wurden die einzelnen Indikatoren für Waldökosystemleistungen, die in AP3 zusammengefasst worden sind, hinsichtlich deren Möglichkeiten für eine Unterstützung der Datenbereitstellung durch Fernerkundungsmethoden analysiert. Eine vergleichbare Erfassung durch Felderhebungen oder Fernerkundung wird dadurch ermöglicht und bildet die Grundlage zur Untersuchung von Ansätzen zum Upscaling der Effekte von Maßnahmen auf unterschiedlichen Skalenebenen.

Als mögliche Quellen für Fernerkundungsdaten wurden optische Luftbildaufnahmen aus multispektralen und hyperspektralen Sensoren mit Infrarotspektrum (NIR und SWIR) sowie Satellitenbilder von Landsat und Sentinel-2 betrachtet. Erstere sind in der räumlichen Auflösung überlegen, allerdings oft veraltet, letztere erlauben eine multi-temporale Analyse, allerdings mit geringerer Auflösung. Des Weiteren eignen sich Airborne Laser Scanning (ALS) Daten zur Abschätzung von Vegetationshöhen und -struktur z.B. für die Berechnung von Biodiversitätsindices. Schließlich können Mikrowellen aus Synthetic Aperture Radar (SAR) Messungen eingesetzt werden, um auf Basis verschiedener Wellenlängen Blätter, Zweige und

das Kronendach einerseits oder Äste, Stämme und der Untergrund abzubilden. In der Forstwirtschaft ist die Anwendung von SAR wegen der schwierigen Interpretierbarkeit allerdings weniger verbreitet als Luftbilder und ALS.

In einem ersten Schritt wurden knapp 50 Indikatoren aus 10 Klassen auf ihre Eignung hin untersucht, um mittels Methoden der Fernerkundung erfasst zu werden, und um letztlich Waldökosystemleistungen darzustellen (Jutras-Perreault et al. 2020). (Siehe Abbildung 1)

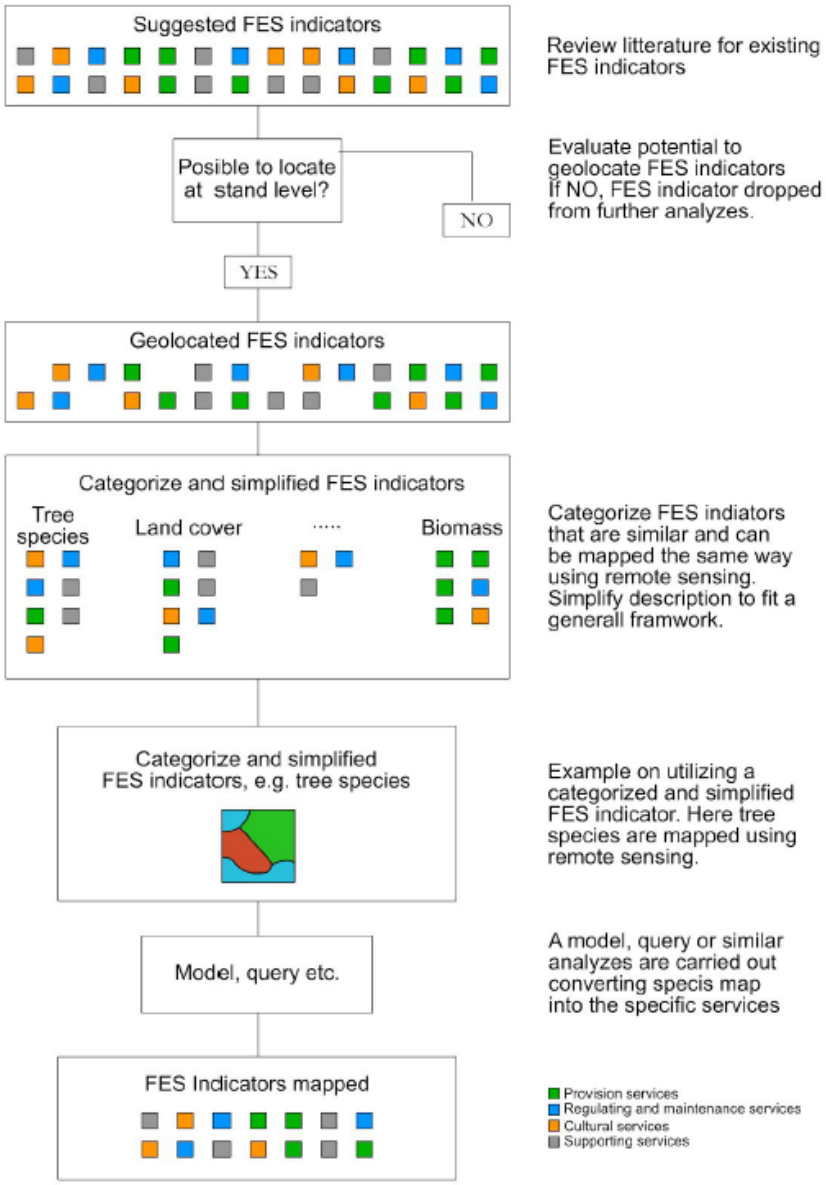


Abbildung 1: Übersicht zur Ableitung von Indikatoren zur Beschreibung von Waldökosystemleistungen (Ørka und Gobakken, 2019)

In einem zweiten Schritt konnte das Set an Indikatoren auf 85 erweitert werden, wobei allerdings nur 6 Indikatoren direkt über Fernerkundungsdaten ermittelt werden können, 46 Indikatoren können indirekt über Modellbeziehungen aus den Fernerkundungsdaten abgeleitet werden und für 33 der möglichen Indikatoren ist es gar nicht möglich Fernerkundungsdaten zu nutzen (Grima et al, 2022). Dabei zeigte sich auch, dass die Indikatoren nicht in gleicher Anzahl für die unterschiedlichen Klassen an Waldökosystemleistungen vorhanden sind und damit auch nicht alle Leistungen gleich repräsentieren können (siehe Kapitel 4).

2.2 Auktionsplattform

Durch die Kooperation mit der Universität Washington konnten die Optionen für einen Transfer und Anpassung der existierenden Plattform ECOSEL nach Europa überprüft werden (Abbildung 2). Die rechtlichen und inhaltlichen Rahmenbedingungen wurden geprüft, ein Kriterienkatalog für die Evaluierung der technischen Inhalte erstellt, sowie ein Assessment mit IT Expert*innen von allen NOBEL Partner*innen durchgeführt. Die Auktionsplattform wurde auf einem Server in Frankreich installiert und erste Tests durchgeführt (http://betares.u-strasbg.fr/). Gemeinsam mit den Expert*innen des Auktionskommitees wurden mögliche Designs für die Abwicklung von Auktionen entwickelt und Optionen kritisch geprüft.

Abbildung 2: Startseite der ECOSEL Plattform

Die Anwendung der Auktionsplattform erfolgt in drei Schritten:

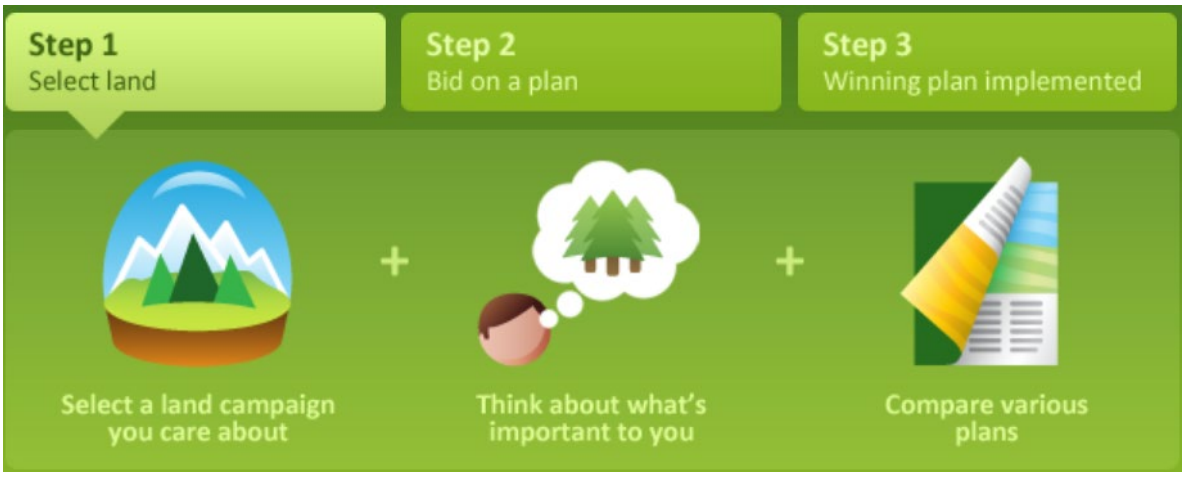


Abbildung 3: Schritt 1 der Auktion – Region mit unterschiedlichen Bewirtschaftungsoptionen auswählen

Im ersten Schritt wird durch die Benutzer*innen der Auktionsplattform eine Region ausgewählt, für die ein Interesse an der Bewirtschaftung und Gestaltung vorhanden ist, und wo auch eine Auktions-Kampagne stattfindet. Die Benutzer*innen überlegen, welche Leistungen besonders wichtig sind und vergleichen die verschiedenen Managementpläne zur Erbringung dieser Leistungen (Abbildung 3).

Diese Managementpläne sind konkrete Vorschläge, die von den Landbesitzer*innen erarbeitet worden sind, womit von vornherein ausgeschlossen wird, dass von den Benutzer*innen etwas gewählt wird, das der/die Grundeigentümer*in nicht umsetzen möchte.

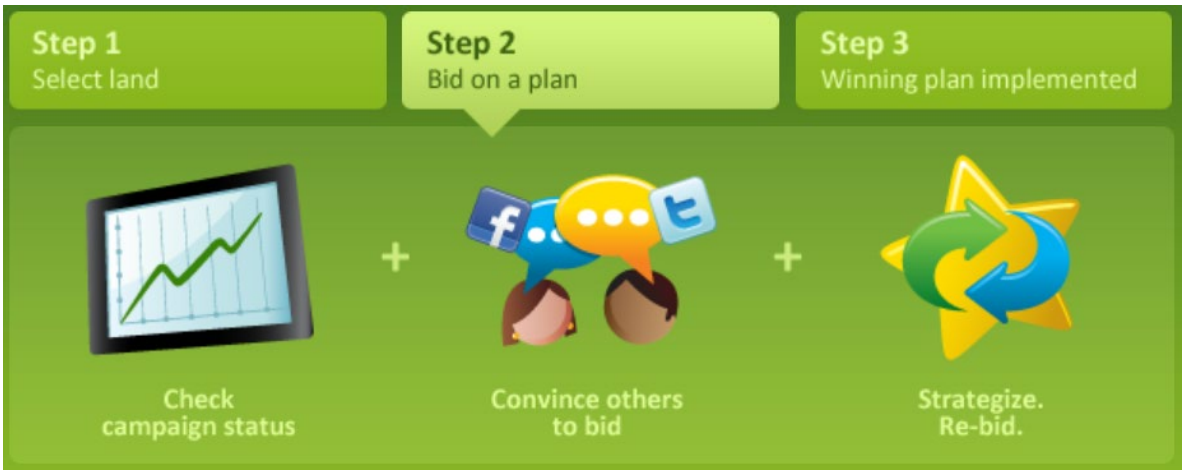


Abbildung 4: Schritt 2 der Auktion – Für einen Bewirtschaftungsplan bieten

Im 2. Schritt verschaffen sich die Benutzer*innen einen Überblick über den aktuellen Status der Kampagne (Abbildung 4).

In dieser Phase kann ein Austausch mit anderen Bieter*innen erfolgen und versucht werden, diese zu überzeugen ebenfalls für einen besonders favorisierten Plan zu bieten und ihr Gebot entsprechend abzugeben bzw. zu erhöhen. Daraus kann sich eine gemeinsame Strategie entwickeln, um ein Mindestgebot zu erreichen oder das stärkste Angebot für einen Plan zu erreichen.

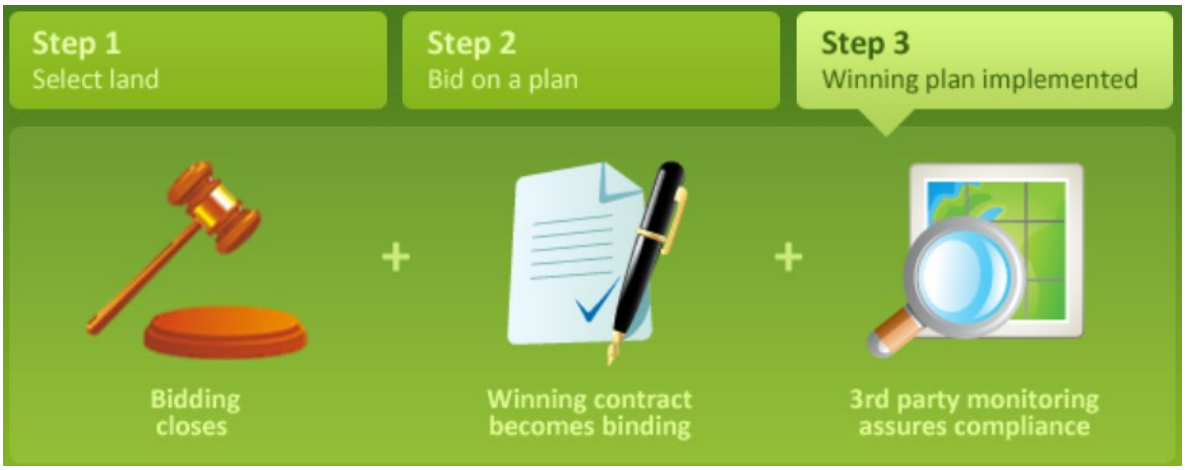


Abbildung 5: Schritt 3 der Auktion: Umsetzung des Bewirtschaftungsplans mit dem höchsten Gebot

Der 3. Schritt ist davon gekennzeichnet, dass die Gebotsphase mit einem höchstdotierten Managementplan abschließt, welcher dann finanziert und umgesetzt wird (Abbildung 5).

Dazu wird ein bindender Vertrag aufgesetzt, der die Durchführung der angebotenen Maßnahmen sicherstellt. Durch eine unabhängige Institution soll die Umsetzung dann laufend überprüft und gewährleistet werden.

Es wurden drei verschiedene Zwecke der Auktionsplattform genauer untersucht: ECOSEL als Werkzeug zur Vermittlung von Ökosystemdienstleistungen, zur Evaluierung und Identifizierung von möglichen Maßnahmen zur Erbringung dieser Ökosystemdienstleistungen und als Rahmen für die Unterstützung eines partizipativen Entscheidungsprozesses. Außerdem diskutierten die Forscher*innen in den Pilotregionen, die diese Auktionsplattform anwendeten, mögliche Designvarianten. Dabei wurden wichtige Variablen für ein mögliches Design identifiziert, die technisch in der Plattform umgesetzt zu wurden. Die Liste potentiell interessanter Designvariablen umfasst: Auktionstyp, Kommunikationsform zwischen Bietern, Möglichkeit der anonymen Kommunikation, Anzahl der angebotenen Managementpläne, Anzahl der Bieter*innen, Anzahl der Runden pro Auktion, Anzahl der Waldökosystemleistungen pro Maßnahme, Ausscheidung unpopulärer Maßnahmen, Informationspaket über die Managementpläne für die Bieter*innen, Nachverfolgung der

aufgerufenen Informationen, Offenlegung des geringsten Preises, Begrenzung des Höchstpreises, finanzielle Begünstigung für die Vermittlung von Geboten.

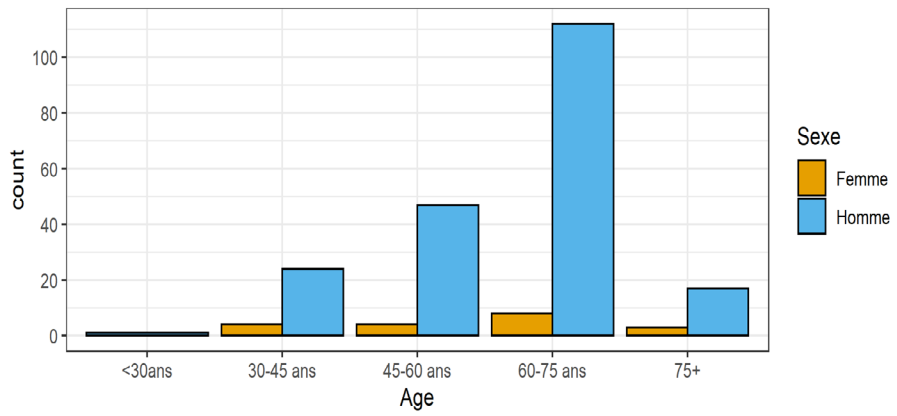
3. Interaktion mit Stakeholdern

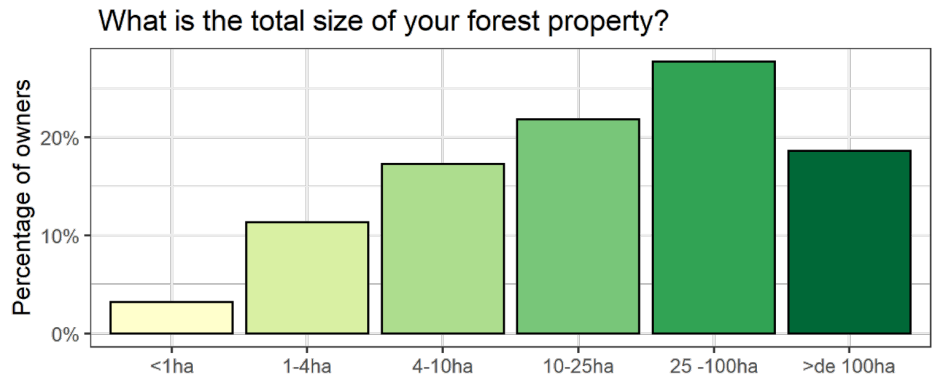
Die Interaktion mit den beteiligten Stakeholdern wurde auf mehreren Ebenen in Arbeitspaket 2 (AP2) durchgeführt. Es wurden Stakeholder-Panels in den Pilotdemonstrationen und auf supranationaler (EU) Ebene eingerichtet, um die Interaktion mit den Stakeholdern auf beiden Ebenen zu erleichtern und zu harmonisieren. Es wurde eine Umfrage über die Einstellung der Waldbesitzer*innen zur Bereitstellung von Waldökosystemleistungen und die Erfahrungen der Waldbewirtschafter*innen durchgeführt. Darüber hinaus wurden die Projektergebnisse und Produkte an die Zielgruppen von NOBEL im Rahmen von Workshops in den Pilotstudien und über unterschiedliche digitale Kanäle (u.a. Website, Newsletter, social media) verbreitet. Die Aktivitäten flossen in die Entwicklung der Geschäftsmodelle in AP5 und die Evaluierung der politischen Rahmenbedingungen in AP4 ein.

3.1 Ergebnisse zur Pilotstudie in Frankreich

Die Einstellung der Landbesitzer*innen zur Bereitstellung von Waldökosystemleistungen entsprechend den Anforderungen der Nutzer*innen ist je nach Landbesitzertyp, Region und Land unterschiedlich. Auch das Interesse an einem PES-Ansatz ist je nach sozioökonomischer Situation, Bedeutung der Holzproduktion und der Möglichkeit, andere Waldökosystemleistungen anzubieten, unterschiedlich. Es wurde daher eine Umfrage entworfen, um Hindernisse und Möglichkeiten zu deren Überwindung beim Angebot von Waldökosystemleistungen zu identifizieren. Diese Umfrage wurde in Frankreich, Schweden und Österreich unter den Waldbesitzer*innen, unter Berücksichtigung verschiedener Eigentümer*innentypen, durchgeführt.

Die Umfrage zur Einstellung der Landbesitzer*innen gegenüber der Erbringung von Waldökosystemleistungen wurde zwischen den Partner*innen diskutiert und eine Pilotstudie in Frankreich lieferte dazu erste Resultate. In Frankreich wurden im Mai 2020 über 850 Waldbesitzer*innen angeschrieben, von denen 220 den Fragebogen retournierten, was einer Rücklaufquote von mehr als 25 % entspricht. Die meisten Rückmeldungen stammen aus der Pilotregion um Nancy (Grand Est). Die Besitzstrukturen in dieser Gegend können auf Basis der Daten mehrheitlich so beschrieben werden: mehrheitlich sind es männliche ältere Personen zwischen 60-75 Jahren mit 25-100 ha Wald, die einem Beruf nachgehen oder nachgegangen sind. Nur rund 10% der Rückmeldungen stammten von Landwirt*innen. Der Wald scheint also in den wenigsten Fällen die Haupteinkommensquelle zu sein.





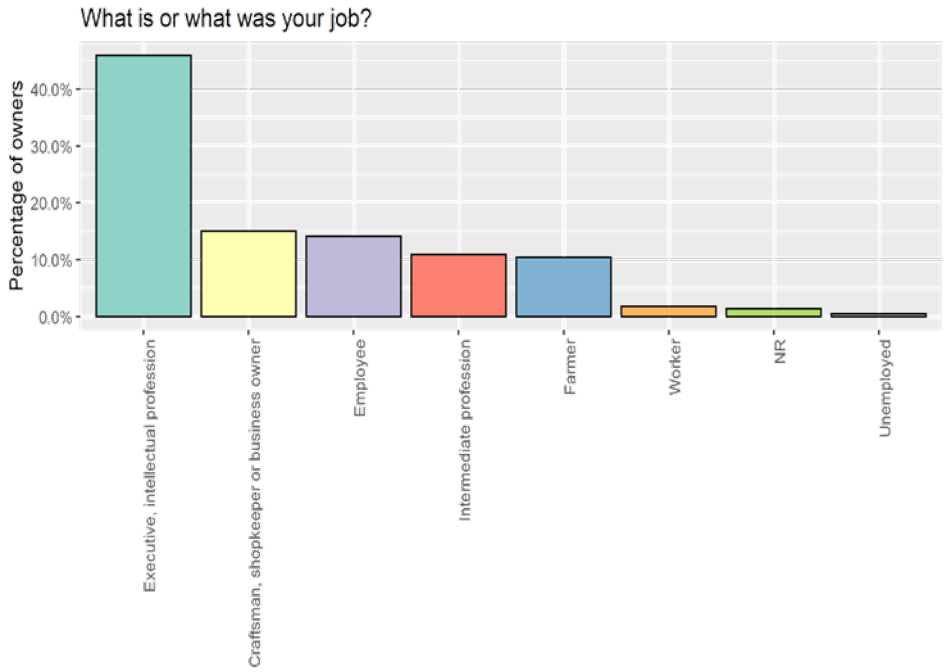


Abbildung 6: Übersicht zu den Ergebnissen der Pilotstudie in Frankreich (Abildtrub, 2020)

Um die Bedeutung von möglichen Kombinationen aus Bewirtschaftungsoption, Vertragsart und den damit verbundenen Kosten zu analysieren, wurde ein sogenanntes Choice Experiment entwickelt und durchgeführt. Dieses ermöglicht eine Beurteilung einzelner Faktorkombinationen durch den direkten Vergleich unterschiedlicher Vertragsarten.

Es wurde auch eine Umfrage entwickelt, um die Bewirtschaftungsempfehlungen für Waldbewirtschafter*innen bei der Bereitstellung von Waldökosystemleistungen in den Ländern der NOBEL-Partner*innen zu identifizieren. Die Analyse wurde für ausgewählte europäische Waldtypen und biogeographische Regionen unter Berücksichtigung der Waldbewirtschaftungstradition umgesetzt. Die Informationen tragen dazu bei, die Möglichkeiten zur Steuerung des Angebots an Waldökosystemleistungen zu kennen. Sie ermöglichen auch, Unterschiede in der Wahrnehmung der Herausforderungen bei der Umsetzung der Geschäftsmodelle zu identifizieren.

3.2 Einstellung zu Waldökosystemleistungen in Österreich

In Österreich konnten 30 meist männliche Teilnehmer*innen zu ihrer Einstellung in Bezug auf Waldökosystemleistungen befragt werden. Diese Waldbesitzer*innen und Waldbewirtschafter*innen sind gleichmäßig verteilt, was das Alter und die Besitzgröße angeht und bewirtschaften überwiegend privaten nicht-industriellen Wald. Der Begriff der „Ökosystemdienstleistung“ ist ca. 2/3 geläufig (Abbildung 7).

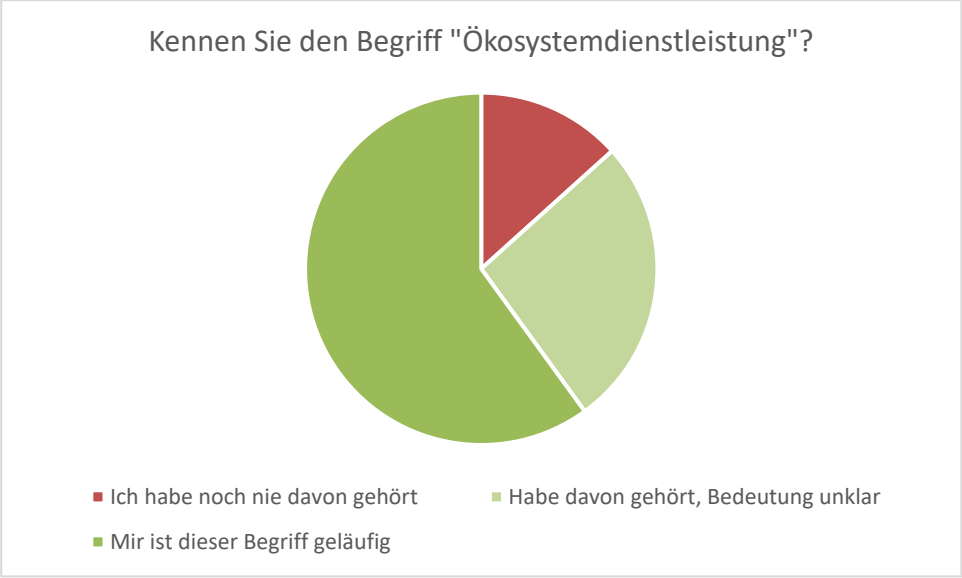


Abbildung 7: Vertrautheit mit dem Begriff „Ökosystemdienstleistung“ (n = 30)

Tabelle 1: Vertrautheit mit dem Begriff „Ökosystemdienstleistung“

Ich habe noch nie davon gehört	4
Habe davon gehört, mir ist die Bedeutung unklar	8
Mir ist dieser Begriff geläufig	18

Die Teilnehmer*innen wurden über ihre Einstellung in Bezug auf folgende Waldökosystemleistungen befragt:

- Holzproduktion
- Erholungsnutzung
- Kohlenstoffbindung / Klimaschutz
- Lebensraum für Pflanzen und Tiere schaffen
- Bodenschutz / Schutz vor Erosion
- Nicht-Holz Produkte
- Landschaftsbild
- Kulturelles Erbe
- Wasserreinhaltung

Zunächst wurden von den Teilnehmer*innen deren Einschätzung zur persönlichen und der gesellschaftlichen Bedeutung der Leistungen des Waldes abgefragt. Im Schulnotensystem ist die persönliche Bedeutung (blau), der für die Gesellschaft eingeschätzten Bedeutung (rot) gegenübergestellt (Abbildung 8). Bemerkenswert ist, dass die Holzproduktion mit 3,7 bzw. 3,9 dabei nur im Mittelfeld rangiert. Höhere Werte erreichen z.B. Kohlenstoffbindung (4,0 bzw. 4,5) und Wasserreinhaltung (jeweils 4,4), aber auch Bodenschutz (4,3 bzw. 4,4) und Lebensraum weisen vergleichsweise hohe Werte auf (4,5 bzw. 3,9).

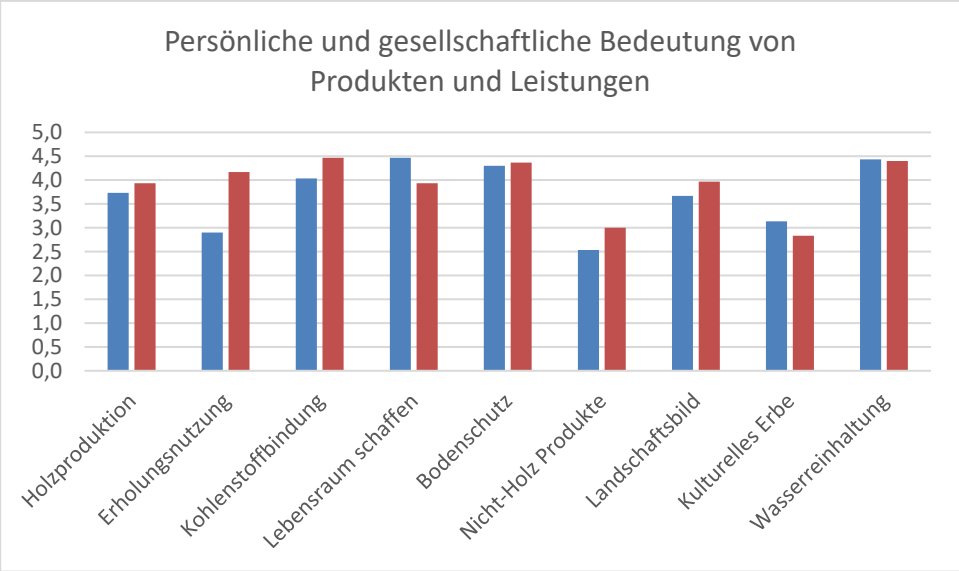


Abbildung 8: Persönliche (blau) und gesellschaftliche Bedeutung (rot) von WÖL (n = 30)

Tabelle 2: Persönliche (blau) und gesellschaftliche Bedeutung (rot) von WÖL

Ökosystemdienstleistung	Persönliche Bedeutung	Gesellschaftliche Bedeutung
Holzproduktion	3,7	3,9
Erholungsnutzung	2,9	4,2
Kohlenstoffbindung	4,0	4,5
Lebensraum schaffen	4,5	3,9
Bodenschutz	4,3	4,4
Nicht-Holz Produkte	2,5	3,0
Landschaftsbild	3,7	4,0
Kulturelles Erbe	3,1	2,8

Ökosystemdienstleistung	Persönliche Bedeutung	Gesellschaftliche Bedeutung
Wasserreinhaltung	4,4	4,4

Es besteht bei den Teilnehmer*innen der Umfrage ein Interesse an zusätzlichem Einkommen, wie Abbildung 9 veranschaulicht, wobei Wasserreinhaltung und Kohlenstoffbindung bei den Teilnehmer*innen als besonders geeignet erscheinen, um ein Zusatzeinkommen zu generieren. Aber auch die Schaffung von Lebensraum und der Bodenschutz werden häufig genannt.

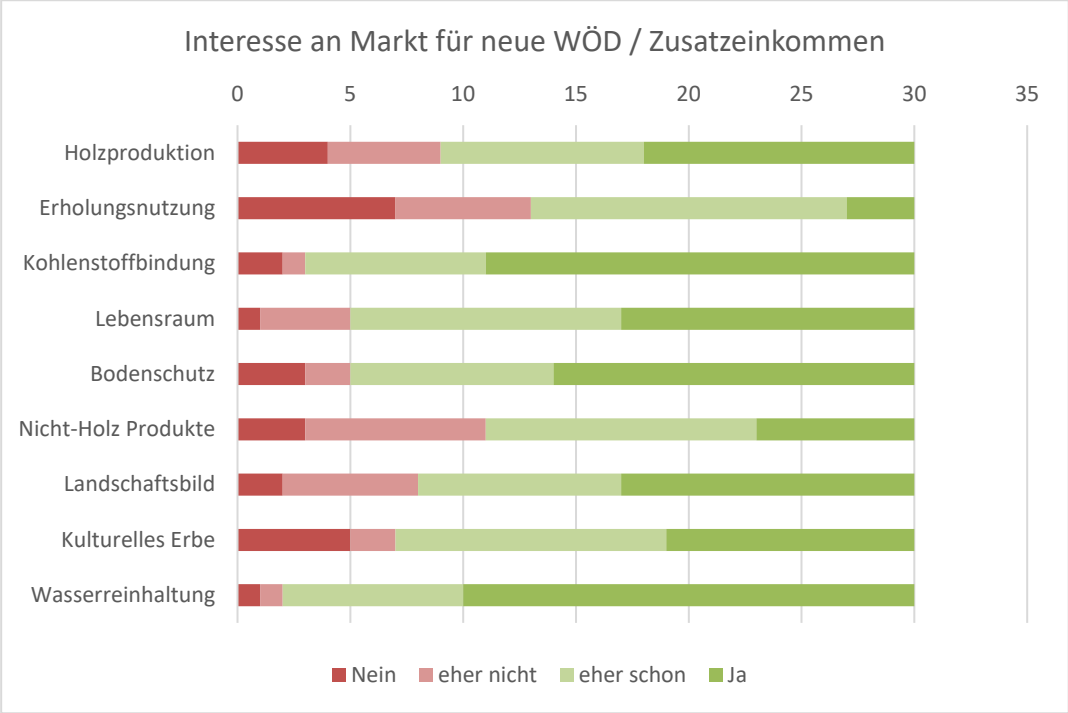


Abbildung 9: Interesse an einem Zusatzeinkommen aus Waldökosystemleistungen (n = 30) – Mehrfachantworten sind möglich

Tabelle 3: Interesse an einem Zusatzeinkommen aus Waldökosystemleistungen

Ökosystemdienstleistung	Nein	Eher nicht	Eher schon	Ja
Holzproduktion	4	5	9	12
Erholungsnutzung	7	6	14	3
Kohlenstoffbindung	2	1	8	19
Lebensraum schaffen	1	4	12	13

Ökosystemdienstleistung	Nein	Eher nicht	Eher schon	Ja
Bodenschutz	3	2	9	16
Nicht-Holz Produkte	3	8	12	7
Landschaftsbild	2	6	9	13
Kulturelles Erbe	5	2	12	11
Wasserreinhaltung	1	1	8	20

Ein Blick auf die aktuelle Einkommensverteilung aus diesen Produkten und Dienstleistungen zeigt aber auch, dass mehr als die Hälfte der Befragten angibt, dass sie über 75% ihres derzeitigen Einkommens aus der Holzproduktion generieren. Das unterstreicht die aktuell hohe Bedeutung der Holzproduktion im Vergleich zu anderen Waldökosystemleistungen (Abbildung 10).

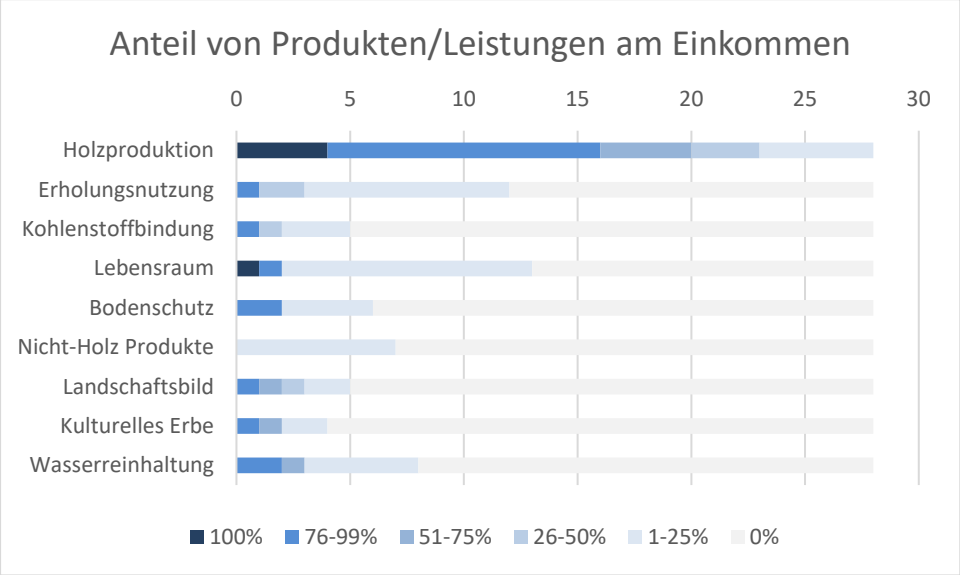


Abbildung 10: Anteil von Produkten und Dienstleistungen am Einkommen (n = 30)

Tabelle 4: Anteil von Produkten und Dienstleistungen am Einkommen

Ökosystemdienstleistung	100%	76-99%	51-75%	26-50%	1-25%	0%	keine Angabe
Holzproduktion	4	12	4	3	5	0	2
Erholungsnutzung	0	1	0	2	9	16	2

Ökosystemdienstleistung	100%	76-99%	51-75%	26-50%	1-25%	0%	keine Angabe
Kohlenstoffbindung	0	1	0	1	3	23	2
Lebensraum schaffen	1	1	0	0	11	15	2
Bodenschutz	0	2	0	0	4	22	2
Nicht-Holz Produkte	0	0	0	0	7	21	2
Landschaftsbild	0	1	1	1	2	23	2
Kulturelles Erbe	0	1	1	0	2	24	2
Wasserreinhaltung	0	2	1	0	5	20	2

Bei der Umfrage wurde auch nach den präferierten Geschäftsmodell für die Abgeltung der Leistungen gefragt. Dabei gehen die Meinungen, wieviel und wer für derartige Produkte und Dienstleistungen finanziell aufkommen sollte, weit auseinander. Während bei Nicht-Holz-Produkten überwiegend die Konsument*innen bzw. Einzelnutzer*innen bezahlen sollten, werden beim Kulturellen Erbe von der Hälfte der Befragten gar keine Zahlungen erwartet, dafür sollte es aber mehr gesellschaftliche Anerkennung geben.

Dort wo Leistungen für die Allgemeinheit erbracht werden, ist auch eine Zahlung aus öffentlichen Geldern gewünscht. Lokal wirksame Leistungen wie Erholungsnutzung, Bodenschutz, Wasserreinhaltung werden als von Bund/Ländern und Gemeinden förderbar gesehen, Kohlenstoffbindung, Lebensraumerhaltung und die Pflege des Landschaftsbildes eher nur von Bund/Ländern (Abbildung 11).

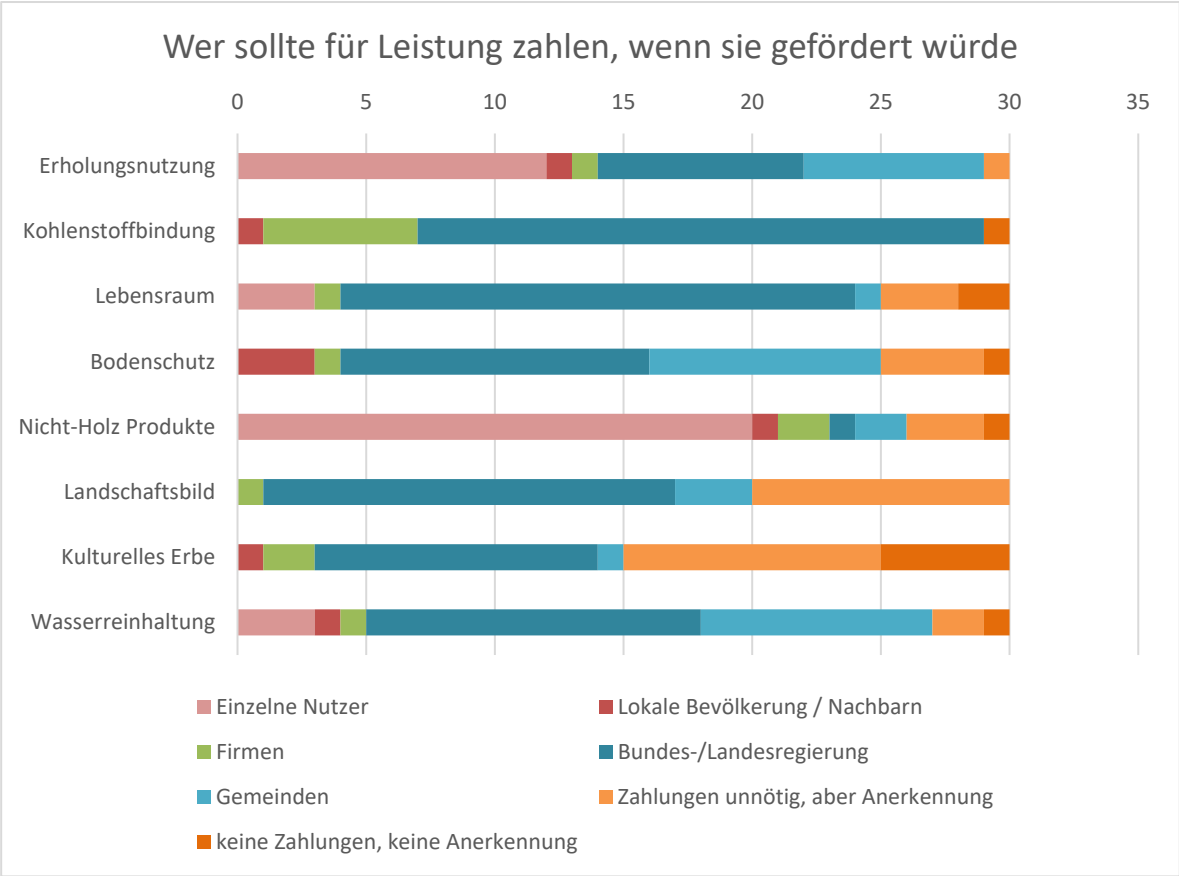


Abbildung 11: Ursprung für Zahlungen zu Waldökosystemleistungen

Tabelle 5: Ursprung für Zahlungen zu Waldökosystemleistungen

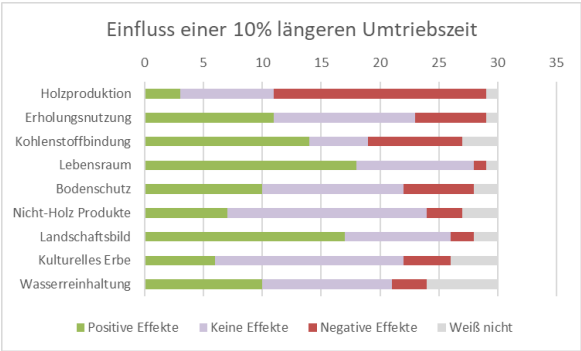
Ökosystemdienstleistung	Einzelne Nutzer	Lokale Bevölke-rung / Nachbarn	Firmen	Bundes-/ Landes-regierung	Gemein-den	Zahlungen unnötig, aber Anerken-nung	keine Zahlungen, keine Anerken-nung
Erholungsnutzung	12	1	1	8	7	1	0
Kohlenstoffbindung	0	1	6	22	0	0	1
Lebensraum schaffen	3	0	1	20	1	3	2
Bodenschutz	0	3	1	12	9	4	1
Nicht-Holz Produkte	20	1	2	1	2	3	1
Landschaftsbild	0	0	1	16	3	10	0
Kulturelles Erbe	0	1	2	11	1	10	5

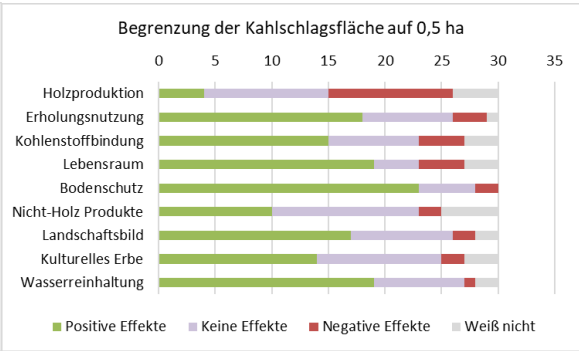
Ökosystemdienstleistung	Einzelne Nutzer	Lokale Bevölke-rung / Nachbarn	Firmen	Bundes-/ Landes-regierung	Gemein-den	Zahlungen unnötig, aber Anerken-nung	keine Zahlungen, keine Anerken-nung
Wasserreinhaltung	3	1	1	13	9	2	1

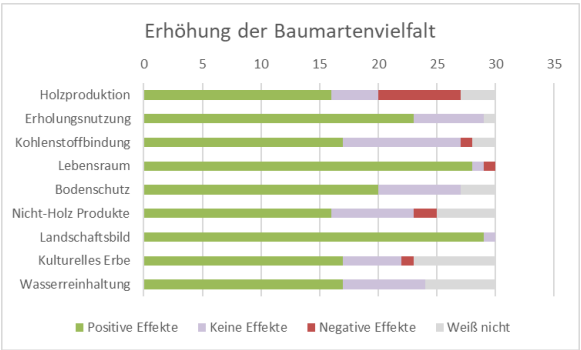
Des Weiteren wurden die Befragten um ihre Einschätzungen zu den möglichen Effekten von fünf unterschiedlichen Bewirtschaftungsmaßnahmen auf die Erbringung von Waldökosystemleistungen gebeten. Sie sollten die aus ihrer Sicht positiven und negativen Effekte der Maßnahmen beurteilen. Folgende Maßnahmen waren als Option angeboten:

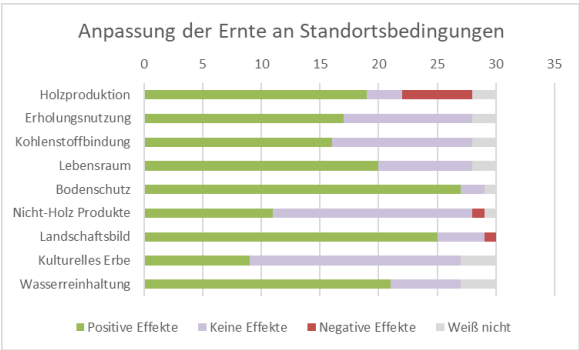
- 10% längere Umtriebszeit
- Begrenzung der Kahlschlagfläche auf 0,5 ha
- Erhöhung der Baumartenvielfalt
- Anpassung der Erntetechniken an die Standortsbedingungen
- Belassen von Totholz

Der Einfluss auf die Holznutzung wurde oftmals negativ gesehen, ansonsten überwiegen in den Einschätzungen der Waldbesitzer*innen neutrale bis positive Effekte der Maßnahmen.









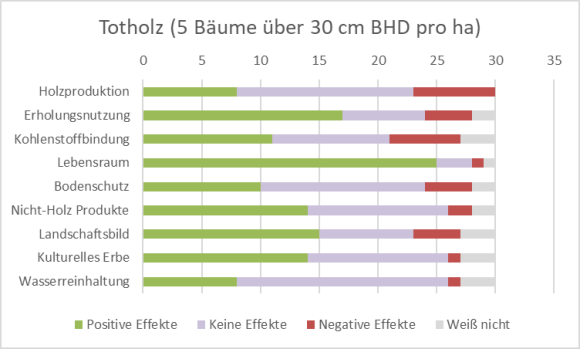


Abbildung 12: Ergebnisse der Einschätzung verschiedener Bewirtschaftungsmaßnahmen

Tabelle 6: Ergebnisse der Einschätzung einer 10% längeren Umtriebszeit

Ökosystemdienstleistung	Positive Effekte	Keine Effekte	Negative Effekte	Weiß nicht
Holzproduktion	3	8	18	1
Erholungsnutzung	11	12	6	1
Kohlenstoffbindung	14	5	8	3
Lebensraum schaffen	18	10	1	1
Bodenschutz	10	12	6	2
Nicht-Holz Produkte	7	17	3	3
Landschaftsbild	17	9	2	2
Kulturelles Erbe	6	16	4	4
Wasserreinhaltung	10	11	3	6

Tabelle 7: Ergebnisse der Einschätzung einer Begrenzung der Kahlschlagfläche auf 0,5 ha

Ökosystemdienstleistung	Positive Effekte	Keine Effekte	Negative Effekte	Weiß nicht
Holzproduktion	4	11	11	4
Erholungsnutzung	18	8	3	1
Kohlenstoffbindung	15	8	4	3
Lebensraum schaffen	19	4	4	3

Ökosystemdienstleistung	Positive Effekte	Keine Effekte	Negative Effekte	Weiß nicht
Bodenschutz	23	5	2	0
Nicht-Holz Produkte	10	13	2	5
Landschaftsbild	17	9	2	2
Kulturelles Erbe	14	11	2	3
Wasserreinhaltung	19	8	1	2

Tabelle 8: Ergebnisse der Einschätzung einer Erhöhung der Baumartenvielfalt

Ökosystemdienstleistung	Positive Effekte	Keine Effekte	Negative Effekte	Weiß nicht
Holzproduktion	16	4	7	3
Erholungsnutzung	23	6	0	1
Kohlenstoffbindung	17	10	1	2
Lebensraum schaffen	28	1	1	0
Bodenschutz	20	7	0	3
Nicht-Holz Produkte	16	7	2	5
Landschaftsbild	29	1	0	0
Kulturelles Erbe	17	5	1	7
Wasserreinhaltung	17	7	0	6

Tabelle 9: Ergebnisse der Einschätzung einer Anpassung der Erntetechniken an die Standortbedingungen

Ökosystemdienstleistung	Positive Effekte	Keine Effekte	Negative Effekte	Weiß nicht
Holzproduktion	19	3	6	2
Erholungsnutzung	17	11	0	2

Ökosystemdienstleistung	Positive Effekte	Keine Effekte	Negative Effekte	Weiß nicht
Kohlenstoffbindung	16	12	0	2
Lebensraum schaffen	20	8	0	2
Bodenschutz	27	2	0	1
Nicht-Holz Produkte	11	17	1	1
Landschaftsbild	25	4	1	0
Kulturelles Erbe	9	18	0	3
Wasserreinhaltung	21	6	0	3

Tabelle 10: Ergebnisse der Einschätzung beim Belassen von Totholz (5 Bäume über 30cm BHD pro ha)

Ökosystemdienstleistung	Positive Effekte	Keine Effekte	Negative Effekte	Weiß nicht
Holzproduktion	8	15	7	0
Erholungsnutzung	17	7	4	2
Kohlenstoffbindung	11	10	6	3
Lebensraum schaffen	25	3	1	1
Bodenschutz	10	14	4	2
Nicht-Holz Produkte	14	12	2	2
Landschaftsbild	15	8	4	3
Kulturelles Erbe	14	12	1	3
Wasserreinhaltung	8	18	1	3

Zusammenfassend ist festzustellen, dass das Interesse am Angebot von weiteren Waldökosystemleistungen (neben der Holzproduktion) grundsätzlich besteht, aber ihr monetäres Potential kaum erschlossen ist. Zusatzeinkommen aus Wasserreinhaltung, Kohlenstoffbindung, Lebensraumgestaltung und Bodenschutz ist gefragt; die Bedeutung dieser Leistungen wird höher eingestuft als die der Holzproduktion. Die Finanzierung sollte überwiegend von öffentlicher Hand erfolgen, bei Kohlenstoffbindung auch von Firmen.

4. Methoden und Modelle zur Bewertung von Waldökosystemleistungen

Arbeitspaket 3 (AP3) stellte die Methoden und Modelle bereit, die für die Quantifizierung der Waldökosystemleistungen und die Ableitung ihrer Werte aus den Perspektiven der Interessengruppen relevant sind (zur Verwendung in den AP 1 und AP5). Es wurde ein Set an Indikatoren für die Beurteilung und Bereitstellung von Waldökosystemleistungen entwickelt, und die verfügbaren Waldökosystemmodelle wurden verbessert, um den Input für die Indikatoren bereitzustellen. Methoden zur Quantifizierung des wirtschaftlichen Wertes von marktfähigen und nicht marktfähigen Waldökosystemleistungen wurden auf ihre Anwendbarkeit in den Geschäftsmodellen geprüft. Es wurden Optimierungswerkzeuge zur Erstellung von Waldwirtschaftsplänen für die regionalen Pilotstudien verwendet.

4.1 Indikatoren zur Evaluierung von Waldökosystemleistungen

Es wurde ein Set an Indikatoren für die Beurteilung und Bereitstellung von Waldökosystemleistungen im Rahmen des Projektes NOBEL entwickelt. Die Klassifikation der „Common International Classification of Ecosystem Services (CICES)“, die aus den Arbeiten der Europäischen Umweltagentur (EEA) zur Umweltgesamtrechnung entwickelt wurde, ist als Rahmen für die Entwicklung der Indikatoren von Waldökosystemleistungen herangezogen worden. Die CICES-Indikatoren sind gemäß dem CICES-Rahmenwerk (Castro et al., 2014) und unter Bezugnahme auf die MA- und TEEB-Klassifikationen entworfen worden, um die Kartierung und später die Bewertung von vermarkteten/nicht vermarkteten Waldökosystemleistungen auf regionaler Ebene (Pilotdemonstrationen) zu unterstützen.

Ein ausgewählter Satz von Indikatoren wurde so gestaltet, dass eine Verknüpfung mit dem möglichen Output von Ökosystemmodellen möglich ist. Tabelle 11 zeigt eine Übersicht zu den Indikatoren zur Evaluierung von Waldökosystemleistungen. Dabei sind die Hauptkategorien der Ökosystemleistungen, die „bereitstellenden“, die „regulierenden“ und die „kulturellen“ Dienstleistungen berücksichtigt worden. Sie decken somit nicht die so genannten „unterstützenden Dienstleistungen“ ab, diese werden als Teil der zugrunde liegenden Strukturen, Prozesse und Funktionen behandelt, die Ökosysteme charakterisieren.

Tabelle 11: Übersicht zu den Indikatoren zur Evaluierung von Waldökosystemleistungen

Section	Division	Group	Class	Indicators
Provisioning (Biotic)	Biomass	Wild plants (terrestrial and aquatic) for nutrition, materials or energy	Wild plants (terrestrial and aquatic, including fungi, algae) used for nutrition	.Production of wild berries, fruits, mushrooms
			Fibres and other materials from wild plants for direct use or processing (excluding genetic materials)	.Timber volume harvested .Timber volume harvested by species and diameter class .Productivity .Stocking .Timber yield by assortment
			Wild plants (terrestrial and aquatic, including fungi, algae) used as a source of energy	.Above ground wood energy biomass .Wood energy biomass (technically harvestable)
		Wild animals (terrestrial and aquatic) for nutrition, materials or energy	Wild animals (terrestrial and aquatic) used for nutritional purposes	.Population sizes of species of interest
			Fibres and other materials from wild animals for direct use or processing (excluding genetic materials)	.Population sizes of species of interest
	Genetic material from all biota (including seed, spore or gamete production)	Genetic material from plants, algae or fungi	Seeds, spores and other plant materials collected for maintaining or establishing a population	.Inclusion on the European List of Approved Basic Material for the Production of Forest Reproductive Material
			Higher and lower plants (whole organisms) used to breed new strains or varieties	.Patent applications based on genetic resources
	Other types of provisioning service from biotic sources	Other	Other	.Net Ecosystem Productivity (NEP)
Regulation & Maintenance (Biotic)	Transformation of biochemical or physical inputs to ecosystems	Mediation of wastes or toxic substances of anthropogenic origin by living processes	Filtration/sequestration/storage/accumulation by micro-organisms, algae, plants, and animals	.Area occupied by riparian forests
		Mediation of nuisances of anthropogenic origin	Smell reduction	.Tree cover density around infrastructure
			Noise attenuation	.Distance to infrastructure
			Visual screening	.Distance to infrastructure
	Regulation of physical, chemical, biological conditions	Regulation of baseline flows and extreme events	Control of erosion rates	.Soil erosion risk or erosion protection
			Buffering and attenuation of mass movement	.Protection against rock-fall .Protection against avalanches .Protection against landslides and erosion
			Hydrological cycle and water flow regulation (Including flood control, and	.Area of wetlands located in flood risk zones
			Wind protection	.Distance to infrastructure in relation to tree height
			Fire protection	.Tree species diversity (coniferous vs. deciduous)
		Lifecycle maintenance, habitat and gene pool protection	Pollination (or 'gamete' dispersal in a marine context)	.Red List Index for pollinating species
			Maintaining nursery populations and habitats (including gene pool protection)	.Tree species diversity .Tree size diversity .Dead wood abundance .Abundance of large standing dead trees .Abundance of large living trees
		Pest and disease control	Pest control (including invasive species)	.Forest diversity and cover
			Disease control	.Forest diversity and cover
		Regulation of soil quality	Weathering processes and their effect on soil quality	.Soil organic matter content .pH topsoil
			Decomposition and fixing processes and their effect on soil quality	.Area of nitrogen-fixing vegetation
		Water conditions	Regulation of the chemical condition of freshwaters by living processes	.Area occupied by riparian forests .Area of wetlands located in flood risk zones
		Atmospheric composition and conditions	Regulation of chemical composition of atmosphere and oceans	.Above ground carbon .Below ground carbon .Dead wood carbon (standing and coarse woody debris) .Soil carbon
			Regulation of temperature and humidity, including ventilation and transpiration	.Evapotranspiration

Cultural (Biotic)	Direct, in-situ and outdoor interactions with living systems that depend on presence in the environmental setting	Physical and experiential interactions with natural environment	Characteristics of living systems that enable activities promoting health, recuperation or enjoyment through active or immersive interactions	.Visitor statistics
			Characteristics of living systems that enable activities promoting health, recuperation or enjoyment through passive or observational interactions	.Visitor statistics
		Intellectual and representative interactions with natural environment	Characteristics of living systems that enable scientific investigation or the creation of traditional ecological knowledge	.Number of academic and non-academic publications referring to the living systems
			Characteristics of living systems that enable education and training	.Citizen science
			Characteristics of living systems that are resonant in terms of culture or heritage	.Public awareness .Extension of protected areas
			Characteristics of living systems that enable aesthetic experiences	.Charismatic biodiversity
	Indirect, remote, often indoor interactions with living systems that do not require presence in the environmental setting	Spiritual, symbolic and other interactions with natural environment	Elements of living systems that have symbolic meaning	.Public awareness
			Elements of living systems used for entertainment or representation	.Charismatic biodiversity
		Other biotic characteristics that have a non-use value	Characteristics or features of living systems that have an existence value	.Red List Index - threatened species
			Characteristics or features of living systems that have an option or bequest value	.Willingness to pay (WTP)
	Other characteristics of living systems that have cultural significance	Other	Other	.Income from nature-based tourism
Provisioning (Abiotic)	Water	Surface water used for nutrition, materials or energy	Surface water for drinking	.Volume of water extracted
			Surface water used as a material (non-drinking purposes)	.Volume of water extracted
			Freshwater surface water used as an energy source	.Energy produced from hydropower plants
		Ground water for used for nutrition, materials or energy	Ground (and subsurface) water for drinking	.Volume of water extracted
			Ground water (and subsurface) used as a material (non-drinking purposes)	.Volume of water extracted
	Non-aqueous natural abiotic ecosystem outputs	Mineral substances used for nutrition, materials or energy	Mineral substances used for nutritional purposes	.Salt extracted
		Non-mineral substances or ecosystem properties used for nutrition, materials or energy	Non-mineral substances or ecosystem properties used for nutritional purposes	.Volume of non-mineral substances with nutritional value extracted
			Wind energy	.Mean annual wind speed
			Solar energy	.Solar irradiation
Regulation & Maintenance (Abiotic)	Transformation of biochemical or physical inputs to ecosystems	Mediation of waste, toxics and other nuisances by non-living processes	Mediation by other chemical or physical means (e.g. via filtration, sequestration, storage or accumulation)	.Soil structure and composition
		Mediation of nuisances of anthropogenic origin	Mediation of nuisances by abiotic structures or processes	.Terrain Ruggedness Index
	Regulation of physical, chemical,	Regulation of baseline flows and extreme events	Mass flows	.Floodplain areas
			Liquid flows	.Floodplain areas
Cultural (Abiotic)	Direct, in-situ and outdoor interactions with natural physical systems that depend on presence in the environmental	Physical and experiential interactions with natural abiotic components of the environment	Natural, abiotic characteristics of nature that enable active or passive physical and experiential interactions	.Density of footpaths
		Intellectual and representative interactions with abiotic components of the natural environment	Natural, abiotic characteristics of nature that enable intellectual interactions	.Number of academic and non-academic publications referring to the abiotic characteristics of nature
	Indirect, remote, often indoor interactions with physical systems that do not require presence in the	Spiritual, symbolic and other interactions with the abiotic components of the natural environment	Natural, abiotic characteristics of nature that enable spiritual, symbolic and other interactions	.Public awareness
		Other abiotic characteristics that have a non-use value	Natural, abiotic characteristics or features of nature that have either an existence, option or bequest value	.Willingness to pay (WTP)

Es zeigte sich, dass Indikatoren nicht in gleicher Anzahl für alle Klassen an Waldökosystemleistungen beschrieben sind. Die (biotisch bedingten) produktiven Ökosystemleistungen haben die größte Anzahl an Indikatoren, kulturelle Ökosystemleistungen sind meist schwach repräsentiert (Abbildung 13).

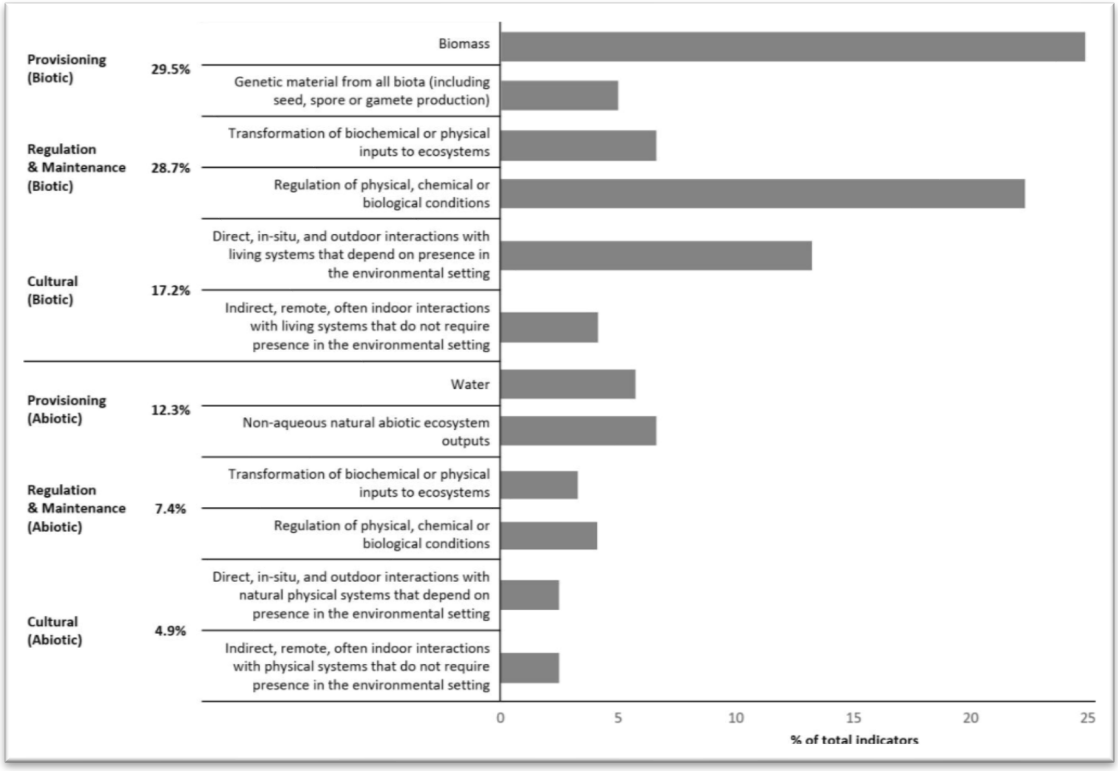


Abbildung 13: Verteilung der 85 Indikatoren auf die unterschiedlichen Klassen von Waldökosystemleistungen (CICES Klassifikation) (Grima et al., 2022)

In Bezug auf die Möglichkeiten, Fernerkundungsdaten zur Quantifizierung der ausgewählten Indikatoren heranzuziehen, konnte gezeigt werden, dass nur eine geringe Anzahl an Indikatoren direkt – z.B. aus den Signalen von Satelliten - ableitbar sind (Abbildung 14), ein Drittel kann über Modellbeziehungen indirekt abgeleitet werden und der größte Anteil an Indikatoren kann derzeit mit Fernerkundungsdaten gar nicht beschrieben werden.

Indicator	CICES ES code	Ecosystem service	Measurement of	Biophysical structure	Example
Productivity index	1.1.1.1	Cultivated terrestrial plants (including fungi and algae) grown for nutritional purposes	ES value	Biomass	Dimensionless measure of potential biomass produced due to local conditions
Amount of timber from plantations	1.1.1.2	Fibres and other materials from cultivated plants, fungi, algae, and bacteria for direct use or processing (excluding genetic materials)	ES value	Tree cover	Existing volume of timber per ha in a plantation
Amount of timber extracted	1.1.5.2	Fibres and other materials from wild plants for direct use or processing (excluding genetic materials)	ES value	Tree cover	Existing volume of timber extracted per ha
Extension of riparian zone	2.2.1.1 2.2.1.3	Control of erosion rates Hydrological cycle and water flow regulation (including flood control and coastal protection)	Ecosystem structure Ecosystem structure	Riparian area Riparian area	Extension of riparian area in ha
Number of viewsheds	3.1.1.2	Characteristics of living systems that enable activities promoting health, recuperation or enjoyment through passive or observational interactions	ES value	Topography, tree cover	Delineation of areas with an open view of the landscape
Concentration of particles	5.1.1.2	Dilution by atmosphere	ES value	Atmospheric aerosols	Amount of particles per unit of air volume

Abbildung 14: Ausgewählte Indikatoren zur Quantifizierung von Waldökosystemleistungen (CICES Klassifikation) die sich aus Fernerkundungsdaten direkt ableiten lassen (Grima et al., 2022)

4.2 Prognose der Waldentwicklung

Eine Dokumentation der im Rahmen der Simulationsstudien verwendeten Waldökosystemmodelle ist in NOBEL durchgeführt worden. In den Fallstudien wurden verschiedene Systeme verwendet: PICUS in Österreich, wSADflOR in Spanien, HEUREKA in Schweden und INTEGRA in Portugal.

Tabelle 12: Übersichtstabelle zu den verwendeten Ökosystem-Modellen

	PICUS	wSADFLOR	Heureka	INTEGRA	EasyforClim
Modellierungs-Ansatz	Hybrid patch model, process-based	Empirical growth & yield models Simulation Optimization	Empirical growth & yield models Simulation Optimization	Empirical and process-based models, simulation, optimization, Linking functions to estimate ecosystem services,	Excel-based simulation model calibrated on existing growth models/tables, climate scenarios, risk estimates
Räumliche Auflösung	Patch	Simulations at plot or stand level Optimization at landscape level	Simulations at plot or stand level Optimization at landscape level	Simulations at plot or stand level Optimization at landscape level	Stand level
Waldökosystem leistungen	Timber production, Biodiversity, Carbon storage, Protection against gravitational hazards, Recreation / cultural value	Timber production, Non-timber forest products (cork), Carbon storage, Recreation, Biodiversity, Water, soil and nutrient regulation, Natural hazard regulation	Timber production, Lichen production, Carbon storage, Biodiversity	Timber production, Non-timber forest products (mushrooms) Carbon storage, Recreation, Biodiversity, Water, soil and nutrient regulation, Natural hazard regulation	Timber, Carbon
Fallstudie	Austria	Portugal	Sweden	Spain	France

4.3 Ökonomische Bewertungsmethoden

Ein Bericht über die Einsatzmöglichkeiten zu ökonomischen Bewertungsmethoden wurde erarbeitet (D 3.3, siehe Anhang 1). Tabelle 13 gibt einen Überblick zu möglichen Bewertungsansätzen für unterschiedliche Waldökosystemleistungen, die im Rahmen der

Pilotstudie in Frankreich getestet worden sind. Im Rahmen der Studie konnten zwei Hauptaufgaben erfüllt werden:

- Überblick zu ökonomischen Methoden zur Abschätzung von Kosten und Nutzen bei der Vergütung von Waldökosystemleistungen
- Überblick zur vorhandenen Datenbasis, um Waldökosystemleistungen im europäischen Zusammenhang zu quantifizieren

Tabelle 13: Beispiel zu möglichen Bewertungsansätzen für die Pilotstudie in Frankreich

Waldökosytem Leistung	Bewertungsansatz	Einheit	Ökonomischer Wert
Climate change mitigation (Carbon emission reductions)	Opportunity costs based on engineering models (current profit minus profit in alternative management): Using output from growth models and standard unit costs and unit prices on timber	Tonnes C/ha/year	Discount future costs and benefits: Alternative costs approach – use governmental validated values, e.g. “valeur tutélaire du carbon”. Value per unit of carbon
Providing habitats	Opportunity costs based on engineering models (current profit minus profit in alternative management): Using output from growth models and standard unit costs and unit prices on timber	Size of areas not harvested, tree species diversity, amount of deadwood, tree size diversity.	Annual values: use recreational values estimated as a function of different habitat indicators or proxies: deadwood, tree species diversity, and tree size diversity in Abildtrup et al. (2020). Non-use value: use primary survey results based on economic non-market valuation methods. Compare with values from similar studies
Recreation	Cost estimations of maintaining visitor facilities, e.g. waste management, signs, impact on hunting values	Visitors/ha/year	Annual values: Use forest recreation model (Abildtrup et al. 2020) to estimate number of visits and WTP (Maximum entrance fee) in the specific forests considered in the pilot demonstration case
Water protection/purification - relative to other land uses	Difference in Net present value of revenues from forest and alternative more profitable land uses	Quantity of ground or surface water generated per ha, Nitrate and pesticide concentration in water generated	Annual values: Drinking water value is calculated as the quantity of water times the differences in cost of provision of water as a function of water quality (Abildtrup et al., 2013 a, b)

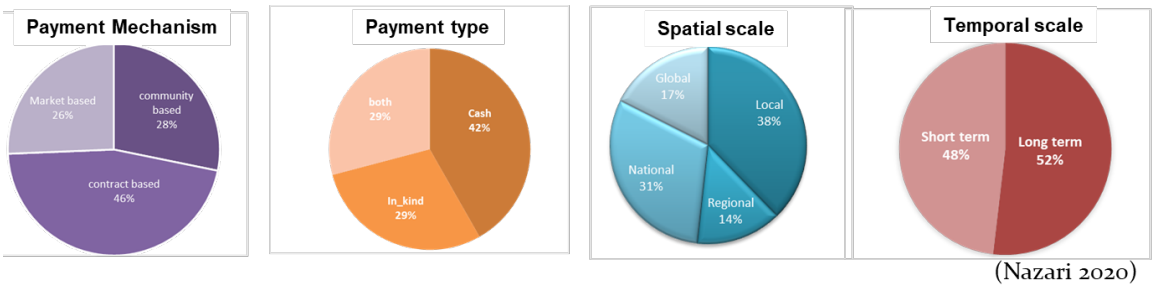
5. Analyse der politischen Rahmenbedingungen

Die Arbeiten in AP4 konzentrierten sich auf die Analyse der Governance-Settings und der politischen Instrumente, die für die erfolgreiche Umsetzung von Geschäftsmodellen erforderlich sind. Dabei fungierte AP4 als eine Schnittstelle zur Wissenschaftspolitik, um die Interaktionen zwischen Wissenschafter*innen und politischen Entscheidungsträger*innen zu unterstützen. Der Bedarf an Waldökosystemleistungen, der sich aus bestehenden europäischen/nationalen/subnationalen Politiken ergibt, wurde identifiziert. Darauf aufbauend wurde ein politischer Rahmen entworfen, der die Umsetzung von Geschäftsmodellen für die Bereitstellung von Waldökosystemleistungen unterstützt.

5.1 Erfolgsfaktoren für die Umsetzung von PES

Es wurde eine Datenbank mit erfolgreichen Fallstudien zusammengestellt, wo Waldökosystemleistungen und -Projekte analysiert werden können. Die Informationen werden nach Merkmalen kategorisiert, das angewandte Geschäftsmodell, die erbrachten Ökosystemdienstleistungen, der betrachtete Zeitraum, der Umfang der Umsetzung, die Zahlungsart sowie demographische Merkmale der involvierten Personen wurden erfasst. Danach wurden mit ausgewählten Fällen Tiefeninterviews durchgeführt, die ein detailliertes Bild der Mechanismen der Programme und Projekte sowie der persönlichen Motive und Visionen vermitteln sollen. Damit sollen die Erfolgsfaktoren für die Umsetzung von Waldökosystemleistungen besser eingeschätzt werden. Daraufhin soll zukünftigen Akteur*innen ein besseres Verständnis für die Möglichkeiten vermittelt werden, wie die unterschiedlichen Mechanismen eine Lösung bieten (Abbildung 15)

Es zeigt sich das das öffentlich-private Geschäftsmodell in Fallstudien öfter eingesetzt worden ist als andere. Tatsächlich ist die Beteiligung von Regierungen eine Voraussetzung für den Erfolg, da viele öffentliche Verwaltungen stark vom Engagement der Regierungen abhängig sind.



(Nazari 2020)

Abbildung 15: Merkmale von erfolgreich umgesetzten Fallstudien für die Bereitstellung von Waldökosystemleistungen

Tabelle 14: Merkmale von erfolgreich umgesetzten Fallstudien für die Bereitstellung von Waldökosystemleistungen

Zahlungs-mechanismen	26% marktbasiert	28% gemeinschafts-basiert	46% vertragsbasiert	
Zahlungsarten	42% Barzahlung	29% Sachleistungen	29% beide	
Räumliche Ebene	38% lokal	14% regional	31% national	17% global
Zeitliche Ebene	52% langfristig	48% kurzfristig		

Die Rolle des Vermittlers ist ein Schlüssel für die ordnungsgemäße Abwicklung, da starkes Vertrauen zwischen den Dienstleistungsnutzer*innen und –anbieter*innen erforderlich ist. Die Programme sind nachhaltiger, wenn sie die lokalen Institutionen stärken und die intrinsische Motivation ankurbeln, was bei langfristig angelegten Projekten leichter ist. Inklusivität, Transparenz und Unterstützung beim Aufbau von Kapazitäten durch die Regierungsinstitutionen sind wichtig, um erfolgreich zu sein. Vertragsbasierte Zahlungsmechanismen sind eine Voraussetzung für den Erfolg, da es wichtig ist, eine Vereinbarung mit einem etablierten Geschäftsmodell zu treffen.

Eine gute wissenschaftliche Basis, Humankapital und die Bereitstellung von ausreichenden Ressourcen für die Ex-post-Evaluierung und das Monitoring sind ebenfalls wichtig.

Die französische Fallstudie hat gezeigt, dass die Rolle der Wälder (als Proxi für Waldökosystemleistungen) unterschiedlich verstanden wird in den nationalen und regionalen forstbezogenen Strategien und Gesetzen. Es wurden dabei zehn dominante Rahmungen identifiziert die mittels qualitativer Expert*inneninterviews validiert wurden. Auf nationaler

Ebene wurde die folgenden Rahmungen also dominant erfasst: „Wälder als Verfüger von Holz und Material“ und „Wälder als Mittel zur Eindämmung von Klimawandel“. Auf der regionalen Ebene (Grand Est) hingegen wird eher die Rolle der Wälder für die Lebensqualität und die Erholung betont.

5.2 Policy Brief

Gemeinsam mit dem Projekt SINCERE wurde ein politisches Grundsatzpapier ausgearbeitet (siehe Anhang 2 und Abbildung 16), das vier Wege skizziert, um eine bessere Abstimmung zwischen Initiativen von Landbesitzer*innen, politischen Entscheidungsträgern, Stakeholderinteressen und gesellschaftlichen Zielen zu erreichen und eine langfristige und nachhaltige Bereitstellung von Waldökosystemleistungen zu ermöglichen. Folgende Vorschläge wurden ausgearbeitet:

1. Verbesserung der Integration von unterschiedlichen politischen Zielen und Anpassung der finanziellen Möglichkeiten
2. Entwicklung eines EU weiten Systems für Zahlungen von Waldökosystemleistungen
3. Unterstützung von Innovationen und neuen Ansätzen durch Bottom-Up Partizipation
4. Verbesserung der Informationsgrundlage um das Angebot und den Bedarf von Waldökosystemleistungen zu überwachen

Policy Brief

Four pathways to govern Europe's multiple forest ecosystem services

Europe's forests provide many different products and services, such as wood, hunting, and tourism, among many others. Yet, some services of great value to people are not usually traded on markets: these include **carbon sequestration**, **water regulation**, **biodiversity conservation**, and **recreational experiences**. With markets absent, private forest owners do not have sufficient incentive to enhance quality and quantity in supplying these services, a costly market failure.

This policy brief outlines **four pathways** to secure better alignment between landowner incentives, stakeholder interests, and societal objectives towards Forest Ecosystem Services (FES) in Europe. These pathways are primarily based on findings from the H2020 project SINCERE and ERA-NET project NOBEL.

1 Enhance policy integration to align policy targets and financial means

An integrated forest policy framework is critical to ensure that various forest related policies at EU and member state level do not impede each other but work together in a manner that supports the management of Europe's forests for multiple FES. Increasing policy coordination and consistency in forest policy decision-making, in congruence with addressing trade-offs in implementation, implies: (a) aligning different forest-related policy instruments and ensuring that their objectives are backed-up by legal and financial means.

Those instruments should be flexible enough to meet regional priorities and socio-economic demands; (b) involving concerned societal groups and scientists systematically in goal formulation and implementation processes; and (c) monitoring policy implementation and adapting policies based on information.

2 Develop an EU-wide system for payments for forest ecosystem services (PES)

An EU-wide PES system holds significant potential to advance the provision of such services in line with the novel EU forest policy framework. Guiding principles for establishing an EU-wide payment system for forest ecosystem services to incentivize their provision are: (a) pre-agreeing on systemic objectives and funding; (b) selecting cost-effective and flexible implementation mechanisms; (c) combining scientific knowledge with participatory co-design; (d) adopting long-term perspectives and commitments; and (e) identifying priority areas for different FES (e.g. biodiversity hotspots, FES demand hotspots such as peri-urban forests).

However, some FES, such as watershed protection, are more locally rooted – and may thus also be better addressed through locally or nationally conceived incentive systems.

3 Support innovation and experimentation through bottom-up participation

Innovations relating to multiple FES exist across Europe, but forest policy has been traditionally focusing on innovations for wood supply. There is a need to encourage and support innovation for the provision of multiple FES across Europe, through stakeholder engagement, and networking across sectors and policy levels.

Participatory approaches in forest modelling and planning can reduce conflicts and secure societal acceptability of selected management alternatives. Based on experimentation with various policy instruments, coordination (or competition, where appropriate) between landowners could enhance the effectiveness of supplying multiple FES.

4 Improve information to monitor FES supply and demand

Improving the system for monitoring FES supply and demand is crucial, especially for regulating services (e.g. habitat provision and improvement of air quality) and cultural services (e.g. education and recreation). Agreeing on harmonized FES definitions, accompanied by standardized indicators, could greatly improve their monitoring on different spatial and temporal scales.

It is important to link this with spatially explicit information about societal demand for FES and forest owners' preferences.

Find out much more in a commentary paper available here
https://doi.org/10.5281/zenodo.6393968

Authors & Contributors:

Marko Lovrić – European Forest Institute

Helga Puelzl – European Forest Institute

Sarah Adams – European Forest Institute

Sven Wunder – European Forest Institute

Gerard Fernández – European Forest Institute

Harald Vacik - University of Natural Resources and Life Sciences, Vienna

Thomas Lundhede – University of Copenhagen

Bo Jellesmark Thorsen – University of Copenhagen

Georg Winkel - Wageningen University & Research

Abbildung 16: Kurzfassung des Policy Briefs zur Unterstützung der Umsetzung von Mechanismen und Durchführung von Maßnahmen zur Bereitstellung von Waldökosystemleistungen

6. Implementierung von Geschäftsmodellen in Pilotstudien

In AP5 wurden alle Aktivitäten im Zusammenhang mit der Gestaltung und Umsetzung der Geschäftsmodelle in den ausgewählten Pilotstudien unter Berücksichtigung der regionalen sozioökonomischen und ökologischen Bedingungen durchgeführt. Innerhalb jeder Pilotstudie wurden die Optionen für die Bereitstellung von Waldökosystemleistungen (z.B. Holz- und Nichtholzprodukte, Kohlenstoff, Biodiversität, Erholung, Wildtiere, Schutz vor Naturgefahren), die Anbieter*innen, die Begünstigten, die Organisation und der politische Rahmen bei der Gestaltung von Waldbewirtschaftungsplänen und der Anwendung innovativer Geschäftsmodelle berücksichtigt. Eine partizipative Bewertung der umgesetzten Geschäftsmodelle zusammen mit Interessenvertreter*innen und Expert*innen ermöglichte Schlussfolgerungen, die in neue Politik einfließen können.

6.1 Konzeptioneller Rahmen und Leitfaden

Für alle Pilotstudien wurden die möglichen Geschäftsbeziehungen zwischen Anbieter*innen und Käufer*innen von Waldökosystemleistungen identifiziert, das Potential für die Bereitstellung von Waldökosystemleistungen analysiert, und die notwendigen Daten und Informationen für die Umsetzung und Anwendung in den Fallstudien zusammengestellt.

Dabei wurden sieben Teilschritte als Leitfaden zur Implementierung der Geschäftsmodelle definiert:

- Geschäftsmodelle: In diesem ersten Schritt wird der aktuelle Stand der Wälder und der Bereitstellung von Ökosystemdienstleistungen erhoben. Dazu sind Methoden und Mechanismen für die Interaktion mit den Stakeholder*innen von Bedeutung.
- Erarbeitung innovativer Waldbewirtschaftungspläne zur Erbringung der Waldökosystemleistungen
- Abschätzung der Bewirtschaftungseffekte durch Ökosystemmodelle und Quantifizierung der Waldökosystemleistungen
- Ökonomische Bewertung der Maßnahmen zur Erbringung der Waldökosystemleistungen und deren Nutzen
- Quantifizierung akzeptabler Tradeoffs zwischen unterschiedlichen Maßnahmen zur Optimierung des Portfolios an Waldökosystemleistungen

- Umsetzung von Methoden und Mechanismen für die Durchführung einer online Auktion
- Identifikation der notwendigen Schritte zur Umsetzung der Geschäftsmodelle

In Abbildung 17 ist das Ablaufschema zur Durchführung von Fallstudien zur Abgeltung von Waldökosystemleistungen dargestellt. Nicht alle Fallstudien konnten jede Phase im Rahmen des Projektes erreichen, je nach den Rahmenbedingungen und der Dauer der Kooperation zwischen Anbietern und Konsumenten, unterschieden sich die Möglichkeiten der Umsetzung.

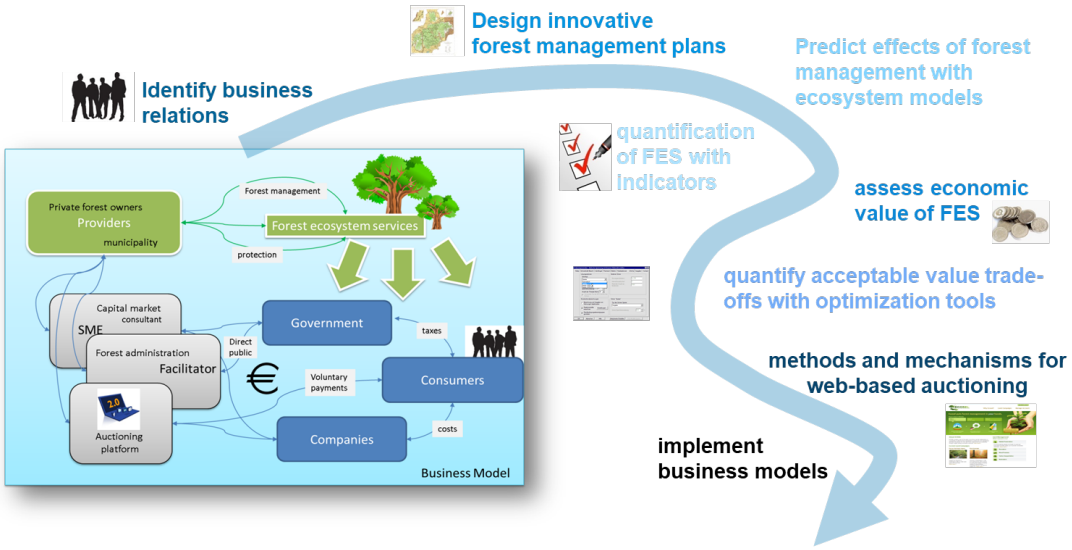


Abbildung 17: Ablaufschema zur Durchführung von Fallstudien in NOBEL

6.2 Fallstudie Österreich Rossmoosalm

In Österreich wurde die Fallstudie im Forstbetrieb Inneres Salzkammergut im Revier Rettenbach durchgeführt. Das Revier liegt im Wuchsgebiet 4.2 auf einer Seehöhe von 600 bis 1300m, Grundgestein ist Karbonat. Es erstreckt sich auf ca. 7800ha und es wurden zwei Planungseinheiten ausgeschieden, das Gebiet um die Rettenbachalm und das Gebiet um die Rossmoosalm (Abbildung 18).

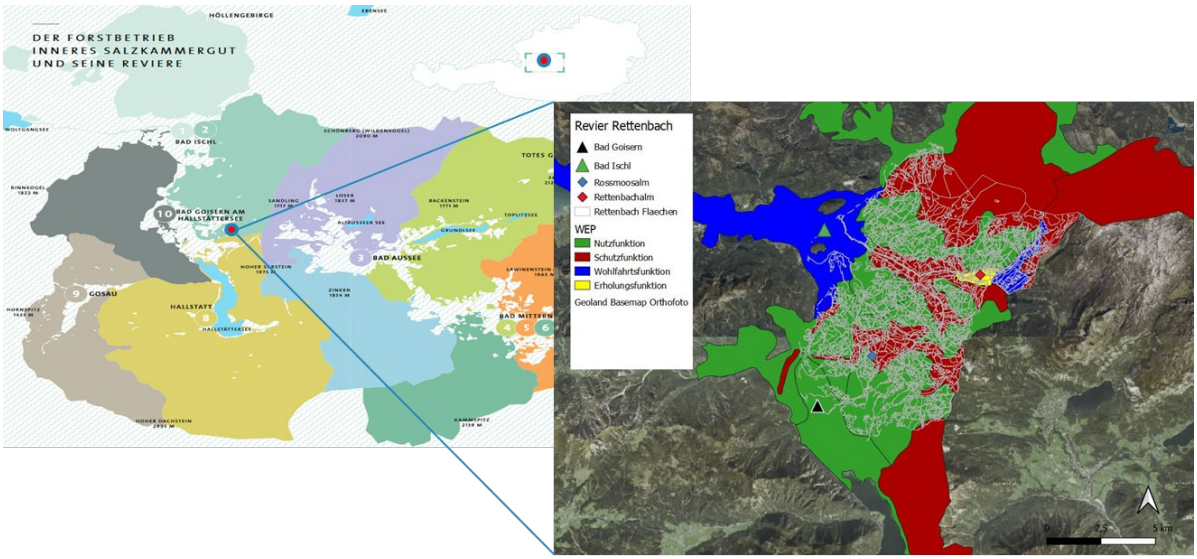


Abbildung 18: Fallstudie Forstbetrieb Inneres Salzkammergut - ÖBF

Auf Basis der wissenschaftlichen Literatur wurde eine Einschätzung der relevanten Indikatoren pro Dienstleistung vorgenommen und die Datengrundlagen für die jeweiligen Indikatoren entweder empirisch erhoben oder aus vorhandenen Daten (Forstinventur, Katen) abgeleitet. Die für die meisten Leistungen und Produkte wichtigsten Indikatoren sind Bestockung, Akteure in der Umgebung, Totholz, Wildeinfluss, vertikale Bestandesstruktur und Hangneigung (Tabelle 15). Eine Beurteilung des Erfüllungsgrades der einzelnen Waldökosystemleistungen konnte für jeden einzelnen Bestand in der Fallstudie Rossmoosalm durchgeführt werden. Die Ergebnisse wurden dann in einem Kartenwerk dargestellt und als Basis für die Entwicklung von Bewirtschaftungsoptionen herangezogen.

Tabelle 15: Prioritäre Indikatoren der Ökosystemdienstleitungen im Revier Rossmoosalm nach Literatur bewertet

Indikatoren	Indikator Punkte		Green-Care	Holz-produktion	Advent-markt	Hangrutsch-sicherung	CSR-Maßnahmen	Waldhonig	Schmuck-reisig	Trinkwasser	Vertrags-naturschutz	Absolut	%
Bestockung	22	1. Quantil	x	x	x	x		x		x	x	39	43%
Akteure in der Umgebung	21		x		x		x	x	x	x			
Totholz	16		x	x	x	x	x	x	x	x	x		
Wildeinfluss	16			x		x	x	x	x	x			
vertikale Bestandesstruktur	14		x		x	x			x	x	x		
Hangneigung	13		x	x	x	x	x						
Erreichbarkeit	11	2. Quantil	x		x		x	x				26	29%
Sonderstandorte	11		x	x		x	x	x	x		x		
Verjüngung	11			x		x				x	x		
Lückengröße	10					x		x		x	x		
Tannenanteil	9				x		x		x				
Bestandesschlussgrad	9					x		x		x	x		
Aussichtsplätze	7	3. Quantil	x		x		x					14	16%
Ertragsklasse (Fichte)	7			x					x				
Baumarten	6			x		x							
spezielle Waldplätze	5		x								x		
Kronenansatz Nadelholz	5			x					x	x			
Altersklasse	5						x		x				
Wegenetz	4	4. Quantil	x		x						x	11	12%
Vorrat	4			x					x				
Weiden	4							x					
Aktionsflächen	4				x								
Buchenanteil	3									x			
Laubholzanteil	3										x		
Bienenfördernde	2						x	x					
											Sum	90	100%

7. Projektmanagement

Ein effizientes und effektives Projektmanagement ermöglichte die Umsetzung der administrativen, logistischen und finanziellen Aufgaben. Der Fortschritt und die Qualität des Projekts entlang des formulierten Arbeitsplans und seiner Meilensteine und Ergebnisse wurden überwacht und ein effektiver Informationsfluss, gute Kommunikation und eine angemessene Entscheidungsfindung innerhalb des Projektkonsortiums sichergestellt.

Es wurden 2 physische Projekttreffen in Wien (Kick Off) und in Lissabon (1 PM) organisiert. Ein weiteres Projekttreffen, das in Solsona geplant war, wurde im Juni 2020 aufgrund der COVID-19 Pandemie online abgehalten. Insgesamt wurden elf Projekttreffen organisiert und durchgeführt. Das finale Projekttreffen wurden ebenfalls online abgehalten.

Tabelle 16: Übersicht über Projekttreffen

Projekttreffen	Datum	Ort
Kick Off	21./22.03.2019	Wien
1 PM	14.06.2019	Online
2 PM	16.09.2019	Online
3 PM	28./29.11.2019	Lissabon
4 PM	16.-18.06.2020	Online
5 PM	10.12.2020	Online
6 PM	20.04.2021	Online
7 PM	15.09.2021	Online
8 PM	14.01.2022	Online
9 PM	06.05.2022	Online
10 PM	29.09.2022	Online

Abbildung 19: Screenshot einer Online Projektbesprechung in NOBEL mittels ZOOM

Eine digitale Plattform wurde zum Austausch von Informationen innerhalb der Projektpartner (http://nobel.strukturhaus.at) sowie zum Austausch von Daten und zur Erarbeitung gemeinsamer Ergebnisse genutzt. Die Projekthomepage (http://nobel.boku.ac.at) informierte regelmäßig über News (Abbildung 20). Dabei wurden insgesamt 40 Nachrichten Einträge zu relevanten Themen, Neuigkeiten aus dem Netzwerk und Veranstaltungen generiert.

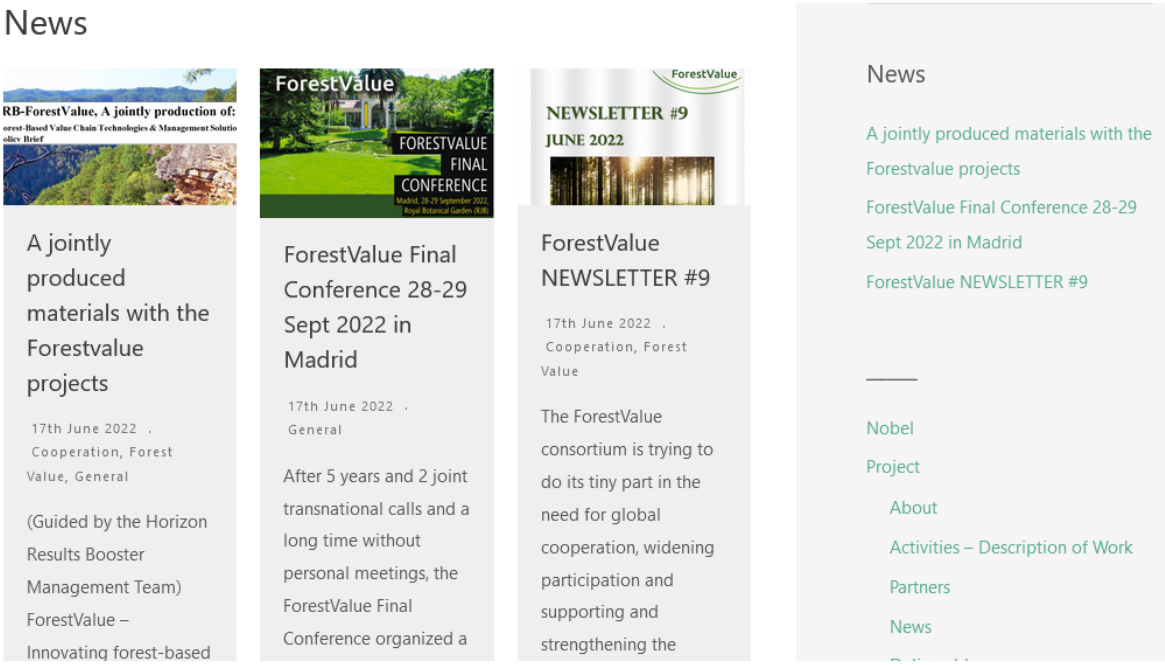


Abbildung 20: Newseinträge auf der Projekthompage https://nobel.boku.ac.at/the-project/news/ (abgerufen am 08.09.2022)

Außerdem nahm das Projekt NOBEL als Teil des ForestValue Netzwerks an der Initiative Horizont Result Booster teil, um die Ergebnisse einer breiten Anzahl an Stakeholdern bekannt zu machen. Dazu dienten auch regelmäßige Beiträge zu insgesamt neun ForestValue Newsletter (abrufbar unter https://forestvalue.org/links/downloads/). Darüber hinaus erfolgte die Teilnahme an diversen Seminaren und Veranstaltungen des ERA-Net.

Abbildung 21: ForestValue Seminar in Helsinki. ©Mika Kallio

Gemeinsam mit dem inhaltlich nahe verwandten Projekt SINCERE wurde vom 28.-29. September 2021 eine online Konferenz durchgeführt mit bis zu 180 Teilnehmern durchgeführt. Dabei wurden Zwischenergebnisse des Projektes präsentiert und mit den Stakeholdern in online Breakoutgroups diskutiert. Die Konferenz bot eine Zusammenschau der Situation von Waldökosystemleistungen in Europa inklusive der begleitenden Forschung, der Praxis, den möglichen Geschäftsmechanismen und politischen Überlegungen dazu. Dabei wurden folgende Erkenntnisse kommuniziert.

Auf Basis einer Umfrage unter Waldbesitzer*innen und -bewirtschafter*innen in Europa wurde auf die finanzielle Situation in Hinblick auf Einkommen und Profitabilität von Waldökosystemleistungen hingewiesen: in Nord- und Osteuropa wird das Einkommen fast nur von produktiven Waldökosystemleistungen generiert, in West- und Südeuropa hingegen ist etwa ein Viertel des Einkommens auf regulierende und kulturelle Waldökosystemleistungen zurückzuführen.

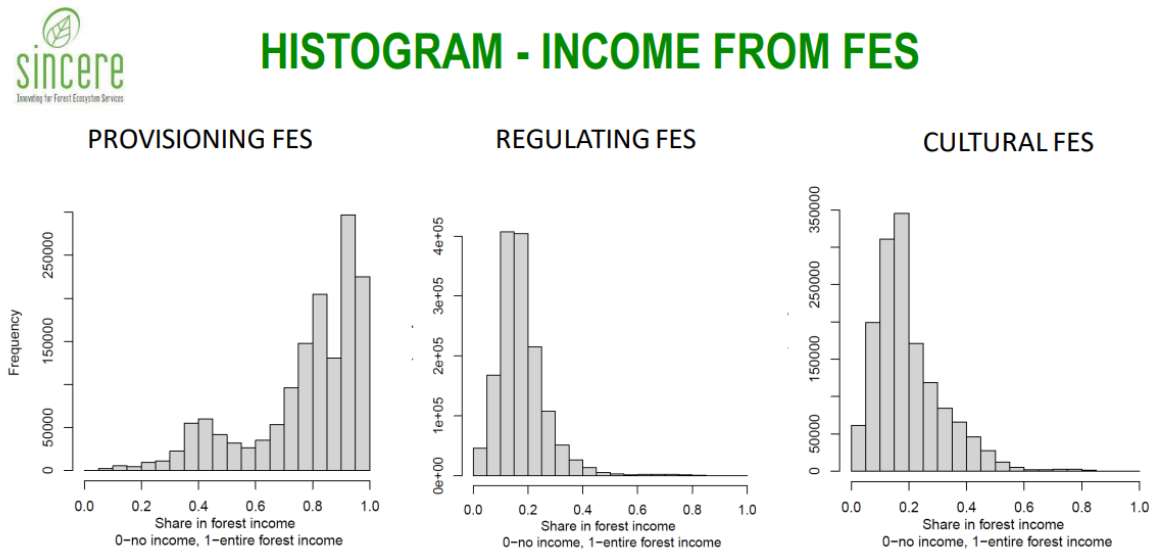


Abbildung 22: Histogramme über das Einkommen durch Waldökosystemleistungen

Um den Effekt von Interventionen des Forstmanagements zu beurteilen, wurde ein konzeptioneller Rahmen auf Basis des Ökosystemservice Kaskaden-Modells bereitgestellt. Dies stellt einen neuen Weg dar, Innovationsprojekte und Waldbewirtschaftung in unterschiedlichen zeitlichen und räumlichen Ebenen zu klassifizieren und zu interpretieren, was die Umsetzbarkeit und Machbarkeit der Studien und eine Nachhaltigkeitsbewertung erleichtert.

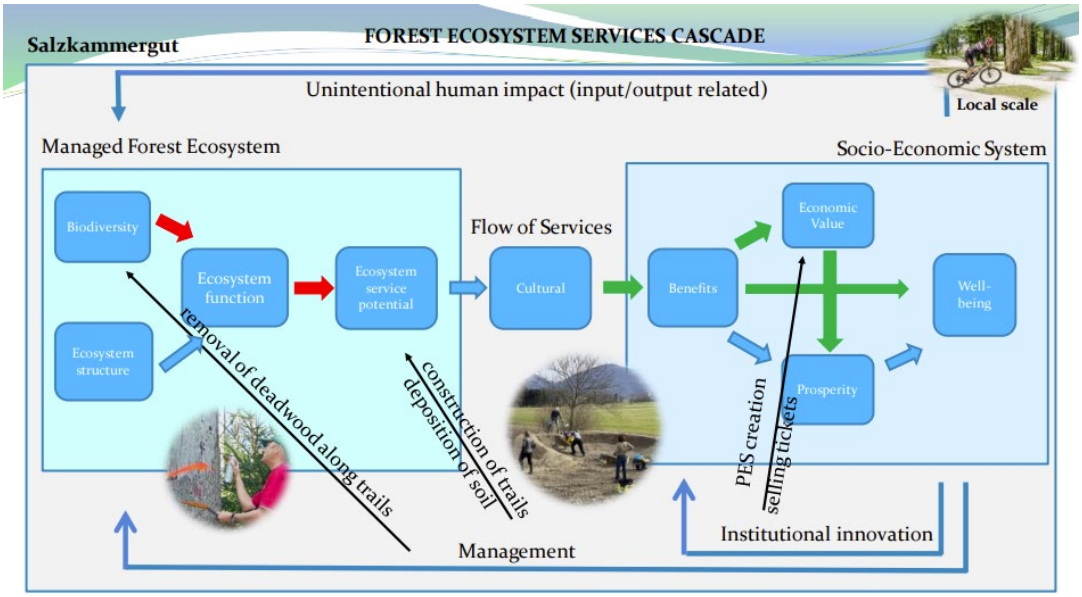


Abbildung 23: Kaskaden Modell der Waldökosystemleistungen

Die Schlüsselfaktoren für sowohl Forstpolitik als auch Waldbewirtschaftung in der Europäischen Union liegen laut Diskussion darin, den Ausgleich zwischen der Bereitstellung

mannigfaltiger Waldökosystemleistungen und den auseinander gehenden sozialen Anforderungen der Mitgliedsstaaten zu schaffen. Daher muss ein künftiges europäisches forstpolitisches Rahmenwerk auch die multiplen Waldökosystemleistungen unterstützen.

Geschäftsmodelle zu Waldökosystemleistungen wurden von den beiden Projekten SINCERE und NOBEL anhand von vier Schlüsselaspekten präsentiert: Nachfrage, Einkommensströme, Finanzierung und Geschäftsmodellen. Als ein Ergebnis wurden die Herausforderungen und Einbeziehung erfolgreicher Geschäftsmodelle für Waldökosystemleistungen hervorgehoben.

Die webbasierte Auktionsplattform ECOSEL wurde als Ansatz präsentiert um zwischen den verschiedenen Ökosystemleistungen abzuwägen und zwischen Auktionär*innen, Interessensvertreter*innen und Landbesitzer*innen zu vermitteln. Die „Konsumenten“ können ihre Zahlungsbereitschaft für ihre präferierte Kombination von Ökosystemleistungen in Form eines Angebots formulieren.

In der abschließenden Panel-Diskussion der Konferenz brachte eine interessante thematische Debatte Eeva Primmer, Forschungsdirektorin beim finnischen Umweltinstitut SYKE, Eva Müller, Generaldirektorin für Forst, Nachhaltigkeit und Erneuerbare Energien beim deutschen Bundesministerium für Lebensmittel und Landwirtschaft und Fanny-Pomme Langue, Generalsekretärin der Europäischen Waldbesitzervereinigung in einem ausschließlich weiblichen Panel, das exzellenten von Session Host Jo O’Hara (FutureArk Ltd) moderiert wurde. Die Diskussion wurde mit einer Publikumsbefragung gestartet und in einer finalen Umfrage sollten die Teilnehmer*innen ein Wort finden, um die Themen und Diskussionen der ganzen Session zu beschreiben. Unter den beliebtesten Antworten waren Kommunikation, Dialog, Mediation und Transparenz. Unter folgendem Link können weitere Informationen zur Veranstaltung nachgelesen werden: https://sincereforests.eu/creating-innovative-mechanisms-for-forest-ecosystem-services-what-does-science-tell-us/

Meilensteine und Ergebnisse

Tabelle 17 und Tabelle 18 geben einen Überblick über die Meilensteine und Projektergebnisse.

Tabelle 17: Liste der Projektergebnisse im Projekt NOBEL

Deliverable (number)	Deliverable name	Work package number	related to task	Short name of lead participant	Type	Dissemination level	Delivery date (in months)
1,1	Academic peer reviewed article on spatial information needs, availability and accessibility for the mapping of ES	1	1,1	**NMBU**	R	PU	18
1,2	Meta documentation of data needed to estimate ES for pilot demonstrations	1	5,1	**NMBU**	R	PU	21
1,4	Web-based auctioning platform	1	1,4	**SLU**	OTHER	PU	36
1,5	Auction training and advertisement materials	1	1,4	**SLU**	DEC	PU	36
1,6	Maps of predicted transitions of stand types and related FES provision	1	1,5	**TUM**	OTHER	PU	36
2,1	Detailed Stakeholder interaction plan	2	2,4	**CTFC**	DEC	PU	12
2,2	Web-based communication platform	2	2,4	**BOKU**	R	PU	6
2,3	Detailed Dissemination & Exploitation Plan (DEP)	2	2,4	**BOKU**	DEC	PU	10
2,4	Report on management regimes and FES provisioning in European For	2	2,4	**BOKU**	R	PU	18
2,5	Publication on forest owner attitudes on ES provisioning	2	2,2	**INRAE**	R	PU	24
3,1	Indicator framework for FES provisioning	3	1,2 3,1	**BOKU**	R	PU	8
3,2	Documentation of forest ecosystem models and FES indicators output	3	3,2	**SLU**	R	PU	18
3,3	Report on FES valuation methods	3	3,3	**INRAE**	R	PU	18
3,4	Documentation of optimizer tools for land management plans	3	3,4	**TUM**	R	PU	20
3,5	Documentation of methods for web-auctioning FES	3	3,5	**TUM**	R	PU	24
4,1	Role of FES in national and sub-national policies and guidelines	4	4,1	**BOKU**	R	PU	17
4,2	Report on governance settings of business models	4	4,3	**BOKU**	R	PU	24
4,3	Policy brief with recommendations for novel public policies supporting new business models	4	4,5	**BOKU**	R	PU	36
5,1	Guideline for setting up the pilot demonstrations	5	5,1	**CTFC**	OTHER	PU	10
5,2	Documentation of Business relations and potential for ES provisioning business model set-up and implementation	5	5,1	**INRAE**	R	PU	24
5,3	Academic peer reviewed paper on trade-offs in FES provisioning in pilot demonstrations	5	5,2	**TUM**	R	PU	24
5,4	Report on implementing Business Models in Pilot demonstrations	5	5,2	**INRAE**	R	PU	30
6,1	Minutes of Kick-off meeting	6	6,2	**BOKU**	R	PU	3
6,2	Minutes of Annual project meetings	6	6,2	**BOKU**	R	PU	12, 24, 26

Tabelle 18: Liste der Meilensteine im Projekt NOBEL

Milestone number	Milestone name	Work package	Due date (in month)	Means of verification
1,1	First conceptual framework document for auction platform	1	6	Approved by WP Leader and PMT
1,2	Survey regarding spatial information needs ready	1	6	Approved by WP Leader
1,3	Workshop with auction platform interested parties held	1	9	Successful completion
1,4	Quarterly release during auction platform development	1	9, 18, 27, 36	Pre-approved by WP Leader
1,5	Auction platform first operational release	1	27	Pre-approved by WP Leader
2,1	All stakeholder panels established	2	12	Approved by WP Leader and PDRs
2,2	Survey design for landowner attitudes is ready	2	10	Approved by WP Leader
3,1	Forest ecosystem models are ready to be applied	3	18	Approved by WP and T3.2 Leader
3,2	Manuscript on improving ES valuation method is ready	3	24	Approved by WP Leader
3,3	Manuscript on improving optimization of multiple ES is ready	3	26	Approved by WP Leader
3,4	Manuscript on the auctioning approach is ready	3	30	Approved by WP Leader
4,1	Success criteria for the identification of successful business models defined	4	8	Successful completion
4,2	Two national workshops held in tandem pilot regions	4	24	Successful completion
4,3	EU Conference "Enhancing Environmental Services in Europe: linking research, practice and policy" held	4	32	Successful completion
5,1	Forest management plans for the supply of FES are described	5	12	Approved by WP Leader
5,2	Survey on stakeholder perceptions about the auctioning approach ready	5	28	Approved by WP Leader
5,3	Participative workshop with stakeholders regarding implementation of BM held	5	34	Successful completion
6,1	Kick-off meeting organized	6	2	Successful completion
6,2	Internal web site online	6	4	Pre-approved by WP Leader
6,3	First GA meeting organized	6	13	Successful completion
6,4	Intermediate Progress report delivered	6	18	Feedback of Forest Value Office
6,5	Final annual meeting organized	6	32	Successful completion
6,6	Final scientific and financial report delivered	6	36	Feedback of ForestValue Office

Publikationen

Im Laufe des Projekts NOBEL wurde eine Liste an Publikationen veröffentlicht, die das Spektrum der Thematik und die Fülle der Projektmitarbeiter*innen repräsentiert. Diese sind im Folgenden gelistet.

Knoke, T & Kindu M, Jarisch I, Gosling E, Friedrich S, Bödeker K, Paulb C (2022): How considering multiple criteria, uncertainty scenarios, and biological interactions may influence the optimal silvicultural strategy for a mixed forest, Forest Policy and Economics Vol 118, 2022,102239. https://doi.org/10.1016/j.forpol.2020.102239 [Article]

Abate, Dagm & Borges, J. & Marques, S. & Bushenkov, Vladimir (2022): An Ecological-Economic Approach to Assess Impacts of the Expansion of Eucalyptus Plantations in Agroforest Landscapes of Northern Ethiopia. Forests. 13. 686. 10.3390/f13050686. [Article]

Jutras-Perreault M-C, Gobakken T, Ørka H O (2021): Comparison of two algorithms for estimating stand-level changes and change indicators in a boreal forest in Norway. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, Vol 98, 2021, 102316, ISSN 0303-2434. https://doi.org/10.1016/j.jag.2021.102316 [Article]

Knoke T, Kindu M, Schneider T, Gobakken T (2021): Inventory of Forest Attributes to Support the Integration of Non-provisioning Ecosystem Services and Biodiversity into Forest Planning—from Collecting Data to Providing Information. **Curr Forestry Rep** (2021). https://doi.org/10.1007/s40725-021-00138-7 [Article]

Botequim B, Bugalho MN, Rodrigues AR, Marques S, Marto M, Borges JG (2021): Combining Tree Species Composition and Understory Coverage Indicators with Optimization Techniques to Address Concerns with Landscape-Level Biodiversity. **Land**. 2021; 10(2):126. https://doi.org/10.3390/land10020126 [Article]

Bingham LR (2021): Vittel as a model case in PES discourse: Review and critical perspective. Ecosystem Services, Volume 48, 2021, 101247. https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2021.101247 [Article]

Knoke, T.; Kindu, M.; Jarisch, I.; Gosling, E.; Friedrich, S.; Bödeker, K.; , Paul, C. (2020): How considering multiple criteria, uncertainty scenarios and biological interactions may influence the optimal silvicultural strategy for a mixed forest. Forest Policy and Economics 118 : 1-13. doi: 10.1016/j.forpol.2020.102239. [Article]

Ørka H O, Jutras-Perreault M-C and Gobakken T (2020): Mapping of Forest Ecosystem Services. Norway, Feb. 11-12 2020, Stakeholder Presentation

Nazari, M; Pülzl, H; Vacik, H (2020): Identifying successful mechanisms for the implementation of payment for ecosystem services in forest management. In: Silvia Abruscato, Bettina Joa, Georg Winkel (Eds.), Governing and managing forests for multiple ecosystem services across the globe. GERMANY, Bonn, Feb 26-28, 2020 – Book of abstracts.; ISBN: 978-952-5980-82 [Poster]

Ørka H O (2019): Presentations "Towards a national wall to wall forest ecological base map" & "Forest ecological base map – the technique behind". Norway, Oct 15-17

Vacik, H; Stenger-Letheux, A; Knoke, T; Lämås, T; Gobakken, T; Garcia-Gonzalo, J; Borges, J (2019): Novel business models and mechanisms for the sustainable supply of and payment for forest ecosystem services. [XXV IUFRO World Congress – Forest Research and Cooperation for Sustainable Development, Curitiba, Sep 29 – Oct 5, 2019], Pesquisa Florestal Brasileira, 39 e201902043, 532-532 [Book of abstracts]

Garcia-Gonzalo, J, González-Olabarria, J R (2019): Presentation of NOBEL in the Seminar "Models and decision Support tools for integrated Forest policy development under global change and associated Risk and Uncertainty – the SuFoRun experience", Sep 24-25, Ubatuba, Brasil [Link]

Vacik, H; Abildtrup, J; Borges, J; Dorfstetter, Y; Eggers, J; Garcia, J; Gobakken, T; Kindu, M; Knoke, T; Lexer, MJ; Pülzl, H; Sandström, P; Stenger-Letheux, A; Wolfslehner, B (2019): NOBEL – Novel business models and mechanisms for the sustainable supply of and payment for forest ecosystem services. ForestValue Research Programme, Kick-Off Seminar, The National Museum of Finland (Helsinki), May, 23-24 [Poster and Pitch Talk – pdf and YouTube]

Borges, J; Tavares, C; Botequim, B; Caldas, C; Marques, M.; Marto , M.; Marques, S. (2019): Stakeholders' Workshop (In collaboration with the BioEcosys Project). The objective of the workshop was to discuss and demonstrate methods and tools for the selection of bundles of ecosystem services in the pilot demonstrator. Portugal, Mar 14 [Link]

Garcia-Gonzalo, J, Borges J, González-Olabarria, J R (2019): Presentation of International projects (including NOBEL) at the 18th Symposium on Systems Analysis in Forest Resources (SSAFR). Puerto Varas, Chile, Mar 3-7 [Link]

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Vertrautheit mit dem Begriff „Ökosystemdienstleistung“ 20
Tabelle 2: Persönliche (blau) und gesellschaftliche Bedeutung (rot) von WÖL 21
Tabelle 3: Interesse an einem Zusatzeinkommen aus Waldökosystemleistungen 22
Tabelle 4: Anteil von Produkten und Dienstleistungen am Einkommen 23
Tabelle 5: Ursprung für Zahlungen zu Waldökosystemleistungen 25
Tabelle 6: Ergebnisse der Einschätzung einer 10% längeren Umtriebszeit 27
Tabelle 7: Ergebnisse der Einschätzung einer Begrenzung der Kahlschlagfläche auf 0,5 ha 27
Tabelle 8: Ergebnisse der Einschätzung einer Erhöhung der Baumartenvielfalt 28
Tabelle 9: Ergebnisse der Einschätzung einer Anpassung der Erntetechniken an die Standortbedingungen 28
Tabelle 10: Ergebnisse der Einschätzung beim Belassen von Totholz (5 Bäume über 30cm BHD pro ha) 29
Tabelle 11: Übersicht zu den Indikatoren zur Evaluierung von Waldökosystemleistungen 31
Tabelle 12: Übersichtstabelle zu den verwendeten Ökosystem-Modellen 35
Tabelle 13: Beispiel zu möglichen Bewertungsansätzen für die Pilotstudie in Frankreich 36
Tabelle 14: Merkmale von erfolgreich umgesetzten Fallstudien für die Bereitstellung von Waldökosystemleistungen 38
Tabelle 15: Prioritäre Indikatoren der Ökosystemdienstleitungen im Revier Rossmoosalm nach Literatur bewertet 43
Tabelle 16: Übersicht über Projekttreffen 44
Tabelle 17: Liste der Projektergebnisse im Projekt NOBEL 49
Tabelle 18: Liste der Meilensteine im Projekt NOBEL 50

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Übersicht zur Ableitung von Indikatoren zur Beschreibung von Waldökosystemleistungen (Ørka und Gobakken, 2019) 11
Abbildung 2: Startseite der ECOSEL Plattform 13
Abbildung 3: Schritt 1 der Auktion – Region mit unterschiedlichen Bewirtschaftungsoptionen auswählen 14
Abbildung 4: Schritt 2 der Auktion – Für einen Bewirtschaftungsplan bieten 14
Abbildung 5: Schritt 3 der Auktion: Umsetzung des Bewirtschaftungsplans mit dem höchsten Gebot 15
Abbildung 6: Übersicht zu den Ergebnissen der Pilotstudie in Frankreich (Abildtrub, 2020) 18
Abbildung 7: Vertrautheit mit dem Begriff „Ökosystemdienstleistung“ (n = 30) 20
Abbildung 8: Persönliche (blau) und gesellschaftliche Bedeutung (rot) von WÖL (n = 30) 21
Abbildung 9: Interesse an einem Zusatzeinkommen aus Waldökosystemleistungen (n = 30) – Mehrfachantworten sind möglich 22
Abbildung 10: Anteil von Produkten und Dienstleistungen am Einkommen (n = 30) 23
Abbildung 11: Ursprung für Zahlungen zu Waldökosystemleistungen 25
Abbildung 12: Ergebnisse der Einschätzung verschiedener Bewirtschaftungsmaßnahmen 27
Abbildung 13: Verteilung der 85 Indikatoren auf die unterschiedlichen Klassen von Waldökosystemleistungen (CICES Klassifikation) (Grima et al., 2022) 33
Abbildung 14: Ausgewählte Indikatoren zur Quantifizierung von Waldökosystemleistungen (CICES Klassifikation) die sich aus Fernerkundungsdaten direkt ableiten lassen (Grima et al., 2022) 34
Abbildung 15: Merkmale von erfolgreich umgesetzten Fallstudien für die Bereitstellung von Waldökosystemleistungen 38
Abbildung 16: Kurzfassung des Policy Briefs zur Unterstützung der Umsetzung von Mechanismen und Durchführung von Maßnahmen zur Bereitstellung von Waldökosystemleistungen 40
Abbildung 17: Ablaufschema zur Durchführung von Fallstudien in NOBEL 42
Abbildung 18: Fallstudie Forstbetrieb Inneres Salzkammergut - ÖBF 43
Abbildung 19: Screenshot einer Online Projektbesprechung in NOBEL mittels ZOOM 45
Abbildung 20: Newseinträge auf der Projekthompage https://nobel.boku.ac.at/the-project/news/ (abgerufen am 08.09.2022) 45
Abbildung 21: ForestValue Seminar in Helsinki. ©Mika Kallio 46
Abbildung 22: Histogramme über das Einkommen durch Waldökosystemleistungen 47
Abbildung 23: Kaskaden Modell der Waldökosystemleistungen 47

Literaturverzeichnis

Abildtrup, J., Garcia, S., Stenger, A., 2013a. The effect of forest land use on the cost of drinking water supply: A spatial econometric analysis . Ecol. Econ. 92, 126–136.

Abildtrup, J., Garcia, S., Stenger, A., 2013b. The effect of forest land use on the cost of drinking water supply: A spatial econometric analysis. Ecol. Econ. 1–11.

Abildtrup, J., Garcia, S., Kervinio, Y., Sullice, E., Tardieu, L., Montagne-Huck C. 2020. Les usages récréatifs des forêts métropolitaines Un état des lieux des pratiques et des enjeux. EFESE, Ministère de la Transition Ecologique

Bennett, E. M. et al. Linking biodiversity, ecosystem services, and human well-being. Three challenges for designing research for sustainability. Curr. Opin. Environ. Sustain 14, 76–85 (2015).

Bishop, R. C. & Boyle, K. J. (2017), Reliability and validity in nonmarket valuation, In P. A. Champ, K. J. Boyle & T. C. Brown, eds, 'A Primer on Nonmarket Valuation', Springer.

Borges, Jose G., Garcia-Gonzalo J., Bushenkov V., McDill M.E., Marques S., Oliveira M.M. (2014) Addressing Multicriteria Forest Management With Pareto Frontier Methods: An Application in Portugal, Forest Science, Volume 60, Issue 1, 28: 63–72

Britz, W., Verburg, P. H., Leip, A. (2011) Modelling of land cover and agricultural change in Europe: Combining the CLUE and CAPRI-Spat approaches. Agriculture, Ecosystems and Environment 142, 40- 50.

Brouwer, R., Tesfaye, A., & Pauw, P. (2011). Meta-analysis of institutional-economic factors explaining the environmental performance of payments for watershed services. Environmental Conservation, 38(4), 380–392.

Castro AJ.,Verburg P.H., López B.M., Garcia-Llorente M., Cabello J., Vaughn C.C., López E., (2014) Ecosystem service trade-offs from supply to social demand: A landscape-scale spatial analysis, Landscape and Urban Planning, Volume 132: 102-110,

ChiriCi, G., SalluStio, l., Vizzarri, M., MarChetti, M., BarBati, A., Corona, P., TraVaGlini, D., Cullotta, S., Lafortezza, R., & LoMBarDi, F. (2014). Advanced earth observation approach for multiscale forest ecosystem services modeling and mapping (MIMOSE). Annali di Botanica, 4, 27–34

Díaz, S. et al. (2018) Assessing nature's contributions to people. Science 359, 270–272

Diaz-Balteiro, L. et al. (2018) Measuring the sustainability of a natural system by using multi-criteria distance function methods. Some critical issues. J. Environ. Manage. 214, 197–203

Harrison, Glenn W., and John A. List. "Field experiments." Journal of Economic literature 42.4 (2004): 1009-1055)

Härtl, F.; Hahn, A.; Knoke, T. (2013): Risk-sensitive planning support for forest enterprises: The YAFO model. Computers and Electronics in Agriculture 94: 58-70.

Johnston, R.J., Rolfe, J., Rosenberger, R., Brouwer, R. (Eds.) 2015 Benefit Transfer of Environmental and Resource Values - A Guide for Researchers and Practitioners. Springer Netherlands.

Johannessen, J.A. (2009) A systemic approach to innovation: the interactive innovation model, Kybernetes, Vol. 38 Iss: 1/2, pp.158 – 176

Knoke, T. et al. (2016): Compositional diversity of rehabilitated tropical lands supports multiple ecosystem services and buffers uncertainties. Nature Communications 7: Article number: 11877

Marto, M., Marques, M., Borges, J & Tomé, M. (2016). A Web-based Forest and Natural Resources Decision Support System: SADfLOR.

Mas, J.-F. et al. (2014) Inductive pattern-based land use/cover change models: A comparison of four software packages. Environmental Modelling & Software 51 (2014) 94-111

Nordén, A., Coria, J., Jönsson, A. M., Lagergren, F., & Lehsten, V. (2017). Divergence in stakeholders' preferences: Evidence from a choice experiment on forest landscapes preferences in Sweden. Ecological Economics, 132, 179–195.

Paletto, A., Geitner, C., Grilli, G., Hastik, R., Pastorella, F., & Garcia, L. R. (2015). Mapping the value of ecosystem services: A case study from the Austrian Alps. Annals of Forest Research, 58(1), 157–175.

Pascual, U., et al. (2017) Valuing nature's contributions to people. Curr. Opin. Environ. Sustain 26-27, 7–16.

Rabotyagov, S. S., Tóth, S. F., & Ettl, G. J. (2013). Testing the design variables of ECOSEL: A market mechanism for forest ecosystem services. Forest Science, 59(3), 303–321.

Reeson, A.F., Rodriguez, L.C., Whitten, S.M., Williams, K., Nolles, K., Windle, J., Rolfe, J.,

2011. Adapting auctions for the provision of ecosystem services at the landscape scale. Ecological Economics 70, 1621-1627.

Roesch-McNally, G. E., & Rabotyagov, S. S. (2016). Paying for Forest Ecosystem Services : Voluntary Versus Mandatory Payments. Environmental Management, 57(3), 585–600.

Rounsevell, M. D. A., et al. (2006) A coherent set of future land use change scenarios for Europe. Agriculture, Ecosystems and Environment 114, 57-68

Sverdrup-Thygeson, A., Ørka, H.O., Gobakken, T., & Næsset, E. (2016). Can airborne laser scanning assist in mapping and monitoring natural forests? For. Ecol. Manage., 369, 116-125

Sandstrom, P., Pahlen, T.G., Edenius, L., Tommervik, H., Hagner, O., Hemberg, L., Olsson, H., Baer, K., Stenlund, T., Brandt, L.G., & Egberth, M. (2003). Conflict resolution by participatory management: remote sensing and GIS as tools for communicating land-use needs for reindeer herding in northern Sweden. Ambio, 32, 557-567

Tóth, Sándor F., Gregory J. Ettl, and Sergey S. Rabotyagov. (2010) "ECOSEL: An Auction Mechanism for Forest Ecosystem Services." Mathematical and Computational Forestry & Natural-Resource Sciences 2, no. 2: 99-116.

Uhde, B.; Heinrichs, S.; Stiehl, C.R.; Ammer, C.; Müller-Using, B.; Knoke, T. (2017): Bringing ecosystem services into forest planning - Can we optimize the composition of Chilean forests based on expert knowledge? Forest Ecology and Management 404: 126-140.

Verburg, P.H. & Overmars, K.P. (2009) Combining top-down and bottom-up dynamics in land use modeling: exploring the future of abandoned farmlands in Europe with the Dyna-CLUE model. Landscape Ecology 24, 1167-1181.

Wikström, P. Edenius, L. Elfving, B. Eriksson, L-O. Lämås, T. Sonesson, J. Öhman, K. Wallerman, J. Waller, C. Klintebäck, F. (2011) The Heureka forestry decision support system: an overwiew. Mathematical and Computational Forestry & Natural-Resource Sciences 3:87-94.

Wunder et al (2018), From principles to practice in paying for nature's services, Nature Sustainability volume 1, pages 145–150

3 Anhang

Anhang 1: Report on valuation methods

Anhang 2: Policy Brief: Four pathways to govern Europe's multiple forest ecosystem services

Abkürzungen

BOKU	Universität für Bodenkultur, Wien
CICES	Common International Classification of Ecosystem Services
FES	„forest ecosystem services“ – Waldökosystemleistungen
PES	„payment for ecosystem services“ – Zahlungen für Ökosystemdienstleistungen
PM	„project meeting“ – Projekttreffen
WÖL	Waldökosystemleistung

Universität für Bodenkultur, Wien
Department für Wald- und Bodenwissenschaften, Institut für Waldbau
A-1190 Wien, Peter Jordanstr. 82
waldbau.boku.ac.at