

Universität Kassel
Fachbereich Ökologische Agrarwissenschaften
Studiengang Ökologische Landwirtschaft

Masterarbeit

zum Thema

Potenzial des Anbaus von Sonderkulturen in Baumstreifen von
Agroforstsystemen am Beispiel des Werragutes in Nordhessen

1. Prüfer: Prof. Dr. Detlev Möller
Fachgebiet Betriebswirtschaft
2. Prüferin: Prof. Dr. Miriam Athmann
Fachgebiet Ökologischer Land- und Pflanzenbau

vorgelegt von

Janika Volkamer (geb. 05.11.1995, Rothenburg ob der Tauber)

Matrikelnummer 35799122

Witzenhausen, Dezember 2024

“Sustain the ones who sustain you and the world will last forever”

aus Braiding Sweetgrass von Robin Wall Kimmerer

Kontakt zur Autorin:

j.volkamer@uni-kassel.de

janika.v@web.de

Auf Anfrage versende ich gerne Heatmap und Nutzwertanalyse als Excel Dokumente

Inhaltsverzeichnis

I Abkürzungsverzeichnis	iii
II Abbildungsverzeichnis	iii
III Tabellenverzeichnis	iv
IV Zusammenfassung	v
1 Einleitung	1
2 Theoretischer Hintergrund	3
2.1 Kurzüberblick Agroforstwirtschaft	3
2.2 Charakterisierung der Baumstreifen in Agroforstsystemen	5
2.3 Definition Sonderkulturen	6
2.4 Stand des Wissens zum Anbau von Sonderkulturen in Baumstreifen von Agroforstsystemen	7
3 Material und Methoden	11
3.1 Untersuchungsgebiet: Das Werragut in Nordhessen	11
3.2 Wahl geeigneter Sonderkulturen	14
3.3 Wahl relevanter Aspekte	14
3.4 Multikriterienanalyse	14
3.5 Umsetzungsvorschlag	16
4 Ergebnisse	17
4.1 Ausgewählte Sonderkulturen	17
4.2 Relevante Aspekte	20
4.3 Multikriterienanalyse	20
4.3.1 Alternativen	22
4.3.2 Messbare Kriterien der Multikriterienanalyse	22
4.3.3 Erstellen des Bewertungsschlüssels und der Transformationsvorschriften	26
4.3.4 Charakteristika der Kulturen	29
4.3.4.1 Rechnungen und Ausgangsinformationen	29
4.3.4.2 Rote Johannisbeere	31
4.3.4.3 Himbeere	33
4.3.4.4 Kürbis	35
4.3.4.5 Rhabarber	37

4.3.4.6 Artischocke	39
4.3.4.7 Etagenzwiebel.....	41
4.3.4.8 Grüner Spargel	43
4.3.4.9 Pfefferminze.....	45
4.3.4.10 Oregano.....	47
4.3.4.11 Austernseitling auf Holz.....	49
4.3.4.12 Mehrjähriger Blühstreifen	51
4.3.4.13 Gemanagter Grasstreifen.....	52
4.3.5 Heatmap.....	53
4.3.6 Ergebnisse der Nutzwertanalyse	55
4.2 Umsetzungsvorschlag.....	57
4.2.1 Einordnung der Kulturen im Hinblick auf ihre Schattentoleranz.....	58
4.2.2 Sonderkulturauswahl für das Werragut.....	60
4.2.3 Mögliche Anpflanzfläche und Anpflanzempfehlung	60
4.2.4 Auswirkungen auf das Werragut – Herausforderungen und Vorteile der Umsetzung	63
5 Diskussion.....	66
5.1 Beantwortung der Forschungsfragen	66
5.2 Methodenkritik	68
5.3 Ergebnisdiskussion	72
5.4 Übertragbarkeit der Ergebnisse	76
5.5 Ausblick und weiterer Forschungsbedarf.....	78
6 Schlussfolgerungen.....	79
V Literaturverzeichnis	81
VI Anhang.....	97
VII Eigenständigkeitserklärung und Nutzung generativer Künstlicher Intelligenz	104

I Abkürzungsverzeichnis

Baumstreifen von AFS – Baumstreifen von Agroforstsysteme

GAP – Gemeinsame Agrarpolitik

ReSoLa e.V. – Regenerative und Soziale Landwirtschaft e.V.

Solawi – Solidarische Landwirtschaft

II Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Beispiele für den Anbau von Sonderkulturen in Baumstreifen von AFS aus der Praxis.	10
Abbildung 2 Jahresmittel der Lufttemperatur, gemittelte Temperatur- und Niederschlagswerte und Jahressummen der Niederschläge (PFEIFER ET AL. 2021)).....	13
Abbildung 3 Bewertungsschlüssel der Kriterien	26
Abbildung 4 Einordnung der Sonderkulturen in geeignete Lichtverhältnisse;.....	59
Abbildung 5 Sonderkulturauswahl für den Umsetzungsvorschlag.....	60
Abbildung 6 Flächen A-D im Agroforstsystem, auf denen von Seiten des ReSoLa e.V. ein Anbau der Sonderkulturen in den Baumstreifen stattfinden könnte	61
Abbildung 7 Arbeitsspitzen der Sonderkulturen und des ReSoLa e.V.	101

III Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Ausgewählte Kulturen und Begründung ihrer Wahl.....	18
Tabelle 2 Relevante Aspekte zum Anbau von Sonderkulturen in Baumstreifen von AFS	20
Tabelle 3 Kriterien der Multikriterienanalyse mit Maßeinheiten und dem Ziel der Maximierung oder Minimierung.....	23
Tabelle 4 Bewertungsvorschriften Themenbereich Ökologie.....	27
Tabelle 5 Bewertungsvorschriften Themenbereich Ökonomie	28
Tabelle 6 Bewertungsvorschriften Themenbereich Soziales	29
Tabelle 7 Ausgangsdaten der Rechnungen	30
Tabelle 8 Heatmap	54
Tabelle 9 Ergebnisse der Nutzwertanalyse sortiert nach absteigenden Ergebnissen in der Gesamtwertung	56
Tabelle 10 Ränge der Kulturen bei der Nutzwertanalyse im Vergleich zur Sensitivitätsanalyse	57
Tabelle 11 Mögliche Anbaufläche für Sonderkulturen in den Baumstreifen des Werragutes .	61
Tabelle 12 Anbaufläche pro Zeitabschnitt, benötigte Pflanzen und Arbeitsaufwand	62
Tabelle 13 Heatmap mit allgemeinen Parametern	77
Tabelle 14 Expert*innen, deren Wissen in die Arbeit einfluss.....	97
Tabelle 15 Mögliche Sonderkulturen.....	98
Tabelle 16 Rechnungen für die Multikriterienanalyse	99
Tabelle 17 Zugrundeliegende Rechnung Kriterium Soziale Landwirtschaft	100
Tabelle 18 Zugrunde liegende Rechnungen Kriterium No-regret Charakteristiken	101
Tabelle 19 Kriterium Etablierungskosten im Verhältnis zu den Erntejahren	102
Tabelle 20 Ergebnisse der Nutzwertanalyse auf Kategorienebene	103

IV Zusammenfassung

Hintergrund der Arbeit ist die Frage, ob eine landwirtschaftliche Nutzung von Baumstreifen von Agroforstsystemen Vorteile für Landwirt*innen mit sich bringen würde. Baumstreifen von Agroforstsystemen (Baumstreifen von AFS) sind weitgehend landwirtschaftlich ungenutzt und es besteht noch wenig Forschung, welche Auswirkung die zusätzliche Nutzung der Baumstreifen dieser zukunftsfähigen, landwirtschaftlichen Systeme mit sich bringen würde. **Ziel** der Arbeit war es, im Rahmen einer Einzelfallstudie für das Werragut in Nordhessen eine systemische Zusammenstellung von Wissen zu ausgewählten Sonderkulturen zu erstellen und relevante, zu bedenkende Posten zum Anbau der Sonderkulturen zu benennen. Zudem sollten Stärken und Schwächen dieser Kulturen in den Themenbereichen Ökologie, Ökonomie und Soziales aufgezeigt werden und die, für den Anbau auf dem Werragut am besten geeigneten Sonderkulturen identifiziert werden. Auch mögliche Auswirkungen des Anbaus der Sonderkulturen für das Werragut sollten benannt werden. An **methodischem Vorgehen** wurden zunächst 10 Sonderkulturen für die Analyse ausgewählt. Relevante Aspekte aus den Themenbereichen Ökologie, Ökonomie und Soziales, die beim Anbau der Sonderkulturen in den Baumstreifen des Werragutes berücksichtigt werden sollten, wurden mithilfe einer Literaturrecherche und unter Zuhilfenahme von Expertwissen benannt. Es wurden Kriterien erarbeitet, die für die betrachteten Aspekte anwendbar waren, um die zehn Sonderkulturen sowie zwei weitere Nutzungsformen von Baumstreifen im Rahmen einer Multikriterienanalyse zu vergleichen. Mithilfe einer Nutzwertanalyse wurde ein Ranking zur Eignung der Sonderkulturen für das Werragut bestimmt. In Form eines Umsetzungsvorschlages wurde eine als sinnvoll erachtete zeitliche und räumlichen Abfolge der Umsetzung der Kulturen vorgestellt und mögliche Synergien, Vorteile und Herausforderungen des Anbaus der Sonderkulturen in den Baumstreifen des Werragutes beleuchtet. **Ergebnisse** der Arbeit waren zunächst die Wahl der Kräuter Oregano und Pfefferminze, der Gemüsesorten Kürbis, Spargel, Etagezwiebel, Rhabarber und Artischocke, der Beerensträucher Himbeere und Johannisbeere und des Pilzes Austernseitling zur Analyse. Insgesamt 22 Aspekte wurden als relevant für den Anbau der Sonderkulturen in den Baumstreifen des Werragutes befunden. Die 10 Sonderkulturen, sowie die gängigen Nutzungsformen mehrjähriger Blühstreifen und gemanagter Grasstreifen wurden in der Multikriterienanalyse auf Grundlage von 42 Kriterien in 16 Kategorien analysiert. Die Heatmap auf Seite 54 veranschaulicht, wie die Kulturen in den 42 Kriterien im Vergleich zueinander abschneiden. Die höchsten Ränge in der Nutzwertanalyse erreichten der Oregano, die Pfefferminze und der Kürbis. Für die Umsetzung auf dem Werragut wurden unter Einbezug der Lichtbedürfnisse der Kulturen für drei Zeitabschnitte mit abnehmender Lichtintensität die Sonderkulturen Oregano, Pfefferminze und Kürbis, Etagezwiebel, Rote Johannisbeere, Rhabarber und der Austernseitling für den Praxistest ausgewählt. Eine Anzahl an Sonderkulturen, mit der sich jeweils 100 Verkaufseinheiten produzieren lassen, wurde für die hofnahen Baumstreifen, hauptsächlich in den silvopastoralen Teil des Agroforstsystems des Werragutes geplant. Mögliche Vorteile, Synergien und Herausforderungen, welche sich beim Anbau der Sonderkulturen für das Werragut ergeben könnten, wurden auf Basis begründeter Annahmen benannt.

1 Einleitung

Die Agroforstwirtschaft bietet vielfältige Vorteile wie etwa ihr hohes Potenzial im Klimaschutz sowie bei der Anpassung der Landwirtschaft an den Klimawandel (WIEGMANN ET AL. 2023). Auch trägt sie durch die Erhöhung des Anteils strukturreicher Flächen zum Erhalt der faunistischen Biodiversität bei (TSCHARNTKE ET AL. 2020). Zudem kann sie zur Verringerung von Wind und Wassererosion und zum Gewässerschutz beitragen (NAWROTH UND BÖHM 2019). Als weiteren Vorteil liefert Agroforstwirtschaft eine mögliche Antwort auf den steigenden Bedarf nach Multifunktionalität in der Landwirtschaft. Dieser wird durch eine anhaltende Verringerung landwirtschaftlicher Fläche in Deutschland, beispielsweise durch den Ausbau von Siedlungsfläche, Verkehr- und Infrastrukturmaßnahmen (UMWELTBUNDESAMT 2023) bei gleichzeitig ansteigenden Anforderungen an Nahrungs- und Futtermittel, sich ändernde Klimabedingungen und die Bereitstellung diverser Umweltleistungen immer relevanter (BÖHM UND GÜNZE 2022). Multifunktionalität ist mit Agroforstwirtschaft bereits durch die Erfüllung mehrerer Ziele gegeben. Gleichzeitig gibt es nicht unerhebliche Flächen innerhalb der Baumstreifen von AFS, welche in der Regel nicht landwirtschaftlich genutzt werden (REEG 2010). Durch die Nutzung dieser Baumstreifen zur zusätzlichen Produktion von Nahrungsmitteln und weiterer Rohstoffe, könnte die Multifunktionalität dieser Systeme noch gesteigert werden.

Eine sehr interessante, aber bisher wenig erforschte wirtschaftliche Nutzung dieser Baumstreifen, ist der Anbau von Sonderkulturen. Deren Anbau ist in den Gehölzstreifen moderner Agroforstsysteme bisher nur sehr selten, hauptsächlich auf Betrieben, auf denen Praxisforschung durchgeführt wird, zu finden. Ihr Anbau könnte mit einer zusätzlichen Wertschöpfung für die Landwirt*innen einhergehen, da sich mit Sonderkulturen grundsätzlich hohe Erlöse erzielen lassen, auch wenn der Anbau zeit- und kostenintensiv ist (BÖHM UND GÜNZE 2022). Auch positive ökologische Auswirkungen wären denkbar, da der Anbau von Sonderkulturen in Baumstreifen Lebensraum für einige Tierarten bietet (SMITH ET AL. 2017) und sich so zusätzlich positiv auf die faunistische Biodiversität auswirken könnte. Auch sind positive soziale Auswirkungen durch Bildungs- und Selbsterntemöglichkeiten für Konsument*innen denkbar.

Allerdings würde die Erhöhung der Komplexität des Systems, die mit dem Anbau von Sonderkulturen einhergeht, sowie hohe Etablierungskosten, zusätzlicher Arbeitsbedarf und zusätzliche benötigte Infrastruktur, Landwirt*innen auch vor weitere Herausforderungen stellen (SMITH UND WESTAWAY 2018).

Diese Masterarbeit geht der Frage nach, welche Sonderkulturen sich unter welchen Umständen für den Anbau in Baumstreifen von AFS eignen und welche Vorteile und Herausforderungen sich dabei ergeben können. Ziel der Arbeit ist es, im Rahmen einer Einzelfallstudie für das Werragut in Nordhessen eine systemische Zusammenstellung von Wissen zu ausgewählten Sonderkulturen zu erstellen und relevante, zu bedenkende Posten

zum Anbau der Sonderkulturen zu benennen. Zudem sollen die Stärken und Schwächen dieser Kulturen in den Themenbereichen Ökologie, Ökonomie und Soziales aufgezeigt und die, für den Anbau auf dem Werragut am besten geeigneten Sonderkulturen identifiziert werden. Mögliche Auswirkungen des Anbaus der Sonderkulturen auf das Werragut sollen zudem benannt werden. Dem Werragut soll somit eine Entscheidungsgrundlage geliefert werden, ob eine Implementierung von Sonderkulturen in ihrem Agroforstsystem eine Bereicherung des Systems im Hinblick auf verschiedene ökologische, ökonomische und soziale Aspekte sein könnte und mit welchen Auswirkungen dabei zu rechnen ist. Die folgenden Forschungsfragen wurden hierfür bearbeitet:

- Welche Sonderkulturen sollen auf ihre Eignung für den Anbau in den Baumstreifen des Agroforstsystems auf dem Werragut analysiert werden?
- Welche Aspekte sind relevant, um Sonderkulturen auf ihre Eignung für den Anbau in den Baumstreifen auf dem Werragut zu untersuchen?
- Wie können die ausgewählten Sonderkulturen verglichen werden, um Stärken und Schwächen der Kulturen übersichtlich aufzeigen zu können?
- Welche Kulturen zeigen in welchen Themenbereichen ein hohes Potenzial?
- Welche Kulturen sollen auf dem Werragut umgesetzt werden?
- Wie würde eine Umsetzung auf dem Werragut aussehen und welche Auswirkungen auf das Werragut sind denkbar?
 - An welchen Orten im Agroforstsystem ist eine Umsetzung der Sonderkulturen sinnvoll möglich?
 - Welche Vorteile, Synergien und Herausforderungen könnte der Anbau der Sonderkulturen in den Baumstreifen für das Werragut mit sich bringen?

Kapitel 2 bietet zunächst einen Überblick über den theoretischen Hintergrund der Arbeit. Hierbei wird eine kurze Einführung in das Thema Agroforstwirtschaft und das Potenzial der Baumstreifen gegeben, der Begriff Sonderkulturen wird zudem definiert und der Stand des Wissens zu ihrem Anbau in Baumstreifen von AFs erläutert. Kapitel 3 beschäftigt sich zunächst mit der Charakterisierung des Werragutes. Im Anschluss wird beschrieben, nach welchen Gesichtspunkten die Sonderkulturen sowie die ökologischen, ökonomischen und sozialen Aspekte für die Analyse ausgewählt wurden. Die Vorgehensweisen der Multikriterienanalyse und des Umsetzungsvorschlags werden im Anschluss erläutert. In Kapitel 4 werden die zur Analyse ausgewählten Sonderkulturen und Aspekte dargestellt und die Charakteristiken der Kulturen genannt. In Form einer Heatmap können die Sonderkulturen auf Ebene der Kriterien miteinander verglichen werden. Die Ergebnisse der Nutzwertanalyse beinhalten einen Vergleich der Sonderkulturen auf Kategorieebene und ein Ranking der Kulturen im Hinblick auf ihre Eignung für das Werragut. Im Umsetzungsvorschlag werden die Kulturen nach ihrer Schattentoleranz eingeteilt und für den Praxistest auf dem Werragut ausgewählt. Die mögliche Anpflanzfläche wird bestimmt und mögliche Auswirkungen auf das Werragut beleuchtet. In Kapitel 5 werden die Vor- und Nachteile der gewählten Methoden kritisch beleuchtet und die Ergebnisse diskutiert. Zudem werden die Ergebnisse auf Übertragbarkeit geprüft. Ein Ausblick auf weiteren Forschungsbedarf und ein Fazit beschließen die Arbeit.

2 Theoretischer Hintergrund

In diesem Kapitel wird zunächst eine kurze Einführung in die Agroforstwirtschaft gegeben. Dann wird die Rolle der Baumstreifen von AFS näher erläutert. Im Anschluss werden Sonderkulturen definiert und zuletzt wird der Stand des Wissens zum Anbau von Sonderkulturen in Baumstreifen von AFS dargelegt.

2.1 Kurzüberblick Agroforstwirtschaft

GRÜNEWALD UND REEG (2009) definieren Agroforstwirtschaft als eine Form der Landnutzung, bei der der Anbau mehrjähriger, verholzender Pflanzen mit dem Anbau von annuellen Pflanzen oder der Nutzung von Grünland auf derselben Fläche kombiniert wird. Durch die gezielte Wahl der räumlichen Anordnung und der zeitlichen Abfolge der unterschiedlichen Elemente eines Agroforstsystems können positive ökonomische und ökologische Wechselwirkungen zwischen Bäumen und Sträuchern, sowie landwirtschaftlichen Kulturen und Nutztieren gefördert werden. BÄRWOLFF ET AL. (2012) bezeichnen Agroforstsysteme als Landnutzungssysteme, welche zum Erhalt der vielfältigen Funktionen der Landschaft beitragen, ohne die wirtschaftliche Produktion aus den Augen zu verlieren. Zudem verbinden Agroforstsysteme land- und forstwirtschaftliche Produktionen auf derselben Fläche (OELKE 2013). ROIS-DÍAZ ET AL. (2006) ergänzen, dass es sich bei Agroforstsystemen um dynamische Systeme handelt, die die Produktion diversifizieren und erhalten, während sie soziale, wirtschaftliche und ökologische Vorteile für Landnutzer*innen auf allen Ebenen geboten werden.

Agroforstsysteme werden hauptsächlich in zwei Gruppen untergliedert. In silvopastoralen Systemen stehen Bäume auf Weideflächen und in silvoarablen Systemen werden Bäume mit Ackerkulturen kombiniert (BURGESS 1999). Auch eine Mischform, sogenannte Agrosilvopastorale Systeme mit Bäumen, Weideflächen und Acker sind möglich. Hierzu gehört das Agroforstsystem auf dem Werragut. Über Jahrhunderte prägten Agroforstsysteme auch in Deutschland zur Agrarlandschaft. Die hierzulande bekanntesten Agroforstsysteme sind Streuobstwiesen. Diese zählen zu den traditionellen silvopastoralen Agroforstsystemen. Weitere Beispiele für traditionelle Agroforstsysteme in Deutschland sind Waldweidenutzung, Waldfeldbau und Windschutzhecken. Moderne Agroforstsysteme können von den Traditionellen vor allem dadurch unterschieden werden, dass sie an moderne Produktionsmethoden angepasst sind. Die Bäume werden nicht mehr verstreut, sondern reihenweise gepflanzt, sodass eine Bewirtschaftung der Flächen mit Maschinen weiter möglich ist (CHALMIN 2008).

Einige der großen Vorteile der Agroforstwirtschaft sind ihr hohes Potenzial bei der Anpassung der Landwirtschaft an den Klimawandel und im Klimaschutz (WIEGMANN ET AL. 2023) und ihr Beitrag zum Erhalt der Biodiversität und zum Erosionsschutz. Die Erhöhung der Biodiversität wird von TSCHARNTKE ET AL. (2020) durch die Erhöhung des Anteils strukturreicher Flächen begründet und von ROIS-DÍAZ ET AL. (2006) durch die vielfältigen Umweltbedingungen wie

Vegetationsstruktur, Beschattung und Feuchtigkeit begründet. Auch die Erhöhung der Landschaftsvielfalt und der Erhalt traditioneller Systeme, welche die Konnektivität innerhalb der Landschaftskomponenten erhöht wurden als positive Auswirkungen genannt. So kann die Fragmentierung von Lebensräumen verringert werden, was der Mobilität von Tieren zugutekommt. CHALMIN UND MASTEL (2009) konnten zudem eine höhere Diversität von Insekten in bestimmten Alley Cropping Systemen sowie von nützlichen Arthropoden nachweisen, welche eine schädlingsregulierende Wirkung haben.

Der Schutz organischer Bodensubstanz erklärt sich durch den Eintrag von Nährstoffen durch Laubwurf und abgestorbene Feinwurzeln. Auch können die Baumkomponenten der Agroforstsysteme zu einer Umverteilung von Nährstoffen aus tieferen Bodenschichten beitragen. Die Aufnahme von Nährsalzen aus Boden und Grundwasser trägt zudem zu einer Verringerung von Eutrophierung und Trinkwasserbelastung bei (PALMA ET AL. 2007). Auch positive Auswirkungen auf Weidetiere sind durch Agroforstsysteme beispielsweise durch die Bereitstellung eines Windschutzes möglich (TEKLEHAIMANOT ET AL. 2002).

Auch das Mikroklima in Bodennähe wird stabilisiert, da die Pflanzendecke in der Höhe gestaffelt wird und das Licht in mehreren Stufen absorbiert wird. So trocknet der Boden weniger aus und sowohl die Pflanzen als auch die tierischen Nützlinge sind weniger durch plötzliche Wetterveränderungen gefährdet. Der effektive Windschutz ist ebenfalls gegen Austrocknung wirksam und bietet eine gewisse Bremswirkung gegen Bodenerosion. Durch die Konkurrenz mit der Ackerkultur müssen die Bäume zudem tiefer wurzeln, als sie es ohne Feldbearbeitung tun würden. Das dadurch induzierte Vordringen der Wurzeln in tiefere Bodenschichten führt zu einer stärkeren klimatischen Resilienz der Bäume und dadurch zu einem gleichmäßigeren Wachstum (CHALMIN UND MASTEL 2009).

Das Risiko für die Landwirt*innen wird zudem durch die Kapitalbildung in Form der Bäume mit Holzzuwachs vermindert. Ein krankheits-, schädlings- oder klimabedingter Ausfall bestimmter Komponenten des Agroforstsystems kann gegebenenfalls zudem durch verstärktes Wachstum anderer Arten kompensiert werden (CHALMIN UND MASTEL 2009).

Auch die Ästhetik von Agroforstsystemen wurde bei einer Befragung von Stakeholdern in 11 EU Ländern als einer der Hauptvorteile von Agroforstwirtschaft genannt (GARCÍA DE JALÓN ET AL. 2018).

Als wichtigste Nachteile, welche die geringe Umsetzung von Agroforstwirtschaft in Deutschland erklären (0,7 % der landwirtschaftlichen Fläche im Jahr 2017 (HERDER ET AL. 2017) ergab die Stakeholderbefragung von GARCÍA DE JALÓN ET AL. (2018) die erhöhte Arbeitslast und die gesteigerte Komplexität der Arbeiten, Managementkosten und administrative Hürden. Zudem verbinden Landwirt*innen laut DEUTSCH UND OTTER (2021) einen hohen Aufwand und mangelnde Unterstützung mit Agroforstsystemen.

Insgesamt erleben Agroforstsysteme aufgrund ihrer vielversprechenden Eigenschaften in Europa eine Renaissance, und auch in Deutschland hat das Interesse von Landwirt*innen, Kommunen, Umwelt- und Naturschutzverbänden an Agroforstsystemen in den letzten Jahren stark zugenommen. Moderne, silvoarable Systeme lassen sich zudem mit neuen landwirtschaftlichen Produktionsverfahren wie Precision Farming und reduzierter Bodenbearbeitung verbinden (SHARAF 2018). Im Rahmen der Gemeinsamen Agrarpolitik (GAP) der EU sind Agroforstsysteme in Deutschland inzwischen auch förderfähig (STMELF 2024).

2.2 Charakterisierung der Baumstreifen in Agroforstsystemen

Als Baumstreifen oder Gehölzstreifen werden die Flächen innerhalb von Agroforstsystemen bezeichnet, in welchen die Bäume angepflanzt werden. Die Streifen sind durch die einjährige Kultur, welche ebenfalls im Agroforstsystem angebaut wird, seitlich begrenzt.

Um laut der Öko Regelung 3 aus der zweiten Säule der GAP förderfähig zu sein, können die Agroforstbaumstreifen zwischen 3 und 25 m breit sein (STMELF 2024). Um für die Direktzahlungen aus der ersten Säule der GAP nach Paragraph 4 GAPDZV förderfähig zu sein, dürfen die Streifen sogar bis zu 40 % der jeweiligen landwirtschaftlichen Fläche einnehmen (BUNDESAMT FÜR JUSTIZ). Gängigen Empfehlungen nach beträgt die Streifenbreite 2 m (BENDER ET AL. 2009) bzw. mindestens 3 m zur Verfolgung von Naturschutzzielen (SCHULZ ET AL. 2020).

Damit sind die Baumstreifen von AFS in der Regel schmale, lange Streifen und bilden eine nicht unerhebliche Fläche, welche nach Pflanzung der Agroforstsysteme für die einjährigen Kulturen aus der Bewirtschaftung genommen wird. Dieser entscheidet auf Ackerflächen über den Anteil jährlicher bzw. langfristiger Einnahmen. Die Baumstreifen sind mit zunehmendem Alter der Systeme durch erhöhte Konkurrenz in den Bodenschichten geprägt (SMITH UND WESTAWAY 2018) und je nach Ausrichtung des Systems mehr oder weniger stark von Beschattung betroffen. Darüber hinaus bieten die Baumstreifen vor allem in Hanglagen und bei feinen, schluff haltigen Böden Schutz vor Wassererosion und können als Windschutz fungieren (BENDER ET AL. 2009). Zudem stellen sie den Produktionsort der mehrjährigen, holzigen Komponente des Agroforstsystems dar.

Diese in der Regel landwirtschaftlich ungenutzten Baumstreifen können sowohl zusätzliche Habitate in der Agrarlandschaft bieten, als auch verbinden (REEG 2010). Diversität in der Agrarlandschaft konzentriert sich vor allem auf die aus der Nutzung genommenen Flächen. Diese stellen seminatürliche Elemente dar und dienen als Rückzugsort, Wanderkorridore, und Nist-, Futter-, und Winterhabitate für Tiere und Pflanzen. Baumstreifen können hier als Schlüsselhabitate fungieren, und gewinnen durch den allgemeinen Verlust immer mehr an Bedeutung (MARSHALL 2002). Ein hoher Naturschutzwert kann hier durch Sträucher, Hecken,

Gräser, Kräuter, und jährliche Maad (REEG 2010) erreicht werden. Bei einer Streifenbreite von mind. 3-4 m stellen die Streifen im Vergleich zur umgebenden Fläche naturnähere Biotope da, welche zudem den Vorteil der Mehrjährigkeit haben (CHALMIN UND MASTEL 2009). Generell steigt die zu erwartende Artenzahl mit zunehmender Breite der Streifen. Baumstreifen müssen auf Ackerflächen mindestens einmal jährlich gepflegt werden um Beikräuter und deren Aussaat zu regulieren (BENDER ET AL. 2009) und da hohes Gras zudem gute Lebensbedingungen für Wühlmäuse darstellt. Breite, ackerbaulich nicht genutzte Baumstreifen bieten außerdem Raum für Hecken und Krautsäume oder Hochstaudenfluren.

Auch nach WESTAWAY UND SMITH (2017) kann ein ausbleibendes Management der Baumstreifen zu Beikrautproblemen führen. Das Beikraut kann einerseits das Wachstum der Bäume beeinträchtigen und andererseits auf die angrenzenden Kulturen übergreifen. Während das Management in konventionellen Systemen über den Einsatz von Herbiziden durchgeführt wird, erfolgt es in ökologischen Systemen durch Bodenbearbeitung oder durch die Verwendung von Mulchmaterial. Auch die Verwendung einer vegetativen Bodendecke, welche das Beikraut verdrängt aber nicht mit den Bäumen konkurriert, nennen die Autoren als Lösungsvorschlag. Die Verwendung einer blütenreichen Mischung zu diesem Zweck kann zusätzlich Bestäuber und Nützlinge anziehen (WESTAWAY UND SMITH 2017).

2.3 Definition Sonderkulturen

In der Literatur finden sich verschiedene Definitionen von Sonderkulturen, welche teils unterschiedliche Kulturen ein- oder ausschließen. Diese Arbeit orientiert sich an der Definition von PAUSTIAN ET AL. (2016), nach der Sonderkulturen „ein- oder mehrjährige Kulturen [sind], die nicht dem Getreide, den Hackfrüchten im eigentlichen Sinne oder den Futterpflanzen zuzuordnen sind, die im Vergleich zu den klassischen Nutzpflanzen häufig einen höheren Anspruch an Boden und Klima haben und arbeits- und kapitalintensiver sind, dafür aber gewöhnlich auch einen höheren Verkaufspreis erzielen“. Dieser Definition nach werden ca. 360 000 ha in Deutschland mit Sonderkulturen bewirtschaftet (Stand 2016), was ca. 2,1 % der landwirtschaftlich genutzten Fläche ausmacht (PAUSTIAN ET AL. 2016). Die hohe Wertschöpfung innerhalb der Kategorie der Sonderkulturen lässt sich gut anhand der Gartenbaukulturen darstellen, welche 1,4 % der gesamten landwirtschaftlich genutzten Fläche ausmachen, allerdings 14 % des gesamten landwirtschaftlichen Verkaufserlöses erwirtschaften (BMEL 2022). Da die Definition von PAUSTIAN ET AL. (2016) Baumkulturen einschließt, welche für den Anbau in den Baumstreifen nicht zusätzlich in Frage kommen, werden Baumkulturen für diese Arbeit aus der Definition der Sonderkulturen ausgeschlossen. Edelpilze werden von PAUSTIAN ET AL. (2016) nicht explizit erwähnt, werden aber oft zu den Sonderkulturen gezählt (STATISTISCHES LANDESAMT RHEINLAND-PFALZ 2023). So verbleiben nun Beerenobstkulturen, Rebflächen, Gemüse- und Erdbeerkulturen, sonstige Gartenbaukulturen, und weitere sonstige Kulturen (PAUSTIAN ET AL. 2016) inklusive den Edelpilzen als Sonderkulturen für die vorliegende Analyse.

2.4 Stand des Wissens zum Anbau von Sonderkulturen in Baumstreifen von Agroforstsystemen

Zum Thema Anbau von Sonderkulturen in Baustreifen von AFS existiert noch recht wenig Forschung. Einige Autor*innen vermuten eine Eignung der Baumstreifen für den Anbau von Sonderkulturen. So halten beispielsweise CHALMIN UND MASTEL (2009) die Pflanzung [...] schattentoleranter Arznei- und Gewürzpflanzen [in Baumstreifen für] denkbar“, und schlagen zudem den Anbau von Beerensträuchern vor. Auch BÖHM UND GÜNZE (2022) vermuten, dass die Baumstreifen „Raum für den Anbau weiterer Kulturen bieten [können]. Bender et al. (2009) nennen bei ausreichendem Arbeitsvolumen schattenliebende Kräuter, Beerensträucher und Zierpflanzen bzw. Ziersträucher als Optionen. Auch SMITH UND WESTAWAY (2018) sehen Potenzial in den Baumstreifen, Möglichkeiten für den Anbau neuer Kulturen zu bieten und die Produktion zu erhöhen und zudem für eine Diversifizierung des Betriebes zu sorgen. Sie benennen Kräuter, Schnittblumen aus Blumenzwiebeln, mehrjähriges Obst und Gemüse wie Artischocken oder Rhabarber, Pilze und Beerensträucher als Optionen. Zudem sprechen sie von vorteilhaften Verhältnissen für schattenliebende Arten in den Baumstreifen. Auch der biologischen Vielfalt, z.B. Bienen und Schmetterlingen, kann der Anbau der Sonderkulturen laut SMITH UND WESTAWAY (2018) zugutekommen, da diese neue Lebensräume und Ressourcen bieten. Auch NENTWIG (2000) ZIT. NACH REEG (2010) erwähnt die Anpflanzung von Kräutern und Sträuchern in Baumstreifen als positiv aus naturschutzfachlicher Sicht, da Lebensraumrequisiten für einige Tierarten geboten werden können. Auch ein aktives Beikrautmanagement in den Streifen, das mit dem Sonderkulturanbau einhergeht, wird als positiv für die Betriebe herausgestellt (SMITH UND WESTAWAY 2018).

Andererseits erhöht der zusätzliche Anbau von Sonderkulturen in den Baumstreifen die Komplexität der Bewirtschaftung der Systeme. Zudem müssen die zusätzlichen Kosten u.a. für Infrastruktur und der zusätzliche Arbeitsaufwand bedacht werden. Idealerweise sollten Sonderkulturen gewählt werden, deren Pflege und Ernte nicht mit den Arbeitsspitzen des Betriebes korrelieren. Es sollte zudem berücksichtigt werden, ob unter den Bäumen genug Platz für den Anbau von Sonderkulturen existiert. In Anlangen mit hoher Pflanzdichte der Bäume könnte die Konkurrenz um Sonnenlicht, Wasser und Nährstoffe zu hoch für eine solche zusätzliche Nutzung sein. Zudem ist zu beachten, dass sich die mikroklimatischen Bedingungen in den Baumstreifen ändern und der Schatten sowie die unterirdische Konkurrenz zunehmen. Dies könnte bedeuten, dass eine Veränderung der Kulturen im Laufe der Zeit nötig wird und die Sonderkulturen schließlich aus dem System verdrängt werden (SMITH UND WESTAWAY 2018).

Zudem steht die Frage der Wirtschaftlichkeit des Anbaus von Sonderkulturen im Raum. SMITH UND WESTAWAY (2018) benennen die Möglichkeit, durch den Sonderkulturanbau in den Baumstreifen Einkommen zu erwirtschaften, solange die Bäume noch jung sind. Für einen Sonderkulturbetrieb mit Agroforst sei es möglich, dass die Pflanzkosten der Bäume mithilfe der Sonderkulturen innerhalb von zwei bis drei Jahren zurückgezahlt werden können, sofern

eine Vermarktungsmöglichkeit für die Sonderkulturen gefunden werden kann. SHARAF (2018) hingegen schätzt die Baumstreifen als zusätzliche Einkommensquelle arbeitswirtschaftlich als schwierig ein.

Es existieren einige wenige Forschungsprojekte zum Thema des Anbaus von Sonderkulturen in Baumstreifen von AFS. Im Rahmen des AGFORWARD Projektes (Laufzeit 2014 – 2017) wurde im „Work-package 4: Silvoarable agroforestry in the UK“ auf dem Hof Tolhurst Organics zu den Auswirkungen verschiedener Bepflanzungen der Baumstreifen auf die Biodiversität und zu ökonomischen Aspekten geforscht. Untersucht wurde hier der Anbau von Rhabarber, Artischocken und Schnittblumen. Dieser führte – evtl. durch die Bewässerung – zu einer erhöhten biologischen Vielfalt im Boden. In der Baumreihe, in der Rhabarber angebaut wurde, waren beispielsweise die meisten Regenwürmer zu finden. Da Rhabarber und Artischocke im Versuch an der Pilzkrankheit *Verticillium*-Welke erkrankten, konnten nur für die Schnittblumen Aussagen zur Ökonomie getroffen werden. Am Beispiel dieser wurde ermittelt, dass die Sonderkulturen die kurzfristige finanzielle Situation eines Betriebs verbessern können, da Kosten für die Anpflanzung der Bäume hier innerhalb von zwei bis drei Jahren amortisiert werden konnten. SMITH ET AL. (2017) betonten hier aber, dass die Sonderkulturen sorgfältig nach ihrer Krankheitsresistenz und ihrer Fähigkeit, mit der vorhandenen Vegetation zu konkurrieren, ausgewählt werden müssten und Vermarktungsoptionen vor Anbau erschlossen werden sollten. Als Ersatz für Rhabarber und Artischocke waren für Tolhurst Organics für den nächsten Praxistest Weinreben, Küchenkräuter und Beerensträucher im Gespräch (SMITH ET AL. 2017).

Im Rahmen des „Work package 3: Agroforestry for High Value Tree Systems“ forschten ROSATI ET AL. (2021) zudem zum Anbau von wildem Spargel, Narzissen und Tulpen in Olivenhainen in Italien. Der Anbau von Spargel konnte hier ohne Auswirkung auf den Olivenertrag durchgeführt werden. Vergleich zu einem Anbau zwischen den Reihen wurde der Anbau in den Baumreihen im als möglicherweise weniger ertragreich, aber praktischer im Management beschrieben. Der Ertrag in den schattigen Verhältnissen unter den Bäumen wurde als etwas reduzierter eingeschätzt. Auf Grund der hohen Preise, die mit Spargel erzielt werden können, kamen die Autoren zu dem Schluss, dass das Gesamteinkommen aus dem Olivenhain durch den Anbau von Wildspargel erheblich gesteigert werden kann. Allerdings stiegen auch der Arbeitsaufwand und das benötigte Wissen. Narzissen und Tulpen schienen ebenfalls gute Kandidatinnen für den Anbau in den Baumstreifen zu sein. Eine sehr gute Verteilung der Arbeitsspitzen ermöglichte hier eine Bewirtschaftung der Olivenbäume ohne Einschränkungen (ROSATI 2017).

Im Rahmen des Forschungsprojektes „Entwicklung und Erprobung eines Agroforstsystems zur Energieholzherzeugung im ökologischen Landbau“ wurden von LENZ ET AL. (2019) Versuche zum Anbau von Bärlauch in einem Agroforstbaumstreifen durchgeführt.. Der Anbau des Bärlauchs erfolgte hier nicht im Baumstreifen, sondern zwischen den Reihen. Allerdings betrug der zur Baumreihe maximal 1,25 m, weshalb auch diese Ergebnisse für den Anbau in Baumstreifen von Interesse sein könnten. Der Versuch zeigte, dass die Kultivierung von

Bärlauch in Agroforstreifen möglich ist. Die Erntemengen waren im ersten Versuchsjahr relativ niedrig, stiegen jedoch im Folgejahr deutlich an. Die Qualität des Bärlauches wurde zudem für ansprechend befunden.

WIESINGER UND OTT (2019) führten einen weiteren Versuch zu autochthonen Wald- und Waldsaumarten durch. Auch hier erfolgte die Einsaat nicht in den Baumstreifen selbst, sondern zwischen den Pappelreihen, welche aber maximal 1,5 m Reihenabstand hatten. Hier konnte die Einsaat der autochthonen Wald- und Waldsaumarten den naturschutzfachlichen Wert der Flächen erhöhen und eine zusätzliche Nektar- und Pollenquelle für Insekten liefern. Von den in den Mischungen enthaltenden bekannten Küchenkräutern bzw. Heil- und Gewürzpflanzen etablierten sich besonders gut der Waldziest, das gewöhnliche Seifenkraut und der gewöhnliche Dost.

Des Weiteren wird im Projekt „Nachhaltige Landnutzung – Agroforst“ (Laufzeit 2021-2025) der Universität Kassel der Anbau der Sonderkultur Johannisbeere im Baumstreifen des Agroforstsystems in Frankenhausen im Hinblick auf Biodiversität und Produktivität von Agroforstsystemen erforscht.

In der Praxis herrscht ein reges Interesse am Thema. In Deutschland testen bereits einige Pionierbetriebe den Anbau von Sonderkulturen in Baumstreifen von AFS. Beispielsweise wurde auf dem Hof Hartmann bei Rettmer bereits Kürbis und bei Riekens Landmilch in Großbarkau Kürbis, Staudensellerie und Knoblauch in den Baumstreifen angebaut. Bei Gut&Bösel in Briesen wurde unter anderem der Anbau Spargel und Kartoffeln in den Baumstreifen getestet (Wack, J. persönliche Kommunikation am 12.01.2024). Bei NamNamNatura bei Dresden wurden beispielsweise Etagenzwiebeln und Spargel getestet (Wetzler, D. persönliche Kommunikation am 26.07.2024). Der Alles im grünen Bereich e.V. in Kaufungen etablierte 2021 Beerensträucher in den Baumstreifen seines Agroforstsystems (Elvers, B. persönliche Kommunikation am 07.08.2024). Auch auf dem Werragut wird seit 2024 der Anbau verschiedener Kräuter und Artischocken in den Baumstreifen des Agroforstsystems getestet (Sprenger, K. persönliche Kommunikation am 11.04.2024). Abbildung 1 zeigt einige Fotos aus der Praxis.



Abbildung 1 Beispiele für den Anbau von Sonderkulturen in Baumstreifen von AFS aus der Praxis. a) Rhabarber bei Tolhurst Organics, (SMITH UND WESTAWAY 2018); b) Wilder Spargel in einem Olivenhain in Italien (Rosati, A.); c) Oregano auf dem Werragut; d) Johannisbeeren in Frankenhausen; e) Kürbis auf dem Hof Hartmann (Hillenbrand,L.)

3 Material und Methoden

Im Folgenden wird zunächst das Werragut charakterisiert. Des Weiteren wird das Vorgehen bei der Auswahl der Sonderkulturen und der für ihren Anbau relevanten Aspekte beschrieben. Anschließend wird die Methode der Multikriterienanalyse mit ihren einzelnen Schritten erklärt und die Vorgehensweise bei der Ausarbeitung des Umsetzungsvorschlags beschrieben.

3.1 Untersuchungsgebiet: Das Werragut in Nordhessen

Zunächst wird der Betrieb mit seinen Betriebszweigen vorgestellt. Im Anschluss wird das Agroforstsystem näher erläutert und die Boden- und Klimaverhältnisse beschrieben. Zuletzt erfolgt eine Einordnung in die umgebenden Strukturen.

Das Werragut ist ein familiengeführter Biolandbetrieb zwischen Eschwege und Wanfried, der sich durch seine Vielfältigkeit und Innovation auszeichnet. Neben der Haltung von Legehennen, Bruderhähnen und Masthühnern in Mobilstallhaltung und einer Mutterkuhherde, der vom Aussterben bedrohten Rasse Rotes Höhenvieh, wird auf 30 ha pflugloser Ackerbau betrieben. Dieser dient zur Direktvermarktung von u.a. Hanf, Dinkel, Roggen und Buchweizen und zur Produktion von Futter für das hofeigene Vieh und Geflügel. Auch Grünlandwirtschaft wird auf 20 ha betrieben. Des Weiteren sind Soziale Landwirtschaft und Bildungsarbeit Teil des Konzeptes (NENNEWITZ 2024). So ist der Hof ein Lehr- und Lernort. Hofführungen, Workshops und Seminare werden vom Regenerative und Soziale Landwirtschaft e.V. (ReSoLa e.V.) angeboten (RESOLAE.V. 2024). Vermarktet werden das Öl, die Hanfnüsse, Getreide, Eier und in der eigenen Backstube gebackenes Brot ab Hof über einen sogenannten Regiomat (Nennewitz 2024). Auch ein Abholraum für Gemüse der Solidarischen Landwirtschaft (Solawi) Gemüseinsel findet sich auf dem Werragut (LAUB UND HABICHTSBERG 2024).

Zum Hof gehört ein 2022 angelegtes 12 ha großes, agrosilvipastorales Agroforstsystem, welches im Keyline Design angelegt ist und sich auf einem Nordhang befindet. Die Baumstreifen, welche vom ReSoLa e.V. bewirtschaftet werden, umfassen inzwischen über 1400 Gehölze, welche hauptsächlich den Obst- und Nussbäumen zuzuordnen sind, Vertreten sind Esskastanien, Walnüsse, Haselnüsse, Pekannüsse, Maulbeeren, Kornelkirschen, Ölweiden, Apfel- und Birnbäume, sowie Quitten, Persimmonen, Pawpaw, Feigen und Haskap (NENNEWITZ 2024). Seit 2024 sind zudem verschiedene Kräuter und Artischocken, welche bereits in den Baumstreifen angebaut werden, Teil des Systems. Die Abstände zwischen den Bäumen betragen artenspezifisch 10-12 m, wobei teils verschiedene Sträucher als Unterkulturen vorhanden sind und an manchen Stellen Altpflanzungen und weitere Strukturelemente im System integriert sind. Die Breite der Baumstreifen beträgt in der Regel 2 m (Sprenger, K. persönliche Kommunikation am 11.04.2024 und am 25.07.2024). Ackerkulturen, welche zum Agroforstsystem gehören, sind Klee gras, Dinkel, Roggen, eine tiefwurzeln de Zwischenfrucht, Ackerbohne, Winterweizen, eine leguminosenhaltige

Zwischenfrucht und Hafer. Ein Bewässerungssystem durch Tröpfchenbewässerung, welche auf 50 cm Höhe installiert wurde, ist im Agroforstsystem vorhanden (Sprenger, K. persönliche Kommunikation am 25. 07. 2024).

Die meisten Bäume im System sind aktuell in der Phase, in der sie weiter aufgeastet werden. Wo dies art- und standortabhängig möglich ist, sollen die Bäume mindestens 2,2 m hoch werden. Dies betrifft vor allem die hochwachsende, sonnenliebende Primärkultur. Die Wurzeln werden durch Tiefenbearbeitung des Bodens zu tieferem Wurzeln angeregt, damit keine Konkurrenz mit Acker- bzw. Weidefläche entsteht. Die Baumstreifen des Agroforstsystems auf dem Werragut sind wie bereits erwähnt aktuell schon in Ansätzen mit Kräutern und Artischocken bepflanzt. Größtenteils werden sie aber nicht genutzt, um größere Biodiversitätseffekte zu erzielen. Hierfür werden die Grasstreifen zweimal jährlich geschnitten und das Schnittgut als Mulch verwendet. Sofern Mobilställe in der Nähe stehen, dienen die Baumstreifen zudem als Weidefläche für die Legehennen (Sprenger, K. persönliche Kommunikation am 25. 07. 2024).

Zum Thema Boden- und Klimaverhältnisse ist zu sagen, dass das Werragut auf ca. 167 m – 290 m über NN liegt. Der Boden im Agroforstsystem ist sehr heterogen, und besteht aus Grob- und Feinsandsteinverwitterungsboden. Die vorherrschende Bodenart ist sandiger Schluff, sandiger Lehm und Lehmboden sind ebenfalls vorhanden. Die pH-Werte betragen im Grünland 4,8-6 und im unteren Ackerstück 7. Der hofnahe Bereich des Agroforstsystems hat 25 – 40 Bodenpunkte (STANDORTBEDINGUNGEN o.D.).

Der Werra-Meißner-Kreis liegt im Bereich des gemäßigten Klimas. Die durchschnittliche Jahresmitteltemperatur beträgt 8 °C (Referenzzeitraum 1971-2000). Die geringste monatliche Durchschnittstemperatur im mittleren Jahresverlauf liegt bei -0,2 °C im Januar, die höchste bei 16,6 °C im Juli. Die durchschnittliche Jahresniederschlagssumme beträgt 770 mm / Jahr (Referenzzeitraum 1971-2000). Hier liegen die geringsten monatlichen Niederschlagsmengen im Februar mit durchschnittlich 46,6 mm, die Höchsten im Juni mit durchschnittlich 81,4 mm. Trockentage sind 230,5 Tage pro Jahr zu verordnen (PFEIFER ET AL. 2021).

Die Grafiken in Abbildung 2 zeigen die für den Werra-Meißnerkreis verfügbaren Klimadiagramme: Das Jahresmittel der Lufttemperatur, gemittelte Temperatur- und Niederschlagswerte sowie die Jahressummen der Niederschläge.

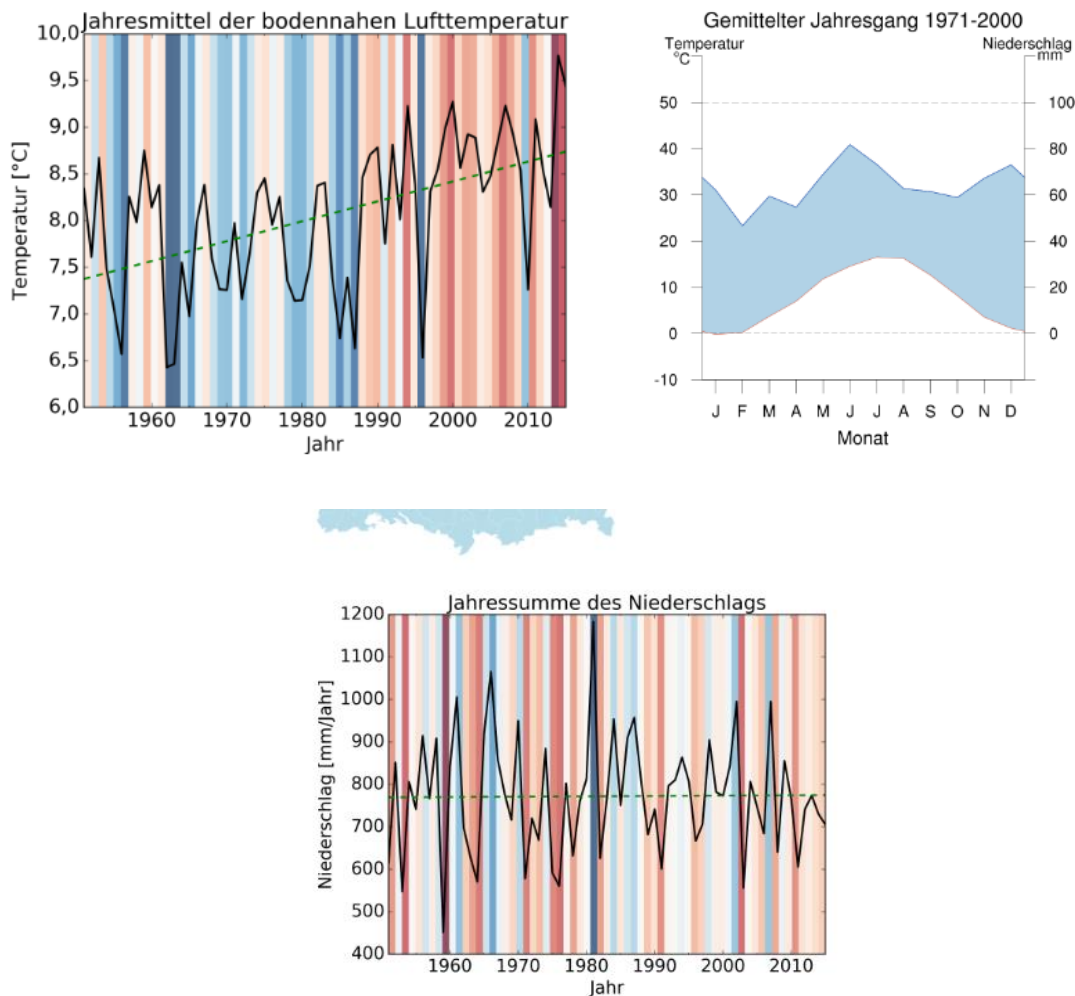


Abbildung 2 Jahresmittel der Lufttemperatur, gemittelte Temperatur- und Niederschlagswerte und Jahressummen der Niederschläge (PFEIFER ET AL. 2021)

Ein Vergleich der Zeiträume 1951-1980 und 1986-2015 ergab eine Zunahme der Jahresmitteltemperatur um durchschnittlich ca. 0,8 °C. Für den durchschnittlichen Jahresniederschlag ergab der Vergleich eine mittlere Zunahme von 20,2 mm/Jahr (PFEIFER ET AL. 2021). Auf dem Werragut selbst wurden ca. 64 Frosttage /Jahr gemessen. Spätfröste gibt es laut Aussage der Bewirtschaftenden zwar, diese treten aber recht selten auf (STANDORTBEDINGUNGEN o.D.).

Konsument*innen in der Umgebung, welche durch Direktvermarktung über den Hofladen erreicht werden könnten, sind abgesehen von der Bevölkerung in den umliegenden Dörfern die Einwohner*innen der 4,4 km Fahrweg entfernt liegenden Stadt Eschwege und der ca. 4,8 km Fahrweg entfernt liegenden Stadt Wanfried (GOOGLE MAPS 2024). Von beiden Städten ist das Werragut mit öffentlichen Verkehrsmitteln in ca. 15 Minuten mit öffentlichen Verkehrsmittels zu erreichen (DB o.D.).

3.2 Wahl geeigneter Sonderkulturen

Um eine geeignete Auswahl für die Analyse treffen zu können, wurde zunächst eine Liste möglicher Sonderkulturen erstellt. Diese Liste umfasst Sonderkulturen, deren Anbau in der Literatur als möglicherweise für Baumstreifen von AFS geeignet benannt wurde bzw. deren Anbau für Waldgärten empfohlen wird. Auch weitere Sonderkulturarten, welche grundsätzlich in den gemäßigten Breiten angebaut werden können, sind auf dieser Liste zu finden. Die Sonderkulturen wurden in Kategorien eingeteilt, aus denen ein möglichst diverses Spektrum in der Analyse vorkommen sollte. Ausgehend von dieser Liste wurde eine Auswahl von 10 Sonderkulturen getroffen. Hierbei wurde ein Fokus auf Kulturen gelegt, die aktuell bereits von Praktiker*innen in Baumstreifen von AFS getestet werden, was als Zeichen für hohes Interesse an dieser Kultur von Seiten der Praxis eingeschätzt wurde. Ein weiteres Kriterium für die Auswahl war das Interesse an der Umsetzung der Kulturen von Seiten des ReSoLa e.V. bei entsprechendem Ergebnis der Analyse.

3.3 Wahl relevanter Aspekte

Gemäß den drei Säulen der Nachhaltigkeit wurden aus den Themenbereichen Ökologie, Ökonomie und Soziales Aspekte gesucht, deren Berücksichtigung für den Anbau von Sonderkulturen in Baumstreifen von AFS von Bedeutung ist. In die Wahl der Aspekte flossen Empfehlungen zum Anbau von Sonderkulturen in Agroforstsystemen aus der Literatur, Ideen von Janos Wack und Konstantin Sprenger und Kriterien und Aspekte aus Kriterienkatalogen von Multikriterienanalysen und Nachhaltigkeitsanalysen zu anderen landwirtschaftlichen Themen ein. Auch Aspekte aus den SAFA Guidelines zur Nachhaltigkeitsbewertung landwirtschaftlicher Systeme wurden berücksichtigt. Die Aspekte wurden in Absprache mit dem ReSoLa e.V. auf das Werragut und die Fragestellung der Masterarbeit zugeschnitten.

3.4 Multikriterienanalyse

Die Multikriterienanalyse wurde als Methode gewählt, um die komplexen Eigenschaften und Auswirkungen des Anbaus der Sonderkulturen in kleineren Fragmenten analysieren zu können. Multikriterienanalysen können zudem dazu beitragen, alle Bestandteile eines Entscheidungsproblems verstehen und bewerten zu können (GELDERMANN UND LERCHE 2014). Diese Methode hat den Vorteil, dass eine große Anzahl an Kriterien, die nicht einfach in eine Rangfolge gebracht werden können und unter denen sowohl quantitative als auch qualitative Merkmale sind, zusammen analysiert werden können. Wichtige Arbeitsschritte einer Multikriterienanalyse sind nach der Identifizierung des Ziels zunächst die Auswahl von Entscheidungsalternativen. Anschließend werden Entscheidungskriterien bestimmt und gewichtet. Des Weiteren werden Bewertungsvorschriften angewendet und die Entscheidungskriterien bewertet. Bei einer Nutzwertanalyse erfolgt im letzten Schritt zudem die Berechnung eines Nutzwertes (KÜHNAPFEL 2021).

Ziel der Multikriterienanalyse ist in dieser Arbeit einerseits die Bereitstellung von relevanten, fragmentierten Informationen zu den Eigenschaften der Kulturen. Diese sollen einen Vergleich und eine Bewertung der verschiedenen Eigenschaften der Kulturen untereinander bezogen auf die Kriterien ermöglichen. Das erste Ergebnis der Multikriterienanalyse sollte eine Heatmap sein. Aus dieser kann anhand eines Farbgradienten schnell und einfach abgelesen werden, wie unterschiedliche Alternativen, in Bezug auf verschiedene Kriterien bzw. in verschiedenen Themenbereichen im Vergleich zueinander abgeschnitten haben. So sollte es der Betrachter*in ermöglicht werden, die Stärken und Schwächen der Kulturen in den verschiedenen Themenbereichen und Kategorien im Vergleich zueinander schnell und einfach abzulesen. Ausgehend von der Heatmap sollte das zweite Ziel der Multikriterienanalyse die Berechnung von Nutzwerten für ein Ranking der Kulturen in Bezug auf ihre Eignung für das Werragut sein.

Als Alternativen, welche in der Multikriterienanalyse verglichen werden sollten, wurden die 10 Sonderkulturen festgelegt. Um einen Vergleich zu aktuell gängigen Nutzungsformen der Baumstreifen von AFS zu ermöglichen, wurden als weitere Alternativen die aktuell auf dem Werragut vorliegende Nutzung der Baumstreifen sowie die Verwendung von Baumstreifen als Blühstreifen in die Analyse aufgenommen. Im nächsten Schritt flossen für alle relevanten Aspekte zum Anbau der Sonderkulturen, welche in messbare Kriterien überführt werden konnten, ein oder mehrere Kriterien in die Analyse ein. Auch die Wahl der messbaren Kriterien orientierte sich an Literaturempfehlungen und den Kriterien vergleichbarer Analysen orientiert. Jedem Kriterium wurde ein Ziel der Maximierung oder Minimierung und eine Maßeinheit zugeordnet. Auf Grund der großen Zahl an Kriterien, welche in die Analyse einfließen, wurden diese zu Kategorien gebündelt. Eine Gewichtung der Kriterien erfolgte über die Anzahl an Kategorien in den jeweiligen Themenbereichen. Die größte Anzahl an Kategorien wurde für den Themenbereich Ökonomie gewählt, da das Akquirieren von Informationen in diesem Bereich als besonders sinnvoll für die Praxis angesehen wurde. Ebenfalls eine hohe Anzahl an Kategorien wurde zudem aus dem Themenbereich Ökologie gewählt, um die für den Anbau der Sonderkulturen existenziellen ökologischen Parameter, sowie Interaktionen mit den anderen Komponenten des Systems gut abbilden zu können. Der Themenbereich Soziales nimmt in der Analyse eine eher untergeordnete Rolle ein.

Im Anschluss wurden die Informationen zu den Kulturen, welche für den Vergleich der Alternativen nötig waren, recherchiert. Für diese Literaturrecherche wurden hauptsächlich Google Scholar und das Recherche- und Literaturportal KARLA der Universität Kassel genutzt. Der Großteil der Informationen wurde hierbei durch Fachliteratur ermittelt. Da der Einbezug von Schätzwerten bei Multikriterienanalysen akzeptiert wird (KÜHNAPFEL 2021) wurde für spezifische Informationen, die aus der Fachliteratur nicht entnommen werden konnten, auf graue Literatur und Expertenmeinungen zurückgegriffen. Eine Übersicht über die Expert*innen, deren Fachwissen in diesen Teil der Arbeit miteinfließt, ist in Tabelle 14 im Anhang zu finden. Die Qualität bzw. Belastbarkeit der zugrundeliegenden Informationen wurde in der Heatmap kenntlich gemacht. Um einen Vergleich der Kulturen zu ermöglichen, wurde im nächsten Schritt ein semiquantitativer Bewertungsschlüssel mit bis zu fünf möglichen

Zuständen entwickelt, anhand dessen die Kulturen für jedes Kriterium untereinander verglichen werden konnten. Die möglichen Zustände gehen vom schlechtesten Zustand „sehr geringe Eignung“ bis zum besten Zustand „sehr hohe Eignung“. Jedem dieser Zustände wurde eine Farbe eines Farbgradienten und ein Zahlenwert zugeordnet, anhand derer der Grad der Zielerreichung für jedes Kriterium dargestellt wurde. Für die verschiedenen Skalen der Kriterien wurden orientiert an KÜHNAPFEL (2021) Transformationsvorschriften formuliert. Mithilfe der Farbzugeordnungen wurde im nächsten Schritt die Heatmap erstellt und so sortiert, dass Kulturen mit ähnlichem Abschneiden nebeneinander angeordnet wurden. Dies sollte die Betrachter*in unterstützen, die Ergebnisse der Multikriterienanalyse schnell zu erfassen und Kulturen mit ähnlichen Eigenschaften einfach identifizieren zu können. Um das zweite Ziel der Multikriterienanalyse zu erreichen, wurden mithilfe der zugeordneten Zahlen Nutzwerte für die Kulturen ermittelt. Für die Ermittlung der Nutzwerte wurden die Kriterien auf Kategorieebene gleich gewichtet. Auf Basis dieser Nutzwerte konnte ein Ranking für die Kulturen erstellt werden. So konnten die Kulturen ermittelt werden, die sich unter den getroffenen Annahmen, für den Anbau auf dem Werragut am besten eignen würden.

3.5 Umsetzungsvorschlag

Ausgehend von den Ergebnissen der Multikriterienanalyse und unter Einbezug relevanter Aspekte, welche nicht in der Multikriterienanalyse genutzt werden konnten, wurde ein Umsetzungsvorschlag für das Werragut geplant. Zusätzlich zu den Informationen aus der Multikriterienanalyse wurde, um die Dynamik der Agroforstsysteme und die sich im Verlauf der Zeit verändernden Umweltbedingungen einzubeziehen, eine zeitliche Komponente einbezogen. Die Kulturen wurden hinsichtlich ihrer Schattentoleranz für ihre Eignung zum Anbau in jungen bzw. im Vollertrag befindlichen Agroforstsystemen sortiert. Von Seiten des ReSoLa e.V. bestand die Vorgabe, dass nicht mehr als drei Sonderkulturen gleichzeitig im System getestet werden sollten. So wurde die Zeit ab 2025 bis zum erwarteten Vollertrag des Agroforstsystems in ca. 10 Jahren die unter den genannten Aspekten jeweils am besten geeigneten Kulturen benannt. Zudem wurde errechnet, wie viel mögliche Anpflanzfläche für Sonderkulturen auf den vom ReSoLa e.V. vorgegebenen Flächen für den Anbau von Sonderkulturen besteht. Für eine Referenzerntemenge von 100 Verkaufseinheiten, was der Abnahmemenge bei einer Vermarktung der Sonderkulturen über die Solawi Gemüseinsel entspricht, wurde errechnet, wie viel Beetfläche benötigt würde. Anhand ihres Pflege- und Ernteaufwandes wurde zudem eine Empfehlung für den Pflanzort der Sonderkulturen auf dem Werragut erstellt. Im letzten Schritt wurde, basierend auf den Ergebnissen der Heatmap und plausiblen, intern konsistenten Annahmen zu den weiteren Aspekten, Annahmen über die mögliche Zukunft des Werragutes bei Anbau der Sonderkulturen getroffen und für die einzelnen Zeitabschnitte herausgearbeitet, mit welchen Herausforderungen und Vorteilen für das Werragut bei der Umsetzung des Vorschlages möglicherweise zu rechnen ist.

4 Ergebnisse

Im Folgenden werden zunächst die ausgewählten Sonderkulturen und die relevanten Aspekte, welche beim Anbau von Sonderkulturen in den Baumstreifen des Agroforstsystems auf dem Werragut zu bedenken sind, vorgestellt. Im Rahmen der Multikriterienanalyse werden anschließend die ausgewählten Alternativen, messbaren Kriterien, und Charakteristiken der Kulturen, sowie die Erstellung des Bewertungsschlüssels beschrieben. Die Heatmap und das Ranking der Kulturen zeigen die Ergebnisse der Multikriterienanalyse. Der Umsetzungsvorschlag zeigt zunächst eine Kulturauswahl für das Werragut unter Einbezug der Beschattungstoleranzen der Kulturen. Anschließend werden die mögliche und benötigte Anbaufläche und ein Anpflanzdesign näher erläutert. Der letzte Abschnitt beschreibt unter Berücksichtigung der Aspekte, welche nicht für die Multikriterienanalyse genutzt werden konnten, die Vorteile und Herausforderungen, welche bei Anpflanzung der Sonderkulturen in den Baumstreifen möglicherweise auf das Werragut zukommen werden.

4.1 Ausgewählte Sonderkulturen

Tabelle 15 im Anhang umfasst, ohne Anspruch auf Vollständigkeit, 201 Sonderkulturen, von denen 134 in agroforstspezifischer Literatur erwähnt wurden. Diese wurden für die bessere Übersicht in sieben Kategorien eingeteilt. Die Kategorien lauten ‚Früchtetragende Sträucher‘, ‚vorrangig als Küchenkräuter bekannte Pflanzen‘, ‚vorrangig als Arznei- und Gewürzpflanzen bekannte Pflanzen‘, ‚Einjährige Gemüse‘, ‚Mehrjährige Gemüse‘, ‚Speisepilze‘ und ‚Sonstige interessante Sonderkulturen‘. Unter Berücksichtigung der Vorstellungen des ReSoLa e.V. sowie der bei Praktiker*innen auf Interesse stoßenden Kulturen, wurden aus fünf dieser Kategorien insgesamt 10 Sonderkulturen für die Analyse ausgewählt. Diese Sonderkulturen sind, mit einer kurzen Begründung für ihre Auswahl, in Tabelle 1 dargestellt.

Tabelle 1 Ausgewählte Kulturen und Begründung ihrer Wahl

Kategorie	Kultur	Begründung
Einjährige Gemüse	Kürbis	Extensive Kultur, recht anspruchslos in Anzucht und Pflege (PFISTERER 2001). Von Seiten des ReSoLa e.V. würden gute Erträge und eine einfache Vermarktung erwartet, die Kultur würde als Bereicherung für Gemüseboxe und als Option für Selbsternte gesehen. Anbau von Kürbis in Baumstreifen von AFS erfolgte bereits bspw. auf dem Hof Hartmann (Wack, J. persönliche Kommunikation am 12.01.2024).
Mehrjährige Gemüse	Rhabarber	Einfache Kulturführung (BAYERISCHE GARTENAKADEMIE 2019). Von Seiten des ReSoLa e.V. würden auch hier gute Erträge und eine einfache Vermarktung erwartet. Auch diese Kultur würde als Bereicherung für die Gemüseboxe und als Option für Selbsternte gesehen. Der Anbau von Rhabarber wird von SCHULZ ET AL. (2020) für Baumstreifen von AFS als geeignet bezeichnet und erfolgte bereits bei Tolhurst Organics in England (WESTAWAY UND SMITH 2017).
	Etagenzwiebel	Mehrjährige, winterharte, kurios aussehende Rarität (REINHARD 2015; COLLIGNON UND BUREAU 2018)) und alte, fast vergessene Gemüsesorte (REINHARD 2015). Könnte sich auf dem Werragut für Bildungszwecke und zur Selbsternte eignen. Zwiebelgewächsen wird zudem eine abschreckende Wirkung auf Mäuse nachgesagt (SCHULZ ET AL. 2020). Der Anbau von Etagenzwiebeln in Baumstreifen eines Agroforstsystems erfolgt bereits im Obstwaldsystem von NamNamNatura (Wetzler, D. persönliche Kommunikation am 26.07.2024).
	Artischocke	Hohes Interesse von Konsument*innen durch Saisonverschiebung zu Mittelmeerländern erwartet (Sekara et al. 2015). Von Seiten des ReSoLa e.V. würde mit guten Erträgen gerechnet. Mögliche Eignung für Selbsternte. Wurde bei Tolhurst Organics in England (WESTAWAY UND SMITH 2017) und wird aktuell bereits auf dem Werragut getestet (Sprenger, K. persönliche Kommunikation am 11.04.2024).

	Grüner Spargel	Hohes Interesse von Konsument*innen erwartet, da Spargel als eines der begehrtesten Feingemüse in Deutschland gilt (WIRTHGEN UND MAURER 2000). Wahl von Grünspargel, da dieser weniger arbeitsaufwändig ist als Bleichspargel (WEBER UND QUINCKHARDT 2018a). Möglichkeit für Bildungsarbeit zum Thema Spargelanbau für den ReSoLa e.V.. Grünspargelanbau in Baumstreifen von AFS wird bereits bei Gut&Bösel (Wack, J. persönliche Kommunikation am 12.01.2024) und Wildspargelanbau in Baumstreifen von AFS bei Località il piano in Italien getestet (ROSATI 2017).
Kräuter	Oregano	Oregano etablierte sich vorteilhaft in Versuch von WIESINGER UND OTT (2019) zum Anbau von autochthonen Wald- und Waldsaumarten in einem Agroforstsystem. Anbau von Pfefferminze wird von SCHULZ ET AL. (2020) als für den Anbau in Baumstreifen als denkbar bezeichnet. Der Anbau von Oregano und Pfefferminze wird auf dem Werragut aktuell bereits in den Baumstreifen erprobt (Sprenger, K. persönliche Kommunikation am 11.04.2024). Die Vermarktung könnte in Kooperation mit der Solawi oder in getrockneter Form als Tee erfolgen.
	Pfefferminze	
Speisepilze	Austernseitling	Im Vergleich zu andere Pilzen unkompliziert im Anbau, liefert hohe Erträge, ist vielseitig einsetzbar (HUTTER 2021). Austernseitlinge erbringen zudem hohe Erlöse bei Verkauf (AMI 2024). Könnte sich auf dem Werragut u.a. für Bildungsarbeit zur Kultivierung von Speisepilzen eignen, eine Vermarktung über die Gemüsebox der Solawi und Selbsternte wären vorstellbar. Der Anbau in Baumstreifen wurde bereits im Obstwaldsystem von NamNamNatura getestet (Wetzler, D. persönliche Kommunikation am 26.07.2024).
Beerensträucher	Himbeere	Beliebt bei Verbraucher*innen (EGHBAL 2020). Wahl Roter Johannisbeeren, da diese für Frischverzehr besser geeignet sind als Schwarze Johannisbeeren (WINTER UND LINK 2002). Als vielversprechend für die Selbsternte eingeschätzt. Der Anbau von Himbeeren und Johannisbeeren wird in Baumstreifen von AFS vom 'Alles im grünen Bereich e.V.' (Elvers, B. persönliche Kommunikation am 07.08.2024), und der Anbau von Johannisbeeren zudem auf der Domäne Frankenhausen durchgeführt (UNI KASSEL o.D.).
	Rote Johannisbeere	

4.2 Relevante Aspekte

Die Aspekte, welche zum Anbau von Sonderkulturen in den Baumstreifen des Agroforstsystems auf dem Werragut in den Themenbereichen Ökologie, Ökonomie und Soziales bedacht werden sollten, sind mit einer Begründung ihrer Relevanz in Tabelle 2 dargestellt.

Tabelle 2 Relevante Aspekte zum Anbau von Sonderkulturen in Baumstreifen von AFS

Kategorie	Aspekt	Begründung
Ökologie	Nahrungsquelle für Insekten	Anbau von Sonderkulturen in Baumstreifen von AFS könnte die faunistische Biodiversität durch die Bereitstellung neuer Ressourcen steigern (SMITH UND WESTAWAY 2018) Biodiversität Teil der SAFA Guidelines (FAO 2014).
	Lebensraum für Nützlinge und weitere Tierarten	Ungenutzte Baumstreifen dienen als Lebensräume (REEG 2010). Einerseits sind Vorteile durch Bereitstellung neuer Habitate zu erwarten (SMITH UND WESTAWAY 2018) andererseits wäre eine Verschlechterung des naturschutzfachlichen Wertes der Baumstreifen durch die Störung des Lebensraums vorstellbar. Biodiversität Teil der SAFA Guidelines (FAO 2014).
	Konkurrenz	Konkurrenzsituation in Baumstreifen steigt mit zunehmendem Alter des Systems (SMITH UND WESTAWAY 2018). Baumkultur soll tiefere Bodenhorizonte erschließen als Sonderkultur und nicht übermäßig um Nährstoffe und Platz konkurrieren (WILKINSON UND ELEVITCH 2000).
	Standort	Kulturen sollten an die Verhältnisse auf dem Werragut angepasst sein.
	Krankheiten & Schädlinge	Laut SMITH UND WESTAWAY (2018) beim Anbau von Sonderkulturen in Baumstreifen zu bedenken. Sonderkulturen sollten weniger anfällig für gemeinsame Krankheiten sein als Baumkomponente (WILKINSON UND ELEVITCH 2000).
	Vermehrung	Invasivität der Sonderkulturen sollte beachtet werden. Selbstvermehrbarkeit interessanter ökonomischer Aspekt.
	Dynamik des Systems	Dynamische Veränderungen der Bedingungen in Baumstreifen im Zeitverlauf. Anpassung der Sonderkulturen an wechselnde Bedingungen nötig (WILKINSON UND ELEVITCH 2000).

Ökonomie	Zeitbedarf	Von Interesse von Seiten des ReSoLa e.V.; orientiert an Kriterium von LI ET AL. (2011).
	Flexibilität	Von Interesse von Seiten der Praxis (Wack, J. persönliche Kommunikation am 10.04.2024)
	Arbeitszeit	Laut SMITH UND WESTAWAY (2018) und BENDER ET AL. (2009) ist Arbeitskraftvolumen zu bedenken. Orientiert an Kriterium zu Eignungsanalyse von PAŽEK ET AL. (2006).
	Ressourcen & Investitionsbedarf	Laut SMITH UND WESTAWAY (2018) beim Anbau von Sonderkulturen in Baumstreifen zu bedenken, Teil der SAFA Guidelines FAO (2014) zudem orientiert an PAŽEK ET AL. (2006).
	Skalierbarkeit	Von Interesse von Seiten der Praxis (Wack, J. persönliche Kommunikation am 10.04.2024)
	Erwartete Einnahmen	Von Interesse von Seiten des ReSoLa e.V., orientiert an Kriterium zu Eignungsanalysen von RODRIGUEZ ET AL. (2021) und PRIŠENK ET AL. (2014).
	Überlappung von Arbeitsspitzen	Gleichverteilung von Arbeitslast in der Landwirtschaft ist ein Indikator für Nachhaltigkeit (RODRIGUEZ ET AL. 2021).
	Behinderungen im Management	Behinderungen bei Management und Ernte zwischen Kulturen sollten vermieden werden WILKINSON UND ELEVITCH (2000). Gute Eignung von Sonderkulturen, welche einen anderen Vegetationszyklus als die Baumkomponente haben (ROSATI 2017).
	Vermarktung	Gesicherte Vermarktungswege sollten laut SMITH UND WESTAWAY (2018) beim Anbau von Sonderkulturen in Baumstreifen bedacht werden
	Synergien	Synergien bei Vermarktung und Maschinennutzung von Interesse von Seiten des ReSoLa e.V.
	Wegführung und Weglängen	Weglängen als wahrscheinlich limitierender Faktor beim Anbau von Sonderkulturen in Baumstreifen (Wack, J. persönliche Kommunikation am 10.04.2024). Wegführungen müssen gerade bei einem Selbsterntekonzept bedacht werden.

	Werbung	Werbeeffekt durch die Ausweitung von Partizipationsmöglichkeiten durch den Anbau von Sonderkulturen in den Baumstreifen möglicherweise gegeben.
Soziales	Bildungsarbeit & Partizipation	Von Interesse von Seiten des ReSoLa e.V.
	Regionalität	Regionale Verfügbarkeit von Interesse zur Einschätzung der erwarteten Nachfrage und aus Nachhaltigkeitsgründen. Lokale Produktion und lokale Wertschöpfung Teil der SAFA Guidelines FAO (2014).
	Soziale Landwirtschaft	Von Interesse von Seiten des ReSoLa e.V.

4.3 Multikriterienanalyse

Zunächst werden die alternativen Nutzungsformen von Baumstreifen, welche zusätzlich zu den Sonderkulturen in die Analyse einfließen, beschrieben. Im Anschluss werden die in messbare Kriterien überführten Aspekte aufgezeigt und näher erläutert. Des Weiteren werden die zu vergleichenden Charakteristika der Sonderkulturen genannt und die Stärken und Schwächen der einzelnen Kulturen anhand der Heatmap erläutert. Zuletzt werden die Ergebnisse der Nutzwertanalyse dargestellt.

4.3.1 Alternativen

Als Alternativen fließen die 10 ausgewählten Sonderkulturen in die Multikriterienanalyse ein. Um diese mit gängigen Nutzungsformen von Baumstreifen von AFS vergleichen zu können, wurden als weitere Alternativen die aktuelle Nutzungsform der Baumstreifen als gemanagter Grasstreifen und mehrjährige Blühstreifen, welche laut SHARAF (2018) vielfach für Agroforstbaumstreifen empfohlen werden, in die Multikriterienanalyse mitaufgenommen.

4.3.2 Messbare Kriterien der Multikriterienanalyse

Die messbaren Kriterien, welche sich aus den Aspekten ergaben, sind in Tabelle 3 mit dem Ziel der Maximierung oder Minimierung dargestellt. Thematisch passende Kriterien wurden aufgrund der großen Anzahl der Kriterien wieder in Kategorien gebündelt. Im Folgenden wird die Wahl der Kriterien und der Maßeinheiten kurz begründet.

	Kategorie	Kriterium	Maßeinheit	Ziel
Ökologie	Nahrungsquelle für Insekten	Nahrungsquelle für verschiedene Bestäubergruppen	Blumentyp (nach Kugler 1970) und Blumenklasse (nach Müller 1881)	Max
		Nahrungsquelle in Monaten mit wenig Nahrungsangebot	Blüht in Monaten mit wenig Nahrungsangebot	Max
	Lebensraum für Nützlinge und weitere schützenswerte	pot. Lebensraum für Nützlinge oder bedrohte Arten	Eignung als Lebensraum	Max
		pot. gute Bedingungen für zu fördernde Vogelarten	Sträucher oder Krautsaum vorhanden	Max
	Konkurrenz	Störungsfreiheit des Lebensraums	vielen, lebensraumverändernde Eingriffe	Min
		Konkurrieren um Licht mit den anderen AFS Komponenten	(Wuchs)höhe der Sonderkultur	Min
		Beikrautunterdrückung	Abdeckung der Fläche im Baumstreifen durch Sonderkultur	Max
		Konkurrenz um Wasser und Nährstoffe	Wurzeltiefe	Min
			Nährstoffbedarf	Min
	Standort	Boden	Anpassung an Bodenverhältnisse Werragut	Max
		Temperatur	Anpassung an Temperaturverhältnisse	Max
		Niederschlagsmenge	Anpassung an Niederschlagsmenge	Max
	Krankheiten & Schädlinge	Krankheiten	Robustheit gegenüber Krankheiten	Max
		Schädlinge	Robustheit gegenüber Schädlingen	Max
	Vermehrung	Selbstvermehrbarkeit	Bildung von Ablegern möglich	Max
		Invasivität	Schlecht kontrollierbare, selbstständige Ausbreitung der Sonderkultur	Min
Ökonomie	Zeitbedarf	Dauer der Kulturführung bis return	Zeit bis zur ersten Ernte	Min
		Nutzungsdauer	Anzahl voraussichtlicher Erntejahre	Max
	Flexibilität	zeitliche Flexibilität für laufende Arbeiten	Zeitspanne um laufende Arbeiten auszuführen	Max
		zeitliche Flexibilität für Ernte	Zeitspanne, die erntereife Produkte an der Pflanze/dem Nährsubstrat verweilen können	Max
	Arbeitszeit	Etablierungsaufwand	geschätzter Aufwand für Installation	Min
		geschätzter Pflegeaufwand	Anzahl zu erledigender Arbeitsposten	Min
		geschätzter Ernteaufwand	Anzahl Erntedurchgänge	Min
	Ressourcen	Saatgut/Jungpflanzen/Pilzmycel	Kosten für Saatgut/Jungpflanzen/Myzel auf 100 Vermarktungseinheiten gerechnet	Min
		Verbissschutz	Notwendigkeit eines Verbissschutzes	Min
		Dünger	Selbstproduzierbarer Dünger nutzbar	Max
		Bewässerung	Vorhandenes Bewässerungssystem nutzbar	Max
		Platz	Benötigte Beetfläche um 100 Verkaufseinheiten anzubauen	Min
		Maschinen	Vorhandensein erforderlicher Maschinen	Max
		Sonstiges	Benötigte weitere Ressourcen	Min
	Erwartete Einnahmen	Deckungsbeitrag in Reinkultur (Ökolandbau)	Höhe des Deckungsbeitrags	Max
		erwartete Einnahmen bei Direktvermarktung	Erwartete Einnahmen bei der Produktion von 100 Verkaufseinheiten	Max
	Risiko	Überlappung von Arbeitsspitzen	Geringe Überlappung von Arbeitsspitzen	Max
		Low - regret Charakteristiken	Eignung zur Etablierung trotz Unsicherheit	Max
		Etablierungskosten im Verhältnis zu Anzahl Erntejahre	Verhältnis Etablierungsaufwand und -kosten zu Anzahl Erntejahre	Min
	Vermarktung	Vermarktung über bestehende Strukturen	Eignung zur Vermarktung über bestehende Strukturen	Max
		Lagerfähigkeit	Monate	Max
		Verarbeitungswürdigkeit	Passende Verarbeitungsoptionen für das Werragut	Max
Soziales	Bildungsarbeit & Partizipation	Eignung für Bildungszwecke	Geringer Bekanntheitsgrad der Kultur oder gesellschaftliche Relevanz des Themas	Max
		Eignung für Partizipation	Eignung für Selbsternte und Workshops	Max
	Regionalität	Verfügbarkeit regionaler Produkte	Geringe Verfügbarkeit	Max
	Soziale Landwirtschaft	Eignung Soziale Landwirtschaft	Anzahl sich wiederholender, einfach anzuleitender Arbeiten	Max

Tabelle 3 Kriterien der Multikriterienanalyse mit Maßeinheiten und dem Ziel der Maximierung oder Minimierung

Bei den ökologischen Kategorien wurde die Eignung als Nahrungsquelle für Insekten zum einen über den Blumentyp nach Kugler und die Blumenklasse nach Müller klassifiziert. Diese Einteilung findet nach wie vor in vielen wissenschaftlichen Arbeiten Verwendung (z.B. NEUMAYER UND PAULUS 1999; DURKA 2002). Zum zweiten wurde das Kriterium *Nahrungsquelle in Monaten mit wenig Nahrungsangebot* mit aufgenommen, da Insekten in einigen Monaten des Jahres nur ein geringes Nahrungsangebot vorfinden. Die größte Not herrscht hier zwischen Juni und Oktober (KRAUTZER UND GRAISS 2015). In der Kategorie Lebensraum für Nützlinge und weitere Tierarten wurde das Kriterium *Eignung als Lebensraum für Nützlinge und bedrohte Arten* aufgenommen, um die Wichtigkeit des Baumstreifens als Rückzugsort und Lebensraum vieler Tierarten (MARSHALL 2002) miteinzubeziehen. Da Baumstreifen, welche mit Sträuchern oder einem Krautsaum bepflanzt sind, nach dem Bewertungsschlüssel zum Naturschutzpotenzial von Agroforstsystemen von KAESER (2009) als günstig für zu fördernde Vogelarten benannt wurden, wurden diese ebenfalls als Kriterium aufgenommen. Des Weiteren wurde die Störungsfreiheit des Lebensraums integriert, um ein Maß für die Auswirkungen von Ernte- und Pflegearbeiten der Sonderkulturen auf den Lebensraum Baumstreifen abbilden zu können.

In der Kategorie Konkurrenz wurde die Wuchshöhe bzw. die Kulturhöhe der Sonderkultur einbezogen, um negative Effekte durch große, schattenwerfende Sonderkulturen auf die anderen Komponenten des Agroforstsystems aufzeigen zu können. Auch die *Beikrautunterdrückung* durch die Sonderkulturen wurde als Kriterium aufgenommen, da Baumstreifen nach SMITH UND WESTAWAY (2018) wie bereits genannt, als Quellen für die Ausbreitung von Beikräutern fungieren können. Die Konkurrenz um Wasser und Nährstoffe wurde über den Wurzeltyp und den Nährstoffbedarf abgebildet, um Sonderkulturen mit hoher unterirdischer Konkurrenzkraft identifizieren zu können. In der Kategorie Standort wurden die Kategorien Anpassung an die Boden- und Temperaturverhältnisse und an die Niederschlagsmengen orientiert an TIWARI ET AL. (1999) als am wichtigsten erachtet, um die Eignung der Sonderkulturen an die jeweiligen Standortverhältnisse abzubilden.

In der Kategorie Krankheiten und Schädlinge wurde die jeweilige Robustheit der Sonderkulturen gewählt, um Krankheiten und Schädlinge mit großen negativen Auswirkungen auf Wachstum und Ertrag der Sonderkulturen aufzeigen zu können (orientiert an ROUDEILLAC ET AL. (1997)). In der Kategorie Vermehrung wurde die Selbstvermehrbarkeit einbezogen, um eine mögliche, kostengünstige Erweiterung von bestehenden Sonderkulturflächen in den Baumstreifen für die Betriebe abbilden zu können. Dies wurde auch vor dem Hintergrund der Skalierbarkeit mit in die Analyse aufgenommen. Auch *Invasivität* wurde als Kriterium gewählt, um die nach SMITH UND WESTAWAY (2018) mögliche, unerwünschte Ausbreitung von Sonderkulturen aus dem Baumstreifen hinaus einbeziehen zu können.

Im Themenbereich Ökonomie wurden in der Kategorie Zeitbedarf die *Dauer der Kulturführung bis zur ersten Ernte* als Kriterium aufgenommen, um abbilden zu können, wie viel Zeit bis zur Erwirtschaftung von Einnahmen vergeht. Auch die Nutzungsdauer wurde einbezogen, um abzubilden, wie lange sich auf die Kultur festgelegt wird (orientiert an LI ET AL. (2011)). In der

Kategorie Flexibilität wurde die zeitliche Flexibilität für laufende Arbeiten bzw. für Erntearbeiten als wichtig erachtet, um den zeitlichen Spielraum abzubilden, welchen die Agroforstlandwirte gerade in Zeiten mit hoher Arbeitslast hätten, um die Pflege und Ernte der Sonderkulturen durchzuführen. Aufgrund schlechter Datenlage zur möglichen Verweildauer erntereifer Produkte an der Pflanze bzw. dem Substrat, musste für die Flexibilität bei der Ernte eine Annäherung über die in Literatur beschriebener Anzahl an Erntedurchgängen erfolgen.

In der Kategorie Arbeitszeit wurden orientiert an PAŽEK ET AL. (2006) die Kategorien Etablierungsaufwand und jeweils der geschätzte Pflege- und Ernteaufwand in die Analyse aufgenommen. Auch beim Pflegeaufwand musste aufgrund schlechter Datenlage eine Annäherung erfolgen. Hier wurde die Anzahl von Arbeitsposten, welche in der Literatur als zu erledigen genannt wurden, als Maßeinheit bestimmt. An Ressourcen wurden die Kosten für die Jungpflanzen bzw. das Saatgut oder Mycel im Falle des Austernseitlings als wichtig erachtet, um die Ausgaben zu Beginn abbilden zu können (orientiert an (FAO 2014)). Die Notwendigkeit eines Verbissschutzes wurde als zusätzliche Ausgabe bzw. Aufgabe, die es zu bedenken gilt, aufgenommen. Zudem wurden die Kriterien Dünger und Bewässerung einbezogen, bei denen als wichtig erachtet wurde, inwiefern vorhandene Ressourcen des Werragutes für die Kultivierung der Sonderkulturen genutzt werden können. Das Kriterium *Sonstiges* bildet weitere zu bedenkende und benötigte Ressourcen ab.

In der Kategorie Erwartete Einnahmen wurde der Deckungsbeitrag in Reinkultur im Ökolandbau als Richtwert für den möglichen, zu erwartenden Gewinn im Vergleich zu den anderen Sonderkulturen integriert. Auch das Kriterium *zu erwartende Einnahmen* wurde einbezogen, da die Aussagekraft des Deckungsbeitrags auf Grund der sehr anderen Verhältnisse des Anbaus im Baumstreifen im Vergleich zur Reinkultur als unklar eingeschätzt wurde. In der Kategorie Risiko wurde zunächst das Kriterium *Überlappung von Arbeitsspitzen* integriert, um ein Maß für die Verteilung der Arbeitslast zu geben (orientiert an FAO (2014) und RODRIGUEZ ET AL. (2021)). Um eine Eignung der Kulturen unter Bedingungen von Unsicherheit abzubilden, was beispielsweise die Amortisierung der Kosten angeht, wurde orientiert an MURKEN ET AL. (2020) das Kriterium *no-regret Charakteristiken* mitaufgenommen. In diesem Kriterium zeigen hohe no-regret Charakteristiken eine hohe Eignung und geringe no-regret Charkateristiken eine geringe Eignung der Kulturen für den Anbau in den Baumstreifen auf. Da es außerdem schwer möglich schien, die Vorteile der mehrjährigen Kulturen im Verhältnis zu den Etablierungskosten in die Analyse zu integrieren, wurde hierfür ein kombiniertes Kriterium erstellt.

In der Kategorie Vermarktung wurde das Kriterium *Vermarktung über bestehende Strukturen* gewählt, um die von SMITH UND WESTAWAY (2018) betonte Wichtigkeit einer Vermarktungsstruktur für die Sonderkulturen mit aufzunehmen. Auch die Lagerfähigkeit der Kulturen wurde einbezogen, da die Vermarktung sich wesentlich einfacher gestalten sollte, wenn vor diesem Hintergrund kein oder nur geringer Zeitdruck besteht. Als drittes Kriterium in der Kategorie Vermarktung wurde die *Verarbeitungswürdigkeit* der Kulturen aufgenommen. Hier wurden mit dem ReSoLa e.V. passende Optionen für das Werragut abgestimmt. Die

Verarbeitung kann nach SMITH UND WESTAWAY (2018) und MURKEN ET AL. (2020) eine zusätzliche Wertschöpfung bringen.

Im Themenbereich Soziales wurden die Eignung für Bildungszwecke für das Werragut als Lern- und Lehrort als wichtig erachtet. Aufgrund nicht verfügbarer Informationen, welche Kulturen sich hier besonders eignen würden, wurde ein geringer Bekanntheitsgrad der Sonderkultur und eine gesellschaftliche Relevanz des Anbaus in Deutschland als Eignung festgelegt. Zudem wurde die Eignung für Partizipation anhand von mit dem ReSoLa e.V. abgesprochenen Workshopthemen zum Thema Sonderkulturen und die Option einer Selbsternte in den Kriterienkatalog mitaufgenommen. In der Kategorie Regionalität wurde die regionale Verfügbarkeit des Produkts integriert, um einerseits eine mögliche Förderung des Selbstversorgungsgrades in der Region aufzuzeigen (orientiert an MURKEN ET AL. (2020)), und andererseits die Attraktivität der Kultur von Seite der Konsument*innen, welche regional einkaufen wollen, abschätzen zu können. Zuletzt wurde in der Kategorie Eignung für Soziale Landwirtschaft in Absprache mit dem ReSoLa e.V. die Anzahl an sich wiederholenden, einfach anzuleitenden Arbeiten als Indikator für die Eignung der Kulturen für die Soziale Landwirtschaft auf dem Werragut festgelegt.

4.3.3 Erstellen des Bewertungsschlüssels und der Transformationsvorschriften

Der in Abbildung 3 dargestellte Bewertungsschlüssel besitzt 5 mögliche Zustände zwischen der geringsten Eignung (Farbe rot, Zahlenwert 1) bis zur höchsten Eignung (Farbe dunkelgrün, Zahlenwert 5). Mit diesem Bewertungsschlüssel konnte das Abschneiden der Kulturen in den einzelnen Kriterien im Vergleich zueinander dargestellt werden. Für jedes Kriterium erfolgte eine Transformation der Skalenwerte der Kulturen in den Bewertungsschlüssel. Kriterien mit binären Skalen konnten hier die Zustände Rot (1) und Dunkelgrün (5), die Kriterien mit graduellen Skalen 3 – 5 der möglichen Zustände erreichen. Die Bewertungsvorschriften und die Transformationen für die einzelnen Kriterien sind in den Tabellen 4 bis 6 dargestellt.

Eignung im Vergleich zu den anderen Kulturen

sehr gering  sehr hoch

Abbildung 3 Bewertungsschlüssel der Kriterien

Tabelle 4 Bewertungsvorschriften Themenbereich Ökologie

	Kriterium	Bewertungsvorschrift
		sehr geringe Eignung (1), geringe Eignung (2), mittlere Eignung (3), gute Eignung (4), sehr gute Eignung (5)
Nahrungsquelle	<i>Nahrungsquelle für verschiedene Bestäubergruppen nach Blumentyp nach Kugler und Blumenklasse nach Müller</i>	keine, wenig, mittel, viele, sehr viele
	<i>Blüht in Monaten mit wenig Nahrungsangebot</i>	nein, ja
Lebensraum	<i>Eignung als Lebensraum für Nützlinge oder bedrohte Arten</i>	bietet keinen Lebensraum, moderat geeignet, gut als Lebensraum geeignet
	<i>pot. gute Bedingungen für zu fördernde Vogelarten: Sträucher oder Krautsaum vorhanden</i>	kein Krautsaum vorhanden, Krautsaum vorhanden, Sträucher vorhanden
	<i>Störungsfreiheit des Lebensraums</i>	mehrmalige, große Veränderungen, einmalige, große Veränderung, mittlere Veränderungen (Pflanze wird zum Teil abgeschnitten), geringe Veränderungen (Struktur bleibt bestehen), sehr kleine Habitatveränderung
Konkurrenz	<i>Konkurrieren um Licht: (Wuchs)höhe der Sonderkultur</i>	bis 2 m, 1-1,5 m, 0,6-1 m, bis 0,6 m
	<i>Beikrautunterdrückung: Abdeckung von Fläche durch Sonderkultur</i>	sehr gering (viele Hackdurchgänge nötig), gering (regelmäßiges Freihalten während gesamter Vegetationsperiode), mittel (langsame Jugendentwicklung), hoch (Beikrautmanagement nur im Frühjahr nötig), sehr hoch (kein oder wenig Beikrautmanagement nötig)
	<i>Konkurrenz um Wasser und Nährstoffe: Wurzeltyp</i>	Flachwurzler, Tiefwurzler, keine Wurzeln
	<i>Konkurrenz um Wasser und Nährstoffe: Nährstoffbedarf</i>	Starkzehrer, Mittelzehrer, Schwachzehrer, keine Konkurrenz
Standort	<i>Anpassung an Bodenverhältnisse Werragut</i>	sehr schlecht, schlecht, mittel, gut, sehr gut
	<i>Anpassung an Temperaturverhältnisse Werragut</i>	sehr schlecht (Hitze-/Frostschäden wahrscheinlich), schlecht (Hitze-/Frostschäden möglich), mittel (gute Anpassung außer bei Extremen), gut, sehr gut
	<i>Anpassung an Niederschlagsmenge</i>	Bewässerung nötig, keine Bewässerung ertragsmindernd, nur bei langen Trockenphasen, keine Bewässerung nötig
Krankheiten & Schädlinge	<i>Robustheit gegenüber Krankheiten</i>	sehr anfällig, anfällig, mittel, robust, sehr robust
	<i>Robustheit gegenüber Schädlingen</i>	sehr anfällig, anfällig, mittel, robust, sehr robust
Vermehrung	<i>Selbstvermehrbarkeit: Bildung von Ablegern möglich</i>	nicht möglich, schwer möglich, möglich, einfach möglich, sehr einfach und zahlreich möglich
	<i>Invasivität: Selbstständige Ausbreitung der Sonderkultur</i>	hohe Ausbreitung, Ausbreitung möglich, keine Ausbreitung erwartet

Tabelle 5 Bewertungsvorschriften Themenbereich Ökonomie

	Kriterium	Bewertungsvorschrift
		sehr geringe Eignung (1), geringe Eignung (2), mittlere Eignung (3), gute Eignung (4), sehr gute Eignung (5)
Zeitbedarf	Dauer der Kulturführung bis zur ersten Ernte	2 Jahre oder mehr, 1,5-2 Jahre, 1-1,5 Jahre, 6-12 Monate, weniger als 6 Monate
	Anzahl voraussichtlicher Erntejahre	1 bis 2 Jahre, 3 bis 4 Jahre, 5 bis 6 Jahre, 7 bis 8 Jahre, 9-10 Jahre oder mehr
Flexibilität	Zeitspanne, um laufende Arbeiten auszuführen	wenige Tage, ca. 1 Woche, mehrere Wochen
	zeitliche Flexibilität für Ernte	ca. 1 Tag, wenige Tage, ca. 1-2 Wochen, 2-4 Wochen, mehrere Monate
Arbeitszeit	Etablierungsaufwand	sehr hoher Aufwand, hoher Aufwand, mittlerer Aufwand, Einsaat, kein Aufwand
	geschätzter Pflegeaufwand: Anzahl an Arbeitsposten	hohe Anzahl Posten, mittlere Anzahl Posten, wenige Posten
	geschätzter Ernteaufwand: Anzahl Arbeitsdurchgänge	viele Durchgänge, wenige Durchgänge, 1 Erntedurchgang
Ressourcen	Kosten Saatgut/Jungpflanzen/Pilzmycel	bis 1404 €, bis 1123 €, bis 842 €, bis 562 €, bis 281 €
	Notwendigkeit Verbissschutz	Ja; nein;
	Selbstproduzierbarer Dünger nutzbar	Dünger muss zugekauft werden, Teil der Düngung kann mit selbstproduziertem Dünger erfolgen, kein Dünger nötig
	Vorhandenes Bewässerungssystem nutzbar	zusätzlicher Bewässerungsaufwand, vorhandene Bewässerung nutzbar, keine Bewässerung nötig
	Benötigter Platz	48-59 m Beetfläche, bis 36-47 m Beetfläche, 25-35 m Beetfläche, 13-24 m Beetfläche, bis zu 12 m Beetfläche
	Vorhandensein erforderlicher Maschinen	Maschinen müssten angeschafft werden, Maschinen in Teilen vorhanden, keine Maschinen nötig oder vorhandene Maschinen nutzbar
	Benötigte weitere Ressourcen	viele weitere Ressourcen, wenige weitere Ressourcen, keine weiteren Ressourcen
Erwartete Einnahmen	Deckungsbeitrag in Reinkultur (Ökolandbau)	nicht vorhanden, gering, mittel, hoch
	erwartete Einnahmen bei Direktvermarktung pro Jahr	keine Einnahmen, bis 160 €, 161-320 €, 321-480 €, 481-640 €
Risiko	Überlappung von Arbeitsspitzen	Arbeitsspitzen überschneiden sich, Überschneidung in Teilen, Überschneidung über Management verhinderbar, Zeiten mit geringer Arbeitslast können gefüllt werden
	Eignung zur Etablierung trotz Unsicherheit (low-Risk)	hohe Investitionen und wenig Co-benefits, wenig Investitionen oder hohe Co-benefits, wenig Investitionen und hohe Co-benefits
	Etablierungskosten im Verhältnis zur Anzahl der Erntejahre	hohe Kosten und wenige Erntejahre, geringe bis mittlere Kosten und wenige Erntejahre, mittlere Kosten und mittlere Anzahl Erntejahre, mittlere bis hohe Kosten und viele Erntejahre, geringe Kosten und viele Erntejahre
Vermarktung	Eignung Vermarktung über bestehende Strukturen	nein, Hofladen oder Gemüsebox mit Einschränkungen, Hofladen oder Gemüsebox, ja (Hofladen und Gemüsebox denkbar mit Einschränkungen), ja (Hofladen u. Gemüsebox denkbar)
	Lagerfähigkeit	wenige Tage oder nicht lagerfähig, mehrere Wochen, mehrere Monate
	Verarbeitungswürdigkeit: Passende Verarbeitungsoptionen	keine geeigneten Verarbeitungsoptionen, eine geeignete Verarbeitungsoption, mehr als eine geeignete Verarbeitungsoption

Tabelle 6 Bewertungsvorschriften Themenbereich Soziales

	Kriterium	Bewertungsvorschrift: sehr geringe Eignung (1), geringe Eignung (2), mittlere Eignung (3), gute Eignung (4), sehr gute Eignung (5)
Bildungsar- beit & Partizipation	<i>Eignung für Bildungszwecke</i>	gering, mittel, hoch
	<i>Eignung für Partizipation: Workshops und Selbsternte</i>	nicht vorhanden, mittel (Selbsternte), sehr hoch (Selbsternte und Verarbeitungswerkshops)
Regio- nali- tät	<i>Verfügbarkeit regionaler Produkte</i>	sehr hohe Verfügbarkeit, hohe Verfügbarkeit, mittlere Verfügbarkeit, geringe Verfügbarkeit, keine Verfügbarkeit
soziale Land- wirtschaft	<i>Eignung Soziale Landwirtschaft</i>	Nein; Ja;

4.3.4 Charakteristika der Kulturen

Die relevanten Eigenschaften der Sonderkulturen und der beiden Vergleichsalternativen sind im Folgenden mit einer kurzen Einführung der Kulturen zu finden. Zu den Kriterien *Kosten für Saatgut/Jungpflanzen/Mycel, erwartete Einnahmen bei Direktvermarktung*, und *Platzbedarf* erfolgten Rechnungen. Die den Rechnungen und den Kriterien *Etablierungskosten im Verhältnis zur Anzahl der Erntejahre, Überlappung von Arbeitsspitzen, no-regret Charakteristiken* und *Eignung für soziale Landwirtschaft* zugrunde liegenden Annahmen sind im ersten Abschnitt des folgenden Kapitels nachzuvollziehen.

4.3.4.1 Rechnungen und Ausgangsinformationen

Die Kosten für Saatgut, Jungpflanzen und Pilzmycel wurden an den Preisen der Händler fest gemacht, bei denen das Werragut bereits Sonderkulturen bezogen hat, bzw. bei vergleichbaren Händlern, welche ökologisch produzierte Jungpflanzen, Saatgut oder Pilzmycel vertreiben. Für die Kriterien Erwartete Einnahmen bei Direktvermarktung und Platzbedarf, jeweils auf 100 Verkaufseinheiten gerechnet, wurden einfache Rechnungen durchgeführt. Die zugrundeliegenden Daten sind in Tabelle 7 dargestellt. Eine Übersicht über Teilrechnungen findet sich in Tabelle 16 im Anhang.

Tabelle 7 Ausgangsdaten der Rechnungen. Bei Oregano, Pfefferminze und Austernseitling wurde mit einer Doppelreihe geplant Die Abstände bei der Doppelreihe beim Oregano und der Pfefferminze wurden für die Umsetzung im Baumstreifen auf 0,5 m verkürzt. Bei Kulturen, bei welchen keine Doppelreihen geplant wurden, sind keine Reihenabstände genannt. Die Einkaufskosten beim Austernseitling beziehen sich auf die Kosten für Mycel und Holz für einen Holzstamm.

	Vermarktungs- einheit	Ertrag pro Pflanze im Jahr			
		Ertrag	Quelle		
Oregano	1 Bund	1,5 Bund	Laub, N. (29.10.2024)		
Pfefferminze	1 Bund	1,5 Bund	Laub, N. (29.10.2024)		
Spargel	0,5 kg	0,32 kg	EGHBAL 2017		
Himbeere	0,25 kg	0,21 kg	STATISTISCHES BUNDESAMT 2022		
Etagenzwiebel	1 Bund	0,33 kg	Wetzler, D. (26.07.2024)		
Austernseitling	0,5 kg	1,25 kg	PLAGE 2017		
Artischocke	0,3 kg	1,1 kg	LENGAUER 2021		
Rhabarber	1 kg	3 kg	CRAWFORD o. D.		
Kürbis	1 kg	4,5 kg	HIRTHER G. UND HEINZE 2006		
Rote Johannisbeere	0,25 kg	1,0 kg	STATISTISCHES BUNDESAMT 2022		
	Pflanzabstände				
	Abstand	Quelle	Einnahmen (AMI 2024)	Einkaufskosten Pflanzgut/Mycel pro Stück	
				Kosten	Quelle pflanzgutkosten
Oregano	0,25 m * 0,6 m	McVICAR 2019	1,37 €/Bund	3,5 €	PFLANZEN-KÖLLE 2024a
Pfefferminze	0,2 * 0,6	JAKSCH 2020	1,24 €/Bund	3,99 €	PFLANZEN-KÖLLE 2024b
Spargel	0,35 m	ROSEN 2024	12,5 €/kg	6,5 €	ALLGÄUSTAUDEN 2024
Himbeere	0,5 m	SCHMID 2004	25,6 €/kg	9,5 €	HERB 2024a
Etagenzwiebel	0,05 m	Wetzler, D. (26.07.2024)	1,58€/Bund	4,2 €	HERB 2024d
Austernseitling	0,35 m	PLAGE 2017	9,16 €/kg	12 €	PLAGE 2017
Artischocke	0,7 m	HALTER ET AL. 2005	3,35 €/kg	4,95 €	HERB 2024c
Rhabarber	1 m	ADVISORY COMMITTEE ON VEGETABLE CROPS o.D.	4,35 €/kg	5,8 €	BRUNKHORST 2024
Kürbis	1,5 m	HIRTHER G. UND HEINZE 2006	1,56 €/kg	0,7	HERB 2024b
Rote Johannisbeere	1, 15 m	SCHMID 2004	11,72 €/kg	10,2	ALLGÄUSTAUDEN 2024

Bei den Pflanzen, zu denen keine sinnvollen Ertragsdaten gefunden werden konnten, wurden Expert*innen aus der Praxis um ihre Schätzung gebeten.

Für das Kriterium *Geschätzter Pflegeaufwand* wurde die Anzahl der in der Literatur genannten Arbeitsposten aufsummiert. Die Eignung für *Soziale Landwirtschaft* wurde anhand von sich wiederholenden Aufgaben bei der Etablierung, Pflege und Ernte und einfach anzuleitenden Arbeiten gebildet (Abbildung 17 im Anhang). Für das Kriterium *no-regret Charakteristiken* wurde ein Durchschnitt aus den Zahlenwerten der Kategorien Nahrungsquelle für Insekten, Arbeitszeit, Ressourcen, Bildungsarbeit & Partizipation und Soziale Landwirtschaft gebildet (Tabelle 18 im Anhang). Bei der *Vermarktung über bestehende Strukturen* wurde unter Einschränkungen die Notwendigkeit einer schnellen Vermarktung und ggf. einer Kühlmöglichkeit zusammengefasst. Beim Kriterium *Geschätzter Aufwand für Installation* wurde ein mittlerer Aufwand bei einer kleinen Pflanzenzahl und einem mittleren Pflanzaufwand pro Pflanze oder vice versa eingeschätzt. Ein hoher Aufwand wurde bei einer kleinen Pflanzenzahl und einem großen Pflanzaufwand pro Pflanze oder vice versa angenommen. Ein ein hoher Aufwand wurde bei einer mittleren Pflanzenzahl und einer aufwändigen Pflanzung bzw. Etablierung oder vice versa angesetzt. Beim Kriterium *Überlappung von Arbeitsspitzen* wurden die Erntezeiten der Sonderkulturen als Hauptarbeitszeiten festgesetzt, da zur Erntezeit im Sonderkulturanbau die meiste Arbeitskraft benötigt wird (PAUSTIAN ET AL. 2016). Abbildung 7 im Anhang zeigt die Arbeitsspitzen der Sonderkulturen und die des ReSoLa e.V. auf das Jahr verteilt. Tabelle 19 im Anhang zeigt die Rechnung, die dem Kriterium *Etablierungskosten im Verhältnis zur Anzahl der Erntejahre zugrunde liegt*.

4.3.4.2 Rote Johannisbeere

Die Sammelbezeichnung für die Rote- und Weiße Johannisbeere ist *Ribes rubrum* L. Johannisbeeren gehören zur Familie der Stachelbeergewächse (Grossulariaceae). Für die vorliegende Arbeit wurde der Anbau im Freiland im Erziehungssystem Busch analysiert.

Ökologie

Rote Johannisbeeren werden dem Blumentyp nach Kugler Glockenblumen mit klebrigem Pollen und der Blumenklasse nach Müller Blumen mit halbverborgenem Nektar zugeordnet. Daraus ergibt sich eine Bestäubung durch Schwebfliegen, Bienen und Falter (BFN 2023). Die Blütezeit beträgt ca. 3-4 Wochen im Zeitraum von April bis Mai (KOLTOWSKI ET AL. 1999). Nach dem Bewertungsschlüssel von KAESER (2009) können Johannisbeersträucher potentiell gute Bedingungen für zu fördernde Vogelarten in Agroforstbaumstreifen bieten. Die Störungen des potenziellen Lebensraums Johannisbeerstrauch werden durch das Bestehenbleiben der Strauchstruktur über das Jahr als vergleichsweise gering eingeschätzt. Eine Selbstvermehrbarkeit der Johannisbeere ist über Stecklinge möglich (B. Elvers, persönliche Kommunikation am 7.08.2024). Da die Verbreitungsstrategie der Pflanze die Endochorie ist (BFN 2023), ist nicht mit schlecht kontrollierbarer Ausbreitung der Pflanzen aus dem Baumstreifen hinaus zu rechnen. Zum möglichen Auftreten von Konkurrenz im Baumstreifen ist zu nennen, dass Johannisbeeren flach wurzeln (WINTER UND LINK 2002) und zu den

Mittelzehrern gezählt werden (HERB 2024d). Ihre Wuchshöhe beträgt zwischen 1,2 – 1,6 m (SCHMID 2004). Die Beikraut unterdrückende Wirkung ist aufgrund der im Vergleich zum Pflanzabstand geringen Breite der Sträucher von 1,2 m als gering einzuschätzen. Zu den Standortansprüchen der Roten Johannisbeere ist ihre Winterfestigkeit zu nennen (WEBER UND QUINCKHARDT 2018b). Allerdings sind sie anfällig für Fröste im Spätfrühling. Diese können zu Totalausfällen führen. Zum Wasserbedarf wird von LABER UND LATTASCHKE (2020) ein erhöhter Bewässerungsbedarf ab Juli angegeben. Rote Johannisbeeren bevorzugen mittelschwere bis leichte, durchlässige Böden (SCHMID 2004). Lehmiger Sand oder sandiger Lehm wird von HANKE UND FLACHOWSKY (2017) als passend für den Anbau bezeichnet. An Krankheiten sind der Amerikanische Stachelbeermehltau (HANKE UND FLACHOWSKY 2017), das Triebsterben, Colletotichum, Säulchenrost, Schwarze Wurzelfäule, Brennesselblättrigkeit, sowie die Blattfallkrankheit, echter Mehltau, Grauschimmel, Antrakose, die Blattkrankheit und das Verrieseln zu nennen (BUNDESSORTENAMT 2002b; SCHMID 2004). Die Stärke der Auswirkungen der genannten Krankheiten auf den Ertrag konnte allerdings nicht ermittelt werden. An Schädlingen können Mäuse in Johannisbeeranlagen zu hohen Schäden führen. Auch die Johannisbeergallmücke (HANKE UND FLACHOWSKY 2017), der Johannisbeerglasflügler, Schildläuse, Blattwespen, Gallmilben und die Johannisbeerblattlaus zählen zu den Schädlingen der Johannisbeere nennen (BUNDESSORTENAMT 2002b; SCHMID 2004). Auch hier konnte das Ausmaß, welches die Schadorganismen anrichten können, nicht ermittelt werden.

Ökonomie

Ab Pflanzung bis zum Ausbilden der ersten Früchte ist mit 1,5 Jahren und bis zum Vollertrag mit 2,5 Jahren zu rechnen SCHMID (2004). Die Nutzungsdauer wird zwischen 7 Jahren (KOBYLINSKI 2015) und 13 Jahren (MLR o.D.) angegeben. Die Flexibilität für laufende Arbeiten konnte nicht ermittelt werden. Die Flexibilität für Erntearbeiten liegt schätzungsweise bei maximal 2 Wochen (Laub, N. persönliche Kommunikation am 29.10.2024). Zur Vermarktung besteht mit der Hofladenecke des Werragutes bereits eine Vermarktungsmöglichkeit. Allerdings verfügen die Beeren über keine allzu hohe Lagerfähigkeit. Bei Temperaturen zwischen 0-1°C können sie ca. 17 Tage gelagert werden SCHMID (2004). An Verarbeitungsoptionen kommen die Herstellung von Marmelade und Saft für das Werragut in Frage (Sprenger, K. persönliche Kommunikation am 10.10.2024). Die Arbeitszeit zur Installation der Kulturen wird aufgrund der vergleichsweise großen, auszuhebenden Pflanzlöcher als relativ hoch eingeschätzt. Bei der Pflege sind die Arbeitsposten Schädlingskontrolle, Schnitt, Beikrautmanagement, Mulchen und Düngung zu bedenken (SCHMID 2004). An benötigten Erntedurchgängen wird eine Anzahl von wenigen Erntedurchgängen geschätzt (Laub, N. persönliche Kommunikation am 29.10. 2024). An Ressourcen wird laut Experten aus der Praxis ein Verbisschutz benötigt (Voßkuhl, L. persönliche Kommunikation am 22.07.2024; Elvers, B. persönliche Kommunikation am 07.08.2024). Als benötigte Beetfläche um 100 Vermarktungseinheiten der Kultur zu produzieren, wurden 27,1 m² errechnet. Die Kosten hierfür liegen bei ca. 241 €. An sonstigen Ressourcen ist Mulchmaterial zur Beikrautregulierung zu nennen. Die für den Anbau

empfohlenen Maschinen Traktor, Mulcher, Abflammgerät und Freischneider (SCHMID 2004) sind auf dem Werragut vorhanden. Eine Düngung der Johannisbeeren kann mit Rindermist, -gülle, und Kompost erfolgen (SCHMID 2004). Der Dünger kann in Teilen auf dem Werragut selbst produziert werden. Eine Bewässerung der Johannisbeeren ist Voraussetzung für einen hohen Ertrag (SCHMID 2004). Inwieweit das auf dem Werragut vorhandene Bewässerungssystem für die Bewässerung der Johannisbeeren genutzt bzw. erweitert werden müsste, konnte nicht exakt ermittelt werden. Bei den Einnahmen konnte ebenfalls kein Deckungsbetrag von Johannisbeeren in ökologischem Anbau ermittelt werden. An erwarteten Einnahmen bei Direktvermarktung wurden 293 € pro Erntejahr für 100 Verkaufseinheiten errechnet. Mit einer Überlappung von Arbeitsspitzen ist in Teilen zu rechnen. Die Etablierungskosten der Pflanze im Verhältnis zur Anzahl der Erntejahre werden als niedrig eingeschätzt. Die no-regret Charakteristiken der Johannisbeere werden als schlecht eingeschätzt.

Für Bildungsarbeit eignet sich die Rote Johannisbeere aufgrund ihres hohen Bekanntheitsgrades und hohen Vorkommens in Hausgärten wohl eher moderat. Für Partizipation eignet sie sich beispielsweise durch Selbsternte oder durch Verarbeitungsworkshops mit Kindern. Die Eignung für soziale Landwirtschaft wird als sehr gut eingeschätzt. Auch die Verfügbarkeit weiterer regionaler Johannisbeeren in ökologischer Qualität im Umkreis des Werragutes sollte bedacht werden. Hierzu konnten allerdings im Rahmen der vorliegenden Arbeit keine Daten ermittelt werden.

4.3.4.3 Himbeere

Himbeeren (*Rubus idaeus* L.) gehören zur Familie der Rosengewächse (Rosaceae). Es wird zwischen Sommerhimbeeren und Herbsthimbeeren unterschieden. Für die vorliegende Arbeit lag der Fokus auf dem Anbau von Herbsthimbeeren, die sich auf Grund der kürzeren Wuchsperiode und dem dadurch bedingten, geringeren Krankheitsdruck für ökologischen Anbau empfehlen (MUSTER 2020). Auch hier wurde die Erziehungsform Busch für die Analyse ausgewählt.

Ökologie

Himbeeren werden dem Blumentyp nach Kugler Scheibenblumen, Nektar ± verborgen im Zentrum der Blüte und der Blumenklasse nach Müller Übergangstyp Blüten mit verborgenem Honig – Bienenblüten zugeordnet. Als Bestäuber ergeben sich hieraus die Hautflügler (BFN 2023). Die Blütezeit der Herbsthimbeeren liegt zwischen Ende Juni und Anfang Juli (BÜCHELE 2018). Zur Eignung als Lebensraum für Nützlinge und weitere schützenswerte Tierarten können nur wenige Aussagen getroffen werden. Allerdings ist nach dem Bewertungsschlüssel von KAESER (2009) mit einer Eignung der Himbeeren als Lebensraum für zu fördernde

Vogelarten zu rechnen. Die Störungsfreiheit des Lebensraums im Jahresverlauf wird als moderat angesehen, da beim Schnitt Pflanzenteile entfernt werden, die Struktur der Pflanze aber erhalten bleibt. Zur Konkurrenzsituation ist zu sagen, dass Himbeeren ein flaches Wurzelwerk besitzen (WURM ET AL. 2010) und zu den Mittelzehrern zählen (HERB 2024d). Herbsthimbeeren erreichen eine Höhe von 1,6-2 m (SCHMID 2004). Die Unkrautunterdrückung ist gering, sodass ein regelmäßiges Beikrautmanagement erfolgen muss. Himbeeren sind zudem frostempfindlich, weshalb ein Anbau in Spätfrostlagen vermieden werden sollte. Ein Windschutz bzw. windgeschützter Standort ist vorteilhaft, da die Pflanzen anderenfalls schnell beschädigt werden können (WINTER UND LINK 2002; STANGL 2014). Himbeeren reagieren empfindlich gegenüber Staunässe sowie auf Bodentrockenheit. Trockenphasen führen zu Einbußen in Wuchs, Etragshöhe, und Ertragssicherheit (BÜCHELE 2018). So ist im Sommer eine Bewässerung nötig (WURM ET AL. 2010). An Böden bevorzugt die Himbeere mittelschwere, humose, lockere Böden, bei denen ein pH von 5,5-6 ideal ist. Etwas höhere pH-Werte werden toleriert (STANGL 2014). Es gibt einige Krankheiten, die im Himbeeraanbau relevant sind. An Virosen sind hier die Adernbänderung, Adernchlorose, das Himbeermosaikvirus, die Verzweigungskrankheit und die Ringfleckenkrankheit zu nennen (BUNDESSORTENAMT 2006). Zudem sind Krümelfrüchtigkeit, Wurzelsterben, Rutenkrankheiten, Himbeerstauche sowie Rutenbrand, Botrytis an den Ruten, Brennflecken, Graufäule, Himbeerrost (WINTER UND LINK 2002), und Wurzelfäule (WURM ET AL. 2010) möglich. Chlorosen können zudem auf kalkreichen Standorten entstehen (WINTER UND LINK 2002). Zum Schweregrad der einzelnen Krankheiten bei Befall konnten keine Aussagen getroffen werden. An Schädlingen können die Himbeerblattmilbe, die Gemeine Spinnmilbe und Himbeerspinnmilbe, die Himbeerrutengallmücke, sowie Blattläuse problematisch werden (WURM ET AL. 2010). Auch Himbeerblütenstecher (WURM ET AL. 2010) Himbeerkäfer (WINTER UND LINK 2002). Zudem sind Mäuse als Schädner nicht zu unterschätzen (SCHMID 2004). Eine Vermehrung der Pflanzen ist über Stecklinge einfach möglich. Im Agroforstsystem des 'Alles im Grünen Bereich e.V.' wurde eine hohe Ausbreitung in benachbarte Baumscheiben beobachtet B. Elvers, persönliche Kommunikation am 07.08.2024).

Ökonomie

Nach SCHMID (2004) ist erst im Jahr nach der Pflanzung mit ersten Erträgen zu rechnen. Der Vollertrag stellt sich nach zwei Jahren ein. Die Nutzungsdauer beträgt im ökologischen Anbau 3-5 Jahre. Danach ist wegen Krankheitsproblemen ein Flächenwechsel angeraten (BROCKAMP ET AL. 2009). Die zeitliche Flexibilität für laufende Arbeiten konnte nicht explizit ermittelt werden. Die zeitliche Flexibilität bei der Ernte ist sehr gering. Während der Erntezeit sollten die Bestände dreimal pro Woche durchgepflückt werden (WINTER UND LINK 2002). Eine Vermarktung über bestehende Strukturen ist über die Hofladenecke möglich. Himbeeren verderben allerdings schnell, und sollten nach spätestens 2 Tagen die Verbraucher*innen erreichen (WINTER UND LINK 2002). Geeignete Verarbeitungsoptionen für das Werragut wären Konfitüre und Himbeergeist (Sprenger, K. persönliche Kommunikation am 10.10.2024). Der Etablierungsaufwand wird auf Grund einer hohen Anzahl benötigter Pflanzen und einer mittleren Pflanzlochgröße als sehr hoch angesehen. Zum Pflegeaufwand sind die

Arbeitsposten Schädlingskontrolle, Beikrautmanagement, Düngung, Mulchen und Schnitt zu bedenken (SCHMID 2004). Der Ernteaufwand wird mit vielen benötigten Erntedurchgängen als hoch eingeschätzt. An Ressourcen ist mit einem Verbissschutz zu rechnen (B. Elvers, persönliche Kommunikation am 7.08.2024). Der benötigte Platz für die Produktion der festgelegten Erntemenge wurde mit 58,1m² angesetzt. An Kosten für Jungpflanzen wurden 1105 € errechnet. An weiteren Ressourcen sollte Mulch eingeplant werden (SCHMID 2004). An benötigten Maschinen werden von (WURM ET AL. 2010) eine Motorsense oder ein Mulcher zur Reduzierung der Triebe empfohlen. Diese sind auf dem Werragut vorhanden (Sprenger, K. persönliche Kommunikation am 10.10.2024). Als Dünger können Kompost, Stallmist und Hornspäne verwendet werden (STANGL 2014), zudem hat sich Hühnermist für die Düngung bewährt (EGHBAL 2020). Diese werden in Teilen auf dem Werragut produziert (Sprenger, K. persönliche Kommunikation am 10.10.2024). Inwiefern Anpassungen des Bewässerungssystems des Agroforstsystems auf dem Werragut für die Nutzung für die Himbeeren nötig wären, konnte nicht ermittelt werden. An Einnahmen wurden für die 100 Verkaufseinheiten 640 € pro Erntejahr errechnet. Der Deckungsbeitrag in Reinkultur für ökologischen Himbeeraanbau konnte nicht ermittelt werden. Eine Überlappung von Arbeitsspitzen ist für das Werragut bei entsprechendem Management verhinderbar. Die Etablierungskosten im Verhältnis zur Anzahl der Erntejahre werden als sehr hoch eingeschätzt. Die no-regret Charakteristiken für die Himbeere werden als gering eingeschätzt.

Soziales

Da Himbeeren in vielen Hausgärten zu finden und recht bekannt sind, werden Bildungsmöglichkeiten nur als moderat eingeschätzt. Selbstpflückernte spielt eine gewisse Rolle im Himbeeraanbau (WINTER UND LINK 2002) und wird auch als Partizipationsmöglichkeit als wertvoll eingeschätzt. Die Eignung für soziale Landwirtschaft wurde als sehr gut eingeordnet. Die Verfügbarkeit regionaler Himbeeren in ökologischer Qualität im Umfeld des Werragutes konnte nicht ermittelt werden.

4.3.4.4 Kürbis

Kürbis, *Cucurbita L.* gehört zur Familie der Kürbisgewächse (Cucurbitaceae). Kürbisarten weisen eine große Formen- und Größen Diversität auf (LABER UND LATTAUSCHKE 2020). Bei den Rechnungen wurden Daten zum Hokkaidokürbis verwendet.

Ökologie

Für *Cucurbita L.* konnten der Blumentyp nach Kugler und die Blumenklasse nach Müller nicht ermittelt werden. Nach NEUMAYER UND PAULUS (1999) werden Kürbisse aber fast ausschließlich von Hautflüglern bestäubt. Das Nektarangebot von Kürbisgewächsen ist außergewöhnlich hoch (NEUMAYER UND GROBBAUER 2020). Kürbisse blühen 35- 60 Tage nach der Keimung (AHMAD UND KHAN 2019), also je nach Aussaat zwischen Juni und August. Zur

Eignung von Kürbisbeeten als Lebensraum für Nützlinge und weitere schützenswerte Insektenarten kann nur wenig gesagt werden. Nach dem Bewertungsschlüssel von KAESER (2009) bestehen beim Kürbisanbau keine förderlichen Strukturen für Vogelarten. Da die Struktur der Pflanzen bei der Ernte bestehen bleibt, wird allerdings nur von kleinen Störungen des Lebensraums Kürbisbeet ausgegangen. Eine Selbstvermehrbarkeit über die Bildung von Ablegern ist bei Kürbisgewächsen nicht gegeben. Eine selbstständige, schlecht zu kontrollierende Ausbreitung von Kürbisgewächsen aus den Streifen hinaus ist, abgesehen vom möglichen Wachstum sehr langer Ranken nicht zu erwarten. Zur möglichen Konkurrenz im Baumstreifen ist zu sagen, dass Kürbisse über ein starkes Wurzelsystem verfügen (CLEMENTINA 2013), welches bis in 1 m Tiefe reicht (AHMAD UND KHAN 2019). Zudem sind Kürbisse Starkzehrer (HERB 2024d). Die Pflanzen werden max. 90 cm hoch (CLEMENTINA 2013). Nach der Rankenbildung schließen die Bestände schnell (BLE 2024a) weshalb im späteren Verlauf mit einer guten Beikrautunterdrückung zu rechnen ist. Zu den Standortansprüchen ist zu sagen, dass Kürbisse eine recht gute Toleranz gegenüber Hitze und Trockenheit verfügen. Trotzdem wird eine Bewässerung als nötig bezeichnet (AHMAD UND KHAN 2019). Zudem sind Kürbisgewächse frostempfindlich (LABER UND LATTASCHKE 2020). Kürbisgewächse bevorzugen lockere, gut erwärmbare, humusreiche, leichte bis mittelschwere Böden (BLE 2024a), bzw. sandigen Lehm oder lehmigen Sand (KÖTTER UND ICKING 2023). An Krankheiten spielt nur der Echte Mehltau eine wesentliche Rolle, dieser verursacht jedoch in der Regel keine größeren Ausfälle (BLE 2024). Bei Schädlingen sind lediglich Schnecken im Frühjahr und Herbst, sowie Mäusefraß im Herbst zu bedenken (BLE 2024).

Ökonomie

Für die Zeit von der Aussaat bis zur Ernte ist bei Kürbissen mit ca. 4 Monaten zu rechnen (AHMAD UND KHAN 2019). Die Kultur ist einjährig (LANDWIRTSCHAFTSKAMMER NORDHREIN-WESTFALEN o.D.). Die zeitliche Flexibilität, um laufende Arbeiten auszuführen konnte nicht ermittelt werden. Die Flexibilität bei der Ernte wurde mit deutlich über einem Monat (Laub, N. persönliche Kommunikation am 29.10.2024) als hoch eingeschätzt. Die Vermarktung der Kürbisse ist für das Werragut sowohl über die Hofladenecke als auch über die Gemüsebox möglich. Die Lagerfähigkeit der Kürbisse ist sehr hoch, bei 10-15 °C sind die Kürbisse 4-6 Monate lagerfähig. Eine Verarbeitung von Kürbissen durch den ReSoLa e.V. ist nicht geplant (Sprenger, K. persönliche Kommunikation am 10.10.2024). Der Etablierungsaufwand ist, durch die Möglichkeit der Direktsaat sehr gering. Zum Pflegeaufwand sind die Arbeitsposten Beikrautmanagement (AHMAD UND KHAN 2019) und Mulchen und Düngung (UMMAH UND RINADI 2022) zu bedenken. Der geschätzte Ernteaufwand ist mit einem Erntedurchgang ebenfalls als gering anzusehen. An Ressourcen wurde ein Beetbedarf von 33,7 m errechnet. Die Kosten für Saatgut belaufen sich für die angegebene Menge auf 15,6 €. Zum Kürbisanbau benötigte Maschinen wurden in der Literatur nicht explizit genannt. Zur Düngung können Stallmist, Rindermist und Geflügelkot verwendet werden. Dieser kann teils auf dem Werragut selbst produziert werden (Sprenger, K. persönliche Kommunikation am 10.10.2024). Ob bzw. mit welchem Aufwand das Bewässerungssystem des Agroforstsystems auf dem Werragut zur Bewässerung der Kürbisse genutzt werden kann, konnte nicht bestimmt werden. An

Einnahmen wurden für die 100 Vermarktungseinheiten 156 €/Jahr errechnet. Der Deckungsbeitrag für ökologisch angebaute Kürbisse in Reinkultur konnte nicht ermittelt werden. Mit einer Überlappung von Arbeitsspitzen ist für den ReSoLa e.V. nicht zu rechnen. Die Etablierungskosten im Verhältnis zur Anzahl der Erntejahre werden als hoch eingeschätzt. Die no-regret Charakteristiken werden als sehr hoch eingeordnet.

Soziales

Für Bildungsarbeit werden Kürbisse aufgrund ihres hohen Bekanntheitsgrades als moderat interessant eingeschätzt. Partizipationsmöglichkeiten bestehen durch Kürbisernteaktionen und Kürbissuppe Koch- bzw. Schnitzaktionen. Für soziale Landwirtschaft wird der Kürbisanbau als ungeeignet eingeschätzt. Zur Verfügbarkeit regionaler, ökologisch angebauter Kürbissen konnten keine exakten Daten ermittelt werden.

4.3.4.5 Rhabarber

Rheum rhabarbarum L. ist eine winterharte, mehrjährige Pflanze und gehört zur Familie der Knöterichgewächse (Polygonaceae).

Ökologie

Rhabarber wird dem Blumentyp nach Kugler Scheibenblumen, Nektar ± verborgen, Nektarien an der Basis der Staubblätter und der Blumenklasse nach Müller Blumen mit halbverborgenem Nektar zugeordnet. So kann er als Nahrungsquelle für Syrphiden, Bienen, und Falter dienen (BfN 2024). Insektenbestäubung ist im Erwerbsanbau allerdings nicht relevant ist, da die Blütenstängel in der Regel vor der Blüte entfernt werden (RIOFRIO 2021). Zur Eignung von Rhabarber als Lebensraum für Nützlinge und weiter schützenswerte Tierarten lässt sich nur wenig aussagen. Die Eignung von Rhabarber als Lebensraum für zu fördernde Vogelarten wird nach KAESER (2009) gering eingeschätzt, da keine Sträucher und kein Krautsaum vorhanden sind. Da sich die Struktur der Pflanze durch die Ernte in Teilen verändert, wird von einer mittleren Veränderung des Lebensraumes ausgegangen. Zur Vermehrung ist zu sagen, dass Rhabarber sich zwar vegetativ, allerdings sehr langsam vermehrt. Ableger können alle 5-8 Jahre gebildet werden (Crawford o.D.). Durch die langsame Vermehrung wird keine selbstständige Verbreitung aus dem Baumstreifen hinaus erwartet. Zu möglichen Konkurrenzeffekten ist zu nennen, dass Rhabarberpflanzen ein tiefes, starkes Wurzelsystem etablieren können (BRATSCH UND MAINVILLE 2009), und Nährstoffe aus tieferen Bodenschichten akkumulieren (CRAWFORD o. D.). Die Pflanzen gelten zudem als Starkzehrer (LWG 2019). Während die Blüten eine Wuchshöhe von bis zu 1,5 m erreichen, liegen die Stiellängen nur bei 0,7m (ZIEGLER 2020a). Die Beikrautunterdrückung durch die Pflanze ist im Frühjahr noch gering, später im Jahr decken die Pflanzen den Boden großflächig ab (BRATSCH UND MAINVILLE 2009; CRAWFORD o. D.). An Standortfaktoren benötigt Rhabarber Temperaturen unter 5 °C, um das Wachstum im Frühjahr anzuregen. Im Sommer sollten Temperaturen von 24 °C nicht überschritten werden. Die Lebensdauer der Pflanze verkürzt sich zudem bei über 29,5 °C (KAISER UND ERNST 2017). Die Pflanze an sich ist winterhart bis

–15 bzw. –20 °C (Crawford o. D.). Nach BRATSCH UND MAINVILLE (2009) sorgt Bewässerung während und nach der Ernte für höhere Erträge. Rhabarber gedeiht in den meisten Böden, am besten jedoch in fruchtbaren, lehmigen, gut durchlässigen Böden mit hohem Gehalt an organischem Material (RIOFRIO 2021) und einer hohen Wasserhaltekapazität. Staunässe wird nicht vertragen (LWG 2019). Der Boden pH-Wert sollte zwischen 6,5 und 7 liegen, wobei saurere Böden toleriert werden (Crawford o.D.). In Bezug auf Krankheiten und Schädlingen sind Rhabarberbestände meist problemlos zu kultivieren. Möglich sind allerdings Virosen, Wurzelhalsfäule, Falscher Mehltau, Blattfleckenkrankheiten, Rhabarberrost und Grauschimmel (ZIEGLER 2020a), sowie *Phytophthora spec.*. Blattfleckenpilze sind normalerweise nur bei Schattenlagen und in niederschlagsreichen Jahren ein Problem, was beim Anbau in späteren Jahren in Agroforstsystemen relevant werden könnte. Auch der Honigpilz wird als möglicher Verursacher von Krankheiten genannt (Crawford o.D.). Schädlinge sind vielfach zu vernachlässigen (ADVISORY COMMITTEE ON VEGETABLE CROPS o.D.), wobei der Violette Wurzeltöter, Stängel- und Wurzelnematoden, Rainblattkäfer, Ampferblattwespen, Wanzen, Läuse, Schnecken, und Wühlmäuse als mögliche Schädlinge in Frage kommen (ZIEGLER 2020a). Schnecken werden jedoch normalerweise nur bei schweren Böden mit schlechter Drainage zum Problem und verursachen im Normalfall höchstens eine temporäre Wachstumsverzögerung der Pflanze, nicht jedoch größere Ausfälle (ADVISORY COMMITTEE ON VEGETABLE CROPS o.D.).

Ökonomie

Bis zur ersten Ernte vergehen ca. 1,5 Jahre (LWG 2019). Es ist mit ca. 8 Erntejahren zu rechnen (KAISER UND ERNST 2017), wobei die Pflanzen alle 5-8 Jahre verjüngt werden sollten (BRATSCH UND MAINVILLE 2009). Zur zeitlichen Flexibilität, umlaufende Arbeiten auszuführen konnten keine Daten gefunden werden. Zur Flexibilität bei der Ernte ist zu sagen, dass Rhabarberbestände wöchentlich beerntet werden sollten (ZIEGLER 2020a). An Vermarktungseigenschaften ist zu nennen, dass Rhabarber für die Direktvermarktung sehr geeignet ist (KAISER UND ERNST 2017). Eine Vermarktung über die Hofladenecke des Werragutes oder die Gemüsebox ist gut vorstellbar. Rhabarberstangen können 2-4 Wochen gelagert werden (LERNER UND DANA 2016). Eine geeignete Verarbeitungsoptionen für das Werragut ist die Verarbeitung zu Rhabarberkompott (Sprenger, K. persönliche Kommunikation am 10.10. 2024). Der Etablierungsaufwand von Rhabarber wird auf Grund einer vergleichsweise geringen Anzahl an Pflanzen, die benötigt werden, aber einer mittleren Pflanzlochgröße als moderat eingeschätzt. Beim Pflegeaufwand sind die Posten Beikrautmanagement (LERNER UND DANA 2016) ein Entfernen der Blütenstängel (RIOFRIO 2021) und Düngung (LATTASCHKE 2020) zu bedenken. Der Ernteaufwand beläuft sich auf eine Anzahl von 3-4 Erntegängen pro Saison (ZIEGLER 2020a). An Ressourcen wurde eine benötigte Beetfläche von 33,3 m² errechnet. An Kosten für Jungpflanzen wurden 193 € errechnet. In der Literatur wurden keine Maschinen genannt, welche für den Rhabarberanbau benötigt werden. Ob auf dem Werragut produzierbarer Dünger für den Rhabarber genutzt werden könnte, konnte nicht ermittelt werden. Auch dazu, ob bzw. mit welchen Anpassungen

das Bewässerungssystem des Agroforstsystems auf dem Werragut für die Kultivierung von Rhabarber genutzt werden könnte, konnte keine Aussage getroffen werden.

Zu den voraussichtlichen Einnahmen bei Direktvermarktung wurden für die 100 Verkaufseinheiten 435 € /Jahr errechnet. Der Deckungsbeitrag in Reinkultur für ökologischen Rhabarberanbau konnte nicht ermittelt werden. Mit einer Überlappung von Arbeitsspitzen muss in Teilen gerechnet werden. Die Etablierungskosten im Verhältnis zur Anzahl der Erntejahre werden auf Grund mittlerer Kosten und einer mittleren Anzahl an Erntejahren im Vergleich zu den andern Kulturen als moderat eingeschätzt. Die no-regret Charakteristiken wurden als gering eingeordnet.

Soziales

Bildungsmöglichkeiten werden auf Grund des hohen Bekanntheitsgrades von Rhabarber als gering angesehen, Partizipationsmöglichkeiten durch Selbsternte, oder Workshops zum Thema Verarbeitung von Rhabarber wären allerdings gut vorstellbar. Für Soziale Landwirtschaft ist der Rhabarberanbau gut geeignet. Zur Verfügbarkeit von regionalem ökologisch produziertem Rhabarber im Werra- Meißner Kreis konnten keine belastbaren Daten ermittelt werden.

4.3.4.6 Artischocke

Die Artischocke *Cynara scolymus* L. aus der Familie der Korbblütler (Asteraceae) ist im Mittelmeerraum beheimatet. Italien und Spanien sind die größten Erzeugerländer (LENGAUER 2021). Sie wird sowohl als Arzneipflanze, Gemüse und Schnittblume verwendet, wobei 90 % des Anbaus für Gemüse genutzt wird. Da die Hauptsaison in den Anbauländern früher im Jahr ist als in Deutschland, und die Artischocken in den Sommermonaten aus den Mittelmeerländern über eine geringere Qualität verfügen (SEKARA ET AL. 2015) wird die Nachfrage von in Deutschland angebauten Artischocken als hoch eingeschätzt.

Ökologie

Der Blumentyp nach Kugler und die Blumenklasse nach Müller konnten nicht ermittelt werden. Allerdings nennt BASNIZKI (2007) ZIT. NACH SEKARA ET AL. (2015). Vertreter der Hautflügler als Bestäuber von nicht abgeernteten Artischockenblüten. Besonders interessant können spätblühende Artischockensorten als Quelle für Bestäuber sein (BASNIZKI 2007 ZIT. NACH SEKARA ET AL. 2015). Im Erwerbsanbau wird allerdings von einer Ernte vor dem Aufblühen der Artischocken ausgegangen, weshalb sie dort keine Relevanz als Nahrungsquelle für Bestäuber haben. Zur Eignung der Artischocken als Lebensraum für Nützlinge und weitere schützenswerte Insektenarten kann gesagt werden, dass Artischocken nach dem

Bewertungsschlüssel von KAESER (2009) keine potenziell guten Bedingungen für Vogelarten bieten. Die Störungsfreiheit des Lebensraums im Jahresverlauf wird als hoch eingeschätzt, da die Struktur der Pflanze durch die Ernte kaum beeinträchtigt wird. Artischocken können recht einfach vegetativ weitervermehrt werden. Eine Vermehrung über Ableger ist üblich und wirtschaftlich rentabel, trägt aber ein hohes Potenzial für Ausbreitung von Krankheiten in sich (CARDARELLI ET AL. 2005). Eine Ausbreitung von Artischocken wird auf Grund der tiefen Temperaturen im Winter, die vermutlich ein Absterben von nicht abgedeckten Pflanzen verursachen, allerdings nicht als großes Problem eingeschätzt. Zur Konkurrenzsituation ist zu sagen, dass Artischocken zwischen 0,9-1,2 m tief wurzeln (MARRAS 1969 ZIT NACH BAIER 2003). Sie zählen zudem zu den Starkzehrern (JENTZSCH 2017). Artischocken werden zwischen 0,3 m-1,5 m (LOREY 2024) bzw. bis 2 m (LENGAUER 2021) hoch. Durch die langsame Jugendentwicklung und weite Reihenbreite ist ein hoher Unkrautdruck zu Kulturbeginn zu erklären (MATTHES 2013). Länger anhaltende Temperaturen unter $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ werden von der Kultur nicht überstanden (WELBAUM UND WARFIELD 1992). Eine ausreichende Wasserversorgung wird zudem benötigt (LWG 2007). Geeignete Standorte für Artischocken sind solche mit humosem, nährstoffreichem, tiefgründigem Boden (LWG 2007), BAIER UND HANNIG (1998) ZIT. NACH MATTHES (2013) nennen sandigen Lehm, lehmigen Sand als ideal. Artischocken sind sehr widerstandsfähig gegenüber Krankheitserregern (CECCARELLI ET AL. 2010). An Schädlingen sind die schwarze Bohnenlaus (LWG 2007) und die Bohnenblattlaus (JENTZSCH 2017) zu erwähnen. Gegen Blattläuse soll der hohe Gehalt an Sesquiterpenen eine Schutzfunktion innehaben (CECCARELLI ET AL. 2010). Zudem können gelegentlich Schnecken und Wildverbiss vorkommen (LENGAUER 2021).

Ökonomie

Die Zeit von der Aussaat bis zum ersten Erntebeginn beträgt ca. 20 Wochen, bzw. 11 Wochen bei Aussaat kräftiger Jungpflanzen. Artischocken sind mehrjährig, mit 3-4 Jahren Kulturdauer (LWG 2007). In mitteleuropäischen Breiten wird von diversen Autoren aber vor allem der einjährige Anbau als realistisch angesehen (MATTHES 2013; HALTER 2005). Eine Überwinterung unter einem Vlies oder einer Strohschicht ist aber ebenfalls möglich (LENGAUER 2021). Zur zeitlichen Flexibilität, um laufende Arbeiten auszuführen, konnte keine Aussage getroffen werden. Die zeitliche Flexibilität für die Ernte wurde als moderat eingeschätzt (Laub, N. persönliche Kommunikation am 29.10.2024). Eine Vermarktung wäre sowohl über die Hofladenecke auf dem Werragut als auch über die Gemüsebox möglich. Die Lagerfähigkeit von Artischocken liegt bei bis zu 11 Tagen (EL-MOGY ET AL. 2024). Der Etablierungsaufwand der Kultur wird aufgrund einer mittleren Pflanzenanzahl und eher kleineren Pflanzlöchern als moderat eingeschätzt. Zum Pflegeaufwand sind die Arbeitsposten Beikrautmanagement (HEUBERGER ET AL. 2014), Düngen (WEINHEIMER 2020), Mulchen und Abdecken im Winter (LWG 2007) zu bedenken. Der Ernteaufwand wird aufgrund einer mittleren Anzahl an Erntedurchgängen ebenfalls als moderat eingeschätzt (Laub, N. persönliche Kommunikation am 29.10.2024). An Ressourcen rechnet der ReSoLa e.V. mit der Notwendigkeit eines Verbissschutzes. An Platz sollte mit 19 m^2 Beetfläche gerechnet werden. Die Kosten für Jungpflanzen belaufen sich für die angegebene Menge auf 134 €. An weiteren Ressourcen ist

mit Vlies oder Stroh zum Abdecken im Winter zu rechnen (LENGAUER 2021). An Maschinen werden eine Reihenfräse (HEUBERGER ET AL. 2014) und eine Hackmaschine empfohlen (MATTHES 2013). Diese sind in Teilen auf dem Werragut vorhanden. Artischocken können mit Stallmist und Kompost gedüngt werden (LWG 2007) . In Teilen kann dieser Dünger auf dem Werragut selbst produziert werden (Sprenger, K. persönliche Kommunikation am 10.10.2024). Unter welchem zusätzlichen Aufwand die Bewässerung des Agroforstsystems auf dem Werragut für den Anbau der Artischocken genutzt werden kann, konnte nicht herausgefunden werden. Als erwartete Einnahmen bei Direktvermarktung wurden für die 100 Vermarktungseinheiten 100,5 €/Jahr errechnet. Der Deckungsbeitrag in Reinkultur für ökologisch angebauten Artischocken konnte nicht ermittelt werden. Mit einer Überlappung von Arbeitsspitzen ist nicht zu rechnen. Die Etablierungskosten im Verhältnis zur Anzahl der Erntejahre werden als hoch eingeschätzt. Die no-regret Charakteristiken werden als hoch eingeordnet.

Soziales

Für Bildungsarbeit könnte die Artischocke aufgrund eines eher als gering eingeschätzten Wissens zu dieser Kultur in der Bevölkerung interessant sein. Für Partizipation würde sich die Selbsternte eignen. Für Soziale Landwirtschaft wird die Artischocke als moderat geeignet eingeordnet. Zur Verfügbarkeit regionaler Artischocken in ökologischer Qualität im Umfeld des Werragutes konnten keine Daten gefunden werden.

4.3.4.7 Etagenzwiebel

Die Etagenzwiebel *Allium x Proliferum* M. ist eine immergrüne Vertreterin aus der Familie der Amaryllidgewächse (Amaryllidaceae). Ihren Namen verdankt sie ihrem als kurios benannten Wuchs (REINHARD 2015), bei dem anstelle einer Blüte Brutzwiebeln, sog. Bulbillen ausgebildet werden, aus denen dann wiederum ein Austrieb stattfindet, woran ebenfalls wieder Luftzwiebeln ausgebildet werden können. Entstanden ist sie vermutlich aus einer Kreuzung von Speisezwiebel und Winterheckzwiebel. Sie kommt nur als Kulturpflanze vor und wird nicht im Erwerbsanbau genutzt (SERENA ET AL. 2021). Für die Analyse wird die Vermarktung im Bund, ähnlich Frühlingszwiebeln betrachtet.

Ökologie

Als Nahrungsquelle für Insekten ist die Etagenzwiebel uninteressant, da sie nur vereinzelt zur Blüte kommt (SERENA ET AL. 2021) bzw. gar keine Blüten ausbildet (CRAWFORD 2012). Zur Eignung als Lebensraum für Nützlinge und weitere schützenswerte Arten lässt sich sagen, dass nach dem Bewertungsschlüssel von KAESER (2009) nicht auf eine Eignung der Etagenzwiebelkulturen als Lebensraum für Vogelarten zu schließen ist. An Störungen des Lebensraumes ist mit mehrmaligen, großen Veränderungen durch die Ernte der Etagenzwiebeln zu rechnen. Der Verbreitungsmechanismus der Etagenzwiebel ist vor allem

die vegetative Ausbreitung. Hierzu neigen sich die Stängel ab einem gewissen Gewicht der Luftzwiebeln zu Boden, welche dann dort neue Wurzeln austreiben (CRAWFORD 2012; COLLIGNON UND BUREAU 2018). Auch bilden sich an der Basis manchmal Ableger. So kann sich die Etagenzwiebel selbstständig verbreiten und auch leicht weitervermehrt werden. Zur Konkurrenzsituation ist zu sagen, dass Etagenzwiebeln flach wurzeln und schwachzehrend sind (REINHARD 2015). Im Normalfall werden die Pflanzen nicht höher als 1 m (CRAWFORD 2012; COLLIGNON UND BUREAU 2018). Auf Grund des aufrechten Wuchses wird die Unkrautunterdrückung als nur gering eingeschätzt. Zu den Standortansprüchen ist zu nennen, dass Etagenzwiebeln winterhart sind und Trockenheit tolerieren (COLLIGNON UND BUREAU 2018). Sie wachsen in jeder gut drainierten Erde (CRAWFORD 2012), wobei leichte bis mittelschwere, humose Böden in sonniger Lage das Wachstum fördern (REINHARD 2015). Die Etagenzwiebel kommt mit Lehm, sandigem Lehm und Tonböden gut zurecht (WEIDENWEBER 2012, SPERL 2013). Gegenüber Krankheiten und Schädlingen sind Etagenzwiebeln vergleichsweise robust (SERENA ET AL. 2021), allerdings schützt ein voll sonniger Standort vor Pilzbefall (COLLIGNON UND BUREAU 2018), welcher im Agroforstsystem zum Problem werden könnte. Theoretisch können die gleichen Krankheiten und Schädlinge wie bei der Speisewiebel auftreten, in der Regel ist die Etagenzwiebel aber robuster (SERENA ET AL. 2021).

Ökonomie

Die Dauer von der Pflanzung bis zur Ernte wird auf wenige Monate geschätzt. Die Dauer der Kulturführung beträgt 3-4 Jahre (SERENA ET AL. 2021) bzw. bis zu 6 Jahre (COLLIGNON UND BUREAU 2018), danach sollte der Anbauort gewechselt werden (SERENA ET AL. 2021). Die zeitliche Flexibilität für laufende Arbeiten konnte nicht ermittelt werden. Die zeitliche Flexibilität bei der Ernte ist hoch, da die Blätter zu jeder Zeit während der Vegetationsperiode geerntet werden können (CRAWFORD 2012). Die Luftzwiebeln können zudem von Juli bis August geerntet werden (COLLIGNON UND BUREAU 2018). Eine Vermarktung über die Gemüsebox oder die Hofladenecke des Werragutes wäre möglich. Die Lagerfähigkeit der Blätter ist nur gering (REINHARD 2015). Als Verarbeitungsmöglichkeit wäre für das Werragut der Verkauf eingelegerter Luftzwiebeln ähnlich Perlzwiebeln vorstellbar (Sprenger, K. persönliche Kommunikation am 10.10.2024). Der Etablierungsaufwand ist aufgrund einer hohen Anzahl an Pflanzen als hoch anzusehen. Zum Pflegeaufwand sind die Posten Beikrautmanagement und Düngung zu bedenken (SERENA ET AL. 2021). Es werden wenige nötige Erntedurchgänge erwartet. An Ressourcen ist mit einem Platzbedarf von 7,6 m² Beetfläche zu rechnen. Die Kosten für Jungpflanzen belaufen sich auf die angegebene Menge auf 1403 €. Maschinen werden für den Anbau in den Baumstreifen voraussichtlich nicht benötigt. Ob passender Dünger auf dem Werragut produziert werden kann, konnte nicht ermittelt werden. Eine Bewässerung der Kultur ist im Normalfall nicht nötig (REINHARD 2015). Da die Etagenzwiebel nicht im Erwerbsanbau genutzt werden (SERENA ET AL. 2021), lässt sich nur näherungsweise etwas über mögliche Einnahmen sagen. Hierfür wurden Werte für Frühlingszwiebeln zu Hilfe genommen. Damit wären 158 €/Jahr an Einnahmen möglich. Zum Deckungsbeitrag dieser Kultur existieren keine Werte. Mit einer Überlappung von Arbeitsspitzen ist nicht zu rechnen,

da die Ernte der Zwiebeln und Blätter recht flexibel ist. Die Etablierungskosten im Verhältnis zur Anzahl der Erntejahre werden auf Grund der hohen Etablierungskosten als hoch eingeschätzt. Die no-regret Charakteristiken werden als hoch eingeschätzt.

Soziales

Die Bildungsmöglichkeiten werden als hoch eingeschätzt, da die Kultur ungewöhnlich ist und wegen ihrer Wuchsform als Kuriosum unter den Kulturpflanzen gilt (REINHARD 2015). Für Partizipationsmöglichkeiten eignet sich auch hier die Selbsternte. Für Soziale Landwirtschaft wird die Etagezwiebel als gut geeignet eingeschätzt. Einen Beitrag zur regionalen Versorgung könnte die Etagezwiebel möglicherweise im Herbst als regionaler Frühlingszwiebelersatz liefern.

4.3.4.8 Grüner Spargel

Spargel (*Asparagus officinalis*) aus der Familie der Spargelgewächse (Asparagaceae) ist mit 16 % Anteil an der Gesamtgemüseproduktion die in Deutschland wirtschaftlich bedeutendste Gemüseart (SCHREINER ET AL. 2007). Grüner Spargel stößt gerade bei jüngerem Klientel auf Interesse (ZIEGLER 2020b). Hinzuzufügen ist, dass der Krankheits- und Schädlingsdruck viel geringer als bei weißem Spargel ist (EGHBAL 2017), was neben der einfacheren Kultivierungsform der Grund für die Auswahl für die Analyse war.

Ökologie

Spargel wird dem Blumentyp nach Kugler Trichterblüten kleinblütig und der Blumenklasse nach Müller Blumen mit völlig verborgenem Nektar zugeordnet. Bestäuber sind somit Bienen, Hummeln, Wespen, Wollschweber und Hautflügler. Er blüht ab März bis September (GABOT 2024). Nach dem Bewertungsschlüssel von KAESER (2009) kann nicht von einer expliziten Eignung als Lebensraum für zu fördernde Laufkäfer- und Vogelarten ausgegangen werden. Die Störungsfreiheit des Lebensraums ist während der Ernte gering, im Anschluss aber relativ hoch. Eine Vermehrung von Spargel über Stockteilung ist möglich (SOOS o.D.). eine selbstständige Ausbreitung von Spargel aus dem Baumstreifen hinaus wird von (Laub, N. persönliche Kommunikation am 29.10.2024) als möglich eingeschätzt. Zur möglichen Konkurrenzsituation ist die große Wurzeltiefe zu bedenken. Die Hauptwurzelmasse des Spargels liegt in 50-70 cm Tiefe, und erreicht normalerweise keine größeren Tiefen als 90 cm (LABER UND LATTASCHKE 2020). Spargel zählt zu den Starkzehrern (HARTMANN 1989). Die Sprosse erreichen, wenn sie nach der Ernte durchtreiben, Höhen von bis zu 2 m. Die Unkrautunterdrückung der Spargelkultur ist gering, es muss regelmäßig gejätet werden (ZIEGLER 2020b). Bei den Standortsansprüchen werden Temperaturen bis -4 °C vertragen, in Spätfrostlagen sollte eine Abdeckung erfolgen (WEBER UND QUINCKHARDT 2018a). Die Bodentemperatur sollte von April-Juni möglichst über 12 °C liegen (EGHBAL 2017). Langanhaltende Trockenheit und Hitze sorgen für eine Reaktion der Pflanzen durch eine Verringerung des Durchmessers neu angelegter Knospen, welche sich negativ auf den nächsten Ertrag auswirkt (LABER UND LATTASCHKE 2020). An Bodentypen sind tiefgründige

Sand-, Löss- oder sandige Lehmböden geeignet aber auch auf schwereren, lockeren humusreichen Böden lässt sich grüner Spargel anbauen (WIRTHGEN UND MAURER 2000). Steine, Bodenverdichtungen und Wasserstau sollten vermieden werden (BEDLAN 2008). Der Boden pH sollte bis in 90 cm Tiefe dauerhaft über 5,5 liegen. Ein passender pH-Wertebereich ist 5,8-6,5. An Krankheiten können Spargelrost, Grauschimmel und Fusarium Wurzelfäule auftreten (BEDLAN 2008), sowie Viruskrankheiten, welche vor allem durch Saatgut oder Vektoren weitergegeben werden. An bakteriellen Krankheiten können beispielsweise *Pseudomonas spec.*, *Pectobakterium spec.*, *Cryptococcus spec.*, und *Aureobasidium spec.* auftreten. Ein Befall erfolgt oft nach Frostschäden oder mechanischen Verletzungen. Auch bodenbürtige Pilze wie die Wurzel und Stängelfäule, Fusarium Wurzelfäule oder Fusarium Fußkrankheit treten vor allem durch mechanische Schäden auf. Spargellaubkrankheiten wie z.B. Spargelrost und Grauschimmel sind hingegen vor allem bei feuchter, warmer Witterung zu finden (LÓPEZ GUTIÉRREZ 2020). Als Hauptverursacher größerer Schäden die Spargelfliege, das Spargelhähnchen und der Spargelkäfer, welche durch Fraß und Eiablage die Spargelstangen schädigen, zu nennen (BEDLAN 2008; ROSEN 2024). Auch Bohnenfliege, Spargelminierfliege, Spargellaus, sowie Drahtwurm, verschiedene Wanzenarten, Thripse, Spargelwickler, Erdraupen, und andere Eulenarten können ertragsschädigend sein (LÓPEZ GUTIÉRREZ 2020). Auch mit Nacktschneckenfraß, und Verbiss durch Hasen und Rehe muss gerechnet werden (LABER UND LATTASCHKE 2020).

Ökonomie

An Zeitbedarf ist eine Dauer der Kulturführung bis zur ersten Ernte von 2-3 Jahren einzuplanen. Mit entsprechenden Pflegemaßnahmen und geeigneter Sortenwahl kann ein Spargelbestand bis zu 10 Jahre stehen (LÓPEZ GUTIÉRREZ 2020). Zur zeitlichen Flexibilität für laufende Arbeiten konnten keine Informationen gefunden werden. Die zeitliche Flexibilität bei der Ernte hingegen ist sehr gering, da die Spargelstangen sehr schnell wachsen und alle 1-2 Tage geerntet werden müssen (ZIEGLER 2020b). Eine Vermarktung über bestehende Strukturen könnte über die Gemüsebox und die Hofladenecke erfolgen. Zur Lagerfähigkeit ist zu sagen, dass Spargel etwa 2 Wochen lang im Kühllager lagerfähig ist (LABER UND LATTASCHKE 2020). Der Etablierungsaufwand wird aufgrund einer sehr hohen Anzahl benötigter Pflanzen als hoch eingeschätzt. Zum Arbeitsaufwand sind die Posten Schädlingskontrolle (WEBER UND QUINCKHARDT 2018a), Beikrautmanagement, Düngung und der Schnitt des Aufwuchses im Herbst zu nennen (ZIEGLER 2020b). Der Ernteaufwand wird aufgrund der zahlreichen benötigten Erntedurchgänge als sehr hoch eingeordnet. An Ressourcen ist ein Verbißschutz einzuplanen (EGHBAL 2017). Eine Beetfläche von 54 m² sollte eingeplant werden. Der Preis für Jungpflanzen beläuft sich für die 100 Verkaufseinheiten auf 1003 €. An weiteren Ressourcen sollten spezielle Kühlmöglichkeiten eingeplant werden. Benötigte Maschinen wurden in der Literatur nicht genannt. Zur Düngung der Bestände eignet sich Mist oder Kompost (EGHBAL 2017). Dieser kann teils auf dem Werragut selbst produziert werden. Mit welchem zusätzlichen Aufwand die im Agroforstsystem vorhandene Bewässerung für den Anbau von Spargel genutzt werden kann, konnte nicht ermittelt werden. Als mögliche Einnahmen bei Direktvermarktung wurden 625 €/Jahr errechnet. Ein Deckungsbeitrag in

Reinkultur für ökologischen Spargelanbau konnte nicht ermittelt werden. Eine Überlappung von Arbeitsspitzen ist bei passendem Management verhinderbar. Die Etablierungskosten im Verhältnis zur Anzahl der Erntejahre werden als moderat eingeschätzt. Die no-regret Charakteristiken von Spargel wurden als moderat eingeschätzt.

Soziales

Die Bildungsmöglichkeiten werden als hoch eingeschätzt, da über den Anbau von Spargel und die damit einhergehenden Herausforderungen generell gesprochen werden könnte und die Wuchseigenschaften von Spargel vorgestellt werden können. An Partizipationsmöglichkeiten ist auch hier die Spargelernte zu nennen. Für Soziale Landwirtschaft eignet sich Spargelanbau vermutlich sehr gut. Zur Verfügbarkeit von regionalem Spargel aus ökologischer Erzeugung konnte keine Datenerfassung gefunden werden.

4.3.4.9 Pfefferminze

Die Pfefferminze *Mentha x piperita* L. gehört zur Familie der Lippenblütler (Lamiaceae). Im Vergleich zu anderen Minzsorten hat sie die höchste wirtschaftliche Bedeutung. Sie ist eine Kreuzung aus Wasserminze und Grüner Minze (LABER UND LATTASCHKE 2020). Pfefferminze gehört neben der Kamille zu den umsatzstärksten Arzneidrogen in Deutschland (BUNDESSORTENAMT 2002a).

Ökologie

Pfefferminzen werden dem Blumentyp nach Kugler Trichterblumen kleinblütig und der Blumenklasse nach Müller Übergangstyp Blüten mit völlig verborgenem Honig – Fliegenblüten zugeordnet. Daraus ergeben sich Fliegen als Bestäuber (BFN 2023). Die Blütezeit der Pfefferminze ist von Juli bis September (PANK ET AL. 2013; LABER UND LATTASCHKE 2020). Zur Eignung der Pfefferminzpflanzen als Lebensraum für Nützlinge und weitere schützenswerte Insektenarten lässt sich recht wenig sagen. Nach dem Bewertungsschlüssel von KAESER (2009) kann nicht explizit von einer Eignung als Lebensraum für Vogel- oder Laufkäferarten ausgegangen werden. Im Verlauf der Vegetationsperiode muss durch die Aberntung von Teilen der Pflanze mit mehrmaligen moderaten Störungen des Lebensraumes gerechnet werden. Eine Vermehrung von Pfefferminze ist zwecks des Erhalts gewünschter Eigenschaften (BOMME 2001) nur durch Stecklinge oder Teilung möglich. Eine hohe Anzahl von 10-20 Stecklingen, welche pro Pflanze erzeugt werden kann (LABER UND LATTASCHKE 2020) weist auf die hohe selbstständige Ausbreitung von Minzen hin (HEISTINGER 2016). Pfefferminzen sind Flachwurzler (LABER UND LATTASCHKE 2020), wodurch sie nur über ein geringes Wasseraufnahmevermögen verfügen. Vom Nährstoffbedarf zählen sie zu den Mittelzehrern (HEISTINGER 2016). Die Wuchshöhe liegt bei 30-60 cm (MCVICAR 2019) bzw. maximal 1 m (FARRELL 2019). Die Unkrautunterdrückung ist, wenn der Bestand geschlossen hat, gut. Hier leistet die Kultur selbst den höchsten Beitrag zur Unkrautbekämpfung. Zu Beginn der Vegetationsperiode und nach dem Schnitt hingegen besteht die Gefahr der Verunkrautung. Zu den Standortbedürfnissen ist zu sagen, dass die Pfefferminze weitgehend

frostunempfindlich ist, nur in extrem kalten Wintern können Frostschäden auftreten (PANK ET AL. 2013). Wärmere Lagen haben höhere Ölgehalte der Pflanzen zur Folge (LABER UND LATTASCHKE 2020). Standorte mit Niederschlägen von 700-800 mm sind gut geeignet (PANK ET AL. 2013). Längere Trockenheit wird von Pfefferminzen nicht vertragen (BOMME 2001). Pfefferminze gedeiht auf nährstoffreichen Böden (HEISTINGER 2016). Es kommen alle mittleren Böden für die Kultivierung in Frage, auch lehmige Sandböden. Der Boden pH sollte zwischen 6-7,4 liegen (HEISTINGER 2016), staunasse Böden sollten ausgeschlossen werden. An möglichen, ertragsmindernden Krankheiten sind Pfefferminzrost, Echter Mehltau, Fusariumwelke und Verticillium Welke zu nennen. (LABER UND LATTASCHKE 2020). Pfefferminzrost ist die häufigste Krankheit (HEISTINGER 2016). Auch Grauschimmel kann gelegentlich auftreten, sowie Blattbrandt, Blattwicke, und Wurzelbefall durch Rhizoctonia Arten. Virusinfektionen zeigen oftmals erst bei einer Kombination aus mehreren Viren Auswirkungen, sie führen zu Adernfärbungen, Blattdeformation, Kräuselungen und Wachstumsstauchungen. Bakterielle Infektionen hingegen haben keine wirtschaftliche Bedeutung (PANK ET AL. 2013). Auch Insekten können beträchtliche Schäden anrichten. Zu nennen sind hier der violette Minzblattkäfer, weitere Blattkäfer, der grüne Schildkäfer, Erdflöhe, Rüsselkäfer, sowie Wicklerlarven, Eulenraupen verschiedene Schmetterlingsraupen Blattläuse, und Zikaden, Wanzen, Thripse, sowie im mehrjährigen Anbau Nematoden (PANK ET AL. 2013).

Ökonomie

Die erste Ernte kann bereits im Pflanzjahr bzw. bei Herbstpflanzung im Folgejahr stattfinden. Die Pfefferminze kann 2-3 Jahre am selben Ort kultiviert werden, bevor sie an einen neuen Standort versetzt werden sollte (HEISTINGER 2016). Zur Flexibilität für laufende Arbeiten konnten keine genauen Daten gefunden werden. Die zeitliche Flexibilität für die Ernte wird als hoch eingeschätzt, da Triebspitzen eigentlich immer geerntet werden können (HEISTINGER 2016). Die Vermarktung könnte sowohl über die Hofladenecke des Werragutes als auch über die Gemüsebox erfolgen. Die Lagerfähigkeit von frischer Bundware beträgt wenige Tage (WILSON ET AL. 2019). Eine geeignete Verarbeitungsoption für das Werragut ist die Trocknung und Vermarktung als Tee (Sprenger, K. persönliche Kommunikation am 10.10.2024). Der Etablierungsaufwand wird aufgrund einer mittleren Anzahl an Pflanzen und vergleichsweise kleinen Pflanzlöchern als moderat eingeschätzt. Beim Pflegeaufwand sind die Arbeitsposten Beikrautmanagement, Düngung und der Schnitt des Aufwuchses im Herbst zu bedenken (LABER UND LATTASCHKE 2020). Der Ernteaufwand wird aufgrund weniger benötigter Durchgänge als moderat eingeschätzt (Laub, N. persönliche Kommunikation am 29.10.2024). Für den Anbau auf dem Werragut wird ein Verbissschutz benötigt. An Platz ist mit 6,7 m² Beetfläche zu rechnen. An Kosten für Jungpflanzen wurden für die 100 Verkaufseinheiten 266 € errechnet. An weiteren Ressourcen könnten ein Kälteschutzvlies und ggf. ein Trocknungsapparat für die Weiterverarbeitung zu bedenken sein. Maschinen werden für den Anbau auf dem Werragut nicht als nötig eingeschätzt. Ob Düngemittel, welche auf dem Werragut produziert werden für die Pfefferminze genutzt werden könnten, konnte nicht ermittelt werden. Inwiefern eine Anpassung des Bewässerungssystems auf dem Werragut zur

Bewässerung der Pfefferminze nötig wäre, konnte ebenfalls nicht herausgefunden werden. An möglichen Einnahmen wurden 496 €/Jahr für die angegebene Erntemenge errechnet. Der Deckungsbeitrag in Reinkultur für ökologisch angebaute Pfefferminze konnte nicht ermittelt werden. Mit einer Überlappung von Arbeitsspitzen ist nicht zu rechnen. Die Etablierungskosten im Verhältnis zur Anzahl der Erntejahre werden als sehr hoch eingeschätzt. Die no-regret Charakteristiken werden als moderat eingeschätzt.

Soziales

Bildungsmöglichkeiten werden auf Grund des hohen Bekanntheitsgrades von Pfefferminzen und des häufigen Anbaus in Hausgärten als moderat eingeschätzt. An Partizipationsmöglichkeiten ist auch hier eine Selbsternte denkbar. Für Soziale Landwirtschaft ist der Anbau der Pfefferminze wohl moderat geeignet. Die Verfügbarkeit regionaler Pfefferminze aus ökologischem Anbau konnte nicht ermittelt werden.

4.3.4.10 Oregano

Origanum vulgare gehört zur Familie der Lippenblütler (Lamiaceae). Die Art umfasst mehrere Subspezies. Im Folgenden wird *Oregano vulgare spec. vulgare* beschrieben. Er ist auch unter dem Namen Gemeiner Dost oder wilder Majoran bekannt (HAMMER ET AL. 2013) und wird als heimische Wildform des Oregano bezeichnet (HEISTINGER 2016).

Ökologie

Oregano wird dem Blumentyp nach Kugler Eigentliche Lippenblumen und der Blumenklasse nach Müller Blumen mit völlig verborgenem Nektar zugeordnet. Bestäuber sind Bienen, Faltenwespen, Wollschweber und Schwebfliegen (BFN 2023). Oregano blüht von Juli bis September (BRAUN-BERNHART 2011; HEISTINGER 2016) bzw. bis November (HAMMER ET AL. 2013). Zur Eignung als Lebensraum für Nützlinge und weitere schützenswerte Tierarten ließen sich kaum Informationen finden. Nach dem Bewertungsschlüssel von KAESER (2009) ist davon auszugehen, dass Oregano keine potenziell guten Bedingungen für zur fördernde Vogelarten darstellt. Die Störungsfreiheit des Lebensraums wird als moderat eingeschätzt, da sich die Pflanze durch die Ernte regelmäßig in Teilen verändert, die Grundstruktur der Pflanze aber bestehen bleibt. Oregano breitet sich über Wurzelausläufer sehr schnell aus (HAMMER ET AL. 2013; HEISTINGER 2016), wodurch die Selbstvermehrbarkeit als hoch eingeschätzt wird und eine Ausbreitung aus dem Baumstreifen heraus sehr gut möglich ist. Oregano wurzelt in ca. 30-40 cm Tiefe (MURILLO-AMADOR ET AL. 2015) und gehört zu den Schwachzehrern (HEISTINGER 2016). Die Wuchshöhe des Oregano liegt bei *Oregano vulgaris spec. vulgare* bei 20-60 cm (HAMMER ET AL. 2013). Auf Grund der langsamen Jungendentwicklung (HAMMER ET AL. 2013) ist die Beikrautunterdrückung zumindest zu Beginn der Vegetationszeit als gering

anzusehen. Oregano gilt als winterhart (MCVICAR 2019), einige Autoren empfehlen in rauen Lagen allerdings einen Winterschutz (GREINER UND WEBER 2012). Zudem ist Oregano extrem trockenheitsverträglich (HEISTINGER 2016). Er gilt als äußerst genügsam (HEISTINGER 2016) und gedeiht auf den meisten Böden, solange er im Winter nicht nass steht (MCVICAR 2019). Der Boden pH-Wert sollte zwischen 6-7 liegen (HAMMER ET AL. 2013). Oregano bevorzugt warme, sonnige Lagen, und durchlässige bis trockene Böden (FARRELL 2019). Auch sollte eine ausreichende Versorgung mit organischer Substanz gewährleistet sein. Krankheiten treten bei Oregano selten auf (BRAUN-BERNHART 2011; HAMMER ET AL. 2013). Rost und falscher Mehltau sind laut VOGEL (1999) ZIT. NACH HAMMER ET AL. (2013) die am häufigsten auftretenden Krankheiten. Auch Stängelgrundfäule, Wurzelfäule und Schwarzbeinigkeit können auftreten. Durch Alternariapilze ist im Frühjahr und Herbst ein relevanter Schaden möglich (HAMMER ET AL. 2013). Mit Schädlingen gibt es nur wenige Probleme (MCVICAR 2019). Diverse Raupen und Schmetterlinge können Blattkräuseln und Blattrollen verursachen (BUNDESSORTENAMT 2002a). Auch verschiedene gallenbildende Insekten, Kleinschmetterlinge, Zünsler, Wickler und Motten können Schäden hervorrufen. Als Blattschädlinge sind zudem die Raupen der Majoranmotte, der Minzblattkäfer und die Springwanze zu nennen (HAMMER ET AL. 2013).

Ökonomie

Die erste Ernte kann bereits im Jahr der Pflanzung, bzw. im Falle einer Herbstpflanzung im Jahr nach der Pflanzung erfolgen. Die Kultur kann 6-7 Jahre genutzt werden, wobei mit 4-5 Jahren optimaler Erträge zu rechnen ist (HAMMER ET AL. 2013).

Die Flexibilität der laufenden Arbeiten konnte nicht ermittelt werden. Die Flexibilität bei der Ernte wird hoch eingeschätzt, da Blätter laufend geerntet werden können. Die Vermarktung könnte sowohl über den Hofladen als auch die Gemüsebox erfolgen. Die Lagerfähigkeit von frischen Kräutern beträgt nur wenige Tage (WILSON ET AL. 2019). Eine geeignete Weiterverarbeitungsoption für das Werragut ist die Trocknung und Vermarktung als Gewürz (Sprenger, K. persönliche Kommunikation am 10.10.2024). Der Etablierungsaufwand wird aufgrund einer mittleren Pflanzendichte und einer eher kleinen Pflanzlochgröße als moderat eingeschätzt. Beim Pflegeaufwand sind die Arbeitsposten Schädlingskontrolle, Düngung (HAMMER ET AL. 2013), der Schnitt des Aufwuchses im Herbst (MCVICAR 2019), Beikrautmanagement und die regelmäßige Lockerung des Bodens (HAMMER ET AL. 2013) zu bedenken. Der Ernteaufwand wird aufgrund von wenigen benötigten Erntegängen (Laub, N. persönliche Kommunikation am 29.10.2024) als moderat eingeschätzt. Ein Verbißschutz wird auf dem Werragut benötigt. An Platz ist mit 8,3 m² Beetfläche zu rechnen. Die Kosten für Jungpflanzen belaufen sich für die angegebene Anbaumenge auf 233 €. An weiteren Ressourcen sollte ein Winterschutz bedacht werden (HAMMER ET AL. 2013). Maschinen werden für den Anbau auf dem Werragut vermutlich nicht benötigt. Ob auf dem Werragut produzierter Dünger für die Kultivierung des Oregano genutzt werden kann, konnte nicht ermittelt werden. Wassermangel nach Beginn der Blühphase führt zu einer Erhöhung des Anteils ätherischer Öle in der Pflanze, und damit zu höheren Qualitäten des Endproduktes

(AZIZI 2010 ZIT. NACH HAMMER ET AL 2013), weshalb eine Bewässerung im Sommer wohl nicht berücksichtigt werden muss. Als erwartete Einnahmen bei Direktvermarktung wurden 548 €/Jahr errechnet. Ein Deckungsbeitrag für den Anbau von ökologisch erzeugtem Oregano in Reinkultur konnte nicht ermittelt werden. Mit einer Überlappung von Arbeitsspitzen ist für den ReSoLa e.V. nicht zu rechnen. Die Etablierungskosten im Verhältnis zur Anzahl der Erntejahre werden als eher hoch eingeschätzt. Die no-regret Charakteristiken wurden ebenfalls als hoch eingeschätzt.

Soziales

Bildungsmöglichkeiten sind eventuell über den Themenbereich Insektenfutterpflanze vorstellbar, zudem könnten auch die Gründe für den geringen Kräuteraanbau in Deutschland thematisiert werden. Aufgrund des hohen Bekanntheitsgrades von Oregano wird der Interessantheitsgrad von Oregano für Bildungsarbeit trotzdem nur als moderat eingeschätzt. Partizipationsmöglichkeiten bietet die Selbsternte. Für Soziale Landwirtschaft wird der Anbau von Oregano als sehr geeignet eingeschätzt. Zur Verfügbarkeit von regionalem Oregano in ökologischer Qualität konnten keine Daten gefunden werden.

4.3.4.11 Austernseitling auf Holz

Der Austernseitling *Pleurotus ostreatus* ist ein saprophytisch lebender Weißfäulepilz (LELLEY 2018). Er gilt als robuster und einfach zu kultivierender Speisepilz (KÖB UND KÖB 2024). Austernseitlinge können auf vielen Substraten, u.a. Stroh und Laubholzpellets angebaut werden (KÖB UND KÖB 2024). Für diese Arbeit wird der Anbau auf Holz beschrieben, welcher sich durch einen vergleichsweise geringen Arbeitsaufwand, lange Lebenszyklen der Pilze und sichere und hohe Ernten auszeichnet. Als Substrat eignen sich beim Anbau auf Holz vor allem Buchenstämme, aber auch die Nutzung von Ahorn oder Pappeln ist möglich (PLAGE 2017).

Ökologie

Als Nahrungsquelle für bestäubende Insekten ist die Pilzkultur uninteressant. Über die Eignung als Lebensraum für Nützlinge und weitere schützenswerte Arten konnten keine Angaben gefunden werden. Der Lebensraum Buchenstamm ist während der Kultivierung der Pilze als relativ störungsfrei anzusehen, da lediglich die Fruchtkörper geerntet werden, die Pilzstämme ihre Struktur aber an sich nicht verändern. Eine Vermehrung der Pilze ist über das Pilzmycel möglich. Mit einer selbstständigen Verbreitung der Kultur im Agroforstsystem ist aufgrund der spezifischen Bedürfnisse des Pilzes nicht zu rechnen. Eine Besiedelung gesunder Bäume durch Austernpilze findet normalerweise ebenfalls nicht statt (PLAGE 2017). Von Konkurrenz um Wasser- und Nährstoffe zwischen Pilzkultur und den weiteren Komponenten des Agroforstsystems ist auf Grund der unterschiedlichen Lebensweisen nicht auszugehen. Von einer Beeinflussung der Baumkultur durch die Pilzkultur durch Lichtkonkurrenz ist nicht auszugehen, da die Pilzstämme lediglich eine Höhe von 35-85 cm

aufweisen. Ein Beikrautmanagement zwischen den Stämmen muss erfolgen, obgleich ein maßvoller Unterwuchs zwischen den Stämmen sich positiv auf das Mikroklima auswirkt. Das Wachstum der Pilze beginnt bei 12-18 °C (HAWLIK 2021). Bei höheren Temperaturen ist laut (HAWLIK 2021) keine Fruchtbildung möglich. (KÖB UND KÖB 2024) sprechen von optimalen 17-24 °C mit einer Luftfeuchte größer 80%. Zugluft und extreme Hitze werden nicht vertragen (KÖB UND KÖB 2024). Die Kultur sollte feucht gehalten werden. Da nur eine geringe Toleranz gegen Trockenheit besteht, muss die Kultur regelmäßig auf einen ausreichenden Feuchtegehalt geprüft und ggf. bewässert werden (HAWLIK 2021). Böden, in welche die Pilzstämmen eingesetzt werden, sollten neutral bis leicht sauer sein, eine normale Krümelstruktur und einen guten Humusgehalt besitzen, welcher zum Feuchthalten der Stämme beiträgt (PLAGE 2017). Zum Thema Krankheiten ist am ehesten die Gefahr der Verunreinigungen durch Schimmelpilze bei der Vorbereitung der Stämme zu nennen. Beim Anbau im Freien ist zudem ein Schutz vor Schnecken wichtig (HAWLIK 2021). Auch Fliegenbefall ist bei überreifen Pilzen möglich (HAWLIK 2021). KAULITZ (2018) nennt zudem Schnegel, Trauermückenlarven, und einige Käferarten als Schädlinge.

Ökonomie

Bei 50 cm langen Hartholzstämmen ist 3-4 Monate nach Beimpfung, also noch im ersten Jahr mit der ersten Ernte zu rechnen. Als Nutzungsdauer sind bei 50 cm langen Stämmen 5-6 Jahre anzusetzen (PLAGE 2017). Die zeitliche Flexibilität für laufende Arbeiten konnte nicht ermittelt werden. Die zeitliche Flexibilität bei der Ernte ist gering, da von der Bildung der Fruchtkörperanlagen bis zur Ernte nur mit maximal einer Woche zu rechnen ist (PLAGE 2017). Eine Vermarktung ist über die Gemüsebox und die Hofladenecke möglich. Die Haltbarkeit des Pilzes beträgt 5-7 Tage in Kühlung (KÖB UND KÖB 2024). Eine Weiterverarbeitung der Pilze ist auf dem Werragut nicht geplant. Bevor die Pilzkultur im Agroforstsystem etabliert werden kann, sind einige vorbereitende Arbeitsschritte zu leisten, wenn die Impfung der Stämme selbst durchgeführt werden soll. Es werden 300-400 cm³ Pilzbrut pro Stamm benötigt. An Arbeitsposten sind die Schädlingskontrolle und das Beikrautmanagement zu beachten. Aufgrund des sehr kurzen Zeitraumes zwischen Fruchtkörperanlage und Erntereife der Austernpilze (PLAGE 2017) wird mit vielen nötigen Erntedurchgängen gerechnet. An Ressourcen ist mit einem Schneckenzaun zu rechnen. An Platz sollten 8,5 m Beetfläche eingeplant werden. Die Kosten für Stamm und Mycel liegen für die 100 Vermarktungseinheiten bei 458 €. Als weitere Ressourcen sollten Holzhackschnitz oder Rindenmulch (HUTTER 2021) und Thermometer, Holzzangen für den Transport, und ggf. ein Gewächshaus eingeplant werden. An Maschinen sollte ein Freischneider, eine Kettensäge (PLAGE 2017) ggf. ein Erdbohrer und eine Transportmöglichkeit für die Stämme bedacht werden. Diese sind auf dem Werragut bereits vorhanden. Dünger wird nicht benötigt (PLAGE 2017). Inwiefern das Bewässerungssystem im Agroforstsystem für die Bewässerung der Pilze genutzt werden könnte, konnte nicht ermittelt werden. An Einnahmen wurden für die genannten Mengen wurden 480 €/Jahr errechnet. Ein Deckungsbeitrag in Reinkultur konnte nicht ermittelt werden. Mit einer Überlappung von Arbeitsspitzen ist in Teilen einzurechnen. Die Etablierungskosten

im Verhältnis zur Anzahl der Erntejahre werden als hoch eingeschätzt. Die no-regret Charakteristiken wurden als sehr gering eingeordnet.

Soziales

Für Lernmöglichkeiten eignet sich die Kultur zu Zeiten der Fruchtbildung aufgrund von geringem allgemeinem Wissen zum Pilzanbau vermutlich gut. An Partizipationsmöglichkeiten könnte eine angeleitete Selbsternte möglich sein. Für Soziale Landwirtschaft wurde der Anbau der Edelpilze als gut geeignet eingeordnet. Die Verfügbarkeit regionaler Austernseitlinge in ökologischer Qualität konnte nicht ermittelt werden.

4.3.4.12 Mehrjähriger Blühstreifen

Als weitere Alternative wurden mehrjährige Blühstreifen in die Multikriterienanalyse aufgenommen. Auf mehrjährige Blühstreifen ist nur ein Teil der Kriterien anwendbar.

Ökologie

Als Nahrungsquelle für Insekten generell und ebenso in Monaten mit wenig Nahrungsangebot schneiden mehrjährige Blühstreifen sehr gut ab, sofern bei der Auswahl des Saatgutes darauf geachtet wird, dass ein durchgehendes Blühangebot von Juni bis Oktober gewährleistet ist. Die Blühstreifen können Bienen und Hummeln, Wespen, Wollschweben, Schwebfliegen, sowie Käfern, Fliegen, Schwebefliegen, Wespen und mittelrüsseligen Bienen eine Nahrungsquelle bieten. Je vielfältiger das Pflanzenangebot ist, desto vielfältiger ist die Fauna. Auch als Habitat eignen sich die Blühstreifen für Insekten. Als seminatürliche Elemente in der Agrarlandschaft dienen sie als Rückzugsorte, Wanderkorridore, Nistplätze und Winterhabitate für Tiere (MARSHALL 2002; SCHMITZ ET AL. 2014; SHARAF 2018), beispielsweise für samenfressende Vögel, Niederwild und andere Arten der Säume und Feldraine (PETERSEN 2020), allerdings auch für Mäusen und Wildschweine. Große Veränderungen in der Struktur des Blühstreifens erfolgen dennoch durch die Mahd. Eine Selbstvermehrbarkeit von Blühstreifen ist ggf. über Schnittgutübertragung möglich (AMT FÜR LANDSCHAFT UND NATUR 2002). Eine potenzielle Ausbreitung von Blühstreifenpflanzen in angrenzende Äcker ist möglich und konnte von SHARAF (2018) beobachtet werden, allerdings ist diese eng mit Standorteigenschaften, Artenzusammensetzung und der Managementpraxis verknüpft. Zur Konkurrenz um Wasser und Nährstoffe konnte aufgrund der Vielzahl an Arten, welche in Blühstreifen vorhanden sind, keine pauschale Aussage getroffen werden. Mehrjährige Blühstreifen erreichten bei den von SHARAF (2018) untersuchten Arten Wuchshöhen von hauptsächlich 30-100 cm. Diese enthielten Halblichtpflanzen und eignen sich damit zur Verwendung in einem eher jüngeren Agroforstsystem. Mit zunehmender Beschattung wird empfohlen, auf Grasmischungen umzustellen (SHARAF 2018). Auch können die

Blühmischungen zur Beikrautunterdrückung genutzt werden. Es können passende Saatgutmischungen für die entsprechenden Temperatur- und Bodenverhältnisse gewählt werden (SHARAF 2018). Im Praxisversuch von SHARAF (2018) wurde ein Absterben der Pflanzen in besonders, heißen, trockenen Sommern beobachtet. Hier könnte eine Bewässerung sinnvoll sein. Die Kriterien zu Krankheiten und Schädlingen können auf den mehrjährigen Blühstreifen nicht angewendet werden.

Ökonomie

Zum Zeitbedarf kann nur das Kriterium *Nutzungsdauer* näherungsweise auf den Blühstreifen angewendet werden. Diese beträgt 5 Jahre, nach denen der Streifen erneuert werden sollte, um die positive Wirkung aufrecht zu erhalten (SHARAF 2018). Die Flexibilität für laufende Arbeiten ist als hoch anzusehen, da nur die Mahd ansteht. Die Kriterien zur Vermarktung können nicht angewendet werden. Der Etablierungsaufwand ist als gering einzuschätzen, da die Etablierung über eine Aussaat erfolgt. Der Pflegeaufwand beläuft sich eine Staffelmahd mit Abtransport des Schnittguts, welche 1-3 mal im Jahr erfolgen sollte (SHARAF 2018). An Ressourcen ist ein Kostenaufwand von 0,1 €/m² einzuplanen. Weitere Ressourcen müssen abgesehen von Maschinen, welche für die Etablierung und Mahd benötigt werden und auf dem Werragut bereits vorhanden sind, und der Möglichkeit einer Bewässerung in sehr trockenen Sommern nicht eingeplant werden. Einnahmen sind mit den mehrjährigen Blühstreifen nicht zu erreichen. Eine Überlappung der Mahdzeiten mit Arbeitsspitzen des ReSoLa e.V. ist zu beachten.

Soziales

Für Bildungsarbeit könnte der mehrjährige Blühstreifen genutzt werden, um über Maßnahmen zum Erhalt der Biodiversität in der Agrarlandschaft zu sprechen. Für Partizipation oder soziale Landwirtschaft eignet sich der mehrjährige Blühstreifen allerdings nicht. Auch kann er keinen Beitrag zur regionalen Versorgung liefern.

4.3.4.13 Gemanagter Grasstreifen

Der gemanagte Grasstreifen ist die aktuelle Nutzungsform der Baumstreifen auf dem Werragut. Auch auf diese Alternative konnten nur Teile der Kriterien angewendet werden.

Ökologie

Zur Eignung des Grasstreifens als Nahrungsquelle für Insektenarten konnte keine Aussage getroffen werden, da keine Vegetationserhebungen vorhanden waren oder durchgeführt wurden. Zum Lebensraum für Nützlinge und weitere schützenswerte Tierarten werden nach dem Bewertungsschlüssel von KAESER (2009) gute Bedingungen für zu fördernde Vogelarten angenommen. Die Störungsfreiheit des Lebensraums wird auf Grund der zweimal jährlich

vorgenommenen Mahd und die dadurch entstehenden wiederkehrenden großen Veränderungen des Lebensraums als gering angesehen. Zu den Themen Vermehrbarkeit und Konkurrenz um Wasser und Nährstoffe ließ sich auf Grund des fehlenden Wissens zu den vorkommenden Arten ebenfalls keine Aussage treffen. Die Wuchshöhe konnte nicht ermittelt werden. Das Kriterium *Beikrautunterdrückung* kann nicht auf den Gemanagten Grasstreifen angewandt werden. An den Standort sollte der Grasstreifen aufgrund der natürlichen Etablierung bzw. entsprechend gewähltem Saatgut gut angepasst sein. Das Thema Krankheiten und Schädlinge lässt sich ebenfalls nicht zielführend auf den Grasstreifen anwenden.

Ökonomie

Die Themen Zeitbedarf und Vermarktung sind auf den Gemanagten Grasstreifen nicht anwendbar. Die Flexibilität für die Mahd ist als hoch anzusehen. Die Arbeitszeit ist gering, da sich der Pflegeaufwand lediglich auf die Mahd beläuft. Ressourcen werden, abgesehen von Maschinen, welche für die Mahd benötigt werden und auf dem Werragut vorhanden sind, nicht benötigt. Einnahmen lassen sich mit dem gemanagten Grasstreifen nicht erzielen. Für die Einschätzung zur Überlappung von Arbeitsspitzen fehlten Daten zu den Zeitpunkten der Mahd.

Soziales

Weder für Bildungsarbeit noch für Partizipation ist der Grasstreifen geeignet. Auch Arbeiten, welche sich für soziale Landwirtschaft eignen sind nicht vorhanden. Ein Beitrag zur regionalen Versorgung kann durch den Grasstreifen ebenfalls nicht geleistet werden.

4.3.5 Heatmap

Tabelle 8 zeigt die Heatmap, anhand derer die Kulturen auf Ebene der Kriterien verglichen werden können. Die Heatmap wurde so sortiert, dass Kulturen mit ähnlichem Abschneiden in den Kriterien soweit dies möglich war, nebeneinander positioniert wurden. Auch die Kategorien, in denen die Kulturen ähnlich abschnitten, wurden soweit wie möglich nebeneinander angeordnet. Den Informationen zu den Charakteristiken der Sonderkulturen wurde ein Confidence level zugeordnet (orientiert an IPCC (2022)). Ein hohes Vertrauen wurde wissenschaftlichen Artikeln und Fachliteratur sowie wissenschaftlichen Datenbanken zugeordnet. Ein mittleres Vertrauen Merkblättern und Berichten namenhafter Institutionen und publizierter Gartenbauliteratur. Ein geringes Vertrauen wurde Schätzwerten, Zeitungsartikeln und Merkblättern ohne bekannten Hintergrund sowie Internetseiten zugeordnet. Den Ergebnissen der Kriterien *No-regret Charakteristiken*, *Etablierungskostenim Verhältnis zu den Erntejahren* und *Eignung für Soziale Landwirtschaft* wurde, da Teile der Rechnungen auf Annahmen basieren, ein niedriges Vertrauen zugeordnet.

Tabelle 8 Heatmap

		Kategorien	Kriterien	Blühstreifen	gemanagter Grasstreifen	Oregano	Etagen- zwiebel	Rhabarber	Pfeffer- minze	Artischocke	Spargel	Himbeere	Austern- seitling	Kürbis	Rote Johannis- beere
Ökologie	Nahrungsquelle für Insekten	Nahrungsquelle für verschiedene Insektenfamilien	H	n.a.	H	M	H	H	H	L	H	L	H	H	H
		Nahrungsquelle in Monaten mit wenig Nahrung	H	n.a.	M/H	M	M	H	H	L	H	L	H	H	H
	Lebensraum für Nützlinge und weitere schützenswerte Tierarten	Pot. Lebensraum für Nützlinge oder bedrohte Arten	H	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
		Pot. gute Bedingungen für zu fördernde Vogelarten	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
		Störungsfreiheit des Lebensraums	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L
	Vermehrung	Selbstvermehrbarkeit	M		M	M	M	M/H	H	M	L	M	L	L	L
		Invsivität	H	n.a.	M/H	M	L	M	L	L	L	L	M	L	H
	Konkurrenz	Konkurrenz um Wasser und Nährstoffe	n.a.	n.a.	H	M	M	H	H	H	H	H	L	H	H
			n.a.	n.a.	M	M	M	H	H	H	H	L	L	H	L
		Konkurrenz um Licht	H		H	M	H	M	M	H	H	M	M	H	M
		Beikrautunterdrückung	H		L	L	M	H	H	H	H	L	L	M	M
	Standort	Temperatur	H	L	M	M	M	H	H	M/H	H	H	L	H	M
		Niederschlagsmenge	L	L	M	M	M	M/H	M	M	H	H	L	H	H
		Boden	H	L	M	M	M	M	M/H	M/H	M/H	H	M	M	M/H
	Krankheiten & Schädlinge	Gegenüber Krankheiten			M/H	M	H	n.a.	H	M	n.a.	L	M	n.a.	n.a.
		Gegenüber Schädlingen			M/H	M	M/H	H	M/H	L/M/H	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	M/H
Ökonomie	Zeitbedarf	Dauer der Kulturführung bis return			H	M	M	M	M	M	M	M	M	H	M
		Nutzungsdauer	H		H	M	M	M	M	H	M	H	M	M	L/M
	Flexibilität	Zeitliche Flexibilität für laufende Arbeiten	L	L	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
		Zeitliche Flexibilität für Ernte			L	M	H	M	L	H	H	M	L	L	L
	Vermarktung	Vermarktung über bestehende Strukturen			L	L	M	L	L	L	L	L	L	L	L
		Lagerfähigkeit			H	M	M	H	H	H	H	H	L	L	M
		Verarbeitungswürdigkeit			L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L
	Arbeitszeit	Etablierungsaufwand	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L
		Geschätzter Pflegeaufwand	H	L	H/M	M	M/H	H	M/H	M/H	M/H	M	M	H	M
		Geschätzter Ernteaufwand			L	L	H	L	L	L	L	H	L	L	L
	Ressourcen	Verbissschutz	L	L	M	L	M	H	H	L	M	M	M	M	M
		Platz			M	L	M	H	H	L	M	M	M	M	M
		Saatgut/Jungpflanzen/Mycel	H	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L
		Sonstiges	L	L	H	L	L	L	L	M	H	M	M	L	M
		Maschinen	L	L	L	L	n.a.	L	H	n.a.	H	M	n.a.	M	M
		Dünger	L	L	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	M	H	H	L	L	H	M
		Bewässerung	L	L	L	M	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	L	n.a.	n.a.
	Einnahmen	Deckungsbeitrag in Reinkultur (Ökolandbau)	L	L	n.a.		n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
		Erwartete Einnahmen bei Direktvermarktung	L	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
	Risiko	Überlappung von Arbeitsspitzen	H	n.a.	H	M	M	H	H	M	M	M	M	M	M
		No-regret Charakteristiken	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L
		Etablierungskosten im Verhältnis zu Erntejahren	L		L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L
Soziales	Bildungsarbeit & Partizipation	Eignung für Bildungszwecke	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L
		Eignung für Partizipation	L	L	L	L	L	L	L	L	L	H	L	L	L
	soziale Landwirtschaft	Eignung von Arbeiten für Soziale Landwirtschaft	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L
	Regionalität	Verfügbarkeit regionaler Produkte	L	L	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.

Eignung im Vergleich zu den anderen Kulturen

Sehr gering

Level of confidence: L= gering M= mittel H=hoch

Sehr hoch

n.a. = keine Angabe gefunden

Kriterium nicht anwendbar

4.3.6 Ergebnisse der Nutzwertanalyse

Durch die Gleichgewichtung der Kategorien ergab sich für jede Kategorie ein Gewicht von 7,1 %. So ergaben sich für den Themenbereich Ökologie 36 %, für den Themenbereich Ökonomie 50 % und für den Themenbereich Soziales 14 % Anteil am Gesamtgewicht. Da auf Grund unvollständiger Daten die Kriterien *potenzieller Lebensraum für Nützlinge, Schädlinge und Krankheiten, zeitliche Flexibilität für laufende Arbeiten, Deckungsbeitrag in Reinkultur, Verfügbarkeit regionaler Produkte* und die Kriterien *Dünger, Bewässerung und Maschinen* aus dem Oberthema Ressourcen nicht in die Errechnung der Nutzwerte einfließen konnten, wurden pro Kategorie 1 – 4 Kriterien einbezogen. Bei nur einem Kriterium pro Kategorie ergab sich ein Einfluss von 7,1 % des Kriteriums auf das Ergebnis der Analyse, bei zwei Kriterien pro Kategorie von 3,6 %. Bei drei Kriterien pro Kategorie waren es noch 2,4 % und bei vier Kriterien 1,8 %.

Eine kurze Zusammenfassung der Ergebnisse der Nutzwertanalyse auf Kategorienebene ist im Folgenden aufgeführt. Unter den Ökologischen Aspekten hat in der Kategorie **Nahrungsquelle für Insekten** der Blühstreifen am besten abgeschnitten. Von den Sonderkulturen erreichten Oregano und Spargel die höchsten Wertungen. Ebenfalls gute Werte erreichten der Kürbis und die Himbeere. Etagenzwiebel, Austernseitling und Artischocke eignen sich nach dieser Bewertungsmethode nicht als Nahrungsquelle. Als **Lebensraum für Nützlinge und weitere schützenswerte Arten** wurde ebenfalls der Blühstreifen am besten gewertet. Auch die Rote Johannisbeere und die Himbeere erreichten gute Wertungen. Besonders schlecht schnitt die Etagenzwiebel in dieser Kategorie ab. Bei der **Vermehrung** wurde die Rote Johannisbeere, gefolgt vom Austernseitling am besten gewertet. Die Himbeere und der Blühstreifen erreichten hier die geringsten Werte. In der Kategorie **Konkurrenz** erreichte von den Sonderkulturen der Austernseitling die höchste Wertung, gefolgt von Oregano. Besonders schlecht schnitt die Himbeere ab. In der Kategorie **Standort** erreichte der gemanagte Grasstreifen gefolgt vom Blühstreifen und der Etagenzwiebel die höchsten Werte. Vergleichsweise schlechte Wertungen bekamen Himbeere und Artischocke. In der Kategorie **Krankheiten und Schädlinge** schnitten die Etagenzwiebel, die Artischocke und der Rhabarber sehr gut ab. Die schlechteste Wertung erreichte hier der Spargel.

Bei den Ökonomischen Aspekten nahmen in der Kategorie **Zeitbedarf** der Oregano, die Etagenzwiebel und der Austernseitling die Spitzenwerte ein. Die Himbeere erreichte auch hier die schlechteste Wertung. In der Kategorie **Flexibilität** brachten für das Kriterium *Flexibilität für Erntearbeiten* Oregano, Etagenzwiebel, Rhabarber, Pfefferminze und Kürbis gute Wertungen ein. Eine vergleichsweise unterdurchschnittliche Wertung bekam hier der Spargel. In der Kategorie **Vermarkung** wurde der Kürbis am besten gewertet. Schlecht schnitt hier der Austernseitling ab. In der Kategorie **Arbeitszeit** erreichte ebenfalls der Kürbis die höchsten Wertungen. Schlecht wurden hier der Spargel und die Himbeere gewertet. Von den Kriterien Etablierungsaufwand und Pflegeaufwand wurden der Blühstreifen und der gemanagte

Grasstreifen am besten gewertet. Bei den **Ressourcen** erreichten der Blühstreifen und der gemanagte Grasstreifen die höchste Anzahl an guten Bewertungen. In den Kriterien Verbißschutz, Platz, Saatgut/Jungpflanzen/Myzel und sonstige Ressourcen erreichte der Kürbis die beste Wertung, gefolgt von Rhabarber. Schlecht wurden der Spargel und die Himbeere gewertet. In der Kategorie **Einnahmen** erreichten für das Kriterium *erwartete Einnahmen bei Direktvermarktung* Oregano und Pfefferminze die Höchstwerte. Der Blühstreifen und der Grasstreifen schnitten hier am schlechtesten ab. In der Kategorie **Risiko** wiesen der Oregano und der Kürbis die besten Resultate auf. Die schlechteste Wertung bekam hier der Austernseitling.

Bei den sozialen Aspekten erreichten in der Kategorie **Bildungsarbeit und Partizipation** Spargel, Himbeere, Etagenzwiebel, Austernseitling, Artischocke, Rhabarber, Kürbis und Rote Johannisbeere die besten Werte. Am schlechtesten schnitt der gemanagte Grasstreifen ab. In der Kategorie **Eignung für soziale Landwirtschaft** wurden Oregano, Spargel, Himbeere und Rote Johannisbeere am höchsten gewertet. Die schlechteste Wertung erhielten hier der Blühstreifen, und der gemanagte Grasstreifen. Die genauen Ergebnisse der Nutzwertanalyse, aufgeschlüsselt nach ökologischen, ökonomischen und sozialen Kategorien sind in Tabelle 20 im Anhang einzusehen. Tabelle 9 zeigt die Ergebnisse der Nutzwertanalyse für die einzelnen Themenbereiche und den Gesamtnutzwert in absteigender Reihenfolge.

Tabelle 9 Ergebnisse der Nutzwertanalyse sortiert nach absteigenden Ergebnissen in der Gesamtwertung (Die Kulturen sind in den Themenbereichen und nach Gesamtwertung farblich absteigend sortiert)

	Ökologie	Ökonomie	Soziales	Gesamt
Oregano	1,24	1,85	0,57	3,66
Pfefferminze	1,11	1,8	0,43	3,33
Kürbis	1,1	1,85	0,36	3,3
Rote Johannisbeere	1,14	1,38	0,64	3,15
Etagenzwiebel	0,89	1,64	0,57	3,1
Austernseitling	1,14	1,32	0,57	3,04
Rhabarber	0,87	1,67	0,43	2,97
Artischocke	0,86	1,44	0,5	2,8
Spargel	1,05	1,09	0,64	2,79
Himbeere	1,01	1,05	0,64	2,71

In der Wertung der ökologischen Kriterien erreichte der Spargel die besten Werte. Schlecht schnitten Kürbis, Pfefferminze, Austernseitling und Artischocke ab. Unter den ökonomischen Gesichtspunkten wurde der Kürbis am besten gewertet, Spargel und Himbeere erreichten die schlechtesten Werte. Im sozialen Bereich zeigten der Spargel und die Himbeere, sowie die Johannisbeere die höchste Eignung. Die geringste Eignung unter sozialen Gesichtspunkten besitzen dieser Auswertung nach Kürbis und Pfefferminze. Als Ergebnis der Nutzwertanalyse wird also für die ausgewählten Kriterien und bei Gleichgewichtung der Kategorien von einer hohen Eignung von Oregano, Kürbis und Pfefferminze, einer mittleren Eignung der Roten Johannisbeere, des Rhabarbers und der Etagenzwiebel und einer vergleichsweise geringen Eignung des Austernseitlings für den Anbau in den Baumstreifen des Agroforstsystems auf

dem Werragut ausgegangen. Artischocke, Spargel und Himbeere scheinen für diesen Zweck ungeeignet zu sein.

Die Sensitivitätsanalyse zur Prüfung der Robustheit der Ergebnisse wurde unter Gleichgewichtung der Kriterien durchgeführt. Damit ergab sich ein Einfluss des Themenbereiches Ökologie von 41 %, des Themenbereiches Ökonomie von 50 % und des Themenbereiches Soziales von 9 %. Das Gewicht der einzelnen Kriterien lag nun bei jeweils 3,1 %. Je nach Anzahl der Kriterien pro Kategorie erreichten die Kategorien einen Einfluss zwischen 3,1 % bei einem Kriterium bis 12,5 % bei vier Kriterien am Gesamtergebnis. Tabelle 10 zeigt die Ränge, welche die Kulturen in der Nutzwertanalyse im Vergleich zur Sensitivitätsanalyse erreicht haben.

Tabelle 10 Ränge der Kulturen bei der Nutzwertanalyse im Vergleich zur Sensitivitätsanalyse

Ränge	1	2	3	4	5
Nutzwertanalyse	Oregano	Kürbis	Pfefferminze	Rote Johannisbeere	Rhabarber
Sensitivitätsanalyse	Oregano	Kürbis	Pfefferminze u. Rhabarber		Rote Johannisbeere
Ränge	6	7	8	9	10
Nutzwertanalyse	Etagezwiebel	Austernseitling	Artischocke	Spargel	Himbeere
Sensitivitätsanalyse	Austernseitling	Etagezwiebel	Artischocke	Spargel	Himbeere

Auch bei der Sensitivitätsanalyse erreichten Oregano Kürbis und Pfefferminze die besten Werte, wobei die Pfefferminze in der Sensitivitätsanalyse gleichauf mit dem Rhabarber auf Rang 3 lag. Artischocke, Spargel und Himbeere erreichten bei gleichbleibender Reihenfolge wieder die niedrigsten Werte. Nur im Mittelfeld der Analyse gab es Wechsel zwischen dem vierten und fünften bzw. zwischen dem sechsten und siebten Rang. Damit sind die Ergebnisse der Nutzwertanalyse als stabil einzuordnen.

4.2 Umsetzungsvorschlag

Für das Agroforstsystem auf dem Werragut wurde ein Umsetzungsvorschlag mit drei Zeitabschnitten für den Zeitraum 2025-2034 entwickelt. Hierfür wurden die Kulturen zunächst im Hinblick auf ihre Schattentoleranz eingeordnet. Unter Berücksichtigung dieser und unter Einbindung der jeweiligen Nutzungsdauer wurden die geeignetsten Kulturen für die Umsetzung in die Zeitabschnitte eingeteilt. Im Anschluss wurden die Flächen auf dem Werragut, welche für eine Anpflanzung in Frage kommen, ermittelt und die mögliche vorhandene Anbaufläche berechnet. Dem folgt eine Anpflanzempfehlung. Begründete Annahmen zu den Auswirkungen, und die voraussichtlichen Vorteile und Herausforderungen der Umsetzung der Sonderkulturen beschließen das Kapitel. Die Aspekte Dynamik des Systems, Skalierbarkeit, Behinderungen im Management sowie Synergien, Wegeführung und Werbung, aus denen keine Kriterien in die Multikriterienanalyse einfließen konnten, werden im Umsetzungsvorschlag in unterschiedlicher Ausführlichkeit ebenfalls beleuchtet.

4.2.1 Einordnung der Kulturen im Hinblick auf ihre Schattentoleranz

Im Jahr 2025 befindet sich das Agroforstsystem auf dem Werragut im 3. Jahr seit der Pflanzung. Laut SHARAF (2018) gleichen die Lichtverhältnisse in einem neu angelegten Agroforstsystem denen des Offenlandes, weshalb für die ersten Jahre sonnige Verhältnisse eingeschätzt werden. Die größeren Bäume in den Bereichen, in denen ein Sonderkulturanbau von Seiten des ReSoLa e.V. vorstellbar wäre, sind Esskastanien und Walnüsse. Bei Walnüssen ist nach 10 – 12 Jahren nach Pflanzung ein Vollertrag zu erwarten (SUARD ET AL. 2024), bei Esskastanien nach 8 – 10 Jahren (LK STEIERMARK 2022). Da für den Vollertrag mit einer gewissen Größe der Bäume und Baumkronen zu rechnen ist, wurde die Annahme getroffen, dass nach spätestens 12 Jahren mit solider Schattenbildung im Baumstreifen zu rechnen ist.

Zunächst wurden die Sonderkulturen anhand von Literaturangaben und dem Lichtzeigerwert nach Ellenberg im Hinblick auf ihre Schattentoleranz eingeordnet, um eine Eignung der Kulturen für sonnigere Verhältnisse im jüngeren und lichterem Agroforstsystem, bzw. im älteren, schattigeren Agroforstsystem des Werragutes abschätzen zu können. Die Lichtzahl nach Ellenberg gehört zu den Zeigerwerten nach Ellenberg und beschreibt Lichtverhältnisse, in denen Pflanzenarten bevorzugt in der Natur vorkommen. Die Skala geht von 1 (Tiefschattenpflanze) bis 9 (Volllichtpflanze) (BFN 2023).

Den höchsten Lichtbedarf haben der Kürbis (BUSH UND COMBE 2013) und die Artischocke mit vollem Sonnenlichtbedarf (BUSH UND COMBE 2013) und einer Lichtzahl nach Ellenberg von 8 bei der Artischocke (BFN 2023). Ebenfalls eine Lichtzahl nach Ellenberg von 8 hat die Pfefferminze (BFN 2023). Laut HEISTINGER (2016) gedeiht diese auf sonnigen aber auch halbschattigen Lagen. MCVICAR (2019) nennt auch Schattenlagen als mögliche Anbaustandorte. Etagenzwiebeln benötigen einen sonnigen bis leicht schattigen Standort (CRAWFORD 2012). Oregano bevorzugt sonnige Standorte (HEISTINGER 2016). In Deutschland ist er wildwachsend auf trockenen Wiesen und an Waldrändern zu finden (HAMMER ET AL. 2013). Er hat die Lichtzahl 7 nach Ellenberg (BFN 2023). Auch der Himbeere wurde eine Lichtzahl von 7 zugeordnet (BFN 2023). Ein heller, sonniger Standort empfiehlt sich hier auch laut WURM ET AL. (2010), wohingegen WEBER UND QUINCKHARDT (2018b) einen halbschattigen Standort für Himbeeren empfehlen. Für Kürbis, Artischocke, Pfefferminze, Etagenzwiebel, Oregano und Himbeere wird demnach eine Eignung für den Anbau im jüngeren, hellen Agroforstsystem angenommen.

Obwohl Rhabarber eine Waldrandpflanze ist (CRAWFORD O.D.) berichtet die LWG (2019), dass Rhabarber höhere Erträge in Vollsonne liefert. BRATSCH UND MAINVILLE (2009) hingegen nennen Baumreihen zur Beschattung als förderlich zur Verringerung von Hitzestress. Spargel liegt bei einer Ellenberg Lichtzahl von 6 (BFN 2023). Bäume in der Nähe, die Schatten werfen und Luftbewegung verhindern, werden von EGHBAL (2017) als ungünstig benannt. MURILLO-AMADOR ET AL. (2015) fanden im Anbauversuch zu Wildspargel in Olivenhainen zwar einen höheren Ertrag in Sonnenlagen im Vergleich zu Schattenlagen, der Anbau des wilden Spargels

wurde jedoch im Baumschatten als ohne Probleme möglich bezeichnet. Ob die Ergebnisse auch für *Asparagus officinalis* gelten, ist allerdings ungeklärt. Zur Beschattungstoleranz der Johannisbeere gehen die Meinungen verschiedener Autoren auseinander. Während SCHMID (2004) einen vollsonnigen, luftigen Standort empfiehlt, benennen WEBER UND QUINCKHARDT (2018b) auch halbschattige Plätze als mögliche Anbauorte. Sie nennen jedoch einem geringeren Ertrag und eine geringere Ausprägung des süßen Geschmacks der Früchte im Halbschatten als Einschränkung. Der Ellenberg Lichtwert von Johannisbeeren liegt bei 4 (BFN 2023). Für Rhabarber, Spargel und Johannisbeere wird demnach eine Eignung für den mittleren Zeitabschnitt angenommen. D. Wetzler berichtete zudem von einem guten Wuchs von Etagenzwiebeln in den Baumstreifen des 5 Jahre alten Agroforstsystems von NamNamnatura (D. Wetzler, mündliche Mitteilung am 26.07.2024). Auch die Pfefferminze und die Himbeere sollten hier noch gute Verhältnisse vorfinden. Austernpilze benötigen Tageslicht, direkte Sonneneinstrahlung sollte allerdings vermieden werden bzw. darf nur für kurze Zeiten pro Tag vorhanden sein, da das Pilzmycel sonst zu stark austrocknet (PLAGE 2017). HAWLIK (2021) empfiehlt einen schattigen, windgeschützten, feuchten Platz im Freiland. PLAGE (2017) nennt die Standortbedingungen unter Bäumen und Sträuchern als gut. Damit wird eine Eignung der Austernpilze für den dritten Zeitabschnitt eingeschätzt.

Abbildung 4 fasst die Einordnung der Kulturen auf ihre Eignung für die drei Zeitabschnitte in Bezug auf die erwarteten Lichtverhältnisse zusammen.

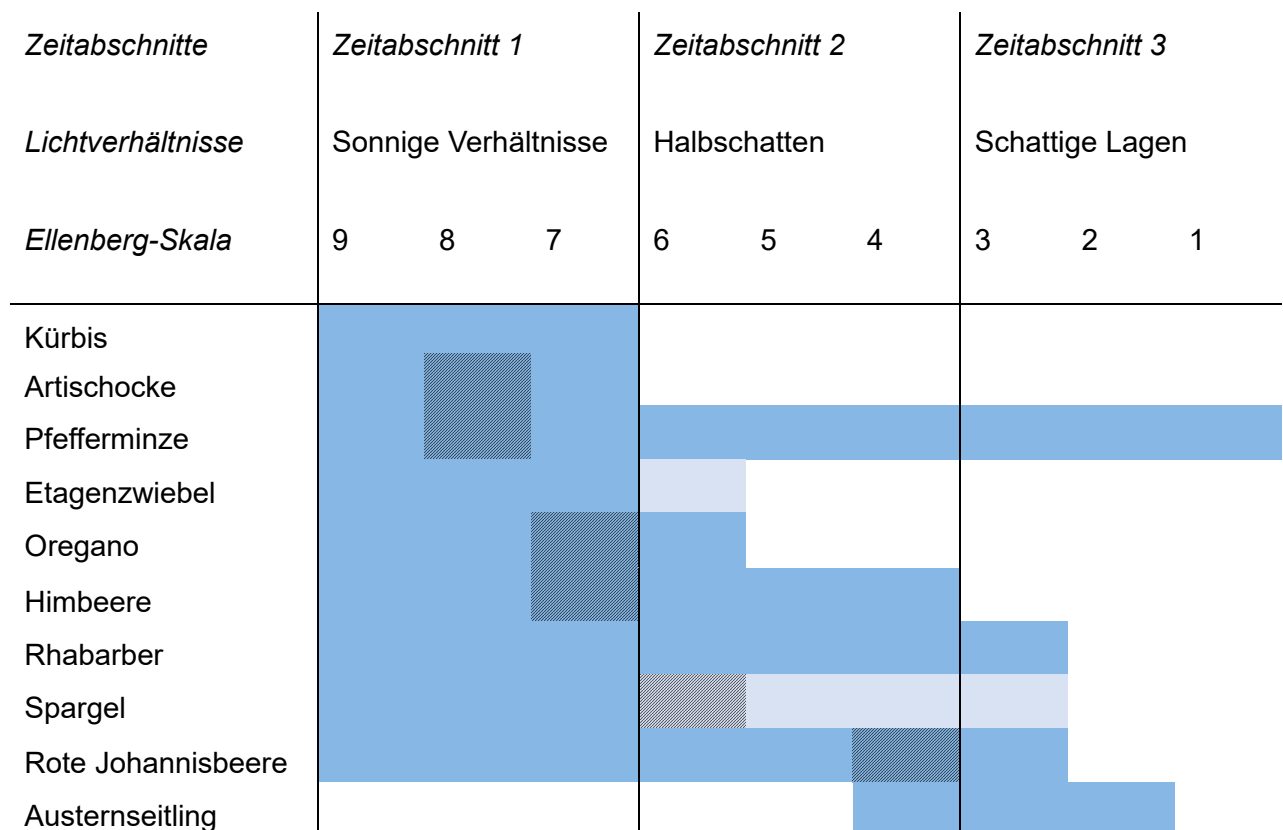


Abbildung 4 Einordnung der Sonderkulturen in geeignete Lichtverhältnisse; Dunkleres blau = günstige Lichtverhältnisse für die entsprechende Kultur (mind. eine Literaturangabe); helleres blau = möglicherweise günstige Lichtverhältnisse (nicht abgesichert); schraffierte Flächen = Lichtzahl nach Ellenberg für entsprechende Kultur

4.2.2 Sonderkulturauswahl für das Werragut

Entsprechend der Vorgaben des ReSoLa e.V. wurden für jeden Zeitabschnitt maximal drei Sonderkulturen für die Testung auf dem Werragut ausgewählt. Die Auswahl erfolgte unter Berücksichtigung der Ergebnisse der Nutzwertanalyse und der Einordnung der Kulturen nach Beschattungstoleranz.

Für den ersten Zeitabschnitt, mit vergleichsweise sonnigen Verhältnissen, wurden auf Grund ihres guten Abschneidens in der Nutzwertanalyse Oregano, Kürbis und Pfefferminze ausgewählt. Für den zweiten Zeitabschnitt wurden, von den Kulturen, welche auch im Halbschatten passende Bedingungen vorfinden sollten, Rhabarber und Johannisbeere ausgewählt. Auch die Pfefferminze und die Etagenzwiebel wurden für den zweiten Abschnitt als passend befunden. Für den dritten Zeitabschnitt, mit voraussichtlich vergleichsweise schattigen Verhältnissen, kommt schließlich der Austerseitling in Frage. Auch Rhabarber und Rote Johannisbeere können für den Anbau in schattigen Verhältnissen getestet werden. Die für die Zeitabschnitte ausgewählten Sonderkulturen werden unter Einbezug ihrer Kulturdauer in Abbildung 5 dargestellt.

Zeitabschnitte	Zeitabschnitt 1			Zeitabschnitt 2				Zeitabschnitt 3		
Agroforst Standjahr	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Planungsjahr	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Jahr	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034
Sonderkultur 1	Kürbis	Kürbis	Etagenzwiebel					Austernseitling		
Sonderkultur 2	Pfefferminze			Rote Johannisbeere						
Sonderkultur 3	Oregano					Rhabarber				

Abbildung 5 Sonderkulturauswahl für den Umsetzungsvorschlag

4.2.3 Mögliche Anpflanzfläche und Anpflanzempfehlung

Die Flächen mit den Baumsteifen, in denen der Anbau der Sonderkulturen von Seiten des ReSoLa e.V. vorstellbar wäre, sind in Abbildung 6 mit ihren Anteilen auf Grünland (grün eingefärbt) bzw. Acker (weiß eingefärbt) zu sehen.

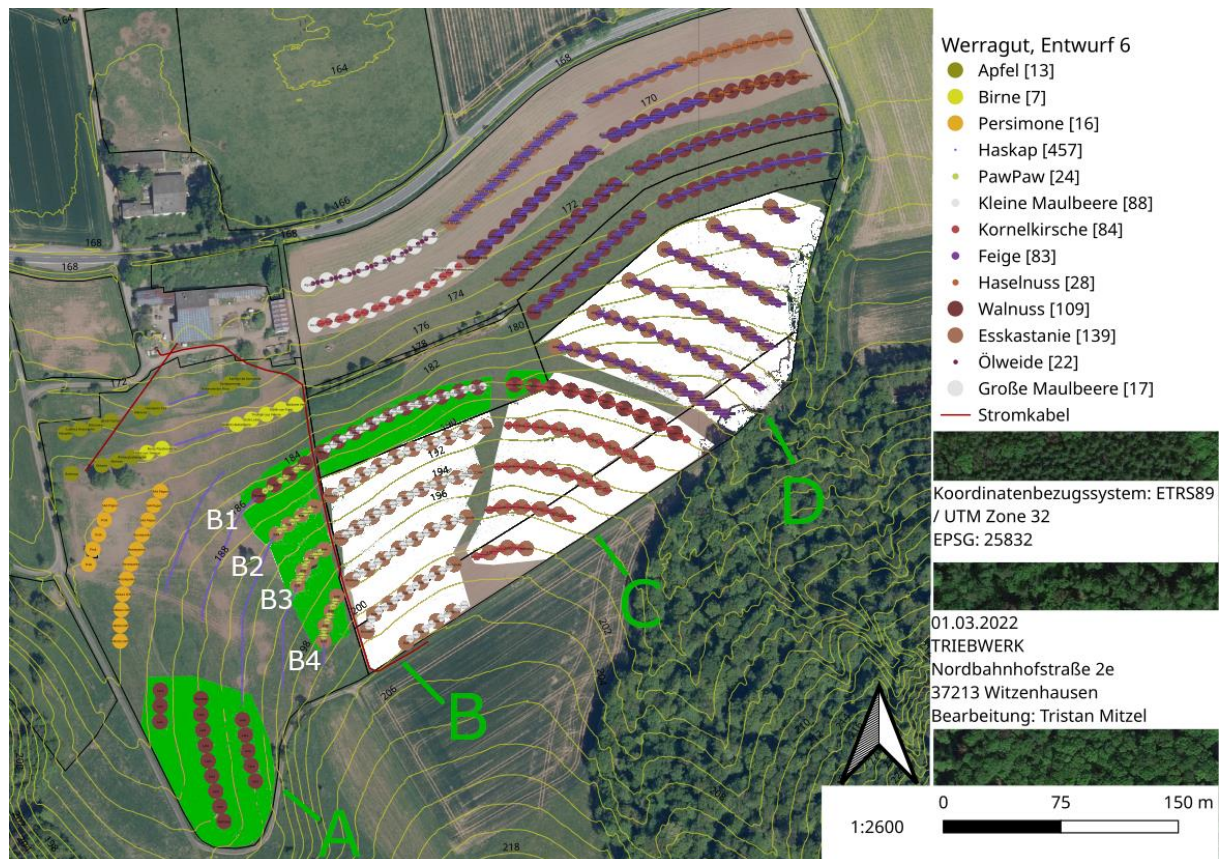


Abbildung 6 Flächen A-D im Agroforstsystem, auf denen von Seiten des ReSoLa e.V. ein Anbau der Sonderkulturen in den Baumstreifen stattfinden könnte (Mitzel, T. veränderte Darstellung) Die silvipastoralen Flächen sind grün, die silvoarablen weiß dargestellt. Die vier Baumstreifen, welche am Nächsten ab Hof sind, sind weiß beschriftet

Tabelle 11 zeigt die möglichen Anbauflächen für Sonderkulturen in den Baumstreifen in den vier Bereichen. Es wurde, orientiert an den Pflanzabständen im Agroforstsystem des „Alles im Grünen Bereich e.V.“ (B. Elvers, persönliche Kommunikation am 7.08.2024) jeweils ein Abstand von 1 m zum nächsten Baum als Puffer eingeplant. Um in den 2 m breiten Baumstreifen noch Platz zum Laufen und Arbeiten zu haben, war eine weitere Vorgabe des ReSoLa e.V., dass die Beetbreite, für die Sonderkulturen 1 m nicht übersteigen sollte. 1 m wurde deshalb als Beetbreite festgesetzt.

Tabelle 11 Mögliche Anbaufläche für Sonderkulturen in den Baumstreifen des Werragutes

Fläche	Mögliche Anzahl an Beeten mit Beetlängen	Anbaufläche für Sonderkulturen in den Baumstreifen
A	14 · 8 m	112 m ²
B	15 · 1 m; 86 · 1,5 m; 9 · 2 m; 46 · 3 m	300 m ²
C	32 · 3 m; 55 · 1,5 m	178,5 m ²
D	80 · 1,5 m; 40 · 3 m	240 m ²
GES		830,5 m ²

Insgesamt wären in den vorgegebenen Flächen somit Platz für 830,5 m² Sonderkulturanbau. Um einen gewissen Puffer zu haben, was Ernteauffälle und eine Lernphase zur Kultivierung der Sonderkulturen angeht und um die wenig erforschten Konkurrenz- und Fraßdruckverhältnisse zu berücksichtigen, wurde in Absprache mit dem ReSoLa e.V. ein Puffer von 50 % eingeplant. Tabelle 12 zeigt die Anbaufläche für jeden Zeitabschnitt und die nach Abzug bereits auf dem Werragut vorhandener Pflanzen benötigte Samen-/Jungpflanzen- oder Holzstammanzahl. Auch der Arbeitsaufwand, welcher über die Multikriterienanalyse bestimmt wurde, wird abgebildet.

Tabelle 12 Anbaufläche pro Zeitabschnitt, benötigte Pflanzen und Arbeitsaufwand

	(Noch) benötigte Pflanzen- anzahl	Beetbedarf mit Puffer von 50 % (m ²)	Beetbedarf abzüglich vorhandener Kulturen (m ²)	Zeit- abschnitt 1 (m ²)	Zeit- abschnitt 2 (m ²)	Zeit- abschnitt 3 (m ²)	Arbeits- aufwand
Oregano	27	12,5	9,2	9,2	9,2		niedrig
Pfefferminze	47	10,0	8,7	8,7			moderat
Etagenzwiebel	334	11,4	11,4		11,4	11,4	moderat
Austernseitling	40,	12,8	12,8			12,8	niedrig
Rhabarber	34	50,0	50,0		50,0		moderat
Kürbis	23	50,5	50,5	50,5			niedrig
Johannisbeere	24	40,7	40,7		41,0	41,0	hoch
				68,4	70,6	24,2	

In der ersten Phase werden für den Anbau von Kürbis, Oregano und Pfefferminze insgesamt 68,4 m Baumstreifenlänge benötigt. Pfefferminze und Oregano werden als wesentlich arbeitsaufwändiger eingeschätzt als der Kürbis und sollten zudem aus arbeitstechnischer Sicht nahe der bereits bestehenden Kräuterbestände in B1 gepflanzt werden. Der Kürbis benötigt die höchste Fläche, ist aber auch vergleichsweise weniger arbeitsaufwändig. Für die Kräuter wird empfohlen, diese in die unterste Walnussreihe auf Grünland (B1) zu pflanzen. Die Kürbisse könnten aufgrund des geringeren Arbeitsaufwandes in die unterste Esskastanienreihe auf Acker im ersten Jahr (B2 Teilfläche Acker) bzw. in die zweitunterste Reihe im zweiten Jahr (B3 Teilfläche Acker) gesät werden. Im zweiten Zeitabschnitt bleiben Pfefferminze und Oregano zunächst noch bestehen und die Etagenzwiebel wird zusätzlich etabliert. Für diese werden 12 m Baumstreifenbeetlänge und ein mittlerer Arbeitsbedarf kalkuliert. Die Pflanzempfehlung ist hier die Grünlanddecke aus Fläche C oder der noch freie Grünlandteil von Fläche B (B2 und B3). Im Laufe des zweiten Zeitabschnittes wird die Pfefferminze durch die Rote Johannisbeere ersetzt. Diese hat einen Platzbedarf von 41 m Beetlänge und einen hohen Arbeitsaufwand, weshalb sie in Fläche B1 gepflanzt werden soll. Zudem löst der Rhabarber den Oregano in dieser Phase ab. Aufgrund des höheren Platzbedarfes von 50 m und der Tatsache, dass kein Verbisschutz vor den Hühnern geplant ist, wird für diesen die vormalige Kürbisfläche (B2 Teilfläche Acker) empfohlen. Der Austernseitling ersetzt schließlich die Etagenzwiebel in Fläche C oder den Oregano in Fläche B1.

4.2.4 Auswirkungen auf das Werragut – Herausforderungen und Vorteile der Umsetzung

Im Folgenden werden die Herausforderungen, Vorteile und weiteren Auswirkungen auf das Werragut, die sich aus dem Anbau der Sonderkulturen in den Baumstreifen ergeben könnten, aufgezeigt.

Phase 1: Vermarktung über die Gemüsebox und die Hofladenecke

Für Phase 1 (sonnige Verhältnisse) werden im Frühjahr 2025 in einer Pflanzaktion weitere Pfefferminz- und Oreganopflanzen im unteren Kastanienbaumstreifen auf dem Werragut gepflanzt. In der Baumreihe darüber wird ein Mix aus verschiedenen Kürbissorten gesät. Für die zusätzlichen Kräuterpflanzen, welche benötigt werden, können zum Teil Ableger aus den bereits etablierten Kräuterbeeten gebildet werden, was die Pflanzgutkosten senkt. Aufgrund der geringen Konkurrenzeffekte, welche durch den Oregano entstehen, und der Robustheit, die dieser gegenüber Krankheiten aufweist, sowie dem Vorteil der guten Nahrungsquelle für Insekten, bestehen gute Chancen, dass sich der Oregano harmonisch ins System einfügt. Auch bei der Pfefferminze sind Vorteile durch das gute Nahrungsangebot für Insekten und den unkomplizierten Anbau abzusehen. Beim Kürbisanbau sollte die Konkurrenz um Nährstoffe mit den angrenzenden Kulturen im Auge behalten werden. Es kann getestet werden, ob sich auf dem Werragut produzierter Dünger für den Kürbisanbau eignet. Oregano und Pfefferminze liefern bereits im Frühsommer Erträge. Die Vermarktung kann außerdem über die Gemüsebox erfolgen, wodurch von einer gesicherten Abnahme auszugehen ist. Oregano, der nicht vermarktet werden kann, kann als weiterer Synergieeffekt als Zusatzfutter der Hühner dienen (SZNAJDERMAN 2022). Für die Pflege der Kräuter, insbesondere beim Oregano, muss einiges an Zeit eingeplant werden. Für Bildungsarbeit und Partizipation eignet sich diese Phase vermutlich eher wenig, doch gerade bei den Pflegearbeiten des Oregano können Menschen aus der Sozialen Landwirtschaft gut eingebunden werden. Der Kürbis hat im Herbst Erntezeit. Hier bietet sich eine partizipative Ernteaktion an, und die Vermarktung kann über die Gemüsebox und die Hofladenecke erfolgen. Bereits in dieser Phase beginnt eine Ausweitung der Produktpalette des Hofladens. Gegebenenfalls in Kombination mit der Ernte kann zudem ein Schnitz- und Kürbissuppen-Workshop mit Kindern stattfinden. Wenn die Selbsternte bzw. der Verkauf der Produkte aus dem Anbau der Sonderkulturen gut angenommen wird, ist eine Erweiterung des Anbaus der Sonderkulturen möglich. Die Baumstreifen des Agroforstsystems, welche vom ReSoLa e.V. als für den Sonderkulturanbau möglich ausgewiesen wurden, sind mit der Planung für 100 Verkaufseinheiten nur zu weniger als 10 % bepflanzt und eine Skalierung des Sonderkulturanbaus wäre in beide Richtungen einfach möglich.

Phase 2: Selbsternte auf dem Werragut

In dieser Phase (Halbschatten) werden die Etagenzwiebel, Rote Johannisbeeren und zuerst Oregano, gefolgt von Rhabarber, auf dem Werragut angebaut. Der Oregano wird weiterhin über die Gemüsebox vermarktet. Die Etagenzwiebeln werden in einer Pflanzaktion gesteckt. Aufgrund der hohen Selbstvermehrbarkeit der Kultur und den hohen Kosten für Pflanzgut, bietet sich hier an, nur einen Teil der gewünschten Pflanzenzahl einzukaufen, und einen Teil über Ableger selbst zu produzieren. Aufgrund ihrer geringen Standortansprüche ist davon auszugehen, dass sich die Etagenzwiebel gut im Agroforstsystem etabliert und schnell selbst vermehrt. Das Beikrautmanagement ist voraussichtlich zeitaufwändig, ansonsten sollten nur in Ausnahmefällen Probleme mit Krankheiten, Schädlingen oder Konkurrenzsituationen auftreten. Im ersten Sommer ist bereits die erste Ernte möglich. Diese kann recht flexibel erfolgen, und eine Vermarktung als Frühlingszwiebel-Äquivalent kann über den Hofladen getestet werden. Auch bei der Etagenzwiebel kann ausprobiert werden, inwiefern sich der auf dem Werragut produzierbare Dünger für diese Kultur eignet. In den Führungen durch das Agroforstsystem kann nun ein Stopp bei den Etagenzwiebeln erfolgen, wobei es um den Anbau von Sonderkulturen in Agroforstsystemen und um vergessene, mehrjährige Gemüse gehen könnte. Da in dieser Phase auch schon mit einem gewissen Ertrag der anderen Baum- und Strauchkomponenten des Agroforstsystems zu rechnen ist, bietet sich für diese Phase an, die Selbsternte als Vermarktungszweig für das Werragut zu testen. Aufgrund ihres kuriosen Aussehens, und gerade im Herbst als Frühlingszwiebelersatz, könnte die Etagenzwiebel hier beliebt sein.

Die Pfefferminzen und perspektivisch der Oregano werden in einer Pflanzaktion durch Johannisbeersträucher und Rhabarber ersetzt. Für den Rhabarber und die Rote Johannisbeere sollte ein Anschluss an das Bewässerungssystem im Agroforstsystem erfolgen. Ab Mitte der zweiten Phase ist eine voll-etablierte Selbsternte auf dem Werragut mit Früchten, ggf. Nüssen und Gemüse sehr gut vorstellbar. Eine besonders anziehende Wirkung auf Besucher*innen könnte hier die Johannisbeere aufgrund ihres hohen Beliebtheitsgrades (EGHBAL 2020) besitzen. Durch die Selbsternte kann Besucher*innen ganz von selbst die Schönheit von Agroforstsystemen vor Augen geführt werden, welche von GARCÍA DE JALÓN ET AL. (2018) als Vorteil von Agroforstsystemen herausgehoben wurde. In einer angeleiteten Selbsternte, welche Bildungsarbeit und Ernte verbinden könnte, bestünde die Möglichkeit weiter auf die Vorteile von Agroforstsystemen aufmerksam zu machen. Als weiterer Synergieeffekt könnten in diesem Rahmen unbekannte Beeren wie die auf dem Werragut bereits angebaute Haskapbeere an Konsument*innen herangeführt werden. Wenn die Führungen zudem an der Hofladenecke enden, würde vermutlich auch der Verkauf der bisher schon angebotenen Produkte wie Eier oder Kartoffeln einen Schub erfahren. Ein zusätzlicher Werbeeffekt für das Werragut und die Agroforstwirtschaft könnte durch ein Weitererzählen der Erlebnisse auf dem Werragut durch die Konsument*innen entstehen. Die Selbsternte hat als weiteren Vorteil, die Erntekosten, welche gerade bei der Johannisbeere als beträchtlich eingeschätzt werden müssen, auszusourcen. Auch Verarbeitungswshops mit Kindern und Erwachsenen können in steigender Diversität der Erträge des Agroforstsystems vermehrt

angeboten werden. Steigt der Publikumsverkehr auf dem Werragut, sollten sich weitere Gedanken um die Infrastruktur gemacht werden. Hier sollte an ausreichend Parkmöglichkeiten, ein Gäste-WC, Sitzmöglichkeiten und eine Beschilderung bzw. ein Wegesystem im Agroforstsystem gedacht werden, gerade, wenn dieses auch ohne angeleitete Selbsternte betreten werden dürfte. Ein Konzept, um Beschädigungen des Agroforstsystems vorzubeugen, könnte hier ratsam sein. Wenn ein Hofcafe ein realistischer Teil der Zukunftsplanung des Werragutes wird (Sprenger, K. persönliche Kommunikation am 10.10.2024), wäre in dieser Phase ein guter Zeitpunkt für die Eröffnung.

Wenn eine Selbsternte zudem nicht gewünscht wird oder sich nicht wie geplant entwickelt, können die Sonderkulturen, abgesehen von der Johannisbeere, weiter über die Gemüsebox vermarktet werden. Auch in dieser Phase können einzelne Aufgaben über die soziale Landwirtschaft erledigt werden. Zu beachten ist in dieser Phase zudem ein gutes Management, das die Hühner, welche Teil des Agroforstsystems auf dem Werragut sind, von den Sonderkulturen fernhält.

Phase drei: ausklingende Phase der Sonderkulturen

In der letzten Phase sind, Rhabarber und Johannisbeere noch vorhanden und die Pilzkulturen kommen hinzu. Rhabarber und Johannisbeere werden weiter nach den bisher erfolgreichen Strategien vermarktet. Ein großer Vorteil bei der Etablierung der Pilzkultur in dieser Phase ist, dass durch diese keine Konkurrenzeffekte zu erwarten sind. Der Aufwand bei der Vorbereitung der Pilzstämme ist recht hoch, hierfür sollte viel Zeit eingeplant werden. Diese Vorbereitung könnte allerdings auch als Workshop mit Interessierten zum Anbau von Pilzen auf Holz erfolgen. Ein hoher Arbeitsaufwand ist zudem für die Bewässerung in der Erntezeit einzurechnen. Wenn ein Anschluss an das Bewässerungssystem im Agroforstsystem scheitert, könnte die Bewässerung der Pilzkulturen eine Aufgabe für Menschen aus der sozialen Landwirtschaft sein. Da zu den Erntezeiten mit einer schnellen Vermarktung von großen Mengen gerechnet werden muss, ist die kombinierte Vermarktungsmöglichkeit über die Gemüsebox und über eine Selbsternte als Vorteil herauszustreichen. Wenn die Pilzkulturen in den Baumstreifen gut gedeihen, kann über die Etablierung weiterer Edelpilze nachgedacht werden. Mit den Johannisbeeren, welche in dieser Phase noch im System etabliert sind, kann ein kombinierter Anbau im selben Streifen erprobt werden. Dies könnte durch die verminderten Laufwege die Effizienz des Anbaus der Sonderkulturen steigern und die gewünschte Beschattung der Pilzkulturen bei Bedarf erhöhen.

5 Diskussion

In der Diskussion werden zunächst die Forschungsfragen zusammengefasst beantwortet. Dann werden die Vor- und Nachteile der verwendeten Methoden erörtert. Im Anschluss werden die Ergebnisse diskutiert und in den wissenschaftlichen Kontext verordnet. Auch die Übertragbarkeit der Ergebnisse auf andere Höfe geprüft. Schließlich wird ein Ausblick gegeben und der weitere Forschungsbedarf dargestellt.

5.1 Beantwortung der Forschungsfragen

Im Folgenden werden die in der Einleitung gestellten Forschungsfragen kurz zusammengefasst beantwortet.

1. Welche Sonderkulturen sollen auf ihre Eignung für den Anbau in den Baumstreifen des Agroforstsystems auf dem Werragut analysiert werden?

Es wurden 10 Kulturen für die vorliegende Analyse ausgewählt. Dies waren die Kräuter Oregano und Pfefferminze, die Gemüsesorten Kürbis, Spargel, Etagezwiebel, sowie Rhabarber und Artischocke, die Beerensträucher Himbeere und Johannisbeere und der Pilz Austernseitling. Die Auswahl dieser Kulturen erfolgte aufgrund von Empfehlungen zum Anbau dieser Kulturen in Baumstreifen von AFS in der Literatur und unter Berücksichtigung der Kulturen, deren Anbau in Baumstreifen in der Praxis bereits getestet wird. Auch Wünsche des ReSoLa e.V. flossen in die Auswahl ein.

2. Welche Aspekte sind relevant, um Sonderkulturen auf ihre Eignung für den Anbau in den Baumstreifen auf dem Werragut zu untersuchen?

Es wurden insgesamt 22 Aspekte aus den Themenbereichen Ökologie, Ökonomie und Soziales als relevant für den Anbau in Baumstreifen identifiziert. Im Themenbereich Ökologie waren dies Nahrungsquelle für Insekten, Lebensraum für Nützlinge und weitere Tierarten, Konkurrenz, Standort, Krankheiten und Schädlinge, sowie die Vermehrung und Dynamik des Systems. Aus dem Themenbereich Ökonomie wurden Zeitbedarf, Flexibilität, Arbeitszeit, Ressourcen und Investitionsbedarf, Skalierbarkeit, sowie Erwartete Einnahmen, Überlappung von Arbeitsspitzen, Behinderungen im Management und Vermarktung, Synergien, Wegführung und Weglängen und Werbung als relevante Aspekte benannt. Im Themenbereich Soziales wurden Bildungsarbeit und Partizipation, Regionalität und Soziale Landwirtschaft für relevant befunden.

3. Wie können die ausgewählten Sonderkulturen verglichen werden und Stärken und Schwächen der Kulturen übersichtlich aufgezeigt werden?

Eine Heatmap wurde erstellt, welche die Eigenschaften der 10 Sonderkulturen sowie der gängigen Nutzungsformen von Baumstreifen als mehrjähriger Blühstreifen und gemanagter Grasstreifen anhand von 5 Bewertungszuständen im Vergleich zueinander darstellt. Hierfür wurden im Rahmen einer Multikriterienanalyse 42 Kriterien in 16 Kategorien analysiert. Die Heatmap auf S. 54 zeigt das Abschneiden der Kulturen in den 42 Kriterien im Vergleich zueinander.

4. Welche Kulturen zeigen in welchen Themenbereichen ein hohes Potenzial?

In der Nutzwertanalyse erreichten Oregano, Kürbis und Pfefferminze insgesamt die höchsten Ränge wobei bei Einzelbetrachtung des Themenbereichs Ökologie Oregano, Rote Johannisbeere und Austernseitling die höchsten Ränge erreichten. Im Themenbereich Ökonomie schnitten Oregano, Kürbis und Pfefferminze am höchsten ab und im sozialen Bereich erhielten Rote Johannisbeere, Spargel und Himbeere die höchsten Werte.

5. Welche Kulturen sollen auf dem Werragut umgesetzt werden?

Um die Dynamik des Systems einzubeziehen, wurden für die Umsetzung auf dem Werragut neben den Ergebnissen der Nutzwertanalyse die Schattentoleranzen der Kulturen berücksichtigt. Für drei Zeitabschnitte mit abnehmender Lichtintensität wurden die Sonderkulturen Oregano, Pfefferminze und Kürbis in der ersten Phase, Etagenzwiebel, Rote Johannisbeere, Rhabarber sowie Oregano in der zweiten Phase und Austernseitling, Rote Johannisbeere und Rhabarber in der dritten Phase für den Praxistest ausgewählt.

6. Wie würde eine Umsetzung auf dem Werragut aussehen und welche Auswirkungen auf das Werragut sind denkbar?
 - a. An welchen Orten im Agroforstsystem ist eine Umsetzung der Sonderkulturen sinnvoll möglich?
 - b. Welche Vorteile, Synergien und Herausforderungen könnte der Anbau der Sonderkulturen in den Baumstreifen für das Werragut mit sich bringen?

Eine Anzahl an Sonderkulturen, durch die es möglich ist, 100 Verkaufseinheiten pro Kultur zu ernten, wurde für einen Zeitrahmen von 10 Jahren für die hofnahen Baumstreifen, hauptsächlich im silopastoralen Teil des Agroforstsystems des Werragutes geplant. Die Baumstreifen, in welchen die Sonderkulturen am besten angebaut werden können, sind in Abbildung 6 zusehen.

Als Vorteil für das Werragut wurde die Erweiterung des Sortiments des Hofladens genannt. Zusätzliche Einkommensquellen könnten zudem durch einen Verkauf der Produkte über die Solawi oder über Selbsterntemöglichkeiten entstehen. Darüber hinaus wurden Vorteile im Bereich der Sozialen Landwirtschaft, neue Partizipations- und Bildungsmöglichkeiten sowie eine erhöhte Sichtbarkeit und Werbung sowohl für das Werragut als auch für die Agroforstwirtschaft als möglich benannt. Auch eine Erweiterung der Kreislaufwirtschaft durch die Nutzung von Überschüssen aus dem Sonderkulturanbau als Tierfutter ist vorstellbar. Synergien ergeben sich durch den Anbau von Kulturen mit gleichen Vermarktungsoptionen im gleichen Zeitabschnitt und die gemeinsame Nutzung von Maschinen für mehrere Kulturen. Auch durch einen kombinierten Anbau von verschiedenen Kulturen im gleichen Baumstreifen wären Vorteile denkbar. Als Herausforderungen wurden weite Weglängen und die Etablierung eines Wegesystems, sowie der zusätzliche Arbeitsaufwand und mögliche Mehrkosten für Infrastruktur mit unsicheren Aussichten auf Refinanzierung genannt.

5.2 Methodenkritik

Um eine Vergleichbarkeit der Kulturen untereinander herzustellen, wurde die Multikriterienanalyse als Methode gewählt. Diese bot den Vorteil, eine große Anzahl an Kriterien, welche qualitativer und quantitativer Natur waren und auf verschiedenen Skalen gemessen wurden, zusammen zu werten. Dies stellte sich als sehr vorteilhaft heraus, um einen differenzierten Blick auf die Vor- und Nachteile der einzelnen Kulturen zu erlangen. Trotzdem sollten einzelne Nachteile der Multikriterienanalyse berücksichtigt werden. Die Wahl der Kriterien innerhalb der Kategorien und die gewählte Maßeinheit stellt ein gewisses Maß an Subjektivität dar, welche eine Verzerrung der Ergebnisse bewirken könnte. Auch wurde die Multikriterienanalyse unter der Annahme ausgewertet, dass die Abstände zwischen den einzelnen Skalenabschnitten gleich groß sind. Da hier allerdings eine Ordinalskala und keine Intervallskala vorlag, ist dies aus Sicht der statistischen Methodenlehre ein Fehler (vgl.

(UNIVERSITÄT ZÜRICH 2023). Diese Ungenauigkeit liegt jedoch im akzeptablen Rahmen, da sich mögliche ungleiche Abstände zwischen den Skalenabschnitten der Ordinalskala nur geringfügig auswirken (KÜHNAPFEL 2021). Auch wird der Einbezug ungenauer Werte und Einschätzungen damit gerechtfertigt, dass das Ziel von Multikriterienanalysen nicht die präzise Berechnung von Ergebnissen sei, sondern eine Betrachtung eines Entscheidungsproblems, mit dem Ziel einen Baustein zur Entscheidungsfindung zu liefern und eine prognostische Einschätzung zu geben. Gegen systematische Verzerrungen durch subjektive und ungenaue Einschätzungen soll zudem die Fragmentierung in kleinteilige, isoliert voneinander zu betrachtende Teile wirken. Eine weitere Möglichkeit zur Kontrolle wäre hier die Bewertung der Kriterien im Team gewesen (KÜHNAPFEL 2021). Aus zeitlichen Gründen ist letzteres in der vorliegenden Arbeit nicht erfolgt.

Für eine Multikriterienanalyse sollte bei der Kriterienwahl auf Vollständigkeit aller relevanten Kriterien geachtet werden. Hier ergaben sich zwei Probleme. Zum einen konnte durch das geringe vorhandene Wissen zum Anbau von Sonderkulturen in Baumstreifen von AFS nicht ermittelt werden, ob alle relevanten Kriterien gefunden und eingesetzt wurden. Hier kann nur weitere Praxisforschung zum Thema zeigen, inwiefern die relevanten Aspekte zum Thema Anbau von Sonderkulturen in Baumstreifen von AFS in dieser Arbeit erfasst wurden. Des Weiteren gab es Kriterien, die zwar als relevant eingeschätzt wurden, aber mit der Multikriterienanalyse nicht abgebildet werden konnten. Ein Beispiel hierfür ist die Schattentoleranz der Kulturen, die je nach Alter und Aufbau eines Agroforstsystems bei hoher bzw. niedriger Toleranz als gut zu werten gewesen wäre. Auch konnten Synergieeffekte zwischen den Kulturen nicht als Kriterium aufgenommen werden, da eine Multikriterienanalyse jede Kultur einzeln betrachtet. Diesem Problem wurde durch einen Einbezug der Aspekte, welche nicht in die Multikriterienanalyse einfließen konnten, im Umsetzungsvorschlag begegnet. Auch sollte eine Überschneidungsfreiheit der Kriterien gewährleistet werden, um Abhängigkeiten zwischen den Kriterien zu vermeiden und eine ungeplante Verzerrung der Gewichtung der Kriterien auszuschließen. Eine Überschneidung existiert in der vorliegenden Multikriterienanalyse für die Kriterien *'Flexibilität für die Ernte* und dem *Ernteaufwand* durch die Tatsache, dass die Verweildauer an der Pflanze aufgrund fehlender Daten ebenfalls anhand der empfohlenen Zahl an Erntedurchgängen gemessen wurde. Dies wurde toleriert, um in der Heatmap beide, als wichtig erachtete Kriterien für den Vergleich der Kulturen unter diesen Aspekten aufnehmen zu können. Die Kriterien *no-regret Charakteristiken* und *Etablierungskosten im Verhältnis zur Anzahl der Erntejahre*, sowie das Kriterium *Soziale Landwirtschaft* sind Kriterien, die sich aus anderen Kriterien errechnen und somit eine klare Abhängigkeit aufweisen. Das Kriterium *no-regret Charakteristiken* wurde aber als praktisch verordnet, um eine schnelle Einschätzung der Eignung der Kulturen unter Bedingungen von Unsicherheit treffen zu können. Die Etablierungskosten im Verhältnis zur Anzahl der Erntejahre sollten die Vorteile der mehrjährigen Kulturen, gegenüber den einjährigen Kulturen in Bezug auf den Arbeitsaufwand aufzeigen und wurde ebenfalls als wichtiger und sinnvoller Teil der Heatmap empfunden. Eine Abhängigkeit bzw. Überschneidung von Kriterien sorgt in der Nutzwertanalyse für eine höhere Gewichtung dieser Kriterien. Dies wurde für die beiden

abhängigen Kriterien aufgrund ihrer Relevanz als wünschenswert erachtet und für die sich überschneidenden Kriterien auf Grund des geringen Gewichtes in der Endauswertung von 3,6 % bzw. 2,4 % toleriert.

Die Vorauswahl der Kulturen, das Zusammentragen der Aspekte und die Recherche zu den Charakteristiken erfolgte größtenteils über Literaturrecherche. Nur zu einzelnen Punkten flossen Expertenmeinungen in die Arbeit ein. Die Literaturrecherche hatte den Vorteil, eine große Anzahl wissenschaftlich publizierter und belastbarer Daten in die Analyse aufnehmen zu können, einen breiten Überblick über mögliche Kulturen liefern zu können und sich an den Kriterien anderer Multikriterienanalysen zu landwirtschaftlichen Themen orientieren zu können. Für die Fragestellung wären allerdings auch Experteninterviews als Methode interessant gewesen. So hätte das Wissen von Praktiker*innen, welche den Anbau von Sonderkulturen schon umsetzen, noch besser in die Analyse der Sonderkulturen einfließen können und mehr Erfahrungswerte aus dem Anbau der Sonderkulturen in den Baumstreifen hätten Teil der Arbeit werden können. Auch für die Wahl der relevanten Aspekte und Kriterien hätte ein höherer Einbezug von Erfahrungswerten eine Bereicherung sein können. Die Wahl von Experteninterviews als Methode hätte den subjektiven Anteil der Informationen in dieser Arbeit allerdings erhöht und es wäre nicht möglich gewesen, eine so große Bandbreite an Wissen zu den Sonderkulturen zur Verfügung zu stellen. Die Expert*inneninterviews hätten zudem im Sommer stattfinden müssen, einer Zeit, in der die Arbeitsspitzen vieler Agroforstbetriebe liegen, weshalb von einer hohen Antwortrate der Praktiker*innen nicht auszugehen war. Da die Arbeit in Zusammenarbeit mit Triebwerk und dem ReSoLa e.V. lief und die Kulturen und Kriterien mit Agroforstpraktiker Konstantin Sprenger abgesprochen werden konnten, und des Weiteren Expertenwissen von Janosch Wack in die Wahl von Kulturen und Aspekten miteinfluss, konnte hier dennoch ein Praxisbezug und Praxistauglichkeit erreicht werden. So wurde mit der Literaturrecherche in Kombination mit Expertenwissen ein Mittelweg gewählt, der es erlaubte, große Datenmengen zu analysieren und zudem einige Erfahrungswerte zum Anbau von Sonderkulturen in Baumstreifen von AFS von Praktiker*innen einzufangen.

Der Umsetzungsvorschlag bot eine gute Möglichkeit, weitere Aspekte, welche nicht in die Multikriterienanalyse einfließen konnten, für den Anbau der Sonderkulturen in den Baumstreifen des Agroforstsystems auf dem Werragut zu berücksichtigen. Auch konnte damit ein möglicher zukünftiger Weg des Werragutes mit einer Ausweitung des Sonderkulturanbaus visualisiert werden, wobei mögliche Vorteile und potenzielle Herausforderungen sichtbar gemacht werden konnten. Auch dem Umsetzungsvorschlag liegt jedoch ein gewisses Maß an Subjektivität zu grunde, da mögliche zukünftige Entwicklungen hier unterstellt wurden. Diese Herangehensweise ermöglicht es jedoch, über den Tellerrand hinauszuschauen und neue Aspekte einfließen lassen zu können.

Beim Umsetzungsvorschlag wird zudem der Schattentoleranz der Kulturen eine hohe Bedeutung beigemessen. Dies ist durch die Dynamik im System und die sich dadurch verändernden Umweltbedingungen als sinnvoll und günstig zu bewerten. Allerdings wird dem

Aspekt eine eventuell überhöhte Bedeutung beigemessen, da es eher unklar bzw. managementabhängig ist, wann und wie viel Schatten in einigen Jahren tatsächlich in die Baumreihen fällt. Die Ausrichtung der Baumreihen, welche eher in Ost – Westrichtung verlaufen, und ein ggf. hohes Aufasten der Bäume könnten hier einen geringeren Schattenwurf erzeugen (orientiert an SCHULZ ET AL. (2020)) als im Umsetzungsvorschlag als Erwartungswert angesetzt wurde. Auch konnten die Unterpflanzungen, welche auf dem Werragut zwischen den Esskastanien bzw. Walnussbäumen Teil der Baumreihen sind, mit ihrem Schattenwurf aus Gründen der hohen Komplexität nicht näher in den Umsetzungsvorschlag integriert werden. Auf Grund dieser Unsicherheiten wird empfohlen, die Länge der Phasen des Umsetzungsvorschlages als dynamisch zu betrachten, und an die die entsprechenden realen Verhältnisse im Baumstreifen anzupassen. Die Wahl der Schattentoleranz als ausschlaggebend für die Kulturauswahl im Umsetzungsvorschlag führte zudem dazu, dass der Austernseitling, welcher in der Nutzwertanalyse unterdurchschnittlich abschnitt, in die Umsetzungsempfehlung aufgenommen wurde. Würde der Beschattung weniger Bedeutung beigemessen, könnte es ratsam sein, sich bei der Umsetzung der Sonderkulturen auf weniger Kulturen zu beschränken, welche in der Multikriterienanalyse besser abgeschnitten haben, um deren mögliche Standdauer voll auszunutzen.

Eine Ungenauigkeit in den Berechnungen der benötigten Beetflächen ergibt sich zudem durch das einfache Aufaddieren beim Platzbedarf der Kulturen. Bei den kleinen Beetgrößen von u.a. $1,5\text{ m} \cdot 1\text{ m}$ muss damit gerechnet werden, dass hier in der Praxis wesentlich mehr Fläche eingeplant werden muss, als die Rechenwerte ergeben haben. Bei der Johannisbeere mit einem Pflanzabstand von $1,15\text{ m}$ würden hier beispielsweise bei der genannten Beetgröße $0,35\text{ m}$ verschenkt werden müssen. Dies sollte bei der tatsächlichen Pflanzplanung genauer berücksichtigt werden.

Zuletzt sollte der zu den Baumkomponenten gewählte, im Umsetzungsvorschlag konstante Abstand von 1 m zwischen Baumkomponenten und Sonderkulturen kritisch hinterfragt werden. Mit zunehmendem Alter der Baumkomponenten könnte hier aufgrund des erhöhten Konkurrenzdrucks ein größerer Abstand nötig sein. In der Nähe von Walnussbäumen muss ab einer gewissen Größe der Bäume zudem mit phytotoxischen Konkurrenzwirkungen durch Juglon (JOSE UND GILLESPIE 1998; ERCISLI ET AL. 2005) gerechnet werden. Zwar wiesen JOSE UND GILLESPIE (1998) in einer Studie zu allelopathischen Wirkungen in einem Alley-Cropping System mit Mais und Schwarznüssen die höchste Juglonkonzentration im Abstand bis 1 m um die Walnussbäume nach, gingen aber davon aus, dass sich bereits innerhalb von 10 Jahren ab Pflanzung Juglonkonzentrationen um die Bäume herum ansammeln können, welche sich auf jegliche landwirtschaftliche Kulturen, welche empfindlich auf Juglon reagieren nachteilig auswirken könnten (JOSE UND GILLESPIE 1998). Auch hier wird empfohlen, die Umsetzungsempfehlungen dynamisch an die Verhältnisse im Baumstreifen anzupassen, und bei zu hohen Konkurrenzeffekten, gerade im Bereich der Walnuss auf andere Baumstreifen auszuweichen bzw., gegebenenfalls mit größeren Pflanzabständen zwischen den Bäumen zu kalkulieren.

5.3 Ergebnisdiskussion

Aufgrund der wenigen Daten, die wegen der Neuheit des Themas zum Anbau von Sonderkulturen in Baumstreifen von AFS existieren, oder aber auch für den klassischen Anbau nicht verfügbar waren, musste für die Maßeinheit mancher Kriterien behelfsmäßig eine messbare, aber nicht optimale Messgröße gewählt werden. In der Kategorie Nahrungsquelle für Insekten wurde hier beispielsweise auf den Blumentyp nach Kugler und der Blumenklasse nach Müller ausgewichen, welche Auskunft darüber geben, welche Insekten aus physiologischen Gründen bestimmte Blumen für die Nahrungssuche nutzen könnten, aber nicht darüber, ob diese die Blüten dann tatsächlich besuchen. Aufgrund mangelnder Alternativen und der Akzeptanz der Nutzung dieser Maßeinheiten als Nahrungsquelle für bestimmte Insekten in der Literatur (vgl. (NEUMAYER UND PAULUS 1999; SHARAF 2018) wurde dieser Ansatz allerdings als ausreichend zielführend bewertet. Auch bei der Anpassung an die Niederschlagsmenge war eine Näherung nötig, da in der Literatur oft keine Angaben erwähnt wurden, welche Wassermengen die jeweiligen Sonderkulturen für ein optimales Wachstum benötigen, sondern nur, ob eine Bewässerung der Kulturen notwendig ist. Besonders deutlich wurde das beschriebene Problem beim Kriterium *geschätzter Pflegeaufwand*. Auch hier konnten, weder für den klassischen Anbau noch für den Anbau in Baumstreifen, ausreichend Daten zum Pflegeaufwand der jeweiligen Kulturen für einzelne Arbeitsschritte gefunden werden. Als Näherung konnte hier nur die Anzahl an Arbeitsposten summiert werden, welche in der Literatur zur Pflege der Kulturen genannt wurden. Dies spiegelt jedoch nicht wider, wie arbeitsaufwändig die einzelnen Schritte sind und kann somit keine belastbaren Informationen über den tatsächlichen Arbeitsaufwand der Kulturen liefern. Auch beim geschätzten Ernteaufwand wurde eine Annäherung über die Anzahl an Arbeitsgängen versucht. Ganz im Sinne der Multikriterienanalyse als Entscheidungsgrundlage und nicht als exakte Berechnung (KÜHNAPFEL 2021) wurden diese Unschärfen in der vorliegenden Arbeit toleriert.

Für einige Kriterien, wie zum Beispiel dem potenziellen Lebensraum für Nützlinge oder bedrohte Arten, konnte jedoch auch keine geeignete Näherung gefunden werden. Es konnten keine Forschungsergebnisse gefunden werden, die belegen, für welche Insekten sich Felder, mit den jeweiligen untersuchten Sonderkulturen, als Lebensraum eignen. Trotz intensiver Recherche und Nachfragen bei landwirtschaftlichen Beratern des LLH konnten ebenfalls zur zeitlichen Flexibilität für laufende Arbeiten und den Deckungsbeiträgen in Reinkultur bei ökologischer Produktion keine ausreichenden Daten gefunden werden. Auch zur Verfügbarkeit regionaler Produkte im Umkreis des Werragutes scheint keine Publikation zu existieren. Diese Kriterien wurden trotzdem in der Multikriterienanalyse beibehalten, um auf ihre Relevanz zu verweisen und den Umsetzenden aufzuzeigen, dass es wichtig sein könnte, diese Kriterien einzubeziehen, bevor sie sich für die Umsetzung der Sonderkulturen entscheiden.

Zu den Ergebnissen der Nutzwertanalyse sollte der Einfluss der Gewichtung der Kategorien bzw. Kriterien bedacht werden. Die Gewichtung erfolgte wie beschrieben über die Anzahl der Kategorien in den Themenbereichen Ökologie, Ökonomie und Soziales und über eine

anschließende Gleichgewichtung auf Ebene der Kategorien. Dies hatte zur Folge, dass die Gewichte der einzelnen Kriterien zwischen 1,8 % und 7,1 % lagen. Für wichtige Kriterien, wie zum Beispiel die *Kosten für Saatgut/Jungpflanzen/Pilzmycel* erscheint das Gewicht von lediglich 1,8 % etwas zu gering was zu einer Unterrepräsentierung der Wichtigkeit der Einnahmen geführt haben könnte. Dies zeigt auch das Beispiel der Kosten für Saatgut/Jungpflanzen/Pilzmycel im Vergleich zu den erwarteten Einnahmen. Die Etagenzwiebel erreichte im Ranking nach allein ökonomischen Kriterien mit Rang 5 ein mittleres Abschneiden, obwohl allein die Pflanzgutkosten die möglichen Einnahmen, welche die Kulturen einbringen könnte, übersteigen. Dies ist bei allen anderen Kulturen nicht der Fall, weshalb die Gewichtung in der Analyse beibehalten wurde. Trotzdem zeigt dieses Beispiel auf, dass die Nutzwertanalyse streng genommen nur abbilden kann, welche Kulturen in den meisten Kategorien im Vergleich zueinander am besten abgeschnitten haben und die Aussagekraft für die Eignung der Kulturen auf ökologischer, ökonomischer und sozialer Ebene begrenzt ist. Dies weist auf die Vorteile einer individuellen Gewichtung der Kriterien bzw. Kategorien für die Aussagekraft der Ergebnisse hin. Eine individuelle Gewichtung der 33 in die Bildung der Nutzwerte einfließenden Kriterien wäre auf Grund dieser großen Anzahl allerdings schwierig gewesen (vgl. KÜHNAPFEL (2021)) und eine individuelle Gewichtung der Kategorien wäre mit der Gewichtung der Kategorien nach ihrer Anzahl in den Themenbereichen Ökologie, Ökonomie und Soziales kollidiert, weshalb die Gleichgewichtung der Kategorien beibehalten wurde.

Bei der Sensitivitätsanalyse, bei welcher die Gleichgewichtung auf Kriterienebene erfolgte, konnte durch das Tauschen der Ränge zwischen Roter Johannisbeere und Rhabarber und Etagenzwiebel und Austernseitling eine Robustheit der Ergebnisse bestätigt werden. Als Einschränkung ist allerdings hinzuzufügen, dass dies daran liegen könnte, dass sich die Gewichte auf Kategorien- und Themenbereichebene nicht im großen Stil veränderten. Der Themenbereich Ökonomie behielt sogar sein Gesamtgewicht von 50% bei. Der Themenbereich Ökologie veränderte sein Gewicht um 4 % und der Themenbereich Soziales um 5%. Das Gewicht der Kategorien änderte sich von durchgängig 7,14 % auf eine Spannbreite zwischen 3,1 und 12,5 %. Trotzdem behielten 8 von 15 Kategorien die gleiche Gewichtung wie in der Nutzwertanalyse. Durch eine größere Veränderung der Kategoriengewichte hätten hier Schwächen der Analyse evtl. besser aufgedeckt werden können. Die Gleichgewichtung der Kriterien ist aber eine gängige Methode für die Sensitivitätsanalyse (KÜHNAPFEL 2021) und wurde deshalb gewählt.

Viele Kriterien konnten auf die beiden Alternativen „gemanagter Grasstreifen“ und „mehrjähriger Blühstreifen“ keine Anwendung finden. Die Alternativen konnten somit nicht in die Nutzwertanalyse einfließen, dienen jedoch in der Heatmap als Vergleichswerte, wobei die Aussagekraft dort begrenzt ist.

Zudem ergibt sich eine mögliche Unschärfe der Ergebnisse aus den Erträgen pro Pflanze als Rechengrundlage und dem Pflanzabstand. Hier besteht ein großer Einfluss auf die Kriterien Platz, Etablierungsaufwand und Einnahmen sowie auf die benötigte Pflanzenzahl. Der

Pflanzabstand wurde aus Literaturwerten entnommen, wobei bei unterschiedlichen genannten Werten darauf geachtet wurde, einen mittleren Pflanzabstand auszuwählen. Der Ertrag pro Pflanze wurde, wenn möglich, ebenfalls aus der Literatur entnommen und, sofern keine Daten auf dieser Grundlage bestanden, aus Erträgen pro Hektar gerechnet. Auch hier wurde darauf geachtet, beim Vorhandensein einer Bandbreite von Werten mittlere Werte zu wählen. Trotzdem ist hier viel Raum für alternative Ergebnisse bei der Wahl anderer Werte, was die Ergebnisse der Multikriterienanalyse hätte verändern können.

Interessant ist ebenfalls, dass bei den Ergebnissen der Nutzwertanalyse auf Ebene der Themenbereiche in der Ökologie und der Ökonomie völlig andere Kulturen hohe Werte erreichten als im Themenbereich Soziales. Die Himbeere und der Spargel, welche im Themenbereich Soziales hohe Werte erreichten, schnitten jedoch in den anderen beiden Themenbereichen sowie der Gesamtwertung extrem schlecht ab. Zu erklären ist dies über das geringe Gewicht des Themenbereiches Soziales am Gesamtgewicht. Allerdings lässt es darauf schließen, dass sich bei unterschiedlichen zukünftigen Ausrichtungsmöglichkeiten des Werragutes sehr unterschiedliche Sonderkulturen eignen könnten und für den Fall, dass Sonderkulturen sich nach Vollkostenanalysen unter ökonomischen Gesichtspunkten grundsätzlich nicht für den Anbau in Baumstreifen von AFS eignen würden, ganz andere Kulturen für soziale Aktionen auf Höfen geeignet sein könnten.

Zum Umsetzungsvorschlag stellt sich die Frage, ob der Puffer von 50 % gut gewählt, oder zu tief oder zu hoch angesetzt ist. OERKE (2005) geht für verschiedene pflanzliche landwirtschaftliche Kulturen von 50-80 % Verlust landwirtschaftlicher Produkte wegen Krankheiten aus. CEDERBERG ET AL. (2001) geht bei Früchten und Gemüsen von 20 % Verlust vor der Ernte und 25 % inklusive der Ernte aus. Das BLE (2024b) benennt 22 % Verlust in der Primärproduktion im Gemüsebau und 18 % im Obstbau. Damit ist der gewählte Puffer von 50% als eher hoch einzuschätzen. Bei geringen Komplikationen wäre es durch die zwei möglichen Vermarktungsstrategien Gemüsebox und Hofladen sowie weiterer Verarbeitungsoptionen bei den meisten Sonderkulturen allerdings voraussichtlich kein Problem, größere Erntemengen zu vermarkten. Bei einer geplanten Vermarktung über die Gemüsebox mit fester Abnahmegröße von 100 Einheiten, eignet sich daher in jedem Fall eine großzügige Kalkulation. Was die Belastbarkeit der Ergebnisse des Umsetzungsvorschlags betrifft, ist zu beachten, dass es sich um eine begründete Zukunftsvorstellung handelt, welche aber nicht als Realität gesehen werden sollte.

Da es bisher nur eine geringe Zahl an wissenschaftlichen Studien zum Thema Anbau von Sonderkulturen in Baumstreifen von AFS gibt, konnten die Ergebnisse der Multikriterienanalyse nur bedingt mit anderen wissenschaftlichen Ergebnissen verglichen werden. Um die Ergebnisse trotzdem so weit wie möglich einordnen zu können, wurden sie deshalb zusätzlich zu den Literaturwerten mit den Erfahrungswerten einiger Agroforstpraktiker*innen zum Anbau von Sonderkulturen verglichen.

Die Literaturwerte ergaben für Rhabarber und Artischocke eine hohe Robustheit gegenüber Krankheiten (ADVISORY COMMITTEE ON VEGETABLE CROPS o.D. bzw. CECCARELLI ET AL. 2010). Dies deckte sich nicht mit den Erfahrungen von SMITH UND WESTAWAY (2018) bei denen durch die Erkrankung an Verticillium Welke ein Totalausfall beider Kulturen zu verzeichnen war. Verticillium Welke wurde weder in der verwendeten Literatur zu Artischockenkrankheiten noch zu Rhabarberkrankheiten, sondern lediglich bei der Pfefferminze erwähnt. Es konnte auch keine zusätzliche Literatur gefunden werden, in der in Deutschland explizit von Problemen bei Rhabarber und Artischocken durch Verticilliumwelke gesprochen wurde. Bei Artischocken ist diese Krankheit aber ein wachsendes Problem in den Hauptanbauländern (siehe CIRULLI ET AL. (2010)). VIETMEIER (2019) zählt diese zu Krankheiten der Gehölze und beschreibt die Esskastanie als besonders anfällig für Verticillium- Welke. Ob dies bereits ein Hinweis auf eine agroforstspezifische Herausforderung beim Anbau von Rhabarber ist, bleibt beim aktuellen Wissensstand unklar.

Im Agroforstsystem in Frankenhausen ist der Abstand der Roten Johannisbeeren zu den Walnussbäumen mit 2,25 m wesentlich höher gewählt als in der vorliegenden Arbeit mit 1 m. Diese decken sich mit den Abständen, welche beim „Alles im grünen Bereich e.V.“ gewählt wurden. Auf dem Werragut sind Abstände zu den Bäumen bzw. Sträuchern von 2,25 m auf Grund der kleinen Abstände zwischen den Bäumen und Sträuchern größtenteils nicht möglich. Wie bereits angesprochen sollte hier geprüft werden, ob die Abstände sich in späteren Jahren des Agroforstsystems als zu klein erweisen, um Konkurrenzeffekten zu entgehen.

Während SCHMID (2004) die Düngung von Johannisbeeren empfiehlt, konnte die Notwendigkeit einer Düngung im Agroforstsystem in Kaufungen bisher noch nicht bestätigt werden (B. Elvers, persönliche Kommunikation am 7.08.2024). In Frankenhausen konnte nach ausbleibender Düngung allerdings im Jahr 2024 eine helle Verfärbung der Blätter beobachtet werden, was einen Nährstoffmangel vermuten ließ (Voßkuhl, L. persönliche Kommunikation am 22.07.2024) und für die Notwendigkeit der Düngung spricht. Im Agroforstsystem in Kaufungen kam es bei den Johannisbeeren im Jahr 2024 zu einem Ernteausfall durch Stachelbeerwespen (B. Elvers, persönliche Kommunikation am 07.08.2024). Stachelbeerwespen gehören zu den Blattwespen (BLE 2019) und wurden auch vom BUNDESSORTENAMT (2002b) als Schädlinge der Johannisbeeren erwähnt. Hier konnte zwar wie bereits erwähnt keine Stärke der Schädigungen herausgefunden werden, die Stachelbeerwespe als Schädling von Johannisbeeren deckt sich allerdings mit den Ergebnissen dieser Arbeit. Der Arbeitsaufwand bei den Beerensträuchern wurde von B. Elvers als recht hoch, vor allem durch Fraßschutznetze, welche fürs Mähen und Mulchen immer abgenommen und wieder angebaut werden müssen wahrgenommen (B. Elvers, persönliche Kommunikation am 07.08.2024). In Frankenhausen wurde der Weg durch das Getreide, um für Pflegearbeiten zu den Johannisbeeren zu gelangen, als umständlich wahrgenommen. Die Planung der Johannisbeeren auf die einfacher zugänglichen, hofnahen Streifen im Grünland für das Werragut könnte hier bei der Pflege ein Vorteil sein. Zum Anbau der Austerseitlinge berichtete D. Wetzler aus dem Obstwaldsystem von NamNamNatura, dass viele Stämme nach zwei Jahren guter Erträge im vierten Jahr des Agroforstsystems abstarben. Hier wurde von D.

Wetzler zu große Trockenheit als Ursache vermutet (D. Wetzler, mündliche Mitteilung am 26.07.2024). Aus den Schattenbedürfnissen des Edelpilzes, die in der Literatur dieser Arbeit als sehr hoch bezeichnet wurde (PLAGE 2017), kämen hier möglicherweise auch die Lichtbedingungen als Grund für das Absterben der Pilze in Frage. Die Ertragswerte der Austernseitlinge bei D. Wetzler in den ersten zwei Anbaujahren decken sich mit denen, welche als Grundlage dieser Arbeit angenommen wurden (vgl. PLAGE 2017). Als Hauptproblem was Schädlinge angeht, benannte D. Wetzler Mäusefraß. Dieser wurde in der Literatur der vorliegenden Arbeit nicht genannt und könnten aufgrund der Mäuseproblematik in Agroforstproblemen (MARKUT ET AL. 2022) auf ein agroforstspezifisches Problem hinweisen. Bei den Etagenzwiebeln sind im 5 Jahre alten Agroforstsystem von D. Wetzler bisher keine Probleme mit Krankheiten oder Schädlingen aufgetreten, und es wurde der Erfahrungswert geteilt, dass die Etagenzwiebeln eine positive Wirkung gegen Wühlmausaktivitäten haben (D. Wetzler, mündliche Mitteilung am 26.07.2024) Dies deckt sich mit den recherchierten Daten dieser Arbeit (SCHULZ ET AL. 2020; SERENA ET AL. 2021). Auch die Erfahrungswerte von D. Wetzler, dass keine Bewässerung nötig sei und die Vermehrung und Verpflanzung gut funktionieren, sowie dass die Ernte zu jeder Zeit möglich sei, decken sich mit den Recherchewerten dieser Arbeit (COLLIGNON UND BUREAU 2018). Zum grünen Spargel teilte D. Wetzler zudem die Erfahrung, dass die Jungpflanzen relativ teuer seien, der Spargel sich aber als höchst resistent zeigte und gut wuchs (D. Wetzler, mündliche Mitteilung am 26.07.2024). Die teuren Pflanzgutkosten decken sich mit den berechneten Werten in dieser Arbeit. Die Resistenz gegenüber Krankheiten und Schädlingen wurde in der vorliegenden Arbeit als wesentlich geringer eingeordnet (vgl. BEDLAN 2008 und LABER UND LATTAUSCHKE 2020).

5.4 Übertragbarkeit der Ergebnisse

Die in Tabelle 13 gezeigte Heatmap enthält alle Informationen aus der Multikriterienanalyse, welche sich nicht auf das Werragut beziehen und somit eine allgemeine Gültigkeit haben. Diese Heatmap soll auch anderen Betrieben als Entscheidungsgrundlage dienen, welche Sonderkulturen sich für ihren Betrieb eignen könnten. Die hofindividuellen Daten, z.B. zu den Standortverhältnissen und einem Bewässerungssystem könnten recht einfach in der Heatmap ergänzt werden. Ebenfalls könnte die Heatmap als Grundlage zum Vergleich mit anderen Kulturen dienen, zu denen Daten ergänzt werden können. Auch zusätzliche, möglicherweise individuelle relevante Kriterien könnten mit einem etwas höheren Aufwand für den Vergleich der Kulturen ergänzt werden. Auch eine Kürzung von nicht als relevant betrachteten Kriterien wäre einfach möglich. Damit ist auch für andere Betriebe eine Orientierung für die Auswahl passender, zu testender Sonderkulturen unter Berücksichtigung von betriebsindividuellen Gegebenheiten möglich. Des Weiteren wurde aufgezeigt, welche Aspekte bedacht werden sollten wenn es um den Anbau von Sonderkulturen in Baumstreifen von AFS geht, was ebenfalls eine gute Grundlage für die Entscheidung für oder gegen den Anbau von Sonderkulturen für Praktiker*innen darstellt.

Tabelle 13 Heatmap mit allgemeinen Parametern

Kategorien		Kriterien	Blühstreifen	gemanagter Grasstreifen	Oregano	Etagen- zwiebel	Rhabarber	Pfeffer- minze	Artischocke	Spargel	Himbeere	Austern- seitling	Kürbis	Rote Johannis- beere
Ökologie	Nahrungsquelle für Insekten	Nahrungsquelle für verschiedene Insektenfamilien	H	n.a.	H	M	H	H	H	L	H	L	H	H
		Nahrungsquelle in Monaten mit wenig Nahrung	H	n.a.	M/H	M	M	H	H	L	H	L	H	H
	Lebensraum für Nützlinge und weitere schützenswerte Tierarten	Pot. Lebensraum für Nützlinge oder bedrohte Arten	H	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
		Pot. gute Bedingungen für zu fördernde Vogelarten	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
		Störungsfreiheit des Lebensraums	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L
	Vermehrung	Selbstvermehrbarkeit	M		M	M	M	M/H	H	M	L	M	L	L
		Invsivität	H	n.a.	M/H	M	L	M	L	L	L	M	L	H
	Konkurrenz	Konkurrenz um Wasser und Nährstoffe	n.a.	n.a.	H	M	M	H	H	H	H	L	H	H
			n.a.	n.a.	M	M	M	H	H	H	L	L	H	L
		Konkurrenz um Licht	H		H	M	H	M	M	H	M	M	H	M
	Standort	Beikrautunterdrückung	H		L	L	M	H	H	H	L	L	M	M
		Temperatur	H	L	M	M	M	H	H	M/H	H	L	H	M
		Niederschlagsmenge	L	L	M	M	M	M/H	M	H	H	L	H	H
	Krankheiten & Schädlinge	Boden	i	i	i	i	i	i	i	i	i	i	i	i
		Gegenüber Krankheiten			M/H	M	H	n.a.	H	M	n.a.	L	M	n.a.
		Gegenüber Schädlingen			M/H	M	M/H	H	M/H	L/M/H	n.a.	n.a.	n.a.	M/H
Ökonomie	Zeitbedarf	Dauer der Kulturführung bis return			H	M	M	M	M	M	M	M	H	M
		Nutzungsdauer	H		H	M	M	M	H	M	H	M	M	L/M
	Flexibilität	Zeitliche Flexibilität für laufende Arbeiten	L	L	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
		Zeitliche Flexibilität für Ernte			L	M	H	M	L	H	H	M	L	L
	Vermarktung	Vermarktung über bestehende Strukturen			L	L	M	L	L	L	L	L	L	L
		Lagerfähigkeit			H	M	M	H	H	H	H	L	L	M
		Verarbeitungswürdigkeit			L	L	L	L	L	L	L	L	L	L
	Arbeitszeit	Etablierungsaufwand	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L
		Geschätzter Pflegeaufwand	H	L	H/M	M	M/H	H	M/H	M/H	M	M	H	M
		Geschätzter Ernteaufwand			L	L	H	L	L	L	H	L	L	L
	Ressourcen	Verbisschutz	L	L	i	i	M	i	H	L	M	M	M	M
		Platz			M	L	M	H	H	L	M	M	M	M
		Saatgut/Jungpflanzen/Mycel	H	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L
		Sonstiges	L	L	H	L	L	L	M	H	M	M	L	M
		Maschinen	L	L	i	i	n.a.	i	i	n.a.	i	i	n.a.	i
		Dünger	L	L	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	i	i	i	i	i	i
	Einnahmen	Bewässerung	L	L	i	i	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	i	n.a.	n.a.
		Deckungsbeitrag in Reinkultur (Ökolandbau)	L	L	n.a.		n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
		Erwartete Einnahmen bei Direktvermarktung	L	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
	Risiko	Überlappung von Arbeitsspitzen	H	n.a.	i	i	i	i	i	i	i	i	i	i
		No-regret Charakteristiken	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L
		Etablierungskosten im Verhältnis zu Erntejahren	L		L	L	L	L	L	L	L	L	L	L
Soziales	Bildungsarbeit & Partizipation	Eignung für Bildungszwecke	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L
		Eignung für Partizipation	L	L	L	L	L	L	L	L	H	L	L	L
	soziale Landwirtschaft	Eignung von Arbeiten für Soziale Landwirtschaft	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L
	Regionalität	Verfügbarkeit regionaler Produkte	L	L	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.

Eignung im Vergleich zu den anderen Kultuen

Sehr gering



Sehr hoch

n.a. = keine Angabe gefunden

Kriterium nicht anwendbar

i = betriebsindividuell

Level of confidence: L= gering M= mittel H=hoch

Aus dem Umsetzungsvorschlag könnte die Methode, die Kulturen einerseits nach ihrer Schattentoleranz und andererseits anhand ihrer Pflege- und Ernteintensität zu sortieren, und dynamisch im Lauf der Zeit auszutauschen, übernommen werden. Des Weiteren könnte die Abstimmung der Kulturen auf Synergien, was Vermarktung, Pflege und einen Anbau in Mischkultur angeht übertragen werden.

5.5 Ausblick und weiterer Forschungsbedarf

Die Grundfragen, welche hinter dem Thema Anbau von Sonderkulturen in Baumstreifen von AFS steht, ist die, ob dieser sich vor allem finanziell lohnen könnte, und welche Kulturen dies unter welchen Managementbedingungen ermöglichen würden.

Da sowohl unter rein ökonomischen Aspekten, als auch bei Gesamtauswertung aller drei Themenbereiche die Pfefferminze, der Oregano und der Kürbis, sowie unter Betrachtung des rein ökonomischen Aspektes der Rhabarber gut abschnitten, wird für diese Kulturen weitere Forschung auf dem Werragut empfohlen. Für den Anbau der Kräuter, des Kürbisses und ggf. des Rhabarbers würden sich zunächst Zeitstudien eignen, um den tatsächlichen Bedarf an Arbeitszeit beim Anbau der Kulturen in den Baumstreifen zu erfassen. Anschließend könnten Vollkostenanalysen durchgeführt werden, um herauszufinden, ob sich der Anbau tatsächlich auch finanziell lohnen könnte.

Für eine bessere Beurteilung, ob sich zudem der Anbau von roten Johannisbeeren, Etagezwiebeln und Austernseitlingen für das Werragut als günstig erweist, wird eine Szenarioanalyse zur Zukunft des Werragutes empfohlen. Damit könnte der Umsetzungsvorschlag ggf. noch besser an die zukünftigen Gegebenheiten auf dem Werragut angepasst werden und je nach Zukunftsplänen des ReSoLa e.V. und des Werragutes ein Fokus auf Kulturen, welche sich auch gut über die Gemüsebox vermarkten lassen oder auf Kulturen, welche für die Selbsternte und Bildung und Partizipation viele Vorteile aufweisen, gesetzt werden.

Ein weiteres wichtiges Thema beim Anbau von Sonderkulturen in Baumstreifen von Agroforstsystemen ist die Relevanz des Baumstreifens als Rückzugsort für Tierarten und als Biodiversitätshotspot in der Agrarlandschaft. Ob, bzw. unter welchen Umständen die Nutzung der Baumstreifen für den Anbau der Sonderkulturen, wie von SMITH UND WESTAWAY (2018) angesprochen, zu einer Verbesserung der Habitatqualität führen kann, oder ob der naturschutzfachliche Wert durch diese wirtschaftliche Nutzung sinken würde, ist eine spannende und wichtige Frage. Somit wären für die Kräuter, den Kürbis, Rhabarber, den Austernseitling, sowie die rote Johannisbeere Erhebungen interessant, welche Auswirkungen der Anbau dieser Kulturen auf die Qualität der Baumstreifen als Rückzugsort und Lebensraum im Vergleich zu den gängigen Nutzungsformen hat. Auch eine Forschung zu diesem Thema wird somit für das Werragut empfohlen.

6 Schlussfolgerungen

Ziel der Masterarbeit war es, relevante Posten zum Anbau der Sonderkulturen zu benennen und durch eine systemische Zusammenstellung von Wissen zu ausgewählten Sonderkulturen, Stärken und Schwächen dieser Kulturen in den Themenbereichen Ökologie, Ökonomie und Soziales aufzuzeigen. Zudem sollten die, für den Anbau auf dem Werragut am besten geeigneten Sonderkulturen identifiziert werden. Auch mögliche Auswirkungen des Anbaus der Sonderkulturen für das Werragut sollten benannt werden.

Zur Analyse wurden 10 Sonderkulturen ausgewählt, welche in der Literatur als möglicherweise geeignet bezeichnet wurden, aktuell in der Praxis getestet werden und deren Umsetzung für das Werragut bei entsprechenden Ergebnissen vorstellbar war. Diese 10 Kulturen waren die Kräuter Oregano und Pfefferminze, die Gemüsesorten Kürbis, Spargel, Etagenzwiebel, Rhabarber und Artischocke, die Beerensträucher Himbeere und Johannisbeere und der Edelpilz Austernseitling. Es wurden insgesamt 23 Aspekte aus den Themenbereichen Ökologie, Ökonomie und Soziales als relevant für den Anbau von Sonderkulturen befunden. Davon gingen 42 Kriterien in die Multikriterienanalyse ein, mithilfe derer die 10 Kulturen mit den Alternativen mehrjähriger Blühstreifen und gemanagter Grasstreifen verglichen wurden. Die Charakteristiken der Kulturen konnten in der Heatmap vergleichbar dargestellt werden. In der Nutzwertanalyse schnitten insgesamt der Oregano, die Pfefferminze und der Kürbis am besten ab. Unter ökologischen Aspekten zeigten Oregano, Rote Johannisbeere und Pfefferminze die meisten Vorteile auf, unter ökonomischen Aspekten gleichauf Oregano und Kürbis, gefolgt von der Pfefferminze und unter sozialen Aspekten Spargel, Himbeere und Rote Johannisbeere mit identischen Werten. Für die Umsetzung auf dem Werragut wurden unter Einbezug der Kulturen, welche in der Nutzwertanalyse gut abschnitten und unter Einbezug der Lichtbedürfnisse der Kulturen Oregano, Pfefferminze und Kürbis für die erste Phase, Etagenzwiebel, Rote Johannisbeere und Oregano bzw. Rhabarber für die zweite Phase und Austernseitling, Rote Johannisbeere und Rhabarber für die dritte Phase ausgewählt. Es wurde eine Umsetzung von 100 Verkaufseinheiten geplant, welche vorrangig in den hofnahen Grünlandbaumstreifen stattfinden soll. Als Vorteile für das Werragut wurden die Verbreiterung des Sortiments des Hofladens, eventuelle zusätzliche Verdienste über einen Verkauf über Gemüsebox, Selbsternte und Hofladen, weitere Aufgaben für Soziale Landwirtschaft, sowie eine mögliche Erhöhung des Angebots von Partizipationsmöglichkeiten und Bildungsmöglichkeiten, und mögliche Werbung für das Werragut und Agroforstwirtschaft identifiziert. Synergien sind über Anbau von Kulturen mit gleichen Vermarktungsoptionen zur gleichen Zeit und Maschinenteilung, Anbau von verschiedenen Kulturen im gleichen Baumstreifen, sowie Verwertung von Überschüssen aus dem Sonderkulturanbau als Tierfutter denkbar. Als Herausforderungen wurden der zusätzliche Arbeitsaufwand, die weiten Weglängen und evtl. zusätzliche Kosten für Wegführungen sowie mögliche Schwierigkeiten im Management der Kulturen wegen zeitlichen und räumlichen Behinderungen und unpassenden Ernte und Arbeitszeiten bei den Kulturen genannt. Auch die Unklarheit ob sich

die Kosten für den Anbau amortisieren, wurde aufgeführt und eine Erhöhung der Komplexität des Systems sowie mögliche Beschädigungen der Agroforst Kulturen durch die Selbsternte angesprochen.

Die Ergebnisse können dem Werragut als Entscheidungsgrundlage dienen, welche Sonderkulturen umgesetzt werden sollen und der Umsetzungsvorschlag kann so oder in abgewandelter Form übernommen werden. Auch ist eine Orientierung für andere Höfe geschaffen, welche Aspekte beim Anbau von Sonderkulturen in Baumstreifen von AFS bedacht werden sollten, und die allgemeine Multikriterienanalyse kann auch anderen Höfen als Baustein für die Auswahl von geeigneten Sonderkulturen dienen.

Offen bleiben die Fragen, ob sich der Anbau von Sonderkulturen finanziell lohnen könnte und ob oder inwiefern eine wirtschaftliche Nutzung der Baumstreifen zu einer Verschlechterung oder Verbesserung des Baumstreifens als Lebensraum für faunistische Biodiversität führt oder ob diese Form der Nutzung aus Biodiversitätserhaltungssicht möglicherweise als kritisch zu sehen ist.

V Literaturverzeichnis

- Advisory committee on vegetable crops (o.D.): Rhubarb. Vegetable Crops Production Guide for the Atlantic Provinces. Atlantic provinces agriculture services co-coordinating committee. Online verfügbar unter <https://www.gov.nl.ca/ffa/files/agrifoods-plants-pdf-rhubarb.pdf>, zuletzt geprüft am 01.10.2024.
- Ahmad, G.; Khan, A. (2019): Pumpkin. Horticultural Importance and Its Roles in Various Forms; a Review. In: *IJHA* 4 (1), S. 1–6. DOI: 10.15226/2572-3154/4/1/00124.
- Allgäustauden (2024): Rote Johannisbeere 'Lisette'. *Ribes rubrum*. Hg. v. AllgäuStauden GbR. Online verfügbar unter <https://www.allgaeustauden.de/Kraeuter/Kraeuter-von-A-Z/A-Sonstige-Kraeuter/Asparagus-officinalis-Huchels-Schneewittchen-Gruen-Spargel::11396.html>
https://www.allgaeustauden.de/Nutzgarten/Johannisbeeren::325_349.html, zuletzt geprüft am 02.12.2024.
- AMI (2024): AMI-Marktbilanz : Daten, Fakten, Entwicklungen ; Deutschland, EU. Öko-Landbau. Bonn.
- Amt für landschaft und Natur (2002): Wiesenneuanlage mit Schnittgutübertragung. Unterstützung durch Fachstelle Naturschutz und Strickhof. Amt für Landschaft und Natur - Fachstelle Naturschutz und strickhof. Kanton Zürich. Online verfügbar unter https://www.zh.ch/content/dam/zhweb/bilder-dokumente/themen/umwelt-tiere/landwirtschaft/direktzahlungen/merkblatt_direktbegruenung_fns.pdf, zuletzt geprüft am 01.12.2024.
- Baier, C. (2003): Biologische und pflanzenbauliche Untersuchungen an der Arzneipflanze Artischocke (*Cynara spec. L.*). Dissertation. 1. Aufl. Berlin: Cuvillier Verlag Göttingen.
- Bärwolff, M.; Oswald, M.; Biertümpfel, A. (2012): Schlussbericht zum Vorhaben. Verbundvorhaben: Ökonomische und ökologische Bewertung von Agroforstsystemen in der landwirtschaftlichen Praxis; Teilvorhaben 1: Standort Thüringen, Gesamtkoordination. Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft.
- Bayerische Gartenakademie (2019): Rhabarber. Merkblatt 2176. Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau. Online verfügbar unter https://www.lwg.bayern.de/mam/cms06/gartenakademie/dateien/infoschrift_rhabarber.pdf, zuletzt geprüft am 29.05.24.
- Bedlan, G. (2008): Spargel. Bodenkundliche Universität Wien. Online verfügbar unter <https://www.bedlan.at/media/gemuese/Spargel.pdf>, zuletzt geprüft am 22.08.2024.
- Bender, B.; Chalmin, A.; Reeg, T.; Konold, W.; Mastel, K.; Spiecker, H. (2009): Moderne Agroforstsysteme mit Werthölzern. Leitfaden für die Praxis. 1. Aufl.: Meisterdruck Reute.

- BfN (2023): Floraweb. Information zu Pflanzen. Hg. v. Bundesamt für Naturschutz. Online verfügbar unter <https://www.floraweb.de/pflanzenarten.html>, zuletzt geprüft am 19.11.2024.
- BLE (2024a): Ökologischer Kürbisanbau. Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung. Online verfügbar unter <https://www.oekolandbau.de/landwirtschaft/pflanze/spezieller-pflanzenbau/gemuese/feldgemueseerbau/kuerbisse/>, zuletzt geprüft am 10.07.2024.
- BLE (2024b): Wie können Lebensmittelabfälle und -verluste in der Primärproduktion reduziert werden? Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung. Online verfügbar unter <https://www.praxis-agrar.de/betrieb/betriebsfuehrung/wie-koennen-lebensmittelabfaelle-und-verluste-in-der-primarproduktion-reduziert-werden>, zuletzt geprüft am 01.12.2024.
- BMEL (2022): Daten und Fakten. Land-, Forst- und Ernährungswirtschaft mit Fischerei und Wein- und Gartenbau. Paderborn: Bonifatius GmbH.
- Böhm, C.; Günze, J. (2022): Themenblatt Nr. 2. Mehrfachnutzung des Bodens in Agroforstsystemen. Hg. v. Deutscher Fachverband für Agroforstwirtschaft e.V. Online verfügbar unter <https://agroforst-info.de/wp-content/uploads/2022/08/Themenblatt2-Mehrfachbodennutzung-Web.pdf>.
- Bomme, U. (2001): Kulturanleitung für Pfefferminze. Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL). Online verfügbar unter https://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/ipz/dateien/kulturanleitung_f__r_pfefferminze.pdf, zuletzt geprüft am 04.12.2024.
- Bratsch, A.; Mainville, D. (2009): Specialty Crop Profile. Rhubarb. Virginia Polytechnic Institute and State University (Publication 438 - 110). Online verfügbar unter <https://vtechworks.lib.vt.edu/server/api/core/bitstreams/011cfb58-492e-4ec7-bea8-1dcff25ce66b/content>.
- Braun-Bernhart, U. (2011): Kräuter & Gewürze. pflanzen - ernten - genießen. 2. Aufl. Stuttgart: Kosmos.
- Brockamp, L.; Benduhn, B.; Rueß, F. (2009): Anbausysteme und Kulturführung im ökologischen Erdbeer- und Strauchbeerenanbau zur Erhöhung der Bestandessicherheit (incl. Strategien gegen Verunkrautung) - Verlängerung. Abschlussbericht zum Forschungsprojekt Nr.: 06OE221. Hg. v. Bundesprogramm Ökologischer Landbau. Online verfügbar unter https://orgprints.org/id/eprint/16788/1/16788-06OE221-lvwo-pfeiffer-2009-erdbeer_strauchbeerenanbau.pdf.
- Brunkhorst, A. (2024): Rhabarber – Rheum rhabarberum ‚Glaskin’s Perpetual‘. Hg. v. Kräuterei. Online verfügbar unter <https://kraeuterei-oldenburg.de/produkt/rhabarber/>, zuletzt geprüft am 05.12.2024.
- Büchtele, M. (Hg.) (2018): Lucas' Anleitung zum Obstbau. 33., erweiterte Auflage. Stuttgart: Verlag Eugen Ulmer.

- Bundesamt für Justiz: Verordnung zur Durchführung der GAP-Direktzahlungen (GAP-Direktzahlungen-Verordnung - GAPDZV) § 4 Landwirtschaftliche Fläche. Hg. v. Bundesrepublik Deutschland. Online verfügbar unter https://www.gesetze-im-internet.de/gapdzv/_4.html, zuletzt geprüft am 18.11.2024.
- Bundessortenamt (2002a): Beschreibende Sortenliste. Arznei- und Gewürzpflanzen: Deutscher Landwirtschaftsverlag GmbH.
- Bundessortenamt (2002b): Beschreibende Sortenliste. Strauchbeerenobst Rote Johannisbeere, Schwarze Johannisbeere, Jostabeere: Deutscher Landwirtschaftsverlag GmbH.
- Bundessortenamt (2006): Beschreibende Sortenliste. Himbeere, Brombeere: Deutscher Landwirtschaftsverlag GmbH.
- Burgess, P. (1999): Effects of agroforestry on farm biodiversity in the UK. In: *Scottish Forestry* 53 (1), S. 24–27. Online verfügbar unter <https://dspace.lib.cranfield.ac.uk/server/api/core/bitstreams/efa31bac-94a1-4305-add4-eab93006706e/content>, zuletzt geprüft am 03.12.2024.
- Bush, M. R.; Combe, A. K. (2013): Vegetables. Growing Squash in home gardens. Hg. v. Washington State University Yakima County Extension. Online verfügbar unter <https://s3.wp.wsu.edu/uploads/sites/2070/2019/09/FS087E-Growing-Squash.pdf>, zuletzt geprüft am 05.12.2024.
- Cardarelli, M.; Rouphael, Y.; Saccardo, F.; Colla, G. (2005): An Innovative Vegetative Propagation System for Large-scale Production of Globe Artichoke Transplants. Part I. Propagation System Setup. In: *HortTechnology* 15 (4), S. 812–816. DOI: 10.21273/HORTTECH.15.4.0812.
- Ceccarelli, N.; Curadi, M.; Picciarelli, P.; Martelloni, L.; Sbrana, C.; Giovannetti, M. (2010): Globe artichoke as a functional food. In: *Mediterr J Nutr Metab* 3 (3), S. 197–201. DOI: 10.1007/s12349-010-0021-z#.
- Cederberg, C.; Gustavsson, J.; Meybeck, A.; Sonesson, U.; van Otterdijk, R. (2001): Global food losses and food waste. Extend, causes and prevention.
- Chalmin, A. (2008): Agroforstsysteme in Deutschland. In: *Landinfo* 31 (7), S. 1–7.
- Chalmin, A.; Mastel, K. (2009): Moderne Agroforstsysteme in Deutschland – Aspekte der landwirtschaftlichen Produktion von Agroforstsystemen. Unter Mitarbeit von A. Möndel, M. Oelke und S. Weissenburger. In: H. Spiecker, M. Brix und B. Bender (Hg.): Neue Optionen für eine nachhaltige Landnutzung. Schlussbericht des Projektes agroforst.
- Cirulli, M.; Bubici, G.; Amenduni, M.; Armengol, J.; Berbegal, M.; Del Jiménez-Gasco, M.; Jiménez-Díaz, R. (2010): Verticillium Wilt: A Threat to Artichoke Production. In: *Plant disease* 94 (10), S. 1176–1187. DOI: 10.1094/PDIS-12-09-0852.

- Clementina, U. (2013): The Impact of Organic and Inorganic Manure on the Cultivation of Pumpkin (*Cucurbita Maxima*). In: *IOSR-JPBS* 8 (1), S. 18–20. DOI: 10.9790/3008-0811820.
- Collignon, P.; Bureau, B. (2018): Mehrjähriges Gemüse. Paris: Eugen Ulmer KG.
- Crawford, M. (o. D.): Rhubarb. Factsheet F37. Hg. v. Agroforestry Research Trust, zuletzt geprüft am 05.08.2024.
- Crawford, M. (2012): How to grow perennial vegetables. Totnes, Devon: Green Books.
- Crawford, Martin (2024): Einen Waldgarten erschaffen. Mit der Natur arbeiten, um essbare Pflanzen anzubauen. 2., überarbeitete Auflage. Kevelaer: OLV Fachverlag für Garten und Ökologie.
- DB (o.D.): Fahrplan Mühlhausen - Wanfried - Eschwege. Hg. v. Deutsche Bahn. Online verfügbar unter <https://www.dbregiobus-mitte.de/>, zuletzt geprüft am 03.12.2024.
- Deutsch, M.; Otter, V. (2021): Nachhaltigkeit und Förderung? Akzeptanzfaktoren im Entscheidungsprozess deutscher Landwirte zur Anlage von Agroforstsystemen. Berichte über Landwirtschaft - Zeitschrift für Agrarpolitik und Landwirtschaft, Aktuelle Beiträge. In: *Berichte über Landwirtschaft - Zeitschrift für Agrarpolitik und Landwirtschaft* 99 (1), S. 1–17. DOI: 10.12767/BUEL.V99I1.326.
- Durka, W. (2002): Blüten- und Reproduktionsbiologie. In: *Schriftenreihe für Vegetationskunde* 28, S. 133–175.
- Eghbal, R. (Hg.) (2017): Ökologischer Gemüseanbau. Handbuch für Beratung und Praxis. 3. überarbeitete Auflage. Mainz: Bioland Verlags GmbH (Praxis des Ökolandbaus).
- Eghbal, R. (2020): Strauchbeeren im Blick. Bio-Beerenbauern testen neue Verfahren. In: *Bioland* 47 (4), 10-23. Online verfügbar unter https://www.bioland.de/fileadmin/user_upload/Erzeuger/Fachinfos/Archiv_Fachmagazin/bioland_2020_04.pdf.
- El-Mogy, Mohamed M.; Rashed, Nahed M.; AlTurki, Saleh M.; Chen, Tong (2024): Effect of pre- and postharvest treatments on the quality and storage ability of fresh artichoke heads: opinion article. In: *Frontiers in plant science* 15, S. 1368901. DOI: 10.3389/fpls.2024.1368901.
- Ercisli, S.; Esitken, A.; Turkkal, C.; Orhan, E. (2005): The allelopathic effects of juglone and walnut leaf extracts on yield, growth, chemical and PNE compositions of strawberry cv. Fern. In: *Plant Soil Environ.* 51 (6), S. 283–287. DOI: 10.17221/3587-PSE.
- FAO (2014): SAFA Guidelines. Sustainability assessment of food and agriculture systems : guidelines. Rome.
- Farrell, H. (2019): Kräuter. Anbau, Ernte und Nutzung von über 70 Pflanzen. [1. Auflage]. Bern: Haupt Verlag.

- Frey, D.; Czolba, M. (2017): *The Food Forest Handbook. Design and Manage a Home-Scale Perennial Polyculture Garden*. Erscheinungsort nicht ermittelbar: New Society Publishers Limited. Online verfügbar unter <https://ebookcentral.proquest.com/lib/kxp/detail.action?docID=7272373>.
- Gabot (2024): Spargelfelder: Werden nach der Ernte zu Bienenweiden. Spargelfelder erblühen nach der Ernte und dienen Bienen und anderen Insekten als Nahrungsquelle. Hg. v. Dehne Dienstleistungs-GmbH. Online verfügbar unter <https://www.gabot.de/ansicht/spargelfelder-werden-nach-der-ernte-zu-bienenweiden-398560.html>, zuletzt geprüft am 02.12.2024.
- García de Jalón, S.; Burgess, P. J.; Graves, A.; Moreno, G.; McAdam, J.; Pottier, E. et al. (2018): How is agroforestry perceived in Europe? An assessment of positive and negative aspects by stakeholders. In: *Agroforest Syst* 92 (4), S. 829–848. DOI: 10.1007/s10457-017-0116-3.
- Geldermann, J.; Lerche, N. (2014): Leitfaden zur Anwendung von Methoden der multikriteriellen Entscheidungsunterstützung. Methode: PROMETHEE. Leitfaden. Universität Göttingen, Göttingen.
- Google Maps (2024). Hg. v. Google. Online verfügbar unter https://www.google.de/maps/place/Bioland-Hof+Werragut/@51.1748421,10.0876713,14z/data=!4m6!3m5!1s0x47a4b94e5cc4c2a9:0xbd100eaf45395863!8m2!3d51.1748388!4d10.1082707!16s%2Fg%2F11c2mw_rpx?entry=tту&g_ep=EgoyMDI0MTEyNC4xIKXMDSOASAFQAw%3D%3D, zuletzt geprüft am 03.12.2024.
- Greiner, K.; Weber, A. (2012): *Kräuter. Das neue Standardwerk mit über 200 beliebten Kräutern im Porträt*. 6. Aufl. München: Gräfe und Unzer (Der grosse GU-Pflanzenratgeber).
- Gruber, B. (2021): *Unser essbarer Waldgarten und weitere zukunftsfähige Agroforst-Systeme im Wandel. Von der Streuobstwiese zur Syntropischen Agrikultur*. 1. Auflage. Wels: Waldgarteninstitut Österreich.
- Grünewald, H.; Reeg, T. (2009): Überblick über den Stand der Forschung zu Agroforstsystemen in Deutschland. In: T. Reeg, A. Bemann, W. Konold, D. Murach und H. Spiecker (Hg.): *Anbau und Nutzung von Bäumen auf landwirtschaftlichen Flächen*. 1. Aufl.: Wiley-VCH, Weinheim, S. 233–239.
- Halter, L.; Habegger, R.; Schnitzler, W. H. (2005): ANNUAL ARTICHOKE CULTURE IN GERMANY. In: *Acta Hort.* (681), S. 175–180. DOI: 10.17660/actahortic.2005.681.19.
- Hammer, M.; Hammer, K.; Junghanns, W. (2013): *Oregano. Origanum vulgare L.* In: Bernd Hoppe (Hg.): *Handbuch des Arznei- und Gewürzpflanzenbaus*. Bernburg: Verein für Arznei- und Gewürzpflanzen Saluplanta, S. 243–263.

- Hanke, M. V.; Flachowsky, H. (2017): Johannisbeere und Stachelbeere (*Ribes* spp.). In: Magda-Viola Hanke und Henryk Flachowsky (Hg.): Obstzüchtung und wissenschaftliche Grundlagen. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; Imprint; Springer Spektrum, S. 397–411. Online verfügbar unter https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-662-54085-5_22.
- Hartmann, H. D. (1989): Spargel. Grundlagen für den Anbau. Stuttgart: Ulmer (Ulmer Fachbuch Gemüsebau).
- Hawlik, S. (2021): Anleitung für Austernpilz und Limonenpilz. Hg. v. Hawlik GmbH. Online verfügbar unter <https://www.pilzbrut.de/mediafiles/Sonstiges/Anleitung%20Austern-%20und%20Limonenpilz.pdf>, zuletzt geprüft am 25.07.2024.
- Heisteringer, A. (2016): Kräuter richtig anbauen. das Praxisbuch für Biogarten, Topf und Balkon: Löwenzahn Verlag.
- Herb, C. (2024a): Beerenobst. Hg. v. Bio Gärtnerei Herb. Online verfügbar unter <https://www.bio-kraeuter.de/Bio-Beerenobst::121.html>, zuletzt geprüft am 01.10.2024.
- Herb, C. (2024b): BIO-Saatgut Kürbis 'Hokkaido'. Hg. v. Bio Gärtnerei Herb. Online verfügbar unter <https://www.bio-kraeuter.de/Bio-Saatgut/Bio-Saatgut-Gemuese/Bio-Saatgut-Kuerbis-und-Zucchini/BIO-Saatgut-Kuerbis-Hokkaido::3374.html>, zuletzt geprüft am 02.12.2024.
- Herb, C. (2024c): H04 BIO-Pflanze Artischocke. Hg. v. Bio Gärtnerei Herb. Online verfügbar unter <https://www.bio-kraeuter.de/BIO-Pflanzen/BIO-Pflanzen-Gemuese/BIO-Fruchtgemuese-Pflanzen/BIO-Pflanzen-Sonstiges-Fruchtgemuese/H04-BIO-Pflanze-Artischocke::1744.html>, zuletzt geprüft am 02.12.2024.
- Herb, C. (2024d): H6 BIO-Pflanze Luftzwiebel, Etagezwiebel. Hg. v. Bio Gärtnerei Herb. Online verfügbar unter <https://www.bio-kraeuter.de/BIO-Pflanzen/BIO-Kraeuter-Pflanzen/BIO-Kraeuter-L-wie-Lavendel-Lauchkraeuter-Loewenzahn/H6-BIO-Pflanze-Luftzwiebel-Etagezwiebel::20.html>, zuletzt geprüft am 01.12.2024.
- Herder, M.; Moreno, G.; Mosquera-Losada, R. M.; Palma, J. H.N.; Sidiropoulou, A.; Santiago Freijanes, J. J. et al. (2017): Current extent and stratification of agroforestry in the European Union. In: *Agriculture, Ecosystems & Environment* 240, S. 121–132. DOI: 10.1016/j.agee.2017.03.005.
- Heuberger, H.; Holzapfel, C.; Blum, H.; Schmidt, H. (2014): Status-Quo-Analyse zur Unkrautregulierung im ökologischen Arznei- und Gewürzpflanzenanbau in Bayern. Abschlussbericht. Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft.
- Hirthe G.; Heinze, C. (2006): Auswirkung unterschiedlicher Standweiten auf den Ertrag von Hokkaido-Kürbis im Ökologischen Anbau. Hg. v. Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei M-V. Online verfügbar unter https://www.landwirtschaft-mv.de/Fachinformationen/Gemuesebau/Oekologischer_Anbau/?id=460&processor=processor.sa.lfaforenbeitrag, zuletzt geprüft am 05.12.2024.

- Hutter, S. (2021): Einfach Pilze anbauen. Anleitungen für draußen und drinnen. 2. Aufl.: ökobuch Verlag GmbH.
- IPCC (2022): Summary for Policymakers. In: Intergovernmental Panel on Climate Change (Hg.): Climate Change and Land: Cambridge University Press, S. 1–36.
- Jaksch, T. (2020): Gewürzkräuter. In: H. Laber und G. Lattauschke (Hg.): Gemüsebau. 3., erweiterte Auflage. Stuttgart: Ulmer, S. 533–556.
- Jentzsch, M. (2017): Artischocken für den Freilandschnitt. Ergebnisse der Pillnitzer Anbauversuche 2016. Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie. Online verfügbar unter https://www.gartenbau.sachsen.de/download/Praxisinfo_Artischocken.pdf, zuletzt geprüft am 02.12.2024.
- Jose, S.; Gillespie, A. R. (1998): Allelopathy in black walnut (*Juglans nigra* L.) alley cropping. I. Spatio-temporal variation in soil juglone in a black walnut–corn (*Zea mays* L.) alley cropping system in the midwestern USA. In: *Plant and Soil* 203 (2), S. 191–197. DOI: 10.1023/A:1004301309997.
- Kaesler, A. (2009): Agroforstwirtschaft zur Förderung der Artenvielfalt. Erarbeitung eines Schlüssels zur Bewertung des Naturschutzpotenzials und Anwendung an drei Fallbeispielen im Schweizer Mittelland. Masterarbeit. Technische Hochschule Zürich, Zürich.
- Kaiser, C.; Ernst, M. (2017): Rhubarb. University of Kentucky, College of Agriculture, Food and Environment. Online verfügbar unter <https://www.uky.edu/ccd/sites/www.uky.edu.ccd/files/rhubarb.pdf>, zuletzt geprüft am 03.12.2024.
- Kaulitz, D. (2018): Anbau von Kulturpilzen im Gemeinschaftsgarten. Urbane Gärten München. Online verfügbar unter <https://urbane-gaerten-muenchen.de/2018/01/anbau-von-kulturpilzen-im-gemeinschaftsgarten-webinar/>, zuletzt geprüft am 25.07.2024.
- Köb, L.; Köb, M. (2024): Austernpilze züchten - Der ultimative Ratgeber. Vungi OG. Online verfügbar unter <https://www.vungi.at/post/austernpilze-zuechten>, zuletzt geprüft am 25.07.2024.
- Kobylinski, H. (2015): Beeren mit Mindestlohn-Problem. In: *Badische Bauern Zeitung* 67, 15.01.2015. Online verfügbar unter <https://www.badische-bauern-zeitung.de/beeren-mit-mindestlohn-problem>, zuletzt geprüft am 19.11.2024.
- Koltowski, Z.; Pluta, S.; Jablonski, B.; Szklanowska, K. (1999): Pollination requirements of eight cultivars of black currant (*Ribes nigrum* L.). In: *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology* 74 (4), S. 472–474. DOI: 10.1080/14620316.1999.11511139.

- Kötter, E.; Icking, J. (2023): Kürbisse: Erzeugung. Herkunft und Anbau der Kürbispflanze. Bundeszentrum für Ernährung. Online verfügbar unter <https://www.bzfe.de/lebensmittel/vom-acker-bis-zum-teller/kuerbisse/kuerbisse-erzeugung/>, zuletzt geprüft am 10.07.2024.
- Krautzer, B.; Graiss, W. (2015): Regionale Wildblumen als Nahrungsgrundlage für Honig - und Wildbienen. In: *Biodiversität*, S. 65–76. Online verfügbar unter https://raumberg-gumpenstein.at/jdownloads/FODOK/2747-salvere/fodok_2_15422_regionale_wildblumen_bienen.pdf.
- Krummenacher, J.; Maier, B., Huber, F.; Weibel, F. (2008): Ökonomisches und ökologisches Potenzial der Agroforstwirtschaft. In: *Agroforstwirtschaft* 15 (3), S. 132–137. Online verfügbar unter https://www.agroforstwirtschaftschweiz.ch/wp-content/uploads/2019/12/2008_03_1363.pdf.
- Kühnapfel, J. B. (2021): Scoring und Nutzwertanalysen. Ein Leitfaden für die Praxis. Wiesbaden: Springer Gabler. Online verfügbar unter <https://ebookcentral.proquest.com/lib/kxp/detail.action?docID=6717832>.
- Laber, H.; Lattauschke, G. (Hg.) (2020): Gemüsebau. 3., erweiterte Auflage. Stuttgart: Ulmer.
- Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen (o.D.): Rund um den Kürbis. Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen. Online verfügbar unter <https://www.landwirtschaftskammer.de/verbraucher/service/gartenbau/kuerbis.pdf>.
- Lattauschke, G. (2020): Kürbisgewächse - Cucurbitaceae. In: H. Laber und G. Lattauschke (Hg.): Gemüsebau. 3., erweiterte Auflage. Stuttgart: Ulmer, S. 390–422.
- Laub, N.; Habichtsberg, J. (2024): Die Solawi-Gemüsebox. Hg. v. Gemüseinsel Laub & Habichtsberg GbR. Online verfügbar unter <https://www.solawi-gemueseinsel.com/solawi-kiste>, zuletzt geprüft am 01.12.2024.
- Lelley, J. I. (2018): No Fungi No Future. Wie Pilze die Welt retten können: Springer Verlag. Online verfügbar unter <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/978-3-662-56507-0.pdf>.
- Lengauer, D. (2021): Gourmetgemüse Artischocke. Spezialkulturenwissen. In: *Haidegger Perspektiven* (4), S. 8–10. Online verfügbar unter https://www.agrar.steiermark.at/cms/dokumente/10555164_95125/b6a056fe/Gourmetgem%C3%BCse%20Artischocke.pdf.
- Lenz, N.; Winterling, A.; Heuberge, H. (2019): Anbau von Bärlauch in einem Agroforstsystem zur Energieholzerzeugung. In: Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) (Hg.): Agroforstsysteme zur Energieholzerzeugung im ökologischen Landbau. Endbericht zum Forschungsprojekt „Entwicklung und Erprobung eines Agroforstsystems zur Energieholzerzeugung im ökologischen Landbau“, S. 152–154.
- Lerner, B. R.; Dana, M. N. (2016): Rhubarb. Purdue University Cooperative Extension Service, Department of Horticulture. Online verfügbar unter

- <https://www.purdue.edu/hla/sites/yandandgarden/extpub/rhubarb/>, zuletzt geprüft am 04.12.2024.
- Li, Y.; Wang, X.; Huang, C. (2011): Key street tree species selection in urban areas. In: *African Journal of Agricultural Research* 6 (15), S. 3539–3550. Online verfügbar unter <https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=f3d5d9fbbbfdaa9909752f504488f252ba709fe4>.
- LK Steiermark (2022): Kastanien wachsen zu gefragtem Nischenprodukt heran. Landwirtschaftskammer Steiermark. Online verfügbar unter <https://stmk.lko.at/kastanien-wachsen-zu-gefragtem-nischenprodukt-heran+2400+3705169>, zuletzt geprüft am 03.12.2024.
- López Gutiérrez, N. (2020): Krankheiten und Schädlinge im Spargelanbau. 3. Aufl. Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau Sachsen-Anhalt. Online verfügbar unter https://llg.sachsen-anhalt.de/fileadmin/Bibliothek/Politik_und_Verwaltung/MLU/LLFG/Dokumente/03_service/broschueren/2020_Spargel_Broschuere.pdf, zuletzt geprüft am 04.12.2024.
- Lorey, H. (2024): Wintergemüse. Frische Ernte in der kalten Jahreszeit ; mit Arbeitskalender und Frosthärte-Tabelle. [2., aktualisierte Auflage]. Stuttgart: Ulmer. Online verfügbar unter <https://elibrary.utb.de/doi/book/10.1399/9783818624903>.
- LWG (2007): Infoschrift Artischocke (*Cynara scolymus*). Hg. v. Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau. Online verfügbar unter <https://www.lwg.bayern.de/gartenakademie/gartendokumente/infoschriften/063845/index.php>, zuletzt geprüft am 04.12.2024.
- LWG (2019): Rhabarber. Infoschrift. Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau. Online verfügbar unter https://www.lwg.bayern.de/mam/cms06/gartenakademie/dateien/infoschrift_rhabarber.pdf, zuletzt geprüft am 04.12.2024.
- Markut, T.; Meindl, P.; Kummer, S. (2022): Agroforst. Von der Idee bis zur Umsetzung - Eine erste Orientierung. 1. Aufl.: Druckerei Jentzsch. Online verfügbar unter <https://www.fibl.org/fileadmin/documents/shop/1248-agroforst.pdf>.
- Marshall, E.J.P. (2002): Introducing field margin ecology in Europe. In: *Agriculture, Ecosystems & Environment* 89 (1-2), S. 1–4. DOI: 10.1016/S0167-8809(01)00314-0.
- Matthes, C. (2013): Einfluss abiotischer Wachstumsfaktoren auf Ertrag und Qualität der Blattdroge der Artischocke (*Cynara cardunculus* L. ssp. *flavescens* Winkl.) als Arzneipflanze. Dissertation. Justus-Liebig-Universität Gießen, Gießen. Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung. Online verfügbar unter <https://jlupub.ub.uni-giessen.de/handle/jlupub/17231>.
- McVicar, Jekka (2019): Kräuter: 300 Pflanzen im Porträt - Kultivierung, Anwendung und Rezepte. München: Bassermann.

- MLR (o.D.): Wirtschaftlichkeitsberechnungen im Beerenobst. Hg. v. Ministerium für Ländlichen Raum und Verbraucherschutz. Online verfügbar unter <https://lvwo.landwirtschaft-bw.de/Lde/Startseite/Fachinformationen/Wirtschaftlichkeitsberechnungen+im+Beerenobst>, zuletzt geprüft am 19.11.2024.
- Murillo-Amador, B.; Morales-Prado, L. E.; Troyo-Diéguez, E.; Córdoba-Matson, M. V.; Hernández-Montiel, L. G.; Rueda-Puente, E. O.; Nieto-Garibay, A. (2015): Changing environmental conditions and applying organic fertilizers in *Origanum vulgare* L. In: *Frontiers in plant science* 6, Artikel 549. DOI: 10.3389/fpls.2015.00549.
- Murken, L.; Carlsburg, M.; Chemura, A.; Didovets, I.; Gleixner, S.; Koch, H. et al. (2020): Climate Risk Analysis for Identifying and Weighing Adaptation Strategies in Ethiopia's Agricultural Sector. Potsdam Institute for Climate Impact Research.
- Muster, G. (2020): Große Auswahl. Himbeersorten für den Bioanbau. In: *Bioland* 47 (4), S. 22–23. Online verfügbar unter https://biobeerenmarkt.de/wp-content/uploads/2020/09/bioland_04_2020_Himbeersorten-f%C3%BCr-den-Bio-Anbau.pdf, zuletzt geprüft am 02.12.2024.
- Nawroth, G.; Böhm, C. (Hg.) (2019): Roadmap Agroforstwirtschaft. Bäume als Bereicherung für landwirtschaftliche Flächen in Deutschland. Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation. Stuttgart: Fraunhofer Verlag.
- Nennewitz, K. (2024): Biolandhof Werragut. Online verfügbar unter <https://www.werragut.de/impressum/>, zuletzt geprüft am 11.06.2024.
- Neumayer, J.; Grobbauer, K. (2020): Wie wirken sich Blühstreifen an Kürbisfeldern auf die Bestäubungsleistungen von (Wild)Bienen sowie den Kürbiskernertrag aus? Studie im Rahmen des Bienenschutzfonds von HOFER KG und Naturschutzbund Österreich in Kooperation mit Estyria Naturprodukte KG. Naturschutzbund Österreich. Online verfügbar unter https://naturschutzbund.at/files/projekte_aktionen/bienenschutzfonds/kuerbisprojekt/Endbericht_PilotKuerbisbestaebungsprojekt201819.pdf, zuletzt geprüft am 03.12.2024.
- Neumayer, J.; Paulus, H. F. (1999): Ökologie alpiner Hummelgemeinschaften. Blütenbesuch, Ressourcenaufteilung und Energiehaushalt. Untersuchungen in den Ostalpen Österreichs. In: *Stapfia* 24, S. 5–246. Online verfügbar unter https://www.zobodat.at/pdf/STAPFIA_0067_0001-0246.pdf.
- Oelke, M. et al (2013): Culterra 61 Multifunktionale Bewertung von Agroforstsystemen. Ein Forschungsbericht für die Praxis. In: *Culterra* (61). Online verfügbar unter <https://www.landespflege.uni-freiburg.de/ressourcen/culterra/culterra61-inhalt-zus.pdf>.
- Oerke, E. C. (2005): Crop losses to pests. In: *The Journal of Agricultural Science* 144 (1), S. 31–43. Online verfügbar unter <https://www.cambridge.org/core/journals/journal-of>

agricultural-science/article/abs/crop-losses-to-pests/AD61661AD6D503577B3E73F2787FE7B2.

- Palma, J.H.N.; Graves, A. R.; Bunce, R.G.H.; Burgess, P. J.; Filippi, R. de; Keesman, K. J. et al. (2007): Modeling environmental benefits of silvoarable agroforestry in Europe. In: *Agriculture, Ecosystems & Environment* 119 (3-4), S. 320–334. DOI: 10.1016/j.agee.2006.07.021.
- Pank, F.; Hoppe, B.; Blaschek, W.; Bomme, U.; Hammer, K.; Schliephake, E.; Schmatz, R. (2013): Pfefferminze (*Mentha x piperita* L.). In: Bernd Hoppe (Hg.): Handbuch des Arznei- und Gewürzpflanzenbaus. Bernburg: Verein für Arznei- und Gewürzpflanzen Saluplanta, S. 310–350.
- Paustian, M.; Meinecke, H.; Theuvsen, L. (2016): Strategische Planung und Kontrolle von Sonderkulturbetrieben mit der Balanced Scorecard. In: *Berichte über Landwirtschaft. Zeitschrift für Agrarpolitik und Landwirtschaft* 94 (2), S. 1–22.
- Pažek, K.; Rozman, Č.; Borec, A.; Turk, J.; Majkovič, D.; Bavec, Martina; Bavec, Franc (2006): The Use of Multi Criteria Models for Decision Support on Organic Farms. In: *Biological Agriculture & Horticulture* 24 (1), S. 73–89. DOI: 10.1080/01448765.2006.9755009.
- Petersen, B. (2020): Abschlussbericht Versuchsvorhaben „Optimierung von Verfahren zur Anlage mehrjähriger Blühstreifen mit gebietsheimischen Wildpflanzen und Entwicklung standortangepasster Samenmischungen unter besonderer Berücksichtigung der Anforderungen des Ökolandbaus“ (Praxisversuch). Kompetenzzentrum Ökolandbau Niedersachsen GmbH (KÖN). Online verfügbar unter <https://www.oeko-komp.de/wp-content/uploads/2022/10/Mehrjaehrige-Bluehstreifen-KOeN.pdf>, zuletzt geprüft am 02.12.2024.
- Pfeifer, S.; Bathiany, S.; Rechid, D. (2021): Klimaausblick Werra-Meißner-Kreis. Hg. v. Climate Service Center Germany (GERICS), eine Einrichtung der Helmholtz-Zentrum hereon GmbH. Online verfügbar unter <https://www.gerics.de/klimaausblick-landkreise>, zuletzt geprüft am 05.07.2024.
- Pfisterer, M. (2001): Speisekürbisse. Anbau-Sorten-Lagerung und Verwendung. Stuttgart: Eugen Ulmer.
- Pflanzen-Kölle (2024a): Bio Oregano 'Supreme',. Hg. v. Pflanzen-Kölle Gartencenter. Online verfügbar unter <https://www.pflanzen-koelle.de/bio-oregano-supreme-topf-oe-12-cm-1610200202/>, zuletzt geprüft am 06.12.2024.
- Pflanzen-Kölle (2024b): Pfefferminze, Kölle Bio. Hg. v. Pflanzen-Kölle Gartencenter. Online verfügbar unter <https://www.pflanzen-koelle.de/pfefferminze-koelle-bio-12cm-topf-frisch-aus-unserer-bio-gaertnerei-1610200105/>, zuletzt geprüft am 06.12.2024.
- Plage, H. (2017): Pilzzucht auf Holz. Leitfaden und Praxisbegleiter zum Anbau von Kulturspeisepilzen auf Holz im Freiland. 1. Auflage. Allstedt: Verlag "Der Pilzmann".

- Prišenk, Jernej; Rozman, Črtomir; Pažek, Karmen; Turk, Jernej; Bohak, Zarja; Borec, Andreja (2014): A multi-criteria assessment of the production and marketing systems of local mountain food. In: *Renew. Agric. Food Syst.* 29 (4), S. 345–354. DOI: 10.1017/S1742170513000197.
- Reeg, T. (2010): Moderne Agroforstsysteme mit Wertholzbäumen als Option der Landnutzung in Deutschland: Naturschutz, Landschaftsbild und Akzeptanz. Promotionsschrift. Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Freiburg. Fakultät für Forst- und Umweltwissenschaften. Online verfügbar unter <https://www.freidok.uni-freiburg.de/dnb/download/8308>.
- Reinhard, U. (2015): Gemüseschätze. Selbst anbauen und genießen ; [alte Gemüsesorten neu entdeckt]. Unter Mitarbeit von Ute Klaphake. Stuttgart: Kosmos.
- ReSoLa e.V. (2024): Veranstaltungen. Hg. v. Regenerative und Soziale Landwirtschaft e.V. Online verfügbar unter <https://resola-ev.de/veranstaltungen/>, zuletzt geprüft am 16.06.2024.
- Riofrio, M. (2021): Growing Rhubarb in the Home Garden. Ohio State University. Online verfügbar unter <https://ohioline.osu.edu/factsheet/hyg-1631>, zuletzt geprüft am 07.08.2024.
- Rodriguez, C.; Dimitrova Mårtensson, L.-M.; Zachrison, M.; Carlsson, G. (2021): Sustainability of Diversified Organic Cropping Systems—Challenges Identified by Farmer Interviews and Multi-Criteria Assessments. In: *Front. Agron.* 3, Artikel 698968. DOI: 10.3389/fagro.2021.698968.
- Rois-Díaz, M.; Mosquera-Losada, R.; Rigueiro-Rodríguez, A. (2006): Biodiversity Indicators on Silvopastoralism across Europe. European Forest Institute. Online verfügbar unter https://efi.int/sites/default/files/files/publication-bank/2018/tr_21.pdf, zuletzt geprüft am 05.12.2024.
- Rosati, Adolfo; Borek, Robert; Canali, Stefano (2021): Agroforestry and organic agriculture. In: *Agroforest Syst* 95 (5), S. 805–821. DOI: 10.1007/s10457-020-00559-6.
- Rosati, R. (2017): Lessons learnt - Wild asparagus and other crops in olive orchards in Italy. Hg. v. AGFORWARD. Online verfügbar unter https://www.agforward.eu/documents/LessonsLearnt/WP3_I_Olive_asparagus_lessons%20learnt.pdf, zuletzt geprüft am 05.12.2024.
- Rosen, A. (2024): Grünspargel im Feldanbau. Deutsche Spargelzucht. Online verfügbar unter <https://www.spargel-rosen.de/spargelpflanzen/>, zuletzt geprüft am 07.08.2024.
- Roudeillac, P.; Faedi, W.; Lavialle, O. (1997): A Multikriteria decision aid to determine the genetic performance of strawberry through a varietal observatory network in western europe. In: *Acta Hortic.* (439), S. 307–318. DOI: 10.17660/ActaHortic.1997.439.49.

- Schleep, L.; Weiss, F. (2022): Market Gardening & Agroforst. Von Gemüse und Bäumen, Grundlagen und Vorbildern oder : wie du mit Bäumen deinen Gemüsebetrieb super resilient machst. 1. Auflage. Innsbruck: Löwenzahn.
- Schmid, A. (2004): Biologischer Anbau von Strauchbeeren. Merkblatt. Hg. v. Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL). Online verfügbar unter <https://www.fibl.org/fileadmin/documents/shop/1313-strauchbeeren.pdf>, zuletzt geprüft am 07.07.2024.
- Schmitz, J.; Hahn, M.; Brühl, C. A. (2014): Agrochemicals in field margins – An experimental field study to assess the impacts of pesticides and fertilizers on a natural plant community. In: *Agriculture, Ecosystems & Environment* 193, S. 60–69. DOI: 10.1016/j.agee.2014.04.025.
- Schreiner, M.; Schmidt, S.; Schonhof, I.; Wonneberger, C.; Paschold, P. J.; Rieckmann, U. et al. (2007): Spargelproduktion optimieren. Hg. v. Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft. Darmstadt (KTBL - Schrift, 450).
- Schulz, V.; Sharaf, H.; Weisenburger, S.; Morhart, C.; Konold, W.; Stolzenburg, K. et al. (2020): Agroforst-Systeme zur Wertholzerzeugung. Tipps für die Anlage und Bewirtschaftung von Agroforst-Systemen, sowie Betrachtung ökologischer, ökonomischer, landschaftsgestalterischer und rechtlicher Aspekte. Hg. v. Landwirtschaftliches Technologiezentrum Augustenberg (LTZ).
- Sekara, A.; Kalisz, A.; Gruszecki, R.; Grabowska, A.; Kunicki, E. (2015): Globe artichoke - a vegetable, herb and ornamental of value in central Europe: A review. In: *Journal of Horticultural Science & Biotechnology* 90 (4), S. 365–374.
- Serena, M.; Suanjak, M.; Brechbühl, B.; Padrazzetti, F. (2021): Das Lexikon der alten Gemüsesorten. 800 Sorten - Geschichte, Merkmale, Anbau und Verwendung in der Küche. 4. Auflage. Aarau, München: AT Verlag.
- Sharaf, H. (2018): Vegetationsuntersuchungen in einem Agroforstsystem : Analyse naturschutzfachlicher Potenziale verschiedener Einsaaten und Behandlungsmethoden sowie der Wechselwirkung zwischen Wertholz, Krautvegetation und landwirtschaftlich genutzten Flächen. Dissertationsschrift. Universität Freiburg. Fakultät für Umwelt und Natürliche Ressourcen. Online verfügbar unter <https://www.google.com/search?client=firefox-b-d&q=sharaf+vegetationsuntersuchungen+in+einem+agroforstsystem>, zuletzt geprüft am 30.05.2024.
- Skala, S.; Skala, M. (2023): Das Prinzip Waldgarten. In 7 Schichten Gemüse, Obst, Kräuter, Nüsse und Beeren wachsen lassen. 1. Auflage. Innsbruck: Löwenzahn.
- Smith, J.; Westaway, S. (2018): Managing the tree understorey. Opportunities for crop diversification. Agroforestry innovation networks. Online verfügbar unter https://agricology.co.uk/wp-content/uploads/2019/06/AFINET_factsheet_14.pdf, zuletzt aktualisiert am 15.11.2024.

- Smith, J.; Westaway, S.; Vernet, C. Cathcart-James, M. (2017): Lessons learnt: Silvoarable agroforestry in the UK (Part 2). Hg. v. AGFORWARD. Online verfügbar unter https://www.agforward.eu/documents/LessonsLearnt/WP4_UK_Silvoarable_2_lessons_learnt.pdf, zuletzt geprüft am 18.11.2024.
- Soos, K. (o.D.): Grünspargel anbauen. Hg. v. Sortenwerkstatt. Online verfügbar unter <https://www.sortenwerkstatt.net/gruenspargel-anbauen/>, zuletzt geprüft am 06.12.2024.
- Stadler-Kaulich, N. (2021): Dynamischer Agroforst. Fruchtbarer Boden, gesunde Umwelt, reiche Ernte. München: Oekom Verlag. Online verfügbar unter <https://livivo.idm.oclc.org/login?url=https://ebookcentral.proquest.com/lib/zbmed-ebooks/detail.action?docID=6708033>.
- Standortbedingungen (o.D.): Unveröffentlichtes Dokument des Werragutes.
- Stangl, M. (2014): Das BLV-Handbuch Obst. Das Expertenwissen: Obstgehölze & Beerensträucher. Überarbeitete Neuauflage. München.
- Statistisches Bundesamt 2022: Land- und Forstwirtschaft, Fischerei Strauchbeerenanbau und -ernte. Online verfügbar unter https://www.statistischebibliothek.de/mir/servlets/MCRFileNodeServlet/DEHeft_derivate_00076393/2030319227004.pdf.
- Statistisches Landesamt Rheinland-Pfalz (2023): Bekanntmachung Agrarstrukturhebung 2023. In: *Nachrichtenblatt Verbandsgemeinde Maikammer* 52 (12), S. 16. Online verfügbar unter <https://vg-maikammer.de/wp-content/uploads/2023/03/KW12-2023.pdf>, zuletzt geprüft am 15.11.2024.
- StMELF (2024): Merkblatt zu den Öko-Regelungen 2024. Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft, Forsten und Tourismus. Online verfügbar unter https://www.stmelf.bayern.de/mam/cms01/agrarpolitik/dateien/merkblatt_oekoregelungen.pdf, zuletzt geprüft am 18.11.2024.
- Suard, T.; Caminada, L.; Amsler, S.; Häseli, A. (2024): Walnüsse. Anbau, Ernte und Verarbeitung bei kleinen Produktionsmengen. Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL). Online verfügbar unter <https://www.fibl.org/fileadmin/documents/shop/1757-walnuesse.pdf>, zuletzt geprüft am 05.12.2024.
- Sznajderman, M. (2022): POSSIBILITIES OF USING OREGANO (ORIGANUM VULGARE L.) AS A DIETARY SUPPLEMENT IN BROILER CHICKEN AND HENS PRODUCTION. In: *Journal of Hygienic Engineering and Design* 9 (6), S. 745–751. Online verfügbar unter <https://keypublishing.org/jhed/wp-content/uploads/2022/04/20.-Full-paper-Veselin-Ivanov.pdf>.
- Teklehaimanot, Z.; Jones, M.; Sinclair, F. L. (2002): Tree and livestock productivity in relation to tree planting configuration in a silvopastoral system in North Wales, UK. In: *Agroforestry Systems* 56 (1), S. 47–55. DOI: 10.1023/A:1021131026092.

- Tiwari, D.N; Loof, R.; Paudyal, G.N (1999): Environmental–economic decision-making in lowland irrigated agriculture using multi-criteria analysis techniques. In: *Agricultural Systems* 60 (2), S. 99–112. DOI: 10.1016/S0308-521X(99)00021-9.
- Tscharntke, T.; Wiedenmann, A.; Piko, J.; Quente, J.; Osten, F. (2020): Konkrete Maßnahmen gegen den Insektenrückgang – ein Handlungsrahmen für Baden-Württemberg. Abschlussbericht. Universität Göttingen. Online verfügbar unter <https://www.uni-goettingen.de/de/document/download/5fa7bbbfc653de6ec100c136f6f18767.pdf/Tscharntke%202020%20BaWue%20Bericht%20Ma%C3%9Fnahmen%20Insektensterben.pdf>.
- Ummah, R.; Rinadi, M. V. P. (2022): Effect of Mulch Type and Application of Liquid Organic Fertilizer on Pumpkin Plants (*Cucurbita moschata*). In: *agaricus* 1 (3), S. 131–140. DOI: 10.32764/agaricus.v1i3.2441.
- Umweltbundesamt (2023): Struktur der Flächennutzung. Online verfügbar unter <https://www.umweltbundesamt.de/daten/flaeche-boden-land-oekosysteme/flaeche/struktur-der-flaechennutzung#die-wichtigsten-flachennutzungen>, zuletzt geprüft am 31.05.2024.
- Uni Kassel (o.D.): Projekt „Nachhaltige Landnutzung – Agroforst“ 2021-2025. Universität Kassel. Online verfügbar unter https://www.uni-kassel.de/forschung/files/agroforst/pdf/Poster-%C3%9Cbersicht_Agroforst-DFH-A4.pdf, zuletzt geprüft am 13.11.2024.
- Universität Zürich (2023): Methodenberatung. Skalenniveau. Online verfügbar unter https://www.methodenberatung.uzh.ch/de/Ressourcen--Beratung/skalenniveau.html#1.2._Ordinalskala, zuletzt geprüft am 05.12.2024.
- Vietmeier (2019): Verticillium-Welke bei Gehölzen. Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen. Online verfügbar unter <https://www.landwirtschaftskammer.de/landwirtschaft/pflanzenschutz/hausgarten/zierpflanzen/verticilliumwelke.htm>, zuletzt geprüft am 04.12.2024.
- Weber, C.; Quinckhardt, K. (2018a): Heimvorteil Spargel. Selbst angebaut - selbst zubereitet. Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen. Online verfügbar unter <https://www.landwirtschaftskammer.de/verbraucher/rezepte/spargelrezepte.pdf>, zuletzt geprüft am 22.08.2024.
- Weber, C.; Quinckhardt, K. (2018b): Heimvorteil: Beerenobst. Selbst angebaut - Selbst zubereitet! Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen. Online verfügbar unter <https://www.landwirtschaftskammer.de/verbraucher/rezepte/beerenrezepte.pdf>, zuletzt geprüft am 02.12.2024.
- Weinheimer, S. (2020): Korbblütler - Asteraceae. In: H. Laber und G. Lattauschke (Hg.): Gemüsebau. 3., erweiterte Auflage. Stuttgart: Ulmer, S. 286–320.
- Welbaum, G. E.; Warfield, Steven C. (1992): Growing globe artichokes from seed. In: *Acta Hortic.* (318), S. 111–116. DOI: 10.17660/ActaHortic.1992.318.13.

- Westaway, S.; Smith, J. (2017): Trees and crops: making the most of the space. Hg. v. AGFORWARD research project. Online verfügbar unter https://www.agforward.eu/documents/leaflets/35_Managing_the_tree_understorey_for_food_and_biodiversity.pdf, zuletzt geprüft am 13.11.2024.
- Wetzler, D.; Stopfer, M. (o.D.): NamNamNatura. Sonnengereift. Regional. Authentisch. Online verfügbar unter <https://namnamnatura.de/>, zuletzt geprüft am 05.12.2024.
- Wiegmann, K.; Scheffler, M.; Schneider, C.; Lakner, S.; Sommer, P.; Meyer-Jürshof, M. (2023): Klimaschutz in der GAP 2023 - 2027. Wirkungsbeitrag und Ausgaben. 2. Aufl. Umweltbundesamt. Online verfügbar unter https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/11850/publikationen/103_2023_texte_klimaschutz_in_der_gap.pdf.
- Wiesinger, K.; Ott, L. (2019): Erprobung einer Untersaat von zwei Ansaatmischungen aus autochthonen Wald- bzw. Waldsaumarten. In: Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) (Hg.): Agroforstsysteme zur Energieholzerzeugung im ökologischen Landbau. Endbericht zum Forschungsprojekt „Entwicklung und Erprobung eines Agroforstsystems zur Energieholzerzeugung im ökologischen Landbau“, S. 145–151.
- Wilkinson, K.; Elevitch, C. (2000): Overstory #56 Integrating Understory and Tree Crops. Hg. v. Agroforestry Net. Online verfügbar unter <https://agroforestry.org/the-overstory/209-overstory-56-integrating-understory-and-tree-crops>, zuletzt geprüft am 16.06.2023.
- Wilson, M. D.; Wang, B.; Huynh, N. K. (2019): Shelf-life extension of fresh basil, coriander, mint and parsley. In: *Acta Hort.* (1245), S. 139–144. DOI: 10.17660/ActaHortic.2019.1245.20.
- Winter, F.; Link, H. (2002): Lucas' Anleitung zum Obstbau. [32. Aufl.]. Stuttgart: Ulmer.
- Wirthgen, B.; Maurer, O. (2000): Direktvermarktung. Verarbeitung, Absatz, Rentabilität, Recht ; 51 Tabellen. 2., neubearb. und erw. Aufl. Stuttgart (Hohenheim): Ulmer.
- Wurm, L.; Lafer, G.; Kickenweiz, M. Rühmer, T.; Steinbauer, L. (2010): Erfolgreicher Obstbau. ein Obstbau-Leitfaden unter besonderer Berücksichtigung qualitätsfördernder Maßnahmen. Unter Mitarbeit von Lothar Wurm. Wien: AV Buch.
- Ziegler, J. (2020a): Knöterichgewächse - Polygonaceae. In: H. Laber und G. Lattauschke (Hg.): Gemüsebau. 3., erweiterte Auflage. Stuttgart: Ulmer, S. 258–285.
- Ziegler, J. (2020b): Spargelgewächse - Asperagaceae. In: H. Laber und G. Lattauschke (Hg.): Gemüsebau. 3., erweiterte Auflage. Stuttgart: Ulmer, S. 511–529.

VI Anhang

*Tabelle 14 Expert*innen, deren Wissen in die Arbeit einfließt*

Elvers, B.	Verantwortlicher für Gemüsebau, Agroforst und Bildungsarbeit des landwirtschaftlichen Betriebs „Alles im Grünen Bereich e.V.“ in Kaufungen
Laub, N.	Gemüsegärtnerin im silvoarablen Gemüse Agroforstsystem in Dietzenrode
Sprenger, K.	Projektkoordinator beim ReSoLa e.V.
Voßkuhl, L.	Doktorandin und wissenschaftliche Mitarbeiterin im Fachbereich Grünlandwissenschaften und nachwachsende Rohstoffe der Universität Kassel. Mitarbeiterin im Forschungsprojekt „Nachhaltige Landnutzungssysteme – Agroforstsysteme“.
Wack, J.	Agroforstexperte und Mitbegründer des Agroforstplanungsbüros Triebwerk
Wetzler, D.	Agroforstpraktiker und Mitbegründer des Obstwaldsystems NamNamNatura

Tabelle 15 Mögliche Sonderkulturen

Früchtetragende Sträucher	vorrangig als Küchenkräuter bekannte Pflanzen	v.a. als Arznei- und Gewürzpflanzen bekannte Pflanzen (Auswahl)	Einjähriges Gemüse	Sonstige interessante Sonderkulturen	Mehrkjährige Gemüse	Speisepilze
Aronia	Afrikanisches Basilikum	Alant	Blumenkohl	Bambus	Ackerlauch	Austernpilze
Brombeere	Ananans-Salbei	Arnika	Bohnen	Buchweizen	Artischocke	Champignons
Chilenische Guave	Anis	Baldrian	Brokkoli	Cranberry	Baumkohl	Kastanienseitling
chinesische Blaugurke	Blattsellerie	Bärlauch	Chicoree	Durchwachsene Silphie	Erdkastanie	Kräuterseitlinge
Erbsenstrauch	Bohnenkraut	Bärwurz	Chinakohl	Erdbeere	Etagenzwiebel	Riesenschirmling
Felsenbirne	Borretsch	Beifuß	Dicke Bohne	Erdbirne	Helianthi	Samtfußrübling
Gelbhornstrauch	Brunnenkresse	Beinwell	Elefantenknoblauch	Erdmandel	Jiaogulan	Shiitake
Gojibeere	Currykraut	Bertram	Erbse	Essbare Taglilien	Kaukasischer Rankspinat	Steinpilze
Hagebutte	Dill	Besenginster	Fenchel	Färberpflanzen	Knollenziest	Trüffel
Heidelbeere	Estragon	Bingelkraut	Grünkohl	Farne	Knollige Kapuzinerkresse	
Himbeere	Gartenkresse	Bitterer Fenchel	Gurke	Feldklee	Meerkohl	
Holunder	Gundermann	bittersüßer Nachtschatten	Haferwurzel	Fetthenne	Neuseeländer Spinat	
Johannisbeere	Jamaica-Thymian	Brennnessel	Kartoffel	Fingerblättrige Akebie	Rhabarber	
Jostabeere	Kerbel	Echte Goldrute	Knoblauch	Funkien	Schlangenknolauch	
Kiwibeere	Koriander	Echte Kamille	Kohlrabi	Getreide	Schnittknoblauch	
Krähenbeere	Kümmel	Färberginster	Kürbis	Hanf	Spargel	
Loganbeere	Lavendel	Gänsefingerkraut	Malabarspinat	Hopfen	Yacón	
Maibeere	Liebstockel	Ginko	Mangold	Kapuzinerkresse	Zuckerwurzel	
Preiselbeere	Majoran	Ginseng	Meerrettich	Lein		
Sanddorn	Minze	Herzgespann	Möhre	Linsen	Literatur	
Schlehe	Oregano	Ingwer	Palmkohl	Lupine	Agroforst generell	BÖHM UND GÜNZE 2022
Stachelbeere	Petersilie	Johanniskraut	Pastinake	Moltebeere		KRUMMENACHER ET AL. 2008
Taybeere	Pimpinelle	Kamille	Porree	Pawpaw		SCHLEEP UND WEISS 2022
	Rosmarin	Kapuzinerkresse	Radieschen	Phacelia		SCHULZ ET AL. 2020
	Salbei	Karotte	Rettich	Pimpernuss		STADLER-KAULICH 2021
	Sauerampfer	Löwenzahn	Rosenkohl	Ringelblume		WETZLER UND STOPFER O.D.
	Schnittlauch	Mariendistel	Rote Rübe	Rose	Waldgärten	CRAWFORD 2024
	Senf	Mistel	Salate	Wilde Möhre, Magerite		FREY UND CZOLBA 2017
	Thymian	Mohn	Schwarzwurzel	Schnittblumen		GRUBER 2021
	Waldmeister	Mönchspfeffer	Sellerie	Seifenkraut		SKALA UND SKALA 2023
	Ysop	Passionsblume	Speisezwiebel	Strauchlupine	schwarze Schrift: keine Angaben zu dieser Kultur in agroforstspezifischer Literatur gefunden	
	Zitronenmelisse	Ringelblume	Spinat	Virginiamalve als Futterpflanze		
	Zitronenverbene	Schachtelhalm	Süßkartoffel	Waldsauerklee		
		Schöllkraut	Tellerkraut	Weißklee		
		Sonnenhut	Topinambur	Wein		
		Sonnentau	Weißkohl			
		Süßdolde	Winterheckenzwiebel			
		Teufelskralle	Wirsing			
		Trauben-silberkerze	Zucchini			
		Zaubernuss	Zuckermais			
			Baumspinat			

Tabelle 16 Rechnungen für die Multikriterienanalyse. Die Einnahmen und Einkaufskosten sind in Euro gerechnet

	Literaturdaten (Ertrag/Pflanze)	Einheit	Pflanzen/m ²	Ertrag/m ²	Ertrag in kg/m ²	Einnahmen/ kg oder pro Bund	Einnahmen /m ²	Einnahmen gesamt
Oregano	1,5	Bund	8	12	3,0	1,37	65,76	548,00
Pfefferminze	1,5	Bund	10	15	3,8	1,24	74,40	496,00
Spargel	0,32	kg	2,86	0,9	0,9	12,5	11,6	625,00
Himbeere	0,22	kg	2	0,4	0,4	25,6	11,0	640,00
Etagezwiebel	0,33	Bund	40	13,2	4,4	1,58	20,9	158,00
Austernseitling	1,25	kg	4,7	5,9	5,9	9,16	53,8	458,00
Artischocke	1,11	kg	1,42	1,6	1,6	3,35	5,3	100,50
Rhabarber	3,00	kg	1	3,0	3,0	4,35	13,1	435,00
Kürbis	4,50	kg	0,66	3,0	3,0	1,56	4,6	156,00
Johannisbeere	1,06	kg	0,87	0,9	0,9	11,72	10,8	293,00
	Vermarktungs- einheit (Bund bzw. kg)	Einheiten/ m ²	Beetbedarf zur Produktion	Einkaufskosten Pflanzgut	Kosten Pflanzgut/ m ²	Pflanzgut gesamt	Einheiten/P flanze	Benötigte Pflanzen- anzahl
Oregano								
Pfefferminze	1,0	12,0	8,3	3,5	28,0	233,3	1,5	66,7
Spargel	1,0	15,0	6,7	4,0	39,9	266,0	1,5	66,7
Himbeere	0,5	1,9	54,0	6,5	18,6	1003,1	0,6	154,3
Etagezwiebel	0,3	1,7	58,1	9,5	19,0	1104,7	0,9	116,3
Austernseitling	1,0	13,2	7,6	4,2	168,4	1403,3	0,3	333,3
Artischocke	0,5	11,8	8,5	12,0	56,4	480,0	2,5	40,0
Rhabarber	0,3	5,3	19,0	5,0	7,0	133,8	3,7	27,0
Kürbis	1,0	3,0	33,3	5,8	5,8	193,3	3,0	33,3
Johannisbeere	1,0	3,0	33,7	0,7	0,5	15,6	4,5	22,2
	0,3	3,7	27,1	10,2	8,9	240,6	4,2	23,6

Tabelle 17 Zugrundeliegende Rechnung Kriterium Soziale Landwirtschaft

	Blühstreifen	Grasstreifen	Oregano	Pfefferminze	Spargel	Himbeere	Etagenzwiebel	Austernseitling	Artischocke	Rhabarber	Kürbis	Johannisbeere
Sich wiederholende Arbeiten Installation	1	1	5	3	4	4	5	4	2	2	1	5
Einfach auszuführende Pflegearbeiten	1	1	5	3	5	3	5	3	2	2	1	5
Sich wiederholende Pflegearbeiten	1	1	5	5	5	3	5	5	3	3	3	5
Sich wiederholende Erntearbeiten	1	1	3	3	3	5	5	4	3	4	1	5
Einfach auszuführende Erntearbeiten	1	1	3	3	3	4	3	4	3	3	5	4
Gesamt	5	5	18	17	20	19	23	20	13	14	11	24

Es wurden Zahlenwerte zu sich wiederholenden oder einfach anzuleitenden Installations-, Pflege- und Erntearbeiten aus den Daten zum Arbeitsbedarf der Sonderkulturen bestimmt und aufsummiert um die Kulturen im Hinblick auf ihre Eignung für Soziale Landwirtschaft auf dem Werragut zu bewerten

Tabelle 18 Zugrunde liegende Rechnungen Kriterium No-regret Charakteristiken

	Blühstreifen	Grasstreifen	Oregano	Pfefferminze	Spargel	Himbeere	Etagenzwiebel	Austernseitling	Artischocke	Rhabarber	Kürbis	Johannisbeere
Nahrungsquelle für Insekten	5	0	4,5	3,5	4,5	3,5	1	1	5	2	5	2
Arbeitszeit	4,5	5	2,3	3	1	1	2,7	2,3	2,7	3	4	2
Ressourcen	4	5	3,3	3	3	3	3	2	3,3	4	5	2,5
Bildungsarbeit & Partizipation	2,3	1	3,7	3	4,3	4,3	4	4	3,7	3,3	3	4,3
Gesamt	15,8	11	13,8	12,5	12,8	11,8	10,7	9,3	14,6	12,3	17	10,8

Aufsummierung der Zahlenwerte aus den Kategorien Nahrungsquelle für Insekten, Arbeitszeit, Ressourcen und Bildungsarbeit- und Partizipation

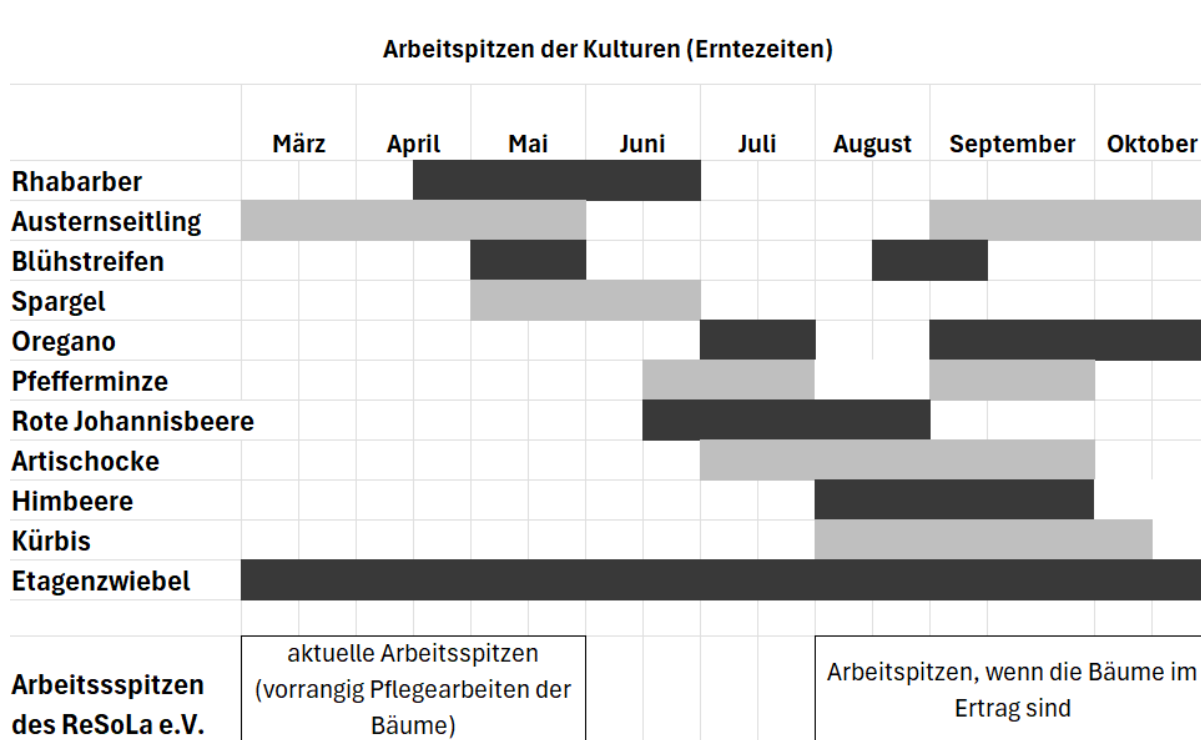


Abbildung 7 Arbeitsspitzen der Sonderkulturen und des ReSoLa e.V.

Literatur: Rhabarber RIOFRIO: (2021); Austernseitling: PLAGE (2017); Blühstreifen: SHARAF (2018); Spargel: BEDLAN (2008); Oregano: HAMMER ET AL. (2013); Pfefferminze: ZIEGLER (2020a); Rote Johannisbeere: SCHMID (2004); Artischocke: HALTER ET AL. (2005); Himbeere; SCHMID (2004); Kürbis: KÖTTER UND ICKING (2023); Etagenzwiebel: CRAWFORD (2012)

Als Arbeitsspitzen der Sonderkulturen wurden die Erntezeiten festgelegt, für den ReSoLa e.V. die von Sprenger, K. kommunizierten Zeiträume

Tabelle 19 Kriterium Etablierungskosten im Verhältnis zu den Erntejahren

	Blühstreifen	Grasstreifen	Oregano	Pfefferminze	Spargel	Himbeere	Etagenzwiebel	Austernseitling	Artischocke	Rhabarber	Kürbis	Johannisbeere
Geschätzter Aufwand für Installation	4	5	3	3	1	1	2	2	3	3	4	2
Kosten für Saatgut/Jungpflanzen/Mycel	5	5	4	3	4	4	1	3	4	4	5	4
Anzahl voraussichtlicher Erntejahre	3	5	3	2	5	2	3	3	2	4	1	5
Gesamtsumme (Doppelte Wertung der Nutzungsdauer)	15	20	13	10	15	9	9	11	11	15	11	16

Aufsummierung der Zahlenwerte der Kriterien *geschätzter Aufwand für Installation*, *Kosten für Saatgut/Jungpflanzen/Mycel* und *Anzahl voraussichtlicher Erntejahre* in doppelter Wertung

Nutzwertanalyse

Tabelle 20 Ergebnisse der Nutzwertanalyse auf Kategorienebene

	Oregano	Pfefferminze	Spargel	Himbeere	Etagenzwiebel	Austernseitling	Artischocke	Rhabarber	Kürbis	Johannisbeere
Nahrungs- quelle für Insekten	0,32	0,25	0,32	0,25	0,07	0,07	0,07	0,07	0,25	0,14
Lebensraum	0,14	0,14	0,14	0,29	0,07	0,21	0,21	0,14	0,21	0,29
Konkurrenz	0,25	0,21	0,13	0,11	0,20	0,36	0,16	0,21	0,18	0,13
Standort	0,31	0,29	0,21	0,19	0,33	0,21	0,17	0,19	0,24	0,26
Vermehrung	0,21	0,21	0,25	0,18	0,21	0,29	0,25	0,25	0,21	0,32
Summe Ökologie	1,24	1,11	1,05	1,01	0,89	1,14	0,86	0,87	1,10	1,14
Zeitbedarf	0,29	0,25	0,21	0,18	0,29	0,29	0,25	0,25	0,21	0,25
Flexibilität	0,36	0,36	0,07	0,14	0,36	0,14	0,21	0,36	0,36	0,21
Arbeitszeit	0,17	0,21	0,07	0,07	0,19	0,17	0,19	0,21	0,29	0,14
Ressourcen	0,23	0,21	0,16	0,16	0,21	0,18	0,21	0,30	0,32	0,20
Einnahmen	0,36	0,36	0,14	0,14	0,21	0,29	0,14	0,14	0,14	0,14
Risiko	0,26	0,21	0,24	0,17	0,19	0,12	0,24	0,17	0,26	0,19
Vermarktung	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,14	0,19	0,24	0,26	0,24
Summe Ökonomie	1,85	1,80	1,09	1,05	1,64	1,32	1,44	1,67	1,85	1,38
Bildungs- arbeit & Partizipation	0,21	0,21	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29
soziale Landwirt- schaft	0,36	0,21	0,36	0,36	0,29	0,29	0,21	0,29	0,14	0,36
Summe Soziales	0,57	0,43	0,64	0,64	0,57	0,57	0,50	0,57	0,43	0,64
Nutzwert	3,66	3,33	2,79	2,71	3,10	3,04	2,80	3,11	3,37	3,15

VII Eigenständigkeitserklärung und Nutzung generativer Künstlicher Intelligenz

Eigenständigkeitserklärung:

Ich versichere hiermit, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig verfasst, ganz oder in Teilen noch nicht als Prüfungsleistung vorgelegt und keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel benutzt habe. Sämtliche Stellen der Arbeit, die benutzten Quellen im Wortlaut oder dem Sinn nach entnommen sind, habe ich durch Quellenangaben kenntlich gemacht. Ich erkläre mein Einverständnis zur Überprüfung der von mir eingereichten Arbeit auf Plagiate durch eine Anti-Plagiatsoftware. Zu diesem Zweck stelle ich, wenn gefordert, eine anonymisierte elektronische Form des Dokuments in gängigem Format zur Verfügung.“

Erklärung zur Nutzung von generativer Künstlicher Intelligenz:

Folgende generative KI-Software habe ich in den angegebenen Kapiteln der Arbeit und für die angegebenen

Zwecke genutzt:

ChatGPT eingesetzt für

1) Kapitel 4 Vorschläge für Synonyme

Die hier gemachten Angaben sind vollständig.

Witzenhausen, Dezember 2024