

Evaluation der Rolle von Agroforst in einer gesamtgesellschaftlichen Landwirtschafts- und Ernährungspolitik

Giotto Roberti¹, Luca Bragazza², Daniel Bretscher³, Christina den Hond-Vaccaro¹, Klaus Jarosch⁴, Sonja G. Keel³, Pierre Mariotte⁵, Lutz Merbold⁴, Linda Reissig⁶, Florian Walder⁷, Felix Herzog¹, Sonja Kay¹

¹Agroscope, Agrarlandschaft und Biodiversität, 8046 Zürich, Schweiz

²Agroscope, Ackerbausysteme und Pflanzenernährung, 1260 Nyon, Schweiz

³Agroscope, Klima und Landwirtschaft, 8046 Zürich, Schweiz

⁴Agroscope, Integrative Agrarökologie, 8046 Zürich, Schweiz

⁵Agroscope, Weidesysteme, 1725 Posieux, Schweiz

⁶Agroscope, Sozioökonomie, 8356 Ettenhausen, Schweiz

⁷Agroscope, Bodenqualität und Bodennutzung, 8046 Zürich, Schweiz

Auskünfte: Giotto Roberti, E-Mail: giotto.roberti@agroscope.admin.ch

<https://doi.org/10.34776/afs15-199g> Publikationstermin: 29. Juli 2024



Agroforst kann einen Beitrag zur Transformation in Richtung einer nachhaltigeren Landwirtschafts- und Ernährungspolitik leisten.

(Foto: Gabriela Brändle, Agroscope)

Zusammenfassung

Die zukünftige Agrar- und Ernährungspolitik strebt an, innovative, nachhaltige und gesamtgesellschaftliche Produktionssysteme in die Schweizer Landwirtschaft zu integrieren. Dazu ist es nötig, verschiedenste

verfügbare Praktiken aus Sicht der Nachhaltigkeit objektiv bewerten zu können. Am Beispiel der Agroforstwirtschaft, einer vielversprechenden Form eines landwirtschaftlichen agrarökologischen Produktionssystems, beleuchtet der vorliegende Artikel, ob eine Expertenumfrage eine geeignete Methode für eine einfache, aber fachlich korrekte Bewertung sein könnte. Das Beispiel «Agroforst» eignet sich besonders gut, da es in den letzten Jahren besonderes Interesse in Praxis, Politik und Verwaltung hervorgerufen hat. Vor diesem Hintergrund bewerteten 15 Forschende von Agroscope mit unterschiedlicher Expertise (Agrarökologie, Boden, Klima, Ökonomie) die Bedeutung der Agroforstwirtschaft für die 14 Teilziele der zukünftigen Agrarpolitik. Ihre Antworten wurden dem aktuellen wissenschaftlichen Kenntnisstand gegenübergestellt und hinsichtlich gegenseitiger Konformität evaluiert. Die Ergebnisse zeigen, dass sich die Methode für eine fachliche Bewertung von agrarpolitischen Massnahmen gut eignet und dass die Experteneinschätzungen sich gut mit der aktuellen Literatur decken. Agroforst kann in zwei der vier Stossrichtungen, vor allem in den Bereichen «Resiliente Lebensmittelversorgung sicherstellen» und «Klima-, umwelt- und tierfreundliche Lebensmittelproduktion fördern», einen Beitrag zur Transformation in Richtung einer nachhaltigeren Landwirtschafts- und Ernährungspolitik leisten.

Key words: agroforestry, agricultural and food policy, natural resources, landscape.

Einleitung

Um die Nahrungsmittelversorgung und die landwirtschaftliche Produktion auch unter veränderten Rahmenbedingungen wie Klimawandel und Bevölkerungswachstum nachhaltig gewährleisten zu können, hat der Bundesrat im Juni 2022 das «Zukunftsbild 2050» für die zukünftige Ausrichtung der Schweizer Landwirtschaft auf den Weg gebracht und damit die langfristige Strategie für die Land- und Ernährungswirtschaft vorgestellt (Bundesrat, 2022).

Die Vision darin lautet «Ernährungssicherheit durch Nachhaltigkeit von der Produktion bis zum Konsum». Als erster Schritt wird darin der Handlungsbedarf zur Transformation identifiziert. Neben der Sicherung der Inlandversorgung und der Intaktheit der Umwelt, werden vor allem die Stärkung der landwirtschaftlichen Wertschöpfung und des inländischen Konsums herausgestellt. Der Bundesrat setzt dabei auf vier strategische Stossrichtungen; zwei auf Seiten der landwirtschaftlichen Produktion (resiliente Versorgung, nachhaltige Produktion), zwei weitere im Bereich des Marktes (nachhaltige Wertschöpfung, nachhaltiger Konsum).

Das Ziel von Forschung und Politik ist es, die Vision und ihre vier Stossrichtungen gesamtheitlich anzusprechen. Einen vielversprechenden Baustein stellt dabei die Agrarökologie dar (FAO, 2018). Als ganzheitlicher Ansatz will die Agrarökologie die Landwirtschaft und die Ernährungssysteme nicht nur ökologisch, sondern auch wirtschaftlich und sozial nachhaltig gestalten. Dies be-

deutet, dass multifunktionalen Ansprüchen und möglichen Zielkonflikten mit integralen Lösungen u.a. durch die Umsetzung von innovativen und nachhaltigen Produktionssystemen begegnet werden soll.

Doch welche Produktionssysteme können diesen vielfältigen Anforderungen gerecht werden und Beiträge zu ganzheitlichen Lösungen leisten? Welche Systeme sind vielversprechend und sollten langfristig priorisiert werden? Und wie kann die Wissenschaft Politik und Verwaltung dabei unterstützen, gute und belastbare Entscheidungen zu treffen?

Ein Praxis-Beispiel der Agrarökologie sind Agroforstsysteme. Dabei werden Gehölze in landwirtschaftliche Nutzungen auf der gleichen Fläche integriert (FAO, 2019). Diese Systeme können die Transformation in Richtung einer ressourceneffizienten und klimaresilienten Landwirtschaft unterstützen, sowie deren soziale und wirtschaftliche Tragbarkeit erhöhen. Bäume und Sträucher im Acker, im Grasland und in Spezialkulturen speichern – zusätzlich zur landwirtschaftlichen Produktion – Kohlenstoff, erhöhen die Resilienz u.a. durch Verbesserung des Wasserhaushaltes und der Bodenqualität und verbreitern die Produktpalette der Betriebe (Kay *et al.*, 2018). Darüber hinaus tragen sie zur Biodiversitätsförderung bei (Torralba *et al.*, 2016).

In der Schweiz haben Agroforstsysteme eine lange Tradition, sie waren und sind aufgrund ihrer Multifunktionalität geschätzt und auch immer noch verbreitet. Als

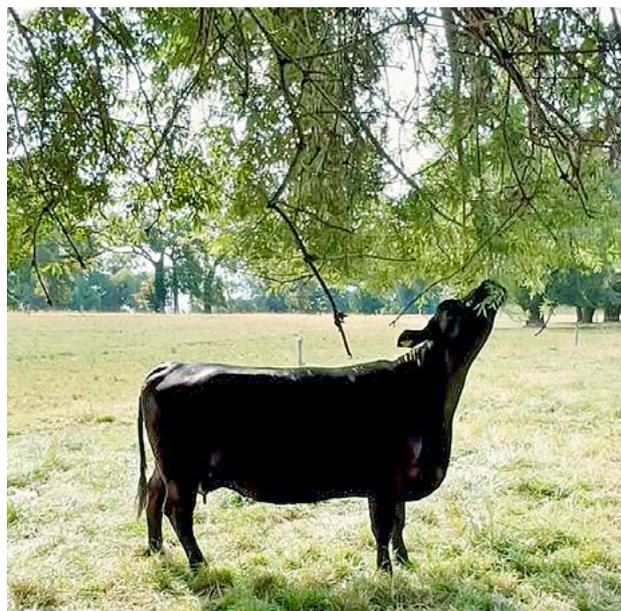


Abb. 1 | Silvoarable (links, Kombination von Gehölzen und Ackerkulturen) und silvopastorale Agroforstsysteme (rechts, Kombination von Gehölzen und Tierhaltung). (Fotos Agroscope).

Hochstamm-Feldobst, Wytweiden oder Kastanienselven sind Agroforstsysteme noch 2018 auf rund 8 % der landwirtschaftlichen Nutzfläche (LN) vorhanden (Herzog *et al.*, 2018). Mit dem Begriff «moderner Agroforst» werden hingegen Landnutzungssysteme bezeichnet, bei denen Gehölze (Bäume oder Sträucher) mit Acker-, Gemüse- und Weinbau und/oder Tierhaltung auf einer Fläche so kombiniert werden (Abb. 1), dass eine effiziente, u.a. mechanische Bewirtschaftung möglich ist (Kay *et al.*, 2019). Diese Art der Mehrfachnutzung bringt ökologische und langfristig auch ökonomische Vorteile im Vergleich zu einer Landwirtschaft ohne Bäume (Pantera *et al.*, 2021). Diesen multiplen Wert von Agroforstsystemen haben Praxis und Verwaltung wiederentdeckt. Immer mehr Bäuerinnen und Bauern experimentieren mit unterschiedlichen Kombinationen von Bäumen, Sträuchern und Zwischenkulturen. In der Schweiz sind moderne Agroforstsysteme derzeit auf rund 300 Betrieben mit ungefähr 550 ha etabliert, dies sind 0,05 % der landwirtschaftlichen Nutzfläche.

Doch können diese vielversprechenden Produktionssysteme den vielfältigen Ansprüchen der Landwirtschaftsstrategie des Bundesrats und ihrer vier Stossrichtungen (Abb. 2) gerecht werden? Hierzu wurde ein Evaluationsansatz getestet, der neben Expertenwissen auch wissenschaftliche Erkenntnisse aus der Forschung berücksichtigt. Konkret gehen wir den Fragen nach:

- Wie wird das Modellbeispiel «Agroforst» als gesamtheitlicher Ansatz innerhalb der zukünftigen Schweizer Agrarpolitik von Expertinnen und Experten beurteilt?
- Spiegeln sich Expertenmeinung und wissenschaftliche Literatur?
- Kann die getestete Kombination von Expertenbefragung und Literaturanalyse somit zur schnellen und einfachen Bewertung von agrarpolitischen Massnahmen dienen?

Methode

Zur Bewertung von agrarpolitischen Massnahmen oder Systemansätzen im Sinne der zukünftigen Agrarpolitik wurde in einem ersten Schritt eine Bewertungsmatrix entwickelt. Hierin hatten die Befragten die Aufgabe, die Bedeutung der ausgewählten Produktionssysteme (hier Agroforst) für die 14 Teilziele der zukünftigen Agrarpolitik (Abb. 2) auf einer Skala von 0 bis 10 zu bewerten. Die Bewertungen wurden wie folgt zusammengefasst: 0–2: keine Bedeutung; 3–4: niedrige Bedeutung, 5–6: mittlere Bedeutung, 7–8: hohe Bedeutung, 9–10: sehr hohe Bedeutung.

An der Umfrage nahmen 15 landwirtschaftliche Expertinnen und Experten von Agroscope teil. Agroscope fungiert als Schnittstelle zwischen Forschung, Praxis und Verwaltung und hat eine beratende Funktion für das Bundesamt für Landwirtschaft. Ihre Mitarbeitenden

Resiliente Lebensmittelversorgung sicherstellen	Klima-, umwelt- und tierfreundliche Lebensmittelproduktion fördern	Nachhaltige Wertschöpfung stärken	Nachhaltigen und gesunden Konsum begünstigen
			
<ol style="list-style-type: none"> 1 Produktionsgrundlagen erhalten 2 Auswirkungen des Klimawandels antizipieren 3 Stabilität der Lieferketten gewährleisten 	<ol style="list-style-type: none"> 4 Klimaschutz und erneuerbare Energien stärken 5 Nährstoffverluste und Risiken von Pflanzenschutzmitteln vermindern 6 Biodiversität fördern 7 Tierwohl und Tiergesundheit verbessern 	<ol style="list-style-type: none"> 8 Wettbewerbsfähigkeit verbessern 9 Nachfrageseitige Veränderungen antizipieren 10 Faire Verteilung der Wertschöpfung anstreben 11 Komplexität der Agrarpolitik reduzieren 	<ol style="list-style-type: none"> 12 Wahl nachhaltiger Produkte vereinfachen 13 Gesunde Ernährungsmuster unterstützen 14 Lebensmittelverschwendung reduzieren

Abb. 2 | Die vier strategischen Stossrichtungen der zukünftigen Agrarpolitik (Bundesrat, 2022) mit ihren 14 Teilzielen.

werden häufig als wichtige Ansprechpartner im landwirtschaftlichen Entscheidungsprozess integriert. Die Agroscope-Mitarbeitenden stammten aus unterschiedlichen Forschungsbereichen und verfügten über unterschiedliche Fachkompetenzen: Agrarökologie, Boden, Klima, Ökonomie, Anbausysteme.

Die Ergebnisse der Befragung wurden im zweiten Schritt in den Kontext der wissenschaftlichen Literatur und Metaanalysen gestellt, um einerseits die Qualität der Expertenantworten und andererseits deren potenzielle Übertragbarkeit zu bewerten.

Ergebnisse

In sechs der 14 Teilziele bekam Agroforst positive Bewertungen durch die Expertinnen und Experten, d.h. es wurden im Durchschnitt mehr als 5 Punkte vergeben. Dabei streuten die Antworten der Teilnehmenden jedoch deutlich, die verschiedenen Kompetenzbereiche der Befragten hatten hingegen keinen eindeutigen Einfluss auf die Bewertung. Laut ihrer Expertise kann Agroforst vor allem in der landwirtschaftlichen Produktion

(Stossrichtungen «Resiliente Lebensmittelversorgung», Teilziele 1–3 und «Umweltfreundliche Lebensmittelproduktion», Teilziele 4–7) eine wichtige Rolle spielen. Im Bereich des Marktes (Stossrichtungen «Nachhaltige Wertschöpfung» und «Nachhaltiger Konsum») kann die Agroforstwirtschaft, gemäss den Expertinnen und Experten, hingegen weniger beitragen. Alle Ergebnisse der Umfrage sind in Abbildung 3 zusammengefasst.

Das Teilziel 6 «Biodiversität fördern» schnitt mit einem Durchschnitt von 9 Punkten am besten ab. Gefolgt wurde es von Teilziel 1 «Produktionsgrundlagen erhalten» (7,2 Punkte im Durchschnitt) sowie Teilziel 2 «Auswirkungen des Klimawandels antizipieren» (6,9 Punkte). Auch die Teilziele (TZ) 7 «Tierwohl fördern» (6,2 Punkte), TZ 4 «Erneuerbare Energie ausbauen» (5,7 Punkte) und TZ 5 «Nährstoffverluste und Pflanzenschutzmittel reduzieren» (5,8 Punkte) erhielten positive Bewertungen.

Die marktorientierten Teilziele 8 bis 14 wurden hingegen mit eher niedrigen Bewertungen versehen, obwohl in jeder Kategorie stets auch eine oder mehrere Bewertungen mit «hohe Bedeutung» angegeben wurden.

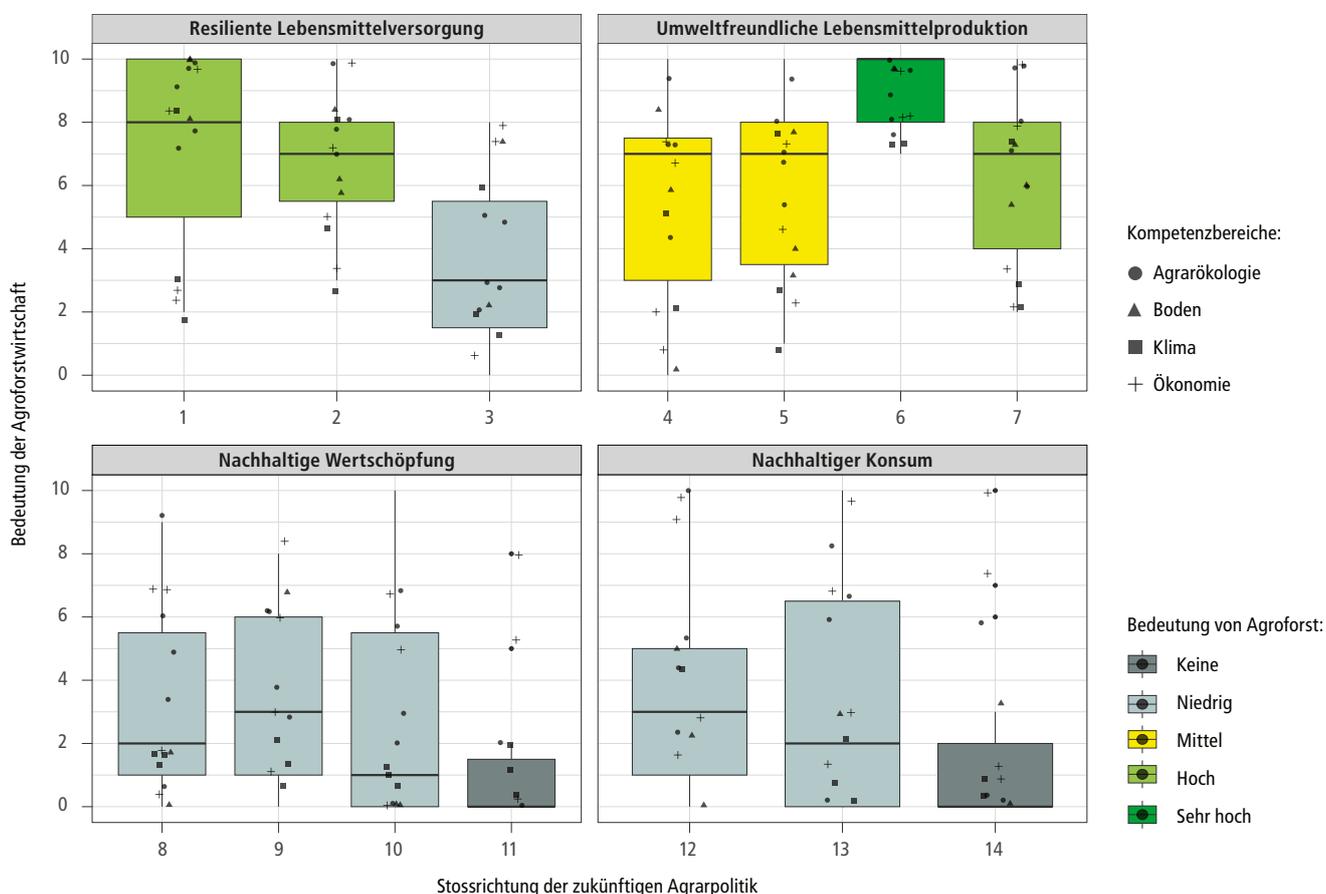


Abb. 3 | Ergebnisse der Umfrage gegliedert nach Stossrichtung und Teilzielen 1–14.

Es ist hervorzuheben, dass bei einigen Teilzielen (u.a. Biodiversität und Klima) grosser Konsens herrschte, während bei anderen Teilzielen (u.a. erneuerbare Energien, Nährstoffverluste, Risiko von Pflanzenschutzmitteln) die Bewertungen stark streuten, d.h. es gab hier stark divergierende Einschätzungen der Befragten.

Diskussion

Methodenbewertung

Generell sind die Teilnehmenden der Meinung, dass Agroforstsysteme innerhalb der zukünftigen Agrarpolitik vor allem auf die landwirtschaftliche Produktion positiven bis sehr positiven Einfluss haben können. Weniger Einfluss haben sie auf den Konsum und die Wertschöpfung. Dies lässt sich gut nachvollziehen, da es sich bei Agroforst primär um ein Produktionssystem handelt und daher nicht spezifisch diese letzten beiden Aspekte als Ziele verfolgt.

In den Teilzielen 1 und 2 der Stossrichtung «Resiliente Lebensmittelversorgung sicherstellen» und in den Teilzielen 4, 5, 6, 7 (Stossrichtung «Klima-, umwelt- und tierfreundliche Lebensmittelproduktion fördern») wurde die Bedeutung von Agroforst als hoch bis sehr hoch eingestuft (Abb. 2 und 3). Diese Ergebnisse spiegeln sich in der aktuellen wissenschaftlichen Literatur wider: Eine Metaanalyse von Köthke *et al.* (2022), die 64 wissenschaftliche Artikel untersuchte, zeigte, dass auch in der wissenschaftlichen Literatur der Grossteil der positiven Effekte von Agroforst im Umweltbereich (Wasser, Boden, Klima, Biodiversität) zu verorten ist. Hingegen liessen sich für die Bereiche «Soziales» (6 von 64 Studien) und «Wirtschaft» deutlich weniger Studien (8 von 64) finden. Allgemein sind die Effekte von Agroforst in diesen beiden Bereichen weniger untersucht und damit weniger nachweisbar. Dies bestätigt, dass die Experteneinschätzungen sehr plausibel zu den aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnissen passen.

Die zum Teil grosse Streuung der Daten bzw. der Meinungen, deutet aber darauf hin, dass – aufgrund der unterschiedlichen Kompetenzen und Expertisen – solche Befragungen immer mehrere Teilnehmer benötigen, um die Komplexität und Mehrdimensionalität des Systems zu erfassen. Möglicherweise könnte die Streuung durch die Anwendung der Delphi-Methode reduziert werden (Hugé *et al.*, 2010), bei welcher den Befragten die Umfrageergebnisse wiederholt vorgelegt werden, um auszuloten, ob eine Annäherung der Bewertungen stattfinden kann.

Bedeutung von Agroforst für die Agrarpolitik

In den folgenden Abschnitten soll der Fokus nun auf die beiden Stossrichtungen «Resiliente Lebensmittelversorgung sicherstellen» und «Klima-, umwelt- und tierfreundliche Lebensmittelproduktion fördern» gelegt werden, insbesondere auf die Teilziele, in denen die Bewertung von Agroforst in der Umfrage mehr als 5 Punkte erhalten hat. Dabei wird insbesondere der Kontext zur aktuellen Schweizer bzw. europäischen Wissenschaft diskutiert und mit wissenschaftlicher Literatur untermauert oder kritisch hinterfragt.

Resiliente Lebensmittelversorgung sicherstellen

Teilziel 1: Produktionsgrundlagen erhalten – Mittelwert 7,2

Boden, Wasser und Biodiversität sind zentrale Produktionsgrundlagen. Agroforst kann in diesen Bereichen eine wichtige Rolle für deren Erhaltung spielen.

Im Bereich Boden zeigen Studien, dass der permanente Baumstreifen eines Agroforstsystems eine Reduktion des Bodenabtrags bewirkt (Palma *et al.*, 2007) und dass das tiefgründige Wurzelsystem der Bäume eine stabilisierende Wirkung auf den Boden aufweist (Murphy, 2015) was das Risiko für Bodenerosion verringert. Darüber hinaus untersuchten Studien in der Schweiz und in Europa den Gehalt an organischer Bodensubstanz und fanden eine signifikante Steigerung in silvoarablen Agroforstsystemen (Mayer *et al.*, 2022; Seitz *et al.*, 2017). Diese Erhöhung der organischen Bodensubstanz trägt zur Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit bei.

Die Themen Wasser und Biodiversität werden in den nächsten Abschnitten behandelt, sind aber auch für dieses Teilziel relevant.

Teilziel 2: Auswirkungen des Klimawandels antizipieren – Mittelwert 6,9

Dem Klimawandel muss soweit als möglich entgegen gewirkt werden, aber gute Anpassungsstrategien sind ebenfalls nötig, um eine resiliente Produktion aufrecht zu erhalten. Agroforstsysteme bewirken eine mikroklimatische Verbesserung des Standorts durch das Spenden von Schatten und damit durch die Verringerung von Temperaturextremen, eine Reduktion der Verdunstung der Kulturpflanzen sowie eine Erhöhung der Wasserhaltekapazität (Alam *et al.*, 2014; Sánchez & McCollin, 2015). Zusätzlich bildet der Baumstreifen eine permanente Barriere, die zusätzliche Rückhalte-Kapazitäten für Regenwasser bieten kann (Wang *et al.*, 2017). Diese Funktionen werden mit fortschreitendem Klimawandel zunehmend wichtiger, um Extremereignisse wie z.B. Hitzewellen, lokal abzupuffern.

Klima-, umwelt- und tierfreundliche Lebensmittelproduktion fördern

Teilziel 4: Klimaschutz und erneuerbare Energien stärken – Mittelwert 5,7

Agroforstsysteme sind aktive Kohlenstoff-Senken. Dabei wird beim Wachstum der Bäume natürlicherweise Kohlenstoff in der ganzen Pflanze eingebaut und somit der Luft entnommen. Unter Schweizer Verhältnissen können 50 Hochstamm-Bäume auf einer Hektare in 50 Jahren rund 1 t C bzw. 3,67 t CO_{2eq} pro Jahr allein in der Biomasse speichern, die entweder langfristig in z.B. Möbeln oder Hausbau festgelegt oder kurzfristig in erneuerbare Energie umgewandelt werden kann. Würden 13,3 % der LN als Agroforstsysteme bewirtschaftet, so könnten sie bis zu 13 % der Treibhausgasemissionen des Sektors Landwirtschaft kompensieren (Kay *et al.*, 2019). Darüber hinaus wird etwa über Wurzelausscheidungen und dem damit verbundenen Aufbau organischer Masse im Boden zusätzlicher Kohlenstoff im Boden eingelagert (Beillouin *et al.*, 2023; Zhou *et al.*, 2022).

Teilziel 5: Nährstoffverluste und Risiken von Pflanzenschutzmitteln vermindern – Mittelwert 5,8

In vielen Regionen der Schweiz sind die Nitrat- und Phosphorbelastungen weiterhin kritisch und Agroforstsysteme haben das Potenzial, die damit verbundenen Risiken zu vermindern. Dies, indem die Baumwurzeln in tieferen Bodenhorizonten Wasser und Nährstoffe erschliessen können, die für die Acker- und Grasland-Kulturen nicht verfügbar sind. Damit können die Bäume bzw. Sträucher Überschüsse und Auswaschungen der Düngung als eine Art «Safety-Net» auffangen. So fanden Studien eine deutliche Reduktion der Nitratauswaschung unter Agroforstsystemen (Manevski *et al.*, 2019; Wolz *et al.*, 2018). Ähnliches gilt auch für einen reduzierten Phosphorausstrag (Schoumans *et al.*, 2014). Zusätzlich hat Agroforst auch eine Luft-Reinigungsfunktion. Im direkten Umkreis einer Quelle werden Ammoniak-Emissionen durch die Bäume aus der Luft filtriert (Bealey *et al.*, 2014; Patterson *et al.*, 2008).

Auch im Umgang mit Pflanzenschutzmitteln kann Agroforst eine wichtige Rolle spielen. Zum Beispiel können Baumreihen als Schutz vor Abdrift dienen und damit Gewässer oder andere naturnahe Lebensräume vor den negativen Effekten von Pflanzenschutzmitteln schützen. Studien zeigen, dass Agroforstsysteme bis zu 80–90 % der Abdrift von Pflanzenschutzmitteln reduzieren können (Bentrup *et al.*, 2019).

Teilziel 6: Biodiversität fördern – Mittelwert 9,0

Agroforstsysteme wirken sich positiv auf die Biodiversität (v.a. Arten- und Habitat-Vielfalt) aus. So zeigt eine

Metaanalyse, dass im Vergleich zu anderen Landnutzungstypen (Grasland, Ackerland, Wald) europäische Agroforstsysteme generell positive Effekte auf die Biodiversität haben (Torralba *et al.*, 2016). Die Mehrjährigkeit der Bäume und Sträucher ermöglicht es Flora und Fauna, sich neue Habitate zu erschliessen bzw. sie als Rückzugs- und Überwinterungsmöglichkeiten zu nutzen. Ferner bieten die Gehölze zusätzliche Futterressourcen, Schutz- und Nistmöglichkeiten für Insekten und Vögel.

Zusätzlich kann mit mehr Struktur und Heterogenität in der Landschaft auch die funktionelle Biodiversität gefördert werden, welche den Ackerkulturen zu Gute kommt. Studien aus Deutschland und aus der Schweiz haben zum Beispiel gezeigt, dass früh blühende Bäume und Sträucher im frühen Frühjahr von Bestäubern und Nützlingen als Nahrungsquelle genutzt werden, damit diese ihre Populationen aufbauen können (Bertrand *et al.*, 2019).

Teilziel 7: Tierwohl und Tiergesundheit verbessern – Mittelwert 6,2

In silvopastoralen Agroforstsystemen können Tiere den ganzen Sommer (teilweise ganzjährig) im Freien gehalten werden, was sowohl die Widerstandsfähigkeit und Produktivität der Tiere erhöht als auch positive Auswirkungen auf die Milchqualität und -menge hat, da Hitzestress vermieden wird (Pontiggia *et al.*, 2023). Bäume auf der Weide bieten Schutz vor Sonne, Regen und Kälte und regulieren das Mikroklima auf der Fläche.

Zudem bieten Futterhecken, an denen Wiederkäuer Laub und kleine Äste fressen, zusätzliche Futterressourcen (Brunner *et al.*, 2015). Laubfutter hat häufig niedrigere Gesamtfasergehalte, leicht höhere Lignin-Gehalte sowie vergleichbare, teilweise sogar bessere Eiweissgehalte und In-vitro-Verdaulichkeit als Grasarten, vor allem im Sommer (Agridea, 2022; Novak *et al.*, 2020). Darüber hinaus ermöglicht der hohe Gehalt an kondensiertem Tannin in den Baumblättern eine bessere Eiweissaufnahme (Mueller-Harvey, 2006) und verringert die Treibhausgasemissionen (CO₂, CH₄) von Wiederkäuern (Terranova *et al.*, 2018).

Stossrichtungen «Nachhaltige Wertschöpfung stärken» und «Nachhaltigen Konsum fördern»

Agroforstsysteme werden in den Stossrichtungen «Nachhaltige Wertschöpfung stärken» und «Nachhaltigen Konsum fördern» als weniger bedeutend bis unbedeutend von den Experten bewertet. Dies mag zum einen daran liegen, dass es sich bei Agroforstsystemen um ein Produktionssystem handelt, das nicht direkt, son-

den nur indirekt, mit dem Markt verknüpft wird. Andererseits zeigt dies eine deutliche «Vermarktungslücke» der Agroforstsysteme. Durch fehlende Label und/oder Kennzeichnungen werden Produkte aus Agroforstsystemen, die häufig zudem direkt im Hofladen vermarktet werden, nicht besonders von Verbrauchern wahrgenommen. Hier gibt es ein deutliches Nachhol- bzw. Ausbaupotenzial für Markt und Produzenten.

Praktische Umsetzung

Sowohl die Umfrage-Ergebnisse als auch die Literatur zeigen, dass Agroforstsysteme ein hohes Problemlösungspotenzial in Bezug auf die Transformation des Landwirtschafts- und Ernährungssystems, welches der Bundesrat im «Zukunftsbild 2050» vorgestellt hat, haben. Sie stellen eine agrarökologische Lösung dar, die das Interesse von Praxis und Politik geweckt hat und u.a. Inhalt von parlamentarischen Vorstössen war (Herzog, 2022; Klopfenstein-Broggini, 2021). Dies liegt daran, dass Agroforstsysteme relativ einfach in bestehende Systeme integriert werden können (ihr Pflanzdesign ist an die betriebsübliche Mechanisierung angepasst, standortangepasste Arten und Sorten sind vorhanden) und sie die Resilienz des Gesamtsystems erhöhen, u.a. durch zusätzliche Wertschöpfung in Form von Obstprodukten oder durch langfristigen Kapitalaufbau in Form von Wertholz (Helfenstein *et al.*, 2022; Lehmann *et al.*, 2020). Es handelt sich bei Agroforstsystemen nicht um eine Extensivierungsmassnahme; vielmehr sind sie hochproduktiv und erbringen trotzdem gleichzeitig Umweltleistungen. Sie sind somit ein gutes Beispiel einer agrarökologischen Massnahme, die gleichzeitig ökologisch, wirtschaftlich und sozial gestaltet werden kann (Laurence *et al.*, 2022). Jedoch schrecken die hohen Anfangsinvestitionen für Pflanzmaterial und Pflanzung viele Betriebe davon ab, neue Agroforstsysteme anzulegen. Hinzu kommt, dass erste (Baum-)Erlöse frühestens nach 5 bis 10 Jahren anfallen. Dies führt zu einem Liquiditätsengpass, den vie-

le Interessierte meiden bzw. sich nicht leisten können (Thiesmeier & Zander, 2023). Aus diesen Gründen sind geeignete Förderinstrumente nötig, um eine Zunahme der Agroforstflächen in der Schweiz zu erreichen. Bisher werden aber ausschliesslich die traditionellen Agroforstsysteme (Hochstammfeldobstbäume, Hecken, Kastanienselven, Wytweiden) mit Biodiversitätsförderbeiträgen und mit Landschaftsqualitätsbeiträgen unterstützt (Bundesrat, 2024). Moderne Agroforstsysteme wie Futterlaubhecken, Baumreihen im Ackerbau zur Produktion von Edelhölzern oder auch Vitiforstsysteme im Weinbau usw. werden nicht finanziell abgegolten. Dies beschränkt die Vielfalt und bremst die Ausweitung der Agroforstflächen und damit auch die Umsetzung von innovativen, nachhaltigen, gesamtheitlichen und agrarökologischen Produktionssystemen in der Schweizer Landwirtschaft.

Schlussfolgerung

Wir konnten zeigen, dass sich die getestete Umfragemethode für die Ad-hoc-Bewertung von agrarpolitischen Massnahmen eignet. Die Befragung von Experten und Expertinnen aus verschiedenen Fachbereichen erlaubt es, die Ergebnisse breit abzustützen.

Expertinnen und Experten und die wissenschaftliche Literatur sind sich einig: Agroforstsysteme eignen sich als innovative, nachhaltige und gesamtheitliche Produktionssysteme im Sinne der zukünftigen Schweizer Agrar- und Ernährungspolitik und stellen ein gutes Beispiel für die angewandte Agrarökologie dar. Nicht nur können die Systeme einen Beitrag zur Verringerung bestehender Umweltprobleme leisten, sie stellen auch einen wichtigen Schritt zur Transformation hin zu einer modernen Landwirtschaft dar. Eine Integration von Agroforstsystemen in die zukünftige Agrarpolitik und in das Direktzahlungssystem sind somit aus wissenschaftlicher Sicht sehr empfehlenswert. ■

Literaturverzeichnis

- Agridea. (2022). *Futterbäume und -sträucher in der Wiederkäuerfütterung* (Merkblatt, Issue 3940).
- Bealey, W. J., Loubet, B., Braban, C. F., Famulari, D., Theobald, M. R., Reis, S., Reay, D. S., & Sutton, M. A. (2014). Modelling agro-forestry scenarios for ammonia abatement in the landscape. *Environmental Research Letters*, *9*. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/9/12/125001>
- Beillouin, D., Corbeels, M., Demenois, J., Berre, D., Boyer, A., Fallot, A., Feder, F., & Cardinael, R. (2023). A global meta-analysis of soil organic carbon in the Anthropocene. *Nat Commun*, *14*(1), 3700. <https://doi.org/10.1038/s41467-023-39338-z>
- Bentrup, G., Hopwood, J., Adamson, N. L., & Vaughan, M. (2019). Temperate Agroforestry Systems and Insect Pollinators: A Review. *Forests*, *10*(11). <https://doi.org/10.3390/f10110981>
- Bertrand, C., Eckerter, P. W., Ammann, L., Entling, M. H., Gobet, E., Herzog, F., Mestre, L., Tinner, W., & Albrecht, M. (2019). Seasonal shifts and complementary use of pollen sources by two bees. *Journal of Applied Ecology*, *56*(11), 2431-2442. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/1365-2664.13483>
- Brunner, I., Herzog, C., Dawes, M. A., Arend, M., & Sperisen, C. (2015). How tree roots respond to drought. *Front Plant Sci*, *6*, 547. <https://doi.org/10.3389/fpls.2015.00547>

- Bundesrat. (2022). *Zukünftige Ausrichtung der Agrarpolitik: Bericht des Bundesrates in Erfüllung der Postulate 20.3931 der WAK-S vom 20. August 2020 und 21.3015 der WAK-N vom 2. Februar 2021*.
- FAO. (2018). *The 10 Elements of Agroecology – Guiding the Transition to Sustainable Food and agricultural Systems*.
- FAO. (2019). *Agroforestry and tenure*.
- Helfenstein, J., Burgi, M., Debonne, N., Dimopoulos, T., Diogo, V., Dramstad, W., Edlinger, A., Garcia-Martin, M., Hernik, J., Kizos, T., Lausch, A., Levers, C., Mohr, F., Moreno, G., Pazur, R., Siegrist, M., Swart, R., Thenail, C., Verburg, P. H., Williams, T. G., Zarina, A., & Herzog, F. (2022). Farmer surveys in Europe suggest that specialized, intensive farms were more likely to perceive negative impacts from COVID-19. *Agron Sustain Dev*, 42(5), 84. <https://doi.org/10.1007/s13593-022-00820-5>
- Herzog, E. (2022). *Interpellation 22.4446: Agroforstwirtschaft fördern*.
- Herzog, F., Szerencsits, E., Kay, S., Roces-Diaz, J., & Jäger, M. (2018). Agroforestry in Switzerland – a non-cap European country. 4th European Agroforestry Conference, Nijmegen.
- Hugé, J., Le Trinh, H., Hai, P. H., Kuilman, J., & Hens, L. (2010). Sustainability indicators for clean development mechanism projects in Vietnam. *Environment, Development and Sustainability*, 12(4), 561–571. <https://doi.org/10.1007/s10668-009-9211-6>
- Kay, S., Crous-Duran, J., García de Jalón, S., Graves, A., Palma, J. H. N., Roces-Diaz, J. V., Szerencsits, E., Weibel, R., & Herzog, F. (2018). Landscape-scale modelling of agroforestry ecosystem services in Swiss orchards: a methodological approach. *Landscape Ecology*, 33, 1633–1644. <https://doi.org/10.1007/s10980-018-0691-3>
- Kay, S., Jäger, M., & Herzog, F. (2019). Ressourcenschutz durch Agroforstsysteme – standortangepasste Lösungen. *Agrarforschung Schweiz*, 10, 308–315.
- Klopfenstein-Broggini, D. (2021). *Motion 21.3570: Agroforstwirtschaft. Im Dienste der Landwirtschaft, des Klimas und der Biodiversität*.
- Köthke, M., Ahimbisibwe, V., & Lippe, M. (2022). The evidence base on the environmental, economic and social outcomes of agroforestry is patchy – An evidence review map. *Frontiers in Environmental Science*, 10. <https://www.frontiersin.org/journals/environmental-science/articles/10.3389/fenvs.2022.925477/full>
- Laurence, G. S., Sally, W., Samantha, M., Bhim Bahadur, G., Ying, X., Lisa Mølgaard, L., Andrea, P., Giuseppe, R., Robert, B., Rafał, W., Magdalena, B., Mignon, S., Adrian, G., & Jo, S. (2022). Assessing the multidimensional elements of sustainability in European agroforestry systems. *Agricultural Systems*, 197, 103357. <https://doi.org/https://doi-org.agros.swissconsortium.ch/10.1016/j.agsy.2021.103357>
- Lehmann, L. M., Smith, J., Westaway, S., Pisanelli, A., Russo, G., Borek, R., Sandor, M., Gliga, A., Smith, L., & Ghaley, B. B. (2020). Productivity and Economic Evaluation of Agroforestry Systems for Sustainable Production of Food and Non-Food Products. *Sustainability*, 12(13). <https://doi.org/10.3390/su12135429>
- Manevski, K., Jakobsen, M., Kongsted, A. G., Georgiadis, P., Labouriau, R., Hermansen, J. E., & Jørgensen, U. (2019). Effect of poplar trees on nitrogen and water balance in outdoor pig production – A case study in Denmark. *Science of the Total Environment*, 646, 1448–1458. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.07.376>
- Mayer, S., Wiesmeier, M., Sakamoto, E., Hübner, R., Cardinael, R., Kühnel, A., & Kögel-Knabner, I. (2022). Soil organic carbon sequestration in temperate agroforestry systems – A meta-analysis. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 323, 2023. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2021.107689>
- Mueller-Harvey, I. (2006). Unravelling the conundrum of tannins in animal nutrition and health. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 86(13), 2010–2037. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/jsfa.2577>
- Murphy, B. W. (2015). Impact of soil organic matter on soil properties – A review with emphasis on Australian soils. *Soil Research*, 53, 605–635. <https://doi.org/10.1071/SR14246>
- Novak, S., Barre, P., Delagarde, R., Mahieu, S., Niderkorn, V., & Emile, J. C. (2020). Composition chimique et digestibilité in vitro des feuilles d'arbre, d'arbuste et de liane des milieux tempérés en été. *Fourrages*, 242, 35–47.
- Palma, J. H. N., Graves, A. R., Bunce, R. G. H., Burgess, P. J., de Filippi, R., Keesman, K. J., van Keulen, H., Liagre, F., Mayus, M., Moreno, G., Reisner, Y., & Herzog, F. (2007). Modeling environmental benefits of silvoarable agroforestry in Europe [Article]. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 119(3–4), 320–334. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2006.07.021>
- Pantera, A., Mosquera-Losada, M. R., Herzog, F., & den Herder, M. (2021). Agroforestry and the environment. *Agroforestry Systems*, 95(5), 767–774. <https://doi.org/10.1007/s10457-021-00640-8>
- Patterson, P. H., Adrizal, Hulet, R. M., Bates, R. M., Despot, D. A., Wheeler, E. F., & Topper, P. A. (2008). The Potential for Plants to Trap Emissions from Farms with Laying Hens. 1. Ammonia. *Journal of Applied Poultry Research*, 17(1), 54–63. <https://doi.org/10.3382/japr.2007-00014>
- Pontiggia, A., Munger, A., Ammer, S., Philipona, C., Bruckmaier, R. M., Keil, N. M., & Dohme-Meier, F. (2023). Short-term physiological responses to moderate heat stress in grazing dairy cows in temperate climate. *Animal*, 17(3), 100718. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2023.100718>
- Schoumans, O. F., Chardon, W. J., Bechmann, M. E., Gascuel-Oudoux, C., Hofman, G., Kronvang, B., Rubæk, G. H., Ulén, B., & Dorioz, J. M. (2014). Mitigation options to reduce phosphorus losses from the agricultural sector and improve surface water quality: A review. *Science of the Total Environment*, 468–469, 1255–1266. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2013.08.061>
- Seitz, B., Carrand, E., Burgos, S., Tatti, D., Herzog, F., Jäger, M., & Sereke, F. (2017). Erhöhte Humusvorräte in einem siebenjährigen Agroforstsystem in der Zentralschweiz / Augmentation des stocks d'humus dans un système agroforestier de sept ans en Suisse centrale. *Agrarforschung Schweiz*, 8, 318–323.
- Terranova, M., Kreuzer, M., Braun, U., & Schwarm, A. (2018). In vitro screening of temperate climate forages from a variety of woody plants for their potential to mitigate ruminal methane and ammonia formation. *The Journal of Agricultural Science*, 156(7), 929–941.
- Thiesmeier, A., & Zander, P. (2023). Can agroforestry compete? A scoping review of the economic performance of agroforestry practices in Europe and North America. *Forest Policy and Economics*, 150. <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2023.102939>
- 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 and Environment*, 230, 150–161. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2016.06.002>
- Wang, Y., Zhang, B., & Banwart, S. A. (2017). Reduced Subsurface Lateral Flow in Agroforestry System Is Balanced by Increased Water Retention Capacity. In *Quantifying and Managing Soil Functions in Earth's Critical Zone – Combining Experimentation and Mathematical Modelling* (pp. 73–97). <https://doi.org/10.1016/bs.agron.2016.10.005>
- Wolz, K. J., Branham, B. E., & DeLucia, E. H. (2018). Reduced nitrogen losses after conversion of row crop agriculture to alley cropping with mixed fruit and nut trees. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 258, 172–181. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2018.02.024>
- Zhou, J., Shao, G., Kumar, A., Shi, L., Kuzyakov, Y., & Pausch, J. (2022). Carbon fluxes within tree-crop-grass agroforestry system: 13C field labeling and tracing. *Biology and Fertility of Soils*, 58(7), 733–743. <https://doi.org/10.1007/s00374-022-01659-4>