Koordination Agroforstsystem Forschung

Hohenheim, Januar 2025

Agroforst-Forschung in Hohenheim aktuell

Autor:innen: Michael Cormann, Jakob Hörl, Olef Koch (702, kAFo-Team); Dr. Sven Marhan, Dr. Tanja Weinand (310b), Dr. Bastian Winkler (340b); Dr. Julia Schneider, Dr. Sabine Zikeli (309)

Was ist Agroforst?

Agroforst ist die bewusste Kombination landwirtschaftlicher Kulturen und / oder Nutztierhaltung mit produktiven Gehölzen auf derselben landwirtschaftlichen Fläche, mit dem Ziel Synergien zwischen den Komponenten zu erzeugen und diese zu nutzen. Als multifunktionale Landnutzungsform haben Agroforstsysteme zahlreiche ökologische, aber auch wirtschaftliche Vorteile (DeFAF 2024).

Koordinationsstelle Agroforstsystem-Forschung (kAFo)

Seit Frühjahr 2023 vernetzt die kAFo Akteure innerhalb und außerhalb der Universität Hohenheim rund um das Thema Agroforst. Neben der Netzwerkarbeit stehen die Weiterentwicklung der Agroforstsystem - Forschung in Hohenheim, sowie die Stärkung des Themas in der Lehre im Fokus. Die Arbeit der Koordinationsstelle wird bis Ende 2025 von der Eva Mayr-Stihl Stiftung gefördert.

In Kürze:

- Agroforstwirtschaft ist ein wichtiger Baustein für die Gestaltung zukunftsfähiger Landnutzung, nicht zuletzt wegen ihrer Potenziale zur Klimawandelanpassung und -minderung, zur Steigerung der Flächenproduktivität sowie für die Förderung von Biodiversität. Vor diesem Hintergrund nimmt die Erforschung von Agroforstsystemen in Deutschland und international Fahrt auf.
- Die Erfahrung an deutschen Hochschulen und an der Universität Hohenheim zeigt: Agroforstwirtschaft ist bei Studierenden sehr gefragt. Agroforstforschung als Schwerpunkt der Universität Hohenheim sowie die stärkere Integration dieser in die Lehre birgt großes Potenzial, die Attraktivität der Universität für Studienanfänger:innen zu steigern.
- Mit ihren in Deutschland einzigartigen Versuchsflächen, ausgewiesener Expertise sowie einer engagierten Gemeinschaft von Forschenden und Lehrenden zahlreicher Fachgebiete hat die Universität Hohenheim ideale Voraussetzungen, um in der Erforschung und Entwicklung von Agroforstsystemen einen wichtigen Beitrag auf regionaler, nationaler und internationaler Ebene zu leisten.
- Die kAFo konnte die interdisziplinäre Agroforstsystemforschung und -lehre an der Universität Hohenheim in den vergangenen 1,5 Jahren erfolgreich und effektiv organisieren und voranbringen. Dies spiegelt sich in den knapp 1 Mio. € für die Universität Hohenheim eingeworbenen Drittmitteln in diesem Zeitraum sowie weiteren laufenden Anträgen wider.

Koordination Agroforstsystem Forschung

Hohenheim, Januar 2025

1. Warum sind Agroforstsysteme relevant?

Globale Umweltveränderungen, insbesondere Klimakrise, Biodiversitätsverlust und Bodendegradation, stellen eine existentielle Herausforderung für die menschliche Zivilisation dar (McLennan, 2022). Der Agrarsektor ist einerseits in besonderem Maße von den Auswirkungen betroffen (Grigorieva et al., 2023, Arif et al., 2020), andererseits aber auch ein bedeutender Mit-Verursacher (Tubiello et al., 2015). Der gesellschaftliche und wirtschaftliche Druck, tragbare Lösungen zu entwickeln, steigt (Arif et al., 2020, Barbieri et al., 2024, Ericksen et al., 2009).

Moderne Agroforstsysteme (AFS) sind eine vielversprechende Komponente für Agrarsysteme der Zukunft (Cardinael et al., 2021). Die hiermit mögliche Anpassung an extreme Umwelteinflüsse z.B. Starkregen, Dürren, steigende Temperaturen und Bodenerosion, sowie die Vermeidung von Belastungen der Umwelt (Biodiversitätsverlust, Nährstoffüberschüsse, Pflanzenschutzmittel) macht AFS zunehmend relevant (Shukla et al., 2019; van Noordwijk et al., 2021). Die bewusste Kombination von Gehölzen mit landwirtschaftlicher Nutzung kann zu erhöhter Produktivität und Ertragsstabilität führen (Sesermann et al., 2018), Kohlenstoff speichern und Humus aufbauen (Aertensens et al., 2013, Schier et al. 2022), Nährstoffverluste und Erosion reduzieren (Zhu et al., 2020), mikroklimatisch ausgleichend wirken (Jacobs et al., 2022; Kanzler et al., 2019; Schoeneberger et al., 2012; Swieter et al., 2022), Biodiversität fördern (Torralba et al., 2016; Wagener et al, 2013) und damit auch gesellschaftlich gewünschte Effekte in Form weiterer Ökosystemleistungen erzielen (Cardinael et al., 2021).

Die realisierbaren Umsetzungsformen reichen dabei deutlich über Streuobst als prominentestes, traditionelles AFS in Baden-Württemberg hinaus (Chalmin et al., 2008; Nerlich et al., 2013). Gehölzkomponenten können mit Ackerbau, Grünland oder Dauerkulturen kombiniert werden und dabei verschiedenen Produktionszielen dienen: Biomasse für die energetische oder stoffliche Verwertung, Tierfutterproduktion, sowie die Erzeugung von Früchten oder Nüssen. AFS ermöglichen zudem eine Steigerung des Tierwohls, und bieten Erosions- und Trinkwasserschutz (Nair et al., 2021; BMEL 2023).

Aus diesen Gründen erfahren AFS weltweit aktuell vermehrtes Interesse in der Politik, Praxis, Gesellschaft und Forschung (Liu et al., 2019): Auch in den gemäßigten Breiten und damit auch in Deutschland wächst die Zahl der Agroforstbetriebe (Zomer et al., 2014; DeFAF 2021, BMEL 2024).

Die zunehmende Bedeutung von AFS in Praxis und Politik zeigt sich in der jüngsten Reform der Gemeinsamen Agrarpolitik (GAP) 2023, in der AFS erstmals als eigene Landnutzungsform in Kombination mit Ackerland, Grünland oder Dauerkulturen anerkannt wurde (BMEL 2023). U.a. bedingt durch diese aktuellen Entwicklungen in der Agrarförderung und das Sichtbarwerden von Klimawandelfolgen wächst das Interesse seitens der Landwirt:innen an der Umsetzung von AFS. Die Bundesregierung gibt aktuell das Ziel aus, bis 2027 65.000 ha AFS in Deutschland zu etablieren (BMEL 2024). Um dies zu erreichen, ist eine wissenschaftliche fundierte Begleitung und Unterstützung unabdingbar.

Parallel ist in Deutschland und Europa ein Revival der AFS-Forschung zu beobachten (Koch et al., 2024). Einige Forschungseinrichtungen bearbeiten das Thema zum Teil seit längerem intensiv (Universitäten Cottbus, Freiburg, Gießen, Göttingen, Kassel, sowie ZALF) bzw. bauen aktuell entsprechende Forschungsgebiete auf (TU München, Bonn). Um AFS als multiple Landnutzungsform ganzheitlich zu untersuchen, sind neben naturwissenschaftlichen Disziplinen betriebswirtschaftliche Perspektiven sowie soziale und gesellschaftliche Betrachtungsebenen von Interesse (Hastings et al., 2023). Für ein

umfassendes Verständnis der gewünschten und unerwünschten Effekte von AFS ist weitere Grundlagenforschung notwendig. Dies wird auch von anderen Hochschulen erkannt und umgesetzt, siehe die Forschungsgruppe „Agroforstwirtschaft für eine nachhaltige multifunktionale Landwirtschaft“ (FORMULA) an der Universität Gießen und am ZALF sowie der beantragte SFB der TU München.

2. Agroforstsystem-Forschung an der Universität Hohenheim

Insgesamt hat die UHOH sehr gute Voraussetzungen (Interdisziplinarität, Grundlagen- und praxisnahe Forschung, Versuchsstationen), das in Wissenschaft, Praxis und Gesellschaft stark nachgefragte Themenfeld “Agroforst” aktiv voranzubringen. Folgende **Alleinstellungsmerkmale** besitzt die UHOH:

- UHOH ist die einzige Universität in Deutschland, die alle agrarwissenschaftlichen Disziplinen vereint – was große Vorteile für die umfassende Betrachtung von Agroforst als multifunktionale Landnutzungsform bietet,
- Langjährige Erfahrung und Vorarbeiten: Zwei der ältesten AF-Versuchsflächen Deutschlands wurden bereits 2007 etabliert und es besteht langjährige Expertise im Bereich (sub-) tropischer AFS,
- „Bioökonomie“ als zentrales Leitthema der UHOH: AFS können die benötigte, diverse Biomasse (Nahrungs- und Futtermittel sowie stoffliche und energetische Nutzung) regional, lokal angepasst und ökologisch nachhaltig für die wachsende Bioökonomie bereitstellen.

2.1. Koordinationsstelle Agroforstsystem-Forschung

Seit 2023 bündelt und unterstützt die **Koordinationsstelle Agroforstsystem-Forschung (kAFo)**, bislang angesiedelt am Forschungszentrum für globale Ernährungssicherheit und Ökosysteme (GFE, 702), Forschungsaktivitäten und Vernetzung von relevanten Akteuren an der UHOH sowie auf lokaler bis internationaler Ebene im Bereich Agroforst. Sie bietet damit die strukturellen Voraussetzungen für die effektive Zusammenarbeit in der interdisziplinären Gruppe (Agroforst Core Group). Dies trägt entscheidend dazu bei, Forschungsinitiativen erfolgreich zu initiieren. Die Arbeit der kAFo wird allerdings nur noch bis Ende 2025 durch die Eva-Mayr-Stihl-Stiftung finanziert.

Koordination Agroforstsystem Forschung

Hohenheim, Januar 2025

Seit ihrem Start im Frühjahr 2023 konnte die kAFo folgende Aktivitäten in der Agroforstforschung, -lehre und -vernetzung an der UHOH erfolgreich entwickeln bzw. etablieren:

- **Agroforst Core Group:** Die interdisziplinäre Gruppe (ZÖLUH, 310b, 340b) trifft sich monatlich und setzt Forschungsanträge, Lehre und Öffentlichkeitsarbeit um.
- **Hohenheimer Agroforst Hub:** Das halbjährliche Vernetzungstreffen zwischen Hohenheimer Wissenschaftler:innen, Studierenden, Praktiker:innen und Verbänden vernetzt die UHOH intern und stellt Kontakte und Kooperationen in Baden-Württemberg und darüber hinaus her. Aktuell sind 12 Fachgebiete der UHOH beteiligt.
- Die **Vorlesungsreihe „Hohenheim goes Agroforscht“** (6 Termine) fand im Wintersemester 2023/24 mit Inhalten aus Wissenschaft und Praxis erstmals statt und stieß auf reges Interesse (ca. 20-30 Teilnehmer:innen je Termin).
- Das im SS2024 erstmalig angebotene **Mastermodul “Agroforstsysteme Mitteleuropas”** mit 24 Plätzen war sofort ausgebucht. Es wurde eine gemeinsame Exkursion mit Studierenden der Universität Freiburg durchgeführt. Zusätzlich kamen zahlreiche positive Rückmeldungen von Studieninteressierten bei öffentlichen Veranstaltungen (z.B. Dies-Academicus). Agroforst hat daher großes Potential, die Attraktivität der UHOH für potenzielle Studierende zu steigern.
- Beteiligung an mehreren **Forschungsanträgen** auf Landes-, Bundes- und EU-Ebene (siehe Kapitel 2.3). Insgesamt wurden bislang Drittmittel in Höhe von 980 500 € für die Universität Hohenheim eingeworben, weitere Anträge unter Begutachtung.
- Unterzeichnung eines **Memorandums of Understanding** zur Ausweitung der **Kooperation mit der Universität Freiburg** zum Thema Agroforst in den nächsten 5 Jahren. Aktuell existieren 3 Forschungsprojekte mit AFS-Bezug unter Beteiligung beider Universitäten. Die agrar- und ernährungswissenschaftliche Expertise der UHOH wird komplementär ergänzt durch das forst- und umweltwissenschaftliche Profil der Universität Freiburg.
- Wiederaufnahme von Forschung und Lehre an den bestehenden **Agroforst-Versuchsflächen**, auf dem Ihinger Hof sowie dem Oberen Lindenhof. Erarbeitung eines Konzepts zu deren Weiterentwicklung und Vorbereitung der Anlage neuer Versuchsflächen basierend auf dem neuesten Forschungsstand.

2.2. Agroforst – Versuchsflächen

Mit den bestehenden AFS auf dem Ihinger Hof und auf dem Oberen Lindenhof verfügt die Uni Hohenheim über langjährige Versuchsflächen von bisher kaum beachtetem Wert. Durch das langsame Gehölzwachstum treten Effekte von AFS erst nach einigen Jahren ein, so dass seit längerem bestehende AFS bedeutende Vorteile für die Forschung bieten. Allerdings sind vergleichsweise alte AFS mit entsprechender Datenerfassung in den gemäßigten Breiten äußerst selten. Derzeit werden diese Flächen durch Lehrveranstaltungen und im Rahmen von Abschlussarbeiten untersucht und die Auswertung der von den Versuchsstationen über Jahre hinweg gesammelten Daten wieder reaktiviert. Die kAFo erarbeitet ein Konzept zur Anpassung an den aktuellen Stand der Agroforstsystem-Forschung.

Ein zentrales Anliegen der kAFo und der beteiligten Institute ist es, unter Berücksichtigung aktueller Fragestellungen, weitere, campusnahe Versuchs-AFS zu etablieren. Dadurch sollen Themen wie Kohlenstoffspeicherung, Klimawandelanpassung, Biodiversität, kombinierte Produktion von Nahrungs- und Futtermitteln sowie Biomasse für die stoffliche und energetische Nutzung und die Interaktionen zwischen den verschiedenen Komponenten des AFS aufgegriffen werden. Die Einrichtung eines campusnahen AFS würde es ermöglichen, z.B. durch Feldübungen praxisnahe AFS Forschung enger in die Lehre einzubinden.

2.3. Agroforst -Forschungsprojekte

Die unterschiedlichen Systemkomponenten bedingen, dass die Agroforst-Forschung per se interdisziplinär ist. Durch die Einbindung von Praxisbetrieben, politischen Akteuren und der Zivilgesellschaft wird sie transdisziplinär. Die ökologischen Synergien zwischen den biotischen und abiotischen Systemkomponenten sind maßgeblich für die Vorteile von AFS verantwortlich. Daher ist Grundlagenforschung zum Verständnis dieser Effekte erforderlich, um anwendbare, an die Gegebenheiten von Betrieb und Umwelt angepasste Systemkonfigurationen in Praxisforschungsprojekten zu entwickeln und zu testen.

Derzeit werden an der Universität Hohenheim folgende Forschungsprojekte mit Bezug zu AFS in den gemäßigten Breiten bearbeitet oder starten in Kürze:

1. **INTEGRA** (Fachgebiet Biogeophysik 310d, 06/2021 - 12/2024; 159.892,37 €)
2. **SENSE** (Zentrum Ökologischer Landbau Universität Hohenheim ZÖLUH 309, 03/2022 - 02/2025, 97.000 €)
3. **Humax** (Fachgebiete Bodenbiologie 310b, Biogeophysik 310d, Pflanzenökologie 320b, 04/2023 - 4/2029, 1,55 Mio €)
4. **Vitiforst I & II** (ZÖLUH 309 / Fachgebiete Qualität pflanzlicher Erzeugnisse 340e | Weinbau, Bodenbiologie 310b, 2024 - 2027, 55.000 € + 370.000 €)
5. **Agroecology4climate** (Fachgebiet Nachhaltige Nutzung natürlicher Ressourcen 430c, 2024 - 2027, 401.058 €)
6. **Modema** (Fachgebiet für Landwirtschaftliche Betriebslehre 410b, 06/2024 - 05/2027, 162.120 €)
7. **afEFFECTsLAB** (Fachgebiete Nachwachsende Rohstoffe in der Bioökonomie 340b, Bodenbiologie 310b, Biogeophysik 310d und Pflanzenökologie 320b, 01/2026 - 12/2029, 440.000 €)

3. Chancen des Forschungsthemas „Agroforst“ für die Universität Hohenheim

Das Interesse für AFS in Deutschland nimmt sowohl in der Praxis als auch in Politik und Forschung sowie in der Öffentlichkeit zu. Das große Interesse der Studierenden am neu eingeführten Master-Moduls „Agroforstsysteme Mitteleuropas zeigt das Potential, die Attraktivität der Hohenheimer Studiengänge durch die gezielte Integration von Agroforst-Inhalten weiter zu steigern. In relevanten Fachgebieten besteht aktuell ein großes Interesse, vorhandene Kompetenzen zu AFS zu bündeln und weiterzuentwickeln, um die UHOH hier zu positionieren. Hier befindet sich die UHOH in Konkurrenz mit anderen Forschungseinrichtungen, die bereits aktuell Projekte zum Thema durchführen oder beginnen.

Die UHOH ist aufgrund ihrer Infrastruktur, ihrer Expertise und ihrer Partner in der Lage, die Entwicklung und Debatte über AFS als erfahrene und innovative Akteurin maßgeblich mitzugestalten. Folgende Chancen bieten sich dabei für die UHOH:

- Agroforst ist eine vielversprechende Option von hoher Aktualität, um Nachhaltigkeit und Resilienz von Agrarsystemen zu steigern. Forschung und Lehre zu Agroforst unterstützt daher die Ziele des Struktur- und Entwicklungsplans 2023-2027, ist Teil des Leitthemas „Bioökonomie“ und anschlussfähig zum Leitthema „Digitale Transformation“.
- Agroforst-Forschung eignet sich zur inter- und transdiziplinären Profilbildung: Agrar-, Natur-, Wirtschafts- und Sozialwissenschaften haben jeweils große Relevanz für die Erforschung von AFS der Zukunft.

- In der Lehre können AFS als fakultätsübergreifendes Zukunfts- und Querschnittsthema gesetzt werden, das viele Fächer und Studiengänge vereint (Biomasseproduktion- und Konversion, Ökosystemleistungen, Biodiversität, Landschaftsökologie, Klimawandelanpassung, Wassermanagement und Entwicklung neuer biobasierter Produkte und Wertschöpfungsnetze).
- Im Netzwerk mit forst- und umweltwissenschaftlichen Hochschulen (Universitäten Freiburg, Tübingen, Rottenburg, Nürtingen-Geislingen) kann ein schlagkräftiges Agroforst-Cluster in der Region etabliert werden. Mit der Uni Freiburg wurde dazu 2024 bereits ein Memorandum of Understanding unterzeichnet.
- Frucht- und Nussproduktion in AFS weist in der Praxis eine hohe Relevanz auf, ist aber bislang kaum wissenschaftlich bearbeitet. Die vorhandenen Kompetenzen hinsichtlich Produktion und Wertschöpfung an der UHOH und ihren Partnern ermöglicht es, dieses noch nicht prominent besetzte Thema in den Fokus zu nehmen.
- Baden-Württemberg ist in vielen Regionen bereits kleinräumig strukturiert und hat mit den Streuobstwiesen ein traditionelles, regional verankertes AFS. In einem regionalen Forschungsfokus kann daran angeknüpft und das Potential modern konzipierter AFS in strukturreichen Hügellandschaften erarbeitet und demonstriert werden.
- Die enge Vernetzung mit den Landesanstalten des Landes Baden-Württemberg (LVWO, KOB, LTZ, WBI), besonders im Obst- und Weinbau ermöglicht a) Synergien in der angewandten Forschung und b) Wissenstransfer von und in die Praxis.

4. Ein Blick in die Zukunft

Agroforstsysteme sind ein inter- und transdisziplinäres Forschungsfeld von hoher Aktualität und Relevanz. Die Universität Hohenheim bringt bereits jetzt sehr gute Voraussetzungen mit, dieses Thema prominent zu besetzen. Für die kommenden Jahre liegt großes Potential in der weiteren Vernetzung von Instituten und Fachgebieten der UHOH sowie darüber hinaus in der Anbahnung von neuen Projekten, der Anlage moderner Versuchsflächen und der weiteren Entwicklung des Lehrangebots zu Agroforst. Die kAFo hat seit 2023 bereits wertvolle Vorarbeit geleistet, indem Forschungsprojekte, Lehre und Vernetzung erfolgreich auf den Weg gebracht wurden. Die erfolgreiche Arbeit der kAFo verdeutlicht, dass auch in Zukunft vernetzenden Strukturen eine wichtige Rolle zukommt, um das Profil der Universität in interdisziplinären Forschungsfeldern zu stärken.

In der Agroforst Core Group und im Agroforst Hub sind Wissenschaftler:innen und Institute organisiert, die mit großer Motivation dieses Forschungsfeld in Hohenheim weiter voranbringen und auf den hier geschilderten Entwicklungen aufbauen wollen. Wir freuen uns dabei über alle Wissenschaftler:innen als auch Studierende, die Interesse am Thema, an Vernetzung mit uns und natürlich auch an aktiver Mitarbeit mitbringen!

Koordination Agroforstsystem Forschung

Hohenheim, Januar 2025

Quellen:

Aertsens, J., De Nocker, L., & Gobin, A. (2013). Valuing the carbon sequestration potential for European agriculture. Land use policy, 31, 584-594.

Arif, M., Jan, T., Munir, H., Rasul, F., Riaz, M., Fahad, S., ... & Amanullah. (2020). Climate-smart agriculture: assessment and adaptation strategies in changing climate. *Global Climate Change and Environmental Policy: Agriculture Perspectives*, 351-377.

Barbieri, L., Bittner, C., Wollenberg, E., & Adair, E. C. (2023). Climate change adaptation and mitigation in agriculture: A review of the evidence for synergies and tradeoffs. *Environmental Research Letters*.

Birke, H. S., Lin, H. C., Hülsbergen, K. J., Wolfrum, S., Rehbein, K., Sandhage-Hofmann, A., ... & Kielhorn, K. H. (2013). Nachwachsende Rohstoffe als Option für den Naturschutz... Naturschutz durch Landbau?

BMEL Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft. (2023). Umsetzung der Gemeinsamen Agrarpolitik der Europäischen Union 2023 in Deutschland.

BMEL Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft. (2024). DE-GAP-Strategieplan für die Bundesrepublik Deutschland, Version 5.1.

BMEL Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft. (2024, July 1st). *Nachfrage nach Öko-Regelungen 2024 deutlich gestiegen – Anpassungen des BMEL zeigen Wirkung* [Press release]. https://www.bmel.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/DE/2024/062-oeko-regelungen.html

Cardinael, R., Cadisch, G., Gosme, M., Oelbermann, M., & Van Noordwijk, M. (2021). Climate change mitigation and adaptation in agriculture: Why agroforestry should be part of the solution. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, *319*, 107555.

Chalmin, A., & LTZ Augustenberg (2008). Agroforstsysteme in Deutschland. *Landinfo*, *7*, 2008.

DeFAF Deutscher Fachverband für Agroforstwirtschaft e.V. (2021). DeFAF Agroforst-Landkarte: Übersicht zu eingetragenen Agroforstflächen. https://agroforst-info.de/wp-content/uploads/2022/03/Uebersicht-zu-Agroforstflaechen-in-Deutschland-2021-DeFAF-design.pdf

DeFAF Deutscher Fachverband für Agroforstwirtschaft e.V. (2024). Was ist Agroforstwirtschaft? Agroforstwirtschaft: Die Kombination von Gehölzen, Acker und/oder Tieren auf einer Fläche. https://agroforst-info.de/agroforstwirtschaft/

Ericksen, P. J., Ingram, J. S., & Liverman, D. M. (2009). Food security and global environmental change: emerging challenges. *Environmental Science & Policy*, *12*(4), 373-377.

Grigorieva, E., Livenets, A., & Stelmakh, E. (2023). Adaptation of agriculture to climate change: A scoping review. *Climate*, *11*(10), 202.

Hastings Silao, Z., Ocloo, X. S., Chapman, M., Hunt, L., & Stenger, K. (2023). Trends in agroforestry research over 4 decades. *Elementa: Science of the Anthropocene*, *11*(1).

Koch, O., Marhan, S., Minarsch, EML., Morhart, C., Schneider, S., Weinand, T., Winkler, B., Hörl, J. (2024). Agroforestry Research in Germany – Past, Present & Future. In *EURAF 2024, 28–31 MAY 2024, ABSTRACT BOOK, 511-512*.

Liu, W., Yao, S., Wang, J., & Liu, M. (2019). Trends and features of agroforestry research based on bibliometric analysis. *Sustainability*, *11*(12), 3473.

McLennan, M. (2022). The global risks report 2022 17th edition. Cologny, Switzerland: World Economic Forum.

Nair, P. R., Kumar, B. M., & Nair, V. D. (2021*). An introduction to agroforestry: four decades of scientific developments* (pp. 3-20). Cham: Springer.

Nerlich, K., Graeff-Hönninger, S., & Claupein, W. (2013). Agroforestry in Europe: a review of the disappearance of traditional systems and development of modern agroforestry practices, with emphasis on experiences in Germany.

Schier, F., Iost, S., Seintsch, B., Weimar, H., & Dieter, M. (2022). Assessment of possible production leakage from implementing the EU Biodiversity Strategy on forest product markets. Forests, 13(8), 1225.

Seserman, D. M. (2018). Benefits of agroforestry systems for land equivalent ratio-case studies in Brandenburg and Lower Saxony, Germany. In European Agroforestry Conference-Agroforestry as Sustainable Land Use, 4th. EURAF.

Shukla, P. R., Skeg, J., Buendia, E. C., Masson-Delmotte, V., Pörtner, H. O., Roberts, D. C., ... & Malley, J. (2019). Climate Change and Land: an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems.

Torralba, M., Fagerholm, N., Burgess, P. J., Moreno, G., & Plieninger, T. (2016). Do European agroforestry systems enhance biodiversity and ecosystem services? A meta-analysis. *Agriculture, ecosystems & environment*, *230*, 150-161.

Tubiello, F. N., Salvatore, M., Ferrara, A. F., House, J., Federici, S., Rossi, S., ... & Smith, P. (2015). The contribution of agriculture, forestry and other land use activities to global warming, 1990–2012. *Global change biology*, *21*(7), 2655-2660.

Van Noordwijk, M., Coe, R., Sinclair, F. L., Luedeling, E., Bayala, J., Muthuri, C. W., ... & Minang, P. A. (2021). Climate change adaptation in and through agroforestry: four decades of research initiated by Peter Huxley. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, *26*(5), 18.

Zhu, X., Liu, W., Chen, J., Bruijnzeel, L. A., Mao, Z., Yang, X., ... & Jiang, X. J. (2020). Reductions in water, soil and nutrient losses and pesticide pollution in agroforestry practices: a review of evidence and processes. Plant and Soil, 453, 45-86.

Zomer, R. J., Trabucco, A., Coe, R., Place, F., Van Noordwijk, M., & Xu, J. C. (2014). *Trees on farms: an update and reanalysis of agroforestry's global extent and socio-ecological characteristics* (pp. 33-33). Working Paper 179.(ed WACISARPD WP14064. PDF). Bogor, Indonesia.