

---

**UNIVERSITÄT KASSEL**  
**FB 11 Ökologische Agrarwissenschaften**  
**Fachgebiet Nutztierethologie und Tierhaltung**

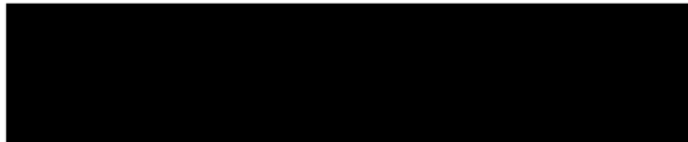
Masterarbeit

---

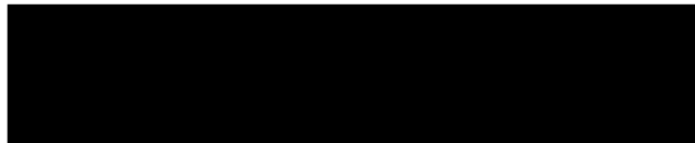
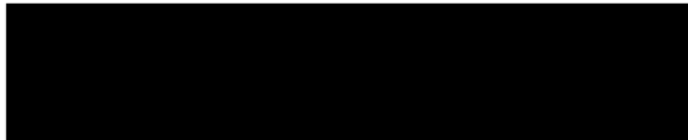
Ethologische Beobachtungen der Aufenthalts- und  
Futterpräferenz von kleinen Wiederkäuern auf Weiden mit  
Futterhecken

---

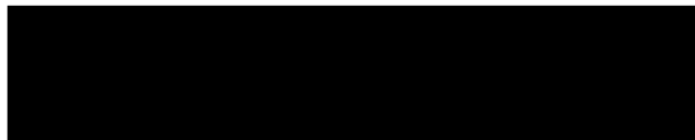
1. Prüferin:



2. Prüferin:



Im Wintersemester 2025/26



## Inhalt

|                                                            |      |
|------------------------------------------------------------|------|
| Abbildungsverzeichnis.....                                 | IV   |
| Tabellenverzeichnis .....                                  | VI   |
| Abkürzungsverzeichnis.....                                 | VII  |
| Danksagung .....                                           | VIII |
| 1. Einleitung .....                                        | 9    |
| 1.1 Ziel der Arbeit .....                                  | 10   |
| 1.2 Aufbau der Arbeit.....                                 | 10   |
| 2. Stand des Wissens.....                                  | 11   |
| 2.1 Klima & Landwirtschaft .....                           | 11   |
| 2.1.1 Emissionen aus der Landwirtschaft.....               | 11   |
| 2.1.2 Klimaprognosen und Folgen.....                       | 11   |
| 2.1.3 Nachhaltige Haltung von Wiederkäuern .....           | 12   |
| 2.2 Agroforst.....                                         | 13   |
| 2.2.1 Definition von Agroforstsystemen .....               | 13   |
| 2.2.2 Futterlaub im historischen Kontext .....             | 13   |
| 2.3 Überblick über das Projekt „FuLaWi“ .....              | 14   |
| 2.4 Exkurs: kleine Wiederkäuer .....                       | 15   |
| 2.5 Tierwohl und Tiergesundheit.....                       | 16   |
| 2.5.1 Tierwohl: Perspektiven der Ethologie .....           | 17   |
| 2.5.2 Tiergesundheit: Perspektiven der Tierernährung ..... | 18   |
| 3. Tiere, Material und Methoden .....                      | 22   |
| 3.1 Betriebe und Tiere .....                               | 22   |
| 3.2 Material und Methoden.....                             | 23   |
| 3.2.1 Vorbereitungen.....                                  | 23   |
| 3.2.2 Versuchsflächen.....                                 | 23   |
| 3.2.3 Methode der Verhaltensbeobachtung.....               | 30   |
| 3.2.4 Durchführung .....                                   | 31   |
| 3.2.5 Datenauswertung .....                                | 32   |
| 4. Ergebnisse .....                                        | 34   |
| 4.1 Beschreibung der Beobachtungen.....                    | 34   |
| 4.1.1 Hof 1 .....                                          | 34   |
| 4.1.2 Hof 2 .....                                          | 37   |
| 4.1.3 Hof 3 .....                                          | 40   |
| 4.1.4 Hof 4 .....                                          | 42   |
| 4.2 Präferenz des Aufenthaltsortes.....                    | 44   |

|                                                                                     |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 4.3 Räumliche Verortung der Verhaltensweisen .....                                  | 45 |
| 4.3.1 Hof 1 .....                                                                   | 45 |
| 4.3.2 Hof 2 .....                                                                   | 46 |
| 4.3.3 Hof 3 .....                                                                   | 46 |
| 4.3.4 Hof 4 .....                                                                   | 48 |
| 4.4 Präferenz für Gehölzfutter .....                                                | 48 |
| 4.4.1 Hof 1 .....                                                                   | 49 |
| 4.4.2 Hof 2 .....                                                                   | 50 |
| 4.4.3 Hof 3 .....                                                                   | 50 |
| 4.4.4 Hof 4 .....                                                                   | 52 |
| 5. Diskussion .....                                                                 | 53 |
| 5.1 Einordnung der Ergebnisse .....                                                 | 53 |
| 5.1.1 Verhalten und Präferenz der Ziegen .....                                      | 53 |
| 5.1.2 Verhalten und Präferenz der Schafe .....                                      | 54 |
| 5.2 Methodische Hindernisse und Perspektiven .....                                  | 55 |
| 5.2.1 Organisation und Planung .....                                                | 55 |
| 5.2.2 Eingriffe durch Beobachter*innen .....                                        | 56 |
| 5.2.3 Scan Sampling und Ethogramm .....                                             | 57 |
| 5.3 Potenziellen Einflussfaktoren auf das Verhalten .....                           | 59 |
| 5.3.1 Tiere .....                                                                   | 59 |
| 5.3.2 Flächengestaltung und Vegetationsqualität .....                               | 60 |
| 5.3.3 Beschattungs- und Strukturfunktion .....                                      | 61 |
| 5.3.4 Umweltbedingungen (Temperatur) .....                                          | 61 |
| 6. Zusammenfassung .....                                                            | 64 |
| 7. Fazit .....                                                                      | 65 |
| 8. Eigenständigkeitserklärung und Nutzung generativer Künstlicher Intelligenz ..... | 67 |
| 9. Literaturverzeichnis .....                                                       | 68 |
| 10. Anhang .....                                                                    | 75 |
| 10.1 Fragebogen an Betriebe .....                                                   | 75 |
| 10.2 Aufnahmebogen .....                                                            | 77 |

# Abbildungsverzeichnis

|                                                                                                                                                                                                                                                                                 |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Abbildung 1: Europäische Wiederkäuer nach Futtertyp: Schattiert = wild, Weiß = domestiziert, links = Vorzug von nährstoffreichem Futter, rechts = stärkere Anpassung an Raufutter (Hofmann 1989 nach Hofmann 1976) .....                                                        | 17 |
| Abbildung 2: Skizzen der Flächen mit Baumreihen (dunkelgrüne Kreise), Eimer mit Wasser (hellblaue Kreise), Wanne mit Wasser (hellblaue Elipse) und Hängern auf Hof 4 (Braune Rechtecke); Länge und Breite der Gesamtfläche, Breite der Hecke in Meter (eigene Darstellung)..... | 25 |
| Abbildung 3: Eindruck der Versuchsfläche auf Hof 1 mit dicht gewachsener Hecke (Triebwerk 2025).....                                                                                                                                                                            | 26 |
| Abbildung 4: Grünland mit Weißklee und Gräsern (Deutsches Weidelgras) auf Hof 1 (Triebwerk 2025).....                                                                                                                                                                           | 26 |
| Abbildung 5: Grünland mit Gemeine Wegwarte auf Hof 1 (Triebwerk 2025).....                                                                                                                                                                                                      | 26 |
| Abbildung 6: Eingezäunter Bereich mit einreihiger Hecke auf Hof 2 (Triebwerk 2025).....                                                                                                                                                                                         | 27 |
| Abbildung 7: Deutlich geringe Qualität der erst vor kurzem gemähten Weide auf Hof 2 (Triebwerk 2025).....                                                                                                                                                                       | 27 |
| Abbildung 8: Ganze zweireihige Hecke auf Hof 2 (Triebwerk 2025) .....                                                                                                                                                                                                           | 27 |
| Abbildung 9: Eindruck der Hecke auf Hof 3 - weniger dicht gewachsenes Gehölz, zwischen den Bäumen Gras (Triebwerk 2025).....                                                                                                                                                    | 28 |
| Abbildung 10: Vor kurzem beweidetes Grünland mit geringer Futterqualität auf Hof 3 (Triebwerk 2025).....                                                                                                                                                                        | 28 |
| Abbildung 11: Vor kurzem beweidetes Grünland und Hecke mit lückenhaftem Wachstum auf Hof 4 (Lignovis 2025).....                                                                                                                                                                 | 29 |
| Abbildung 12: Unterschiedliche Qualität der Gehölze auf Hof 4 (Lignovis 2025).....                                                                                                                                                                                              | 29 |
| Abbildung 13: Schafe im hohen Gras auf Hof 1 - eingeschränkte Sicht während der Beobachtungen (Triebwerk 2025).....                                                                                                                                                             | 34 |
| Abbildung 14: Schafe grasen auf der Weide vor der Hecke auf Hof 1 (Triebwerk 2025).....                                                                                                                                                                                         | 34 |
| Abbildung 15: Zeitlicher Verlauf (Gesamtzeit = 120 Minuten) der Nutzung der verschiedenen Aufenthaltsbereiche in Prozent durch die Schafe (n=41) auf Hof 1 am 1. Vormittag bei ca. 24°C (eigene Darstellung).....                                                               | 35 |
| Abbildung 16: Zeitlicher Verlauf (Gesamtzeit = 120 Minuten) der verschiedenen Verhaltensweisen in Prozent der Schafe (n=41) auf Hof1 am 1. Vormittag bei ca. 24°C (eigene Darstellung) .....                                                                                    | 35 |
| Abbildung 17: Schafe liegen in der Hecke (Triebwerk 2025).....                                                                                                                                                                                                                  | 35 |
| Abbildung 18: Zeitlicher Verlauf (Gesamtzeit = 120 Minuten) der Nutzung der Aufenthaltsbereiche in Prozent durch die Schafe (n=41) am 2. Vormittag bei 24°C (eigene Darstellung).....                                                                                           | 36 |
| Abbildung 19: Zeitlicher Verlauf (Gesamtzeit = 120 Minuten) der Verhaltensweisen in Prozent durch die Schafe (n=41) am 2. Vormittag bei ca. 24 °C (eigene Darstellung).....                                                                                                     | 36 |
| Abbildung 20: Ziegenlämmer auf Hof 2 stellen sich auf die Hinterbeine und fressen an den Gehölzen (Triebwerk 2025). .....                                                                                                                                                       | 37 |
| Abbildung 21: Zeitlicher Verlauf (Gesamtzeit = 120 Minuten) der Nutzung der Aufenthaltsbereiche in Prozent durch die Ziegenlämmer (n=23) am Vormittag bei ca. 24 °C (eigene Darstellung) .....                                                                                  | 37 |
| Abbildung 22: Zeitlicher Verlauf (Gesamtzeit = 120 Minuten) der verschiedenen Verhaltensweisen in Prozent durch die Ziegenlämmer (n=23) auf am Vormittag bei ca. 24 °C (eigene Darstellung) .....                                                                               | 38 |

|                                                                                                                                                                                                                   |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Abbildung 23: Unten abgefressene Hecke vor Knicken auf Hof 2 (Triebwerk 2025) .....                                                                                                                               | 38 |
| Abbildung 24: Hecke nach dem Knicken auf Hof 2 (Triebwerk 2025).....                                                                                                                                              | 38 |
| Abbildung 25: Zeitlicher Verlauf (Gesamtzeit = 120 Minuten) der Nutzung der verschiedenen Aufenthaltsbereiche in Prozent durch die Ziegelämmer (n=23) am Nachmittag bei sonnigen 28 °C (eigene Darstellung) ..... | 39 |
| Abbildung 26: Zeitlicher Verlauf (Gesamtzeit = 120 Minuten) der Verhaltensweisen in Prozent der Ziegenlämmer (n=23) am Nachmittag bei sonnigen 28 °C (eigene Darstellung).....                                    | 39 |
| Abbildung 27: Ziegen fressen Blätter und Schalen Bäume mit Hörnern auf Hof 3 (Triebwerk 2025) .....                                                                                                               | 40 |
| Abbildung 28: Zeitlicher Verlauf (Gesamtzeit = 82 Minuten) der Nutzung der verschiedenen Aufenthaltsbereiche in Prozent durch die Ziegen (n=17) am Vormittag bei sonnigen 28 °C (eigene Darstellung) .....        | 41 |
| Abbildung 29: Zeitlicher Verlauf (Gesamtzeit = 82 Minuten) der Verhaltensweisen in Prozent durch die Ziegen(n=17) am Vormittag bei sonnigen 28 °C (eigene Darstellung).....                                       | 41 |
| Abbildung 30: Zeitlicher Verlauf (Gesamtzeit = 41 Minuten) der Nutzung der verschiedenen Aufenthaltsbereiche in Prozent durch die Ziegen (n=17) am Nachmittag bei sonnigen 31 °C (eigene Darstellung) .....       | 42 |
| Abbildung 31: Zeitlicher Verlauf (Gesamtzeit = 41 Minuten) der Verhaltensweisen in Prozent durch die Ziegen(n=17) am Nachmittag bei sonnigen 31 °C (eigene Darstellung) .....                                     | 42 |
| Abbildung 32: Ziegen zeigen großes Interesse an Futterlaub auf Hof 4 (Lignovis 2025).....                                                                                                                         | 42 |
| Abbildung 33: Zeitlicher Verlauf (Gesamtzeit = 120 Minuten) der Nutzung der Bereiche in Prozent der Ziegen (n=70) am Vormittag bei bewölkten 15-18 °C (eigene Darstellung).....                                   | 43 |
| Abbildung 34: Zeitlicher Verlauf (Gesamtzeit = 120 Minuten) der Verhaltensweisen in Prozent der Ziegen (n=70) am Vormittag bei bewölkten 15-18 °C (eigene Darstellung).....                                       | 43 |
| Abbildung 35: Leichter Verbiss an Weiden durch Schafe auf Hof 1 (Triebwerk 2025).....                                                                                                                             | 49 |
| Abbildung 36: Leichter Verbiss an Pappeln durch Schafe auf Hof 1(Triebwerk 2025).....                                                                                                                             | 49 |
| Abbildung 37: Ziegenkitze fressen an geknickten Weiden auf Hof 2 (Triebwerk 2025) .....                                                                                                                           | 50 |
| Abbildung 38: Teilweise geschälte und komplett abgefressene Gehölze auf Hof 2 (Triebwerk 2025) .....                                                                                                              | 50 |
| Abbildung 39: Gehölzreihe (vorne) nach den Beobachtungen im Vergleich zu nicht beweideten Gehölzen (hintere Reihe) auf Hof 2 (Triebwerk, 2025) .....                                                              | 50 |
| Abbildung 40: Manipulation der Gehölze auf Hof 3 nach der 1. Beobachtung (Triebwerk 2025) .....                                                                                                                   | 50 |
| Abbildung 41: Geschälte Gehölze nach der 1. Beobachtung auf Hof 3 (Triebwerk 2025) ....                                                                                                                           | 50 |
| Abbildung 42: Weide und Gehölze vor den Beobachtungen auf Hof 3 (Triebwerk 2025) .....                                                                                                                            | 51 |
| Abbildung 43: Weide und Hecke nach der Beweidung auf Hof 3: Gehölz vollständig entlaubt und größtenteils geschält; Trittschäden im Bereich vor der Hecke sichtbar (Triebwerk 2025).....                           | 51 |
| Abbildung 44: Abgefressenes, unten blattfreies Gehölz auf Hof 4 (Lignovis 2025) .....                                                                                                                             | 52 |
| Abbildung 45: Abgefressenes und stark geschältes Gehölz auf Hof 4 (Lignovis 2025) .....                                                                                                                           | 52 |

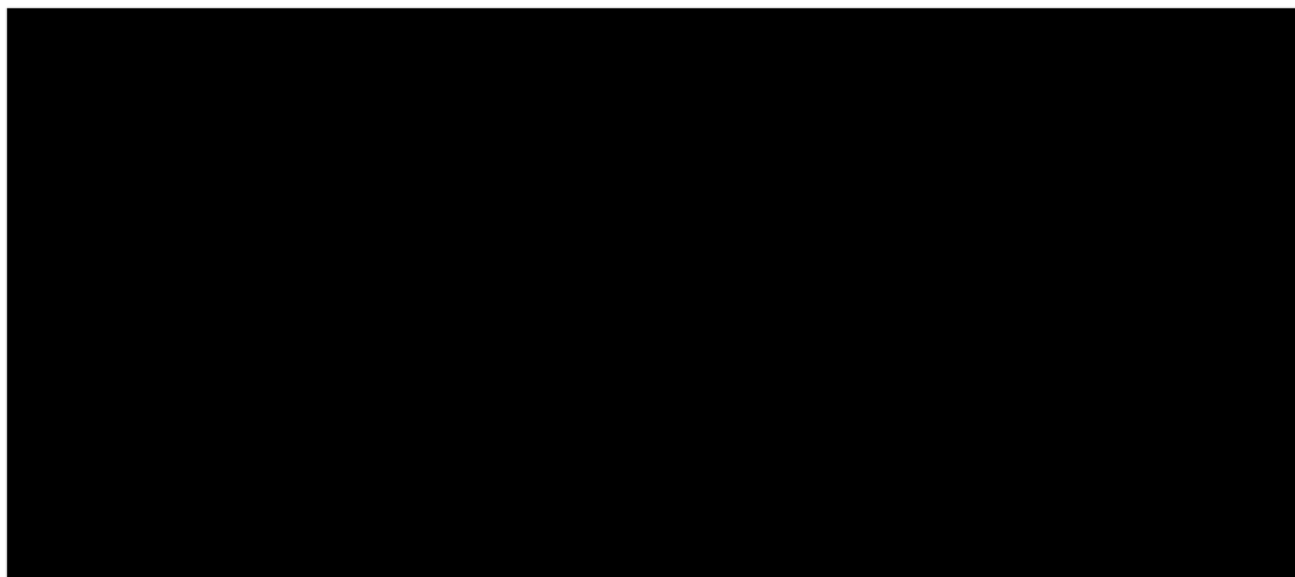
# Tabellenverzeichnis

|                                                                                                                                                                                                                                                    |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabelle 1: Relevante Daten zu den Betriebe und Tiere (Eigene Darstellung) .....                                                                                                                                                                    | 22 |
| Tabelle 2: Beschreibung der Versuchsflächen mit Gehölz- und Weidefläche; Hof 1: (1) = 1. Beobachtung, (2) = 2. Beobachtung (Eigene Darstellung) .....                                                                                              | 24 |
| Tabelle 3: Verhaltensweisen und Definitionen des Ethogramms nach Triebwerk (2024a) .....                                                                                                                                                           | 30 |
| Tabelle 4: Rahmenbedingungen (Tageszeit, Dauer, Wetter) der Beobachtungen (Eigene Darstellung) .....                                                                                                                                               | 32 |
| Tabelle 5: Präferenz der Tiere in Bezug auf den Aufenthalt in den 3 Bereichen (Hecke, Nähe, Weide) in Prozent der individuelle Beobachtungszeit; Schafe: Hof 1 (n=41); Ziegen: Hof 2 (n=23), Hof 3 (n=17), Hof 4 (n=70) (eigene Darstellung) ..... | 44 |
| Tabelle 6: Verhalten der Schafe auf Hof 1 (n=41) in den verschiedenen Bereichen der Weide mit freizugänglichem Laubfutter bei 24 °C (eigene Darstellung). .....                                                                                    | 45 |
| Tabelle 7: Verhalten der Ziegenlämmer (n=23) auf Hof 2 in den verschiedenen Bereichen der Weide mit freizugänglichem Laubfutter bei 24 - 28 °C (eigene Darstellung). .....                                                                         | 46 |
| Tabelle 8: Verhalten der Milchziegen auf Hof 3 (n=17) in den verschiedenen Bereichen der Weide mit freizugänglichem Laubfutter bei sonnigen 28 – 31 °C (eigene Darstellung). .....                                                                 | 47 |
| Tabelle 9: Verhalten der Milchziegen (n=70) auf Hof 4 am Vormittag in den verschiedenen Bereichen der Weide mit freizugänglichem Laubfutter bei 15 – 18 °C (eigene Darstellung)..                                                                  | 48 |
| Tabelle 10: Verteilung der gesamten Fresszeit (= 100%) der Tiere (Hof 1 = Schafe; Hof 2-4 = Ziegen) auf das Futterangebot: Gehölz = Hecke; Grünland = Nähe + Weide (eigene Darstellung) .....                                                      | 49 |
| Tabelle 11: Zusammensetzung 3 relevanter untersuchter Laubarten (Sarfo et al. 2024) .....                                                                                                                                                          | 60 |

# Abkürzungsverzeichnis

|                  |                   |
|------------------|-------------------|
| Abb.             | Abbildung         |
| AFS              | Agroforstsysteme  |
| CH <sub>4</sub>  | Methan            |
| CO <sub>2</sub>  | Kohlenstoffdioxid |
| ha               | Hektar            |
| kt               | Kilotonnen        |
| m                | Meter             |
| min              | Minuten           |
| N <sub>2</sub> O | Lachgas           |
| t                | Tonne             |

## Danksagung



---

# 1. Einleitung

Hitze, Dürren und Überschwemmungen zeigen die Auswirkungen der intensivierten Landwirtschaft auf. Die Folgen des Klimawandels stellen die Menschheit vor eine große Herausforderung. Extremwetterereignisse machen deutlich, dass alternative, resiliente und ressourcenschonende Agrarökosysteme als zukünftige Ernährungsgrundlage etabliert werden müssen (Rockström et al. 2017). Die Landwirtschaft ist von Witterungsverhältnissen besonders abhängig und somit langfristig gesehen vom Klima. Dies macht sie zu einem der am stärksten betroffenen Sektoren. Denn Veränderungen von Temperatur und Niederschlag sowie der Konzentration der Spurengas, wie Kohlenstoffdioxid (CO<sub>2</sub>), in der Atmosphäre wirken direkt auf das Pflanzenwachstum ein. Dadurch wird der Ertrag und die Qualität der Ernte beeinflusst (Gömann et al. 2017; Weigel 2011).

Das Ausmaß der klimatischen Veränderungen sowie die Anpassungsfähigkeit der landwirtschaftlichen Bereiche entscheiden, ob die Auswirkungen des Klimawandels auf die deutsche Landwirtschaft positiv oder auch negativ sind. Während eine moderate Erwärmung und erhöhte CO<sub>2</sub>-Konzentration vorteilhaft für den Pflanzenbau in einigen Regionen sein könnten, stellen besonders extreme Wetterereignisse eine erhebliche und schwer kalkulierbare Bedrohung für landwirtschaftliche Systeme dar (Gömann et al. 2017).

Um die Nachhaltigkeit der tierischen Nahrungsmittelproduktion zu steigern, müssen die negativen ökologischen Folgen der Wiederkäuerhaltung reduziert werden. Nutztiere, insbesondere Wiederkäuer, sind aufgrund ihrer Verwertung nicht-essbarer Biomasse aus Grasland und Ernterückständen für eine klimafreundliche Landwirtschaft unverzichtbar (Windisch 2022). Eine mögliche Lösung Tierhaltung klimafreundlicher und vielseitiger zu gestalten, bietet die Integration von Bäumen in landwirtschaftlichen Nutzflächen (Jordon et al. 2020). Mit diesen nachhaltigen Anbaumethoden wie Agroforstsystemen (AFS) kann eine multifunktionale, zukunftsfähige Landwirtschaft gestaltet werden (Nair et al. 2010; Nahm und Morhart 2017), die die Wechselwirkung zwischen Gehölz- und Ackerkulturen oder Nutztieren bewusst nutzt (Herder et al. 2015). Systeme mit Tierhaltung in der Agroforstwirtschaft werden als silvopastorale AFS bezeichnet (Mosquera-Losada et al. 2008). Da kleine Wiederkäuer Laubfutter gut verwerten können, spielen sie eine wichtige Rolle in silvopastoralen Systemen. Besonders für heiße Sommer und auftretende Dürren stellt Laubfutter eine vielversprechende Futteralternative dar (Rahmann 2004a; Rahmann 2024). Durch die erhöhte Futtervielfalt können die Wiederkäuer in silvopastoralen Systemen stärker selektieren und ihre Ernährung somit an individuelle Nährstoffbedürfnisse und Präferenzen anpassen. Bäume bieten den Weidetieren außerdem einen Schutz vor Witterungseinflüssen und leisten somit einen Beitrag zum Wohl der Tiere (Übersicht in Vandermeulen 2016).

## 1.1 Ziel der Arbeit

Das Verbundprojekt „*Nutzungs- und Konservierungsverfahren für Futterlaub aus Agroforstsystemen zur Verbesserung der Nährstoffversorgung und Reduktion von Methanemissionen bei kleinen Wiederkäuern (FuLaWi)*“ (Triebwerk 2024c) entwickelt Ernte- und Konservierungsverfahren für Laub um somit eine ganzjährige, artgerechte Ernährung zu ermöglichen. Durch die Fütterung von Laub kann nicht nur die Methanemissionen reduziert, sondern auch die Verdaulichkeit des Grundfutters sowie die Mineralstoffversorgung kleiner Wiederkäuer verbessert werden (Triebwerk 2024c).

Neben Labor- und Fütterungsversuchen wurden auch Agroforstsysteme auf ausgewählten landwirtschaftlichen Betrieben angelegt. Durch die Demonstrationsbetriebe wird eine möglichst hohe Praxisnähe gewährleistet (Triebwerk 2024c). Auf einigen dieser Betriebe wurden im Rahmen dieser Masterarbeit ethologische Beobachtungen von Schaf- und Ziegenherden auf Weiden mit freiem Zugang zu Laubfutterhecken aus Weide (*Salix*) und Pappel (*Populus*) durchgeführt.

Ziel dieser ethologischen Untersuchungen ist es folgende Punkte zu beschreiben:

1. Welche Präferenzen haben die beobachteten kleine Wiederkäuer in Bezug auf ihren Aufenthaltsort auf der Weide mit frei zugänglichen Gehölzelementen?
2. In welchen Weidebereichen (*Weide, Gehölznähe, am Gehölz*) und mit welchen Zeitanteilen finden die definierten Verhaltensweisen (*Fressen, Liegen, Laufen*) statt?
3. Haben die beobachteten kleine Wiederkäuer eine Präferenz für Gehölzfutter gegenüber dem Weidefutter?

## 1.2 Aufbau der Arbeit

Zunächst wird ein theoretische Rahmen mit wissenschaftlicher Literatur erstellt. Die Literaturrecherche erfolgte nach dem Schneeballprinzip. Der Literaturteil beginnt mit der Problematik des Klimawandels und führt über Agroforstsysteme als möglichen Lösungsansatz hin zu den kleinen Wiederkäuern. Am Ende stehen die ethologischen Perspektiven im Hinblick auf Tierwohl und Tiergesundheit. In Kapitel 3 werden das Material, die Tiere und Betriebe und die angewandten Methoden beschrieben. Anschließend werden die Ergebnisse der Beobachtungen in Kapitel 4 dargestellt und das Präferenzverhalten analysiert. Diese Ergebnisse werden in Kapitel 5 in die Diskussion eingeordnet. Außerdem werden die methodische Herausforderungen und zukünftige Perspektiven der Beobachtungen aufgezeigt.

## 2. Stand des Wissens

Die Veränderungen der Atmosphäre und der daraus resultierende Klimawandel haben sowohl positive als auch negative Auswirkungen auf die landwirtschaftliche Produktion. Im Folgenden werden die klimaschädlichen Auswirkungen der Landwirtschaft sowie die Folgen des Klimawandels auf die Futterproduktion im Grünland und die Haltung von kleinen Wiederkäuern begrenzt. Außerdem konzentriert sich die Arbeit insbesondere auf die Baumarten Weide (*Salix*) und Pappel (*Populus*), da die Hecken auf den beobachteten Betrieben nur diese Baumarten enthalten.

### 2.1 Klima & Landwirtschaft

#### 2.1.1 Emissionen aus der Landwirtschaft

Weltweit werden ca. 4,78 Milliarden Hektar (ha) der Erde landwirtschaftlich genutzt (Stand 2022). Davon sind etwa 33% (1,57 Milliarden ha) Ackerland, während 67% (3,21 Milliarden ha) als Weidefläche genutzt werden. Die Fläche Deutschlands besteht zur Hälfte aus landwirtschaftlich genutzten Flächen (Stand 2024), welche zu ca. 70% aus Ackerland und zu 28% aus Dauergrünland bestehen (Statistisches Bundesamt o.J.). Die Treibhausgasfreisetzung von Methan ( $\text{CH}_4$ ), Lachgas ( $\text{N}_2\text{O}$ ) und Kohlendioxid ( $\text{CO}_2$ ) spielt in der Landwirtschaft eine wichtige Rolle (Niggli und Fließbach 2009). Mit etwa 54,8 Millionen Tonnen (t)  $\text{CO}_2$ -Äquivalenten trug die deutsche Landwirtschaft im Jahr 2023 erheblich zu den Treibhausgasemissionen bei. Damit verursachte sie 8,15% der gesamten deutschen Emissionen. Es ist hervorzuheben, dass die  $\text{CH}_4$ -Emissionen aus der Verdauung von Wiederkäuern hierbei fast die Hälfte der landwirtschaftlichen Emissionen betragen (Fuß et al. 2025).

#### 2.1.2 Klimaprognosen und Folgen

Betrachtet man die Klimaprognosen, wird klar, dass sich die Landwirtschaft verändern muss. Die Durchschnittstemperaturen nehmen zu, wobei die Sommer trockener und die Winter feuchter sowie schneeärmer prognostiziert werden (Gömann et al. 2017). Je nach Szenario wird von einer Erderwärmung zwischen 1,4 und 4,4 °C bis zum Jahr 2100 ausgegangen (Lee et al. 2023). Diese Erwärmung wird den Wasserkreislauf der Erde beschleunigen. Als Folge davon rechnen Experten damit, dass es weltweit im Durchschnitt mehr regnen wird (Weigel 2005). Denn die Klimaerwärmung beeinflusst auch den Wasserhaushalt eines Agrarökosystems, da bereits ein Temperaturanstieg von 1 °C die Verdunstung um ca. 5% erhöht (Gömann et al. 2017). Ein Temperaturanstieg zusammen mit dem Anstieg der  $\text{CO}_2$ -Konzentration in der Atmosphäre führt zu einer Verringerung des Wassergehalts im Boden. Die tiefste Bodenschicht ist hiervon am stärksten betroffen (Pötsch et al. 2019). Bereits kleine Veränderungen in der verfügbaren Wassermenge können sich auf die Produktivität von

Pflanzen auswirken. Somit hindern klimatisch bedingte Änderungen im Wasserhaushalt und Niederschlag ein optimales Pflanzenwachstum (Gömann et al. 2017).

Die zunehmende Treibhausgaskonzentration verändert die chemische Zusammensetzung der Atmosphäre. CO<sub>2</sub> ist eines der wichtigsten klimarelevanten Treibhausgase (Gömann et al. 2017) und ebenso ein wichtiger Pflanzennährstoff (Schulze 2000). Eine erhöhte CO<sub>2</sub>-Konzentration in der Atmosphäre bewirkt eine Steigerung der Photosyntheserate für C3-Pflanzen und kann somit deren Pflanzenwachstum fördern. Außerdem wird auch die Verdunstung über die Spaltöffnungen der Blätter verringert, was zu einer erhöhten Wassernutzungseffizienz führt. Dieses Phänomen wird als „CO<sub>2</sub>-Düngeeffekt“ bezeichnet (Gömann et al. 2017; Weigel 2011; Schubert 2024). Zukünftige Klimabedingungen können die Vegetationsperiode außerdem um ca. 2 Wochen verlängern (Schaumberger und Pötsch 2019). Dies zeigt sich besonders durch ein vorzeitiges Abschmelzen der Schneedecke im Frühjahr und ein zügigeres Ergrünen der Grasnarbe aus (Pötsch et al. 2019).

Schaumberger und Pötsch (2019) beschreiben die Auswirkungen verschiedener Klimabedingungen auf die Vegetationsdynamik von Grünland. Es wurden zwei mögliche Szenarien verglichen: Dürre unter zukünftigen Klimabedingungen und Dürre unter aktuellen Klimabedingungen. Unter zukünftigen Klimabedingungen führte die Dürre zu einem geringeren Höhenwachstum und Ertrag (Schaumberger und Pötsch 2019). Diese Beobachtungen verdeutlichen, dass Extremereignisse wie Dürren unter veränderten Klimabedingungen besonders drastische Auswirkungen auf die Vegetation und somit den Ertrag von Grünland haben können. Dies kann die Ernährungssicherheit von Wiederkäuern erheblich beeinträchtigen (Schaumberger und Pötsch 2019). Eine Veränderung der Futterverfügbarkeit, der Futterzusammensetzung und -qualität kann die Nutztierhaltung in Zukunft stark beeinflussen. Auch höhere Temperaturen, Strahlungsintensitäten und Luftfeuchtigkeit spielen eine Rolle im Hinblick auf das Wohlergehen der Tiere. Weitere indirekte Auswirkungen auf die Tiergesundheit durch Parasiten sind schwer vorhersehbar (Gauly et al. 2013; Bongartz et al. 2011). Es wird deutlich, dass eine nachhaltige Haltung von Wiederkäuern, die an mögliche Folgen des Klimawandels angepasst ist, von großer Bedeutung ist.

### 2.1.3 Nachhaltige Haltung von Wiederkäuern

Nach Broom (2017) muss Nachhaltigkeit die Gegenwart und Zukunft berücksichtigen. Ein System darf nicht nur in der Gegenwart annehmbar sein, sondern muss langfristig positive oder zumindest vertretbare Folgen mit sich bringen. Hierbei müssen ebenfalls ethische Komponenten berücksichtigt werden. Eine nachhaltige Landwirtschaft strebt also danach, gegenwärtig Land gut zu bewirtschaften und aktuelle Bedürfnisse zu erfüllen, ohne dabei die Möglichkeiten künftiger Generationen einzuschränken oder gar zu gefährden (Broom 2017).

Oft wird die Haltung von Nutztieren im Hinblick auf deren Nachhaltigkeit wegen ihres hohen Ressourcenverbrauchs und ihre Umweltbelastung kritisch gesehen. Denn ein erheblicher Teil der weltweiten Ernte wird als Futter für Nutztiere verwertet. Hier stehen besonders die Wiederkäuer aufgrund ihres großen Futterbedarfs und Methanausstoßes im Fokus der Kritik (Windisch 2022; Broom et al. 2013). Besonders Wiederkäuer können jedoch durch eine grünlandbasierte Ernährung hochwertige Lebensmittel produzieren, ohne mit der menschlichen Ernährung zu konkurrieren oder zusätzliche Ressourcen zu verbrauchen (Windisch 2022).

Ein vielversprechender Ansatz, um auch Futter aus höheren Vegetationsschichten zu erlangen, sind silvopastorale Systeme, bei denen Laubfutter von Bäumen in Weideflächen integriert wird (Broom et al. 2013). Diese Systeme können die Umweltbelastung mindern. Sie schaffen außerdem eine größere biologische Vielfalt (McAdam und McEvoy 2008), eine bessere Vernetzung von Lebensräumen und können durch ihre Leistungen ein besseres Wohlergehen der Tiere bewirken. Eine nachhaltige Produktion tierischer Produkte muss also den CO<sub>2</sub>-Fußabdruck minimieren und außerdem das Tierwohl berücksichtigen (Broom et al. 2013).

## 2.2 Agroforst

### 2.2.1 Definition von Agroforstsystemen

Als AFS werden Landnutzungssysteme bezeichnet, bei denen Bäume und Sträucher gezielt mit dem Anbau von Ackerkulturen oder mit Tierhaltung auf derselben Bewirtschaftungseinheit kombiniert werden (Nahm und Morhart 2017). Ein typisches Merkmal für alle Arten der Agroforstwirtschaft sind bewusst genutzte Wechselwirkungen zwischen Gehölz- und Ackerkulturen oder Nutztieren (Herder et al. 2015). Da sich Bäume und Sträucher auf die Windgeschwindigkeit, Lufttemperatur und -feuchtigkeit sowie die Verdunstung auf den Flächen auswirken, können sie das Mikroklima auf einer Fläche positiv beeinflussen (Übersicht in Herzog et al. 2016). Durch den Schattenwurf der Bäume wird die Evapotranspiration verringert. Feuchte und Tau durch Kondensation sowie Kühlung durch Schatten und Verdunstung sorgen für geringere Bodentemperaturen und schützen diesen vor Austrocknung (Nahm und Morhart 2017; Nair op. 1994). In Agroforstsystemen entstehen durch die Wechselbeziehungen zwischen Bäumen und Landwirtschaft sowohl ökologische als auch ökonomische Vorteilswirkungen. Die Agroforstwirtschaft umfasst eine Vielzahl an Praktiken, von denen einige schon seit mehreren Jahrtausenden existieren (Nahm und Morhart 2017).

### 2.2.2 Futterlaub im historischen Kontext

Die Nutzung von Gehölzen spielte im historischen Kontext eine wichtige Rolle. Aus Gehölzen fertigte man zahlreiche Gebrauchsgegenstände wie Körbe und Besen an. Wildwachsende

Früchte und Beeren dienten als Nahrung für Mensch und Tier (Rahmann 2004a). Insbesondere in Zeiten von Futterknappheit im Winter stellte Laub eine wichtige Ergänzung oder sogar den Hauptbestandteil der Viehfütterung dar und wurde ebenso als Einstreu genutzt (Konold und Reeg 2009; Rahmann 2004a). Durch die Trennung von Land- und Forstwirtschaft ab dem 19. Jahrhundert (Konold und Reeg 2009) und die Intensivierung der Landwirtschaft, wurden Gehölze zunehmend aus landwirtschaftlichen Flächen entfernt (Nerlich et al. 2013). Durch die Mechanisierung wurden sie oft als hinderlich empfunden und verloren als Ressourcen im landwirtschaftlichen Kontexten jeglichen Wert (Rahmann 2004a).

Besonders die Schneitelwirtschaft hat eine lange Tradition, die bis ins Neolithikum zurück reicht und in vielen Gebieten Europas angewandt wurde (Burrichter und Pott 1983; Konold und Reeg 2009). Die Techniken zur Ernte variieren stark je nach Region und Betrieb. Häufig erfolgt der Schnitt im Winter, da diese Zeit gut passt und sich nicht mit der Heuernte überschneidet. Machatschek (2002, S. 129–142) hat im Rahmen seiner langjährigen Forschung die verschiedenen Schneiteltechniken in den Alpen untersucht, die vom „Durchplentern“ des Kopfholzes bis hin zur Ausästung der Triebe direkt aus dem Baumstamm, nicht aus den Köpfen, variieren. Auch das Abstreifen der Blätter zur Trocknung als Winterfütterung oder die Falllaubnutzung werden als Techniken genannt (Machatschek 2002, 2002, S. 129–142).

Der Zeitpunkt der Ernte bestimmt, ob der Schwerpunkt auf Futterqualität, Inhaltsstoffe oder Menge liegt. Es gibt zwei Haupt-Laubwerbephasen pro Jahr: frühsummerlich oder spätsommerlich. Der Schnitt im Juni liefert eher gehaltvolles, mineralreiches Futterlaub, während die spätere Ernte zwar größere Mengen erbringt, jedoch mit einem geringeren Mineralstoffgehalt verbunden ist. Unter günstigen Bedingungen wurde traditionell auch zweimal im Jahr geerntet. Der erste Schnitt erfolgte Anfang bis Mitte Juni, der zweite am Ende der Vegetationsperiode im Spätsommer. Besondere Regeln galten für Baumarten wie Birke (*Betula*), Weide (*Salix*) und Pappel (*Populus*). Sie wurden in der Regel schon im Juni geschnitten, nachdem der Saftabfluss im Frühjahr abgeschlossen war. Weiden und Pappeln wachsen kontinuierlich über den ganzen Sommer hinweg, sodass hier andere Bedingungen gelten (Machatschek 2002, S. 193–196).

## 2.3 Überblick über das Projekt „FuLaWi“

Um diese traditionellen Praktiken wieder aufzugreifen befasst sich das Verbundprojekt „FuLaWi“ mit Ernte- und Konservierungsverfahren für Futterlaub (Triebwerk 2024c). Im Rahmen des Projekts werden neue Verfahren und Nutzungsmöglichkeiten für Futterlaub entwickelt und praktisch erprobt. Im Mittelpunkt steht die Nährstoffversorgung kleiner Wiederkäuer zu verbessern und gleichzeitig deren Methanemissionen zu senken. Die Ergebnisse können einen Beitrag zu einer artgerechten, ganzjährigen Fütterung, die wiederum

zur nachhaltigen und klimafreundlichen Tierhaltung beiträgt, leisten (Wack 2024). An acht Praxisstandorten in Deutschland wurden Agroforstsysteme mit unterschiedlichen Weiden- und Pappelsorten etabliert (Wack 2024). Parallel finden Expert\*innen-Interviews, Fütterungs- und Konservierungsversuche im Labor sowie eine umfangreiche Öffentlichkeitsarbeit statt. Außerdem wurden ethologische Untersuchungen im Rahmen des Projekts durchgeführt, die teilweise im Rahmen dieser Masterarbeit bearbeitet wurden (Wack 2024; Triebwerk 2023).

Das "FuLaWi"-Projekt wird von der folgenden vier Partnern, die sich auf spezifische Bereiche im Rahmen der Untersuchungen spezialisieren, umgesetzt (Triebwerk 2024b):

- **Forschungsinstitut für Nutztierbiologie (FBN):** Futteraufnahme, Verdaulichkeit und Methanemissionen
- **Department für Nutztierwissenschaften (DNTW), Universität Göttingen:** Haltbarkeit von frischem Futterlaub, Futterpräferenzen bei Ziegen
- **Lignovis:** Anpflanzung und Pflege der AFS, ökonomische Datenerhebung
- **Triebwerk:** Ethologische Untersuchungen, Öffentlichkeitsarbeit

## 2.4 Exkurs: kleine Wiederkäuer

Die Zahl der in Deutschland gehaltenen Schafe betrug im Jahr 2024 rund 1,5 Millionen Tiere. Die Schafhaltung ist überwiegend in kleinen Betrieben verbreitet: Ein wichtiger Sektor ist die ökologische Schafhaltung. Nach einem starken Rückgang der gehaltenen Tiere in Deutschland seit der Jahrtausendwende steigen die Zahlen seit 2016 wieder an (BMEL 2025). Die Anzahl der Ziegen beschränkte sich im Jahr 2020 in Deutschland auf ca. 154.900 Ziegen. Die Ziegenhaltung ist ebenfalls stark kleinstrukturiert. Größere Betriebe mit über 500 Ziegen existieren deutschlandweit nur vereinzelt. Die ökologische Ziegenhaltung ist mit einem Anteil von 34% vertreten (Bundesinformationszentrum Landwirtschaft 2022). Bei der Haltung von kleinen Wiederkäuern spielt besonders die ökologische Landwirtschaft eine wichtige Rolle und fördert tiergerechte und nachhaltige Bewirtschaftungsmethoden. Schafe und Ziegen tragen zur Offenhaltung und Pflege der Kulturlandschaft bei (Manek et al. 2017; Rahmann 2024).

Einer tiergerechte und qualitativ hochwertige Fütterung beeinflusst die Gesundheit sowie die Leistungsfähigkeit von Nutztieren maßgeblich. Dazu müssen die spezifischen Nährstoffanforderungen eines jeden Tieres berücksichtigt werden. Besonders Mengen- und Spurenelemente sowie sekundäre Pflanzeninhaltsstoffe und Vitamine spielen eine wichtige Rolle in der Tierernährung. Giftstoffe müssen hingegen vermieden werden (Rahmann 2004a).

Da Schafe und Ziegen Wiederkäuer sind, können sie auch faserreiche Pflanzenbestandteile verdauen (Bellof und Leberl 2019, S.8). Besonders Ziegen können sich deutlich besser an nährstoffarme Weideflächen anpassen als Rinder und Schafe (Korn et al. 2013, S. 80–82;

Rahmann 2004a). Bei ausreichendem Angebot können sie einen großen Teil ihres Futterbedarfs durch Gehölze aufnehmen - zwischen 45 - 67% ihrer Nahrung (Rahmann 2004a). Da Ziegen ihr Futter intensiver als Schafe zerkleinern, entsteht eine größere Oberfläche. Hier können die Enzyme im Speichel ansetzen, da die Verdauung bereits im Maul beginnt. Die mikrobielle Verdauung von Cellulose und Hemicellulose erfolgt im Pansen. Dort werden auch wichtige Vitamine und Aminosäuren synthetisiert (Rahmann 2004a). Im Labmagen beginnt die sogenannte enzymatische Verdauung. Dieser Prozess wird im Dünndarm fortgeführt. Im Dickdarm sorgen wiederum Mikroorganismen für weitere Umwandlungen, und im letzten Abschnitt des Dickdarms wird dem Nahrungsbrei Wasser entzogen (Bellof und Leberl 2019, S. 9). Auch zwischen den verschiedenen Arten der Wiederkäuer gibt es Unterschiede in ihrer mikrobiellen Population sowie der Aktivität von Pansenenzymen und des Trockenmasseabbaus (Übersicht in Giger-Reverdin et al. 2020).

## 2.5 Tierwohl und Tiergesundheit

Tierwohl wird als ein multidimensionales Konzept angesehen und umfasst somit verschiedene Dimensionen des Lebens eines Tieres. In den letzten Jahrzehnten sind verschiedene Ansätze zur Erfassung von Tierwohl entstanden. Der britische Farm Animal Welfare Council (FAWC) hat mit den „Fünf Freiheiten“ wichtige Grundlagen geschaffen: „Freiheit von Hunger und Durst, von Unbehagen, von Schmerz, Verletzung und Krankheit, Freiheit zum Ausleben normalen Verhaltens sowie Freiheit von Angst und Stress“ (FAWC 2010). Dieses Konzept wurde in der Wissenschaft kontinuierlich weiterentwickelt. So definierte Broom (1986) das Wohlergehen als den Zustand, „in dem sich ein Tier in Bezug auf seine Fähigkeit befindet, mit seiner Umwelt zurechtzukommen“. Je größer die Anstrengung, desto schlechter das Wohlbefinden (Broom 1986). Dawkins (2004) schlug ein Modell vor, das sowohl körperliche Gesundheit als auch mentales Wohlbefinden umfasst. Nach Fraser et al. (1997) gibt es drei Dimensionen, die die **Tiergesundheit** (*basic health and functioning*), das **Natürliches Verhalten** (*natural living*) und das **Emotionales Befinden** (*affective states*) von Tieren umfassen.

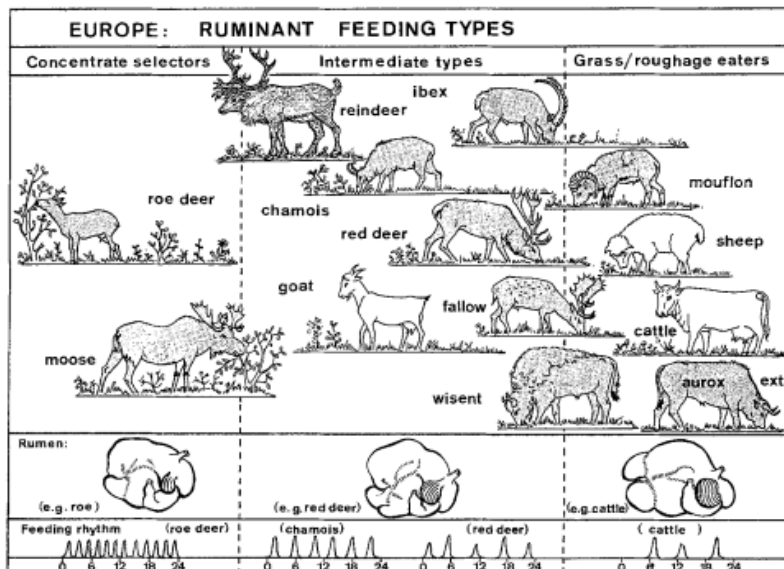
Besonders das Ausleben natürlicher Verhaltensweisen wird kontrovers diskutiert. Einerseits wird betont, dass natürliches Verhalten das Wohlbefinden fördert (Bracke und Hopster 2006). Andere, wie Broom (2011) heben hervor, dass es vor allem darum geht, dass Tiere bestimmte Verhaltensweisen ausführen können (Broom 2011). Da Nutztiere jedoch durch jahrelange Züchtung stark verändert wurden, sind manche Verhaltensweisen in der modernen Haltung nicht mehr nötig oder sinnvoll (Knierim 2016). Somit müssen Nutztiere nicht unbedingt das gesamte Spektrum natürlicher Verhaltensweisen ausführen können, um erfolgreich mit ihrer Umwelt zu umzugehen (Broom 2011). Für eine umfassende Bewertung des Tierwohls müssen neben tierbezogenen auch umweltbezogene Indikatoren berücksichtigt werden (Reimert et al.

2023). Als Grundlage der Tierwohlbewertung können Animal-Welfare-Quality-Protokolle (AWIN) dienen (Rahmann 2024).

## 2.5.1 Tierwohl: Perspektiven der Ethologie

### *Selektionsverhalten und Präferenz*

Bei den kleinen Wiederkäuern gibt es grundsätzlich drei verschiedene Hauptäsungstypen: Die sogenannten Grasfresser (s. Abb.1: *rechte Spalte*), wie Schafe, nehmen große Mengen an nährstoffarmen Futter auf. Im Gegensatz dazu suchen Konzentratselektierer (s. Abb.1: *linke Spalte*) gezielt nährstoffreiche und leicht verdauliche Pflanzen oder Pflanzenteile aus (Korn et al. 2013, S. 80–82; Bellof und Leberl 2019, S.10). Die Ziege steht als Intermediertyp (s. Abb.1: *Mittlere Spalte*) zwischen diesen beiden Typen. Sie kann sich flexibel an unterschiedliche Futterangebote anpassen. Das war besonders in ihrem ursprünglichen Lebensraum in den Bergen wichtig, da das Futterangebot dort je nach Jahreszeit stark variiert (Korn et al. 2013, S. 80–82).



**Abbildung 1: Europäische Wiederkäuer nach Futtertyp: Schattiert = wild, Weiß = domestiziert, links = Vorzug von nährstoffreichem Futter, rechts = stärkere Anpassung an Raufutter (Hofmann 1989 nach Hofmann 1976)**

Der Selektionsprozess kleiner Wiederkäuer wird durch die physische Struktur der Pflanzen, ihre chemische Zusammensetzung sowie durch die Anatomie des Tieres (Körpergröße, Aufbau des Mauls) beeinflusst. Außerdem spielen physiologische Merkmale wie der Nährstoffbedarf und die sensorische Wahrnehmung des Tieres eine Rolle. Die individuelle Präferenz wird durch den Geschmack und die physiologischen Rückmeldung nach der Aufnahme beeinflusst. Diese hängt von dem Bedarf des Tieres und den spezifischen Inhaltsstoffen der Pflanze ab (Hadjigeorgiou et al. 2003). Hadjigeorgiou et al. (2003) zeigten, dass Ziegen und Schafe das Heu mit einer hohen Verdaulichkeit gegenüber anderen Futtermitteln vorziehen.

### *Tagesrhythmus, Verhalten und Thermoregulation*

Schafe und Ziegen sind tagaktiv und nehmen ihr Futter in der Herde meist gleichzeitig auf. Sie beginnen kurz vor Sonnenaufgang mit der Nahrungsaufnahme. Weidetiere fressen etwa neun

bis zwölf Stunden pro Tag. Die Nahrungsaufnahme ist bei kleinen Wiederkäuern auf ca. sechs Abschnitte pro Tag verteilt. Nach jeder Mahlzeit legen sich die Tiere hin und beginnen nach etwa 30 Minuten (min.) mit dem Wiederkäuen. Die Ruhezeiten werden von der Tageslänge, dem Wetter und dem Futterangebot bestimmt. Im Sommer ruhen die Tiere morgens, mittags und am Nachmittag. Die längste Ruhephase ist in der Nacht. Im Winter ruhen die Tiere nur zwei mal und unterbrechen ihre Nachtruhe für eine Futteraufnahme (Rahmann 2024).

Erwachsene Schafe verbringen den Großteil des Tages mit Fressen, Ruhen und Wiederkauen. Im Vergleich zu adulten Tieren sind Lämmer deutlich aktiver. Sie zeigen ein ausgeprägtes Spiel- und Kletterverhalten und passen sich ab einem Alter von etwa sechs Monaten zunehmend dem ruhigeren Verhalten der adulten Tiere an. Ziegen sind im Vergleich zu Schafen aktiver, neugieriger und bewegungsfreudiger. Ziegenlämmer weisen ein stark ausgeprägtes Spiel- und Kletterverhalten auf (Rahmann 2024).

## 2.5.2 Tiergesundheit: Perspektiven der Tierernährung

### *Nährstoffversorgung & Verdaulichkeit von Gehölzen*

Der Futterwert einer Pflanze wird von ihrer Art und Sorte bestimmt. Einige einheimische Gehölzarten stellen eine mögliche Quellen für Rohfaser, Rohprotein sowie Spuren- und Mengenelemente dar (Luske und van Eekeren 2018; Emile et al. 2017). Die in-vitro-Verdaulichkeit der organischen Masse von Laub ist im Vergleich zu Gras jedoch gering. Die Durchschnittswerte liegen zwischen 30,6% (*Tilia platyphyllos*) und 57,8% (*Salix spp.*) für Baumblätter, verglichen mit 79% für Gras (*Lolium perenne*). Dies ist auf den hohen Lignin- und Fasergehalt von Baumblättern und/oder das Vorhandensein von sekundären Pflanzenstoffen wie Tanninen zurückzuführen. Der Gehalt an Rohprotein und Mineralstoffen zeigt den potenziellen Wert von Laub als zusätzliche Futterquelle (Luske et al. 2014).

Die Supplementierung des Futters von Büffeln in Indien mit Blättern verschiedener Baumarten zeigte in einer Studie von Deuri et al. (2020) positive Effekte auf die Verdaulichkeit und Methanproduktion. Dabei führten einige Blätter (*Acacia nilotica*, *Psidium guajava* und *Cassia fistula*) zu einer erhöhten Trockenmasseverdaulichkeit, während andere (*Mangifera indica* und *Acacia nilotica*) die höchste Faserverdaulichkeit bewirkten. Die organische Masse wurde am besten bei Zugabe von Pappelblättern (*Populus tremula*) verwertet. Mit steigender Dosierung der Blätter (artenunabhängig) nahm die Netto-Gasproduktion und die Verfügbarkeit von metabolisierbare Energie zu, jedoch sanken gleichzeitig die Verdaulichkeit der organische Masse und der Fasern. Insgesamt zeigt die Studie, dass die untersuchten Blätter einiger typischer indischer Baumarten bei einer Ergänzung von 1% ein großes Potenzial besitzen, um die Verdaulichkeit zu verbessern und die Methanemissionen zu reduzieren (Deuri et al. 2020).

Die aktuellen Untersuchungen von Mesbahi et al. (2025) haben ergeben, dass der Gehalt an Rohprotein und die Verdaulichkeit der Trockenmasse von Laub im Zeitraum vom Frühling bis Herbst abnehmen. Im Gegensatz dazu steigen der Trockenmasse- und Aschegehalt in diesem Zeitraum deutlich an. Arten mit höherem Rohproteingehalt weisen oft eine etwas geringere Verdaulichkeit auf (Mesbahi et al. 2025). Diese und weitere Ergebnisse verdeutlichen, dass Nährwert und Verdaulichkeit sowohl zwischen den Arten als auch im Jahresverlauf erheblich variieren (Emile et al. 2018; Mesbahi et al. 2025).

Des Weiteren kann die Art der Fütterung einen wesentlichen Einfluss auf die Verdaulichkeit des Futters haben. Physikalische Veränderungen durch Prozesse wie die Trocknung von Futterlaub können die Verfügbarkeit der Nährstoffe und deren Verwertung im Verdauungstrakt der Wiederkäuer negativ beeinflussen. Daher ist neben der Zusammensetzung des Futters auch die Form und der Zustand der Fütterung von großer Bedeutung für die Effizienz der Nährstoffaufnahme und -verwertung (Vandermeulen et al. 2018).

#### *Mengen und Spurenelemente*

Gehölze können als eine Quelle für Mengen- und Spurenelemente angesehen werden. In den Blättern einiger Gehölzarten, wie Rotbuche (*Fagus sylvatica*), Schwarzer Holunder (*Sambucus nigra*), Silberweide (*Salix alba*), Roter Hartriegel (*Cornus sanguinea*) und Wolliger Schneeball (*Viburnum lantana*) konnte Rahmann (2004a) sehr hohe Werte an Calcium, welche über die Werte üblicher Futtermittel hinausgehen, feststellen. Die analytischen Werte von Spurenelementen variieren nach Standort, Jahreszeit und Pflanzenteil stark (Luske und van Eekeren 2018; Rahmann 2000). Luske und van Eekeren (2018) fanden heraus, dass einige Laubarten im Juni im Vergleich zu Gras (*Lolium perenne* L.) mehr Rohprotein sowie höhere Gehalte an Calcium, Schwefel, Zink, Kupfer und Selen aufweisen. Dies zeigt, dass sich Nährstoffprofil von Laub deutlich von dem der Weide unterscheidet, da es besonders reich an Rohprotein sowie an wichtigen Makro- und Spurenelementen ist und unterstreicht die Ergebnissen von Rahmann (2004a).

Die Nährstoffaufnahme wird nicht nur durch den Gehalt der Pflanzen, sondern auch durch die aufgenommene Menge der Futterart durch die Tiere direkt beeinflusst. Ein erhöhter Gehalt an Spurenelementen in der Ration führt jedoch nicht zwangsläufig zu einer gesteigerten Aufnahme dieser Elemente im Tier, da sich diese auch gegenseitig in der Aufnahme hemmen können (Luske und van Eekeren 2018). Es muss ebenso bedacht werden, dass Mengen- und Spurenelemente im Futter nicht vollständig vom Tierkörper aufgenommen werden können (Rahmann 2000).

### *Antinutritive Stoffe*

Blätter und Zweige von Sträuchern und Bäumen enthalten viele bioaktive Stoffe wie kondensierte und hydrolysierbare Tannine, Saponine oder Alkaloide (Übersicht in Vandermeulen 2016). Diese haben einen Einfluss auf die Verdaulichkeit. Der Gehalt an Tanninen ist bei Gehölzen besonders hoch (Emile et al. 2017). Ein hoher Tanningehalt kann die Akzeptanz durch Wiederkäuer einschränken, da sie die Schmackhaftigkeit beeinflussen können (Übersicht in Luske und van Eekeren 2018). Ziegen zeigen bei der Auswahl ihrer Nahrung eine deutlich größere Toleranz gegenüber den in Laub, Nadeln und Rinde vorkommenden Tanninen und Bitterstoffen als andere Wiederkäuer (Rahmann 2024).

Tannine sind eine Gruppe von Polyphenolen, die stabile Komplexe mit Proteinen bilden können. Es gibt hydrolysierbare Tannine sowie kondensierte Tannine, welche je nach Konzentration sowohl positive als auch negative Wirkungen auf Tiere ausüben können (Makkar 2003). Kondensierte Tannine haben bspw. auch eine positive Wirkung gegen Magen-Darm-Parasiten (Übersicht in Vandermeulen 2016). Diese sekundären Pflanzenstoffe können Proteine vor einem vorzeitigen Abbau im Pansen schützen, indem sie mit den Proteinen stabile Komplexe bilden (McSweeney et al. 1999). Diese lösen sich erst im sauren Milieu des Labmagens wieder. Dabei werden die durch diese Komplexe geschützten Proteine in Aminosäuren abgebaut, die im Dünndarm vom Tier aufgenommen und resorbiert werden können. Das führt dazu, dass weniger Ammoniak aus dem Futtereiweiß im Pansen entsteht, was wiederum dazu beiträgt, dass mehr Stickstoff im Kot und weniger im Urin ausgeschieden wird (Übersicht in Vandermeulen 2016). Im Kot ist der Stickstoff überwiegend proteingebunden, wodurch die Ammoniakbildung langsamer erfolgt. Dadurch kann die Umweltbelastung durch Stickstoff- und Lachgasemissionen verringert werden (Flachowsky et al. 2009). Dies kann jedoch bei Futtermitteln mit einem hohen Anteil kondensierter Tannine zu einer verminderten Stickstoffverfügbarkeit für die pansenmikrobielle Population führen, wodurch das Wachstums relevanter Pansenbakterien eingeschränkt wird. Es wird beschrieben, dass Bakterienstämme aus dem Pansen der Ziege Protein auch unter Anwesenheit kondensierter Tannine abbauen können. Dies verdeutlicht die Anpassung der kleinen Wiederkäuer an tanninreiche Futtermittel (McSweeney et al. 1999).

Eine aktuelle Studie von Müller-Kiedrowski et al. (2025) untersuchte die Auswirkungen der Fütterung von Weidenlaub (*Salix spp.*), die reich an Salicylsäure und Tanninen sind, auf den Stickstoff- und Harnstoffstoffwechsel sowie die Emission von Ammoniak (NH<sub>3</sub>) und Lachgas (N<sub>2</sub>O) aus dem Urin von Bullenkälbern in Deutschland. Die Übertragung dieser Befunde auf Gülle, die von nicht milchproduzierendem Weidevieh auf vergleichbaren Weideflächen und unter ähnlichen klimatischen Bedingungen ausgeschieden wird, zeigt, dass die Einbeziehung von Weidenblättern in die Fütterung potenziell erhebliche Emissionseinsparungen bewirken

könnte. Berechnungen zeigen, dass sich dadurch der jährliche Ausstoß von ammoniakgebundenem Stickstoff ( $\text{NH}_3\text{-N}$ ) aus Urin um etwa 50 Kilotonnen (kt) (entsprechend 14%) und der von Lachgas-Stickstoff ( $\text{N}_2\text{O-N}$ ) um rund 89 kt (entsprechend 81%) im Vergleich zum Jahr 2021 reduzieren lässt. Da die Leistung der Tiere nicht beeinträchtigt wird, kann die Verwendung von Weidenblättern als nachhaltige und sinnvolle Ergänzung in der Rinderfütterung betrachtet werden (Müller-Kiedrowski et al. 2025). Die Nutzung tanninhaltiger Gehölze weist somit wirtschaftliche und ökologische Vorteile auf, da sie die Stickstoffverwertung im Tier verbessert, wodurch dies die Emissionen reduzieren und die Umwelt entlasten können (Übersicht in Vandermeulen 2016).

### 3. Tiere, Material und Methoden

#### 3.1 Betriebe und Tiere

Es wurden 3 Betriebe (**Hof 1, Hof 2 und Hof 3**) im Norddeutschen Raum besucht. Hiervon handelt es um zwei Milchziegenbetrieben mit hofeigener Käserei sowie eine Nebenerwerbslandwirtschaft mit Schafen. Die Rohdaten eines weiteren Milchziegenbetriebes in Brandenburg (**Hof 4**) wurden von *Lignovis* zur Verfügung gestellt. Es handelt sich bei allen um Betriebe der ökologischen Landwirtschaft. Da die Gegebenheiten auf den einzelnen Höfen durch die betrieblichen Strukturen und Vorbereitungen jeweils etwas vom geplanten Ablauf abgewichen sind, werden die Betriebe und deren Versuchsflächen sowie Tiere in folgender Tabelle (*Tabelle 1*) zur bestmöglichen Übersicht nebeneinander beschrieben.

**Tabelle 1: Relevante Daten zu den Betrieben und Tieren (Eigene Darstellung)**

|                                      | <b>Hof 1</b>                                                                        | <b>Hof 2</b>                          | <b>Hof 3</b>                                                                      | <b>Hof 4*</b>                                                                                        |
|--------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Agroforstfläche</b>               | 5,8 ha                                                                              | 4,62 ha                               | 6,52 ha                                                                           | 6,81 ha                                                                                              |
| <b>Flächenstatus</b>                 | Dauergrünland                                                                       | Ackerland                             | Acker- und Grünland                                                               | Ackerland                                                                                            |
| <b>Gehölzfläche</b>                  | 0,14 ha                                                                             | 0,81 ha                               | 0,36 ha                                                                           | 0,4 ha                                                                                               |
| <b>Anzahl Gehölze</b>                | 2300                                                                                | 2929                                  | 1127                                                                              | 1775                                                                                                 |
| <b>Gehölzarten</b>                   | Pappel, Weide                                                                       |                                       |                                                                                   |                                                                                                      |
| <b>Tierart</b>                       | Schafe                                                                              | Milchziegen                           |                                                                                   |                                                                                                      |
| <b>Rasse(n)</b>                      | Rauhwolliges Pommersches Landschaf                                                  | Bunte Deutsche Edelziege              | Thüringer Waldziege, Toggenburger Ziege                                           | Mischung aus: Thüringer Waldziege, Bündner Strahlenziege, Harzer, Weiße und Bunte Deutsche Edelziege |
| <b>Gruppengröße</b>                  | 41                                                                                  | 23                                    | 17                                                                                | 70                                                                                                   |
| <b>von Herde getrennt?</b>           | Nein                                                                                | Nein                                  | Ja                                                                                | Nein                                                                                                 |
| <b>Gruppenzusammensetzung</b>        | 23 Mutterschafe: größter Teil 3-6 Jahre, 18 Lämmer                                  | Nachzucht, 5 Monate alte Lämmer (m/w) | 4 Toggenburger Ziegen, 13 Thüringer Waldziegen; Alter bis zu 8 Jahren, laktierend | gemischt                                                                                             |
| <b>Vorerfahrung mit Gehölzen</b>     | Ja<br>verholzte Randbereichen, Fütterung von Schnitt der Hof nahen Hainbuchenhecken | Ja                                    | Ja                                                                                | Ja<br>Kiefernstämme im Winter, Hecken im Herbst                                                      |
| <b>Gehölz in vorherigen Parzelle</b> | Ja<br>ca. 1,5 Wochen zuvor: Hecke aus Brombeere, Hasel, Ahorn und Holler            | Ja                                    | Nein                                                                              | Nein                                                                                                 |

\*Alle Daten zu Hof 4 von Lignovis (2025)

## 3.2 Material und Methoden

### 3.2.1 Vorbereitungen

Die Betriebe erhielten im Vorfeld von *Triebwerk* eine detaillierte Anleitung zur geplanten Datenerhebung. Die Termine wurden ebenfalls von *Triebwerk* koordiniert. Ursprünglich sollte die Vorbereitung vor Ort durch den/die Landwirt\*in mindestens drei Tage vor der Datenerhebung starten, indem eine Herde von idealerweise 10-30 Tieren zusammengestellt wird, ohne bestehende Herden zu trennen. Dies war nur auf **Hof 2** mit einer kleinen Nachzucht-Herde umsetzbar. Bei den anderen Betrieben ergaben sich folgende Abweichungen (s. *Tabelle 1*):

- **Hof 1:** Die Schafe waren bereits nahe der Futterhecke eingezäunt und nicht leicht zu trennen, daher wurde die gesamte Herde von 41 Tieren beobachtet.
- **Hof 3:** Kurz vor der Beobachtung wurden 17 Tiere per Zufallsprinzip vom Rest der Herde getrennt.
- **Hof 4:** Die komplette Herde von 70 Tieren wurde beobachtet.

Die Beobachter\*innen prüften die Wettervorhersage und bereiteten ihre Ausrüstung vor, zu der ein Klappstuhl, ein Thermometer, eine Drohne, eine herkömmliche Kamera, eine Stoppuhr sowie die für die Aufzeichnungen benötigten Unterlagen (Stift, Klemmbrett) gehören. Vor Beginn der Messungen wurde gemeinsam mit dem/der Landwirt\*in ein Fragebogen ausgefüllt und eine Beurteilung der Weide sowie des Agroforststreifens vorgenommen. Es wurde eine geeignete Fläche eingezäunt. Auf der Fläche sollten vier Tränken gleichmäßig verteilt und mit Wasser gefüllt werden. Neben der zu untersuchenden Hecke sollten laut Vorgaben keine weiteren Schattenstrukturen vorhanden sein. Die Fläche und die Hecke wurden vermessen. Damit das Verhalten aller Tiere gut sichtbar ist, sollte die Hecke möglichst einreihig sein. An **Hof 1** und **Hof 4** wurden beide Gehölzstreifen eingezäunt. Weitere Vorgaben konnten auf einzelnen Höfen nur teilweise umgesetzt werden (s. *Tabelle 1*).

Bevor die Aufzeichnungen starteten, werden Fotos von Weide und Hecke aus einem Abstand von einem Meter (m) auf Brusthöhe aufgenommen. Die Artenzusammensetzung der Hecke wurde bestimmt; eventuelle Sortenunterschiede wurden mit Sprühkreide gekennzeichnet, und die unterschiedlichen Bereiche (*Hecke*, *Nähe*, *Weide*) wurden mit einem Band am Zaun markiert.

### 3.2.2 Versuchsflächen

Die Flächen, auf denen die Beobachtungen stattfanden, wiesen einige Unterschiede auf, die sich durch die Rahmenbedingungen auf den einzelnen Betrieben ergeben hatten und in dieser kurzen Zeit nicht anpassen ließen. Die Versuchsflächen werden in der folgenden Tabelle

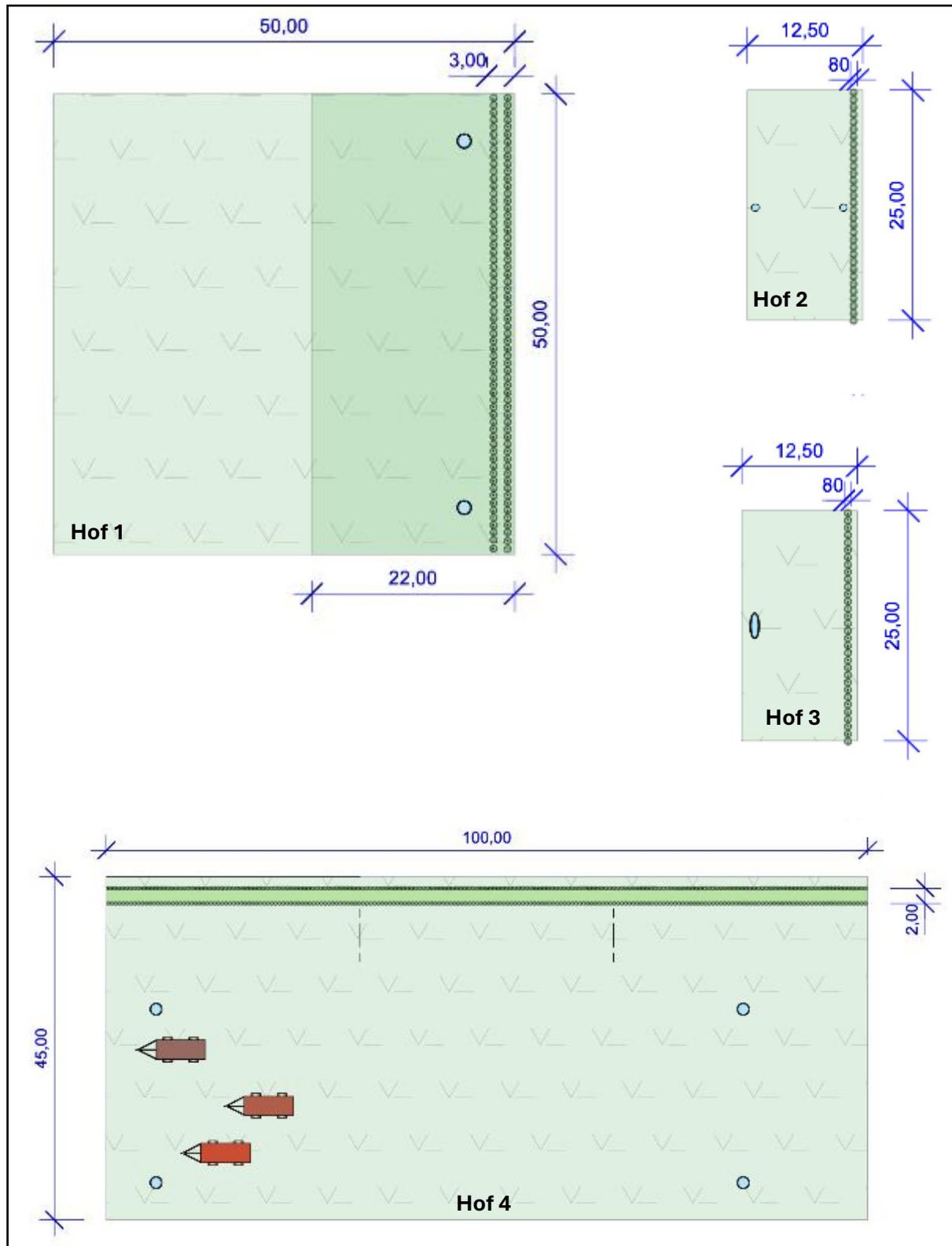
(Tabelle 2) nebeneinander dargestellt, sodass die Unterschiede, wie z.B. in der Besatzdichte, verdeutlicht werden können. Die Gehölzfläche ist nur eine grobe Einschätzung der Breite der Agroforststreifen und sagt nichts über die Blattmasse aus.

**Tabelle 2: Beschreibung der Versuchsflächen mit Gehölz- und Weidefläche; Hof 1: (1) = 1. Beobachtung, (2) = 2. Beobachtung (Eigene Darstellung)**

|                                                                      | Hof 1                                                         | Hof 2                                                            | Hof 3                                                          | Hof 4                     |
|----------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|---------------------------|
| <b>Fläche</b>                                                        |                                                               |                                                                  |                                                                |                           |
| <b>Maße</b><br>(Länge=Gehölzreihe)                                   | 50 x 50 m (1.)<br>50 x 22 m (2.)                              | 25,5 x 12,5 m                                                    | 25,5 x 12,5 m                                                  | 100 x 45 m                |
| <b>Gehölz</b><br><b>Reihenbreite</b>                                 | 3 m                                                           | 0,8 m                                                            | 0,8 m                                                          | 2 m                       |
| <b>Fläche gesamt</b>                                                 | 2500 m <sup>2</sup> (1)<br>1100 m <sup>2</sup> (2)            | 318,75 m <sup>2</sup>                                            | 318,75 m <sup>2</sup>                                          | 4500 m <sup>2</sup>       |
| <b>Gehölzfläche</b>                                                  | 150 m <sup>2</sup>                                            | 20,4 m <sup>2</sup>                                              | 20,4 m <sup>2</sup>                                            | 200 m <sup>2</sup>        |
| <b>Heckennahe</b><br><b>Bereich</b>                                  | 100 m <sup>2</sup>                                            | 66,3 m <sup>2</sup> *                                            | 66,3 m <sup>2</sup> *                                          | 200 m <sup>2</sup>        |
| <b>Weidefläche</b>                                                   | 2250 m <sup>2</sup> (1)<br>850 m <sup>2</sup> (2)             | 232,05 m <sup>2</sup>                                            | 232,05 m <sup>2</sup>                                          | 4100 m <sup>2</sup>       |
| <b>Fläche/Tier</b>                                                   | 60,98 m <sup>2</sup> (1)<br>26,83 m <sup>2</sup> (2)          | 13,86 m <sup>2</sup>                                             | 18,75 m <sup>2</sup>                                           | 64,29 m <sup>2</sup>      |
| <b>Gehölzfläche/Tier</b>                                             | 3,66 m <sup>2</sup>                                           | 1,55 m <sup>2</sup>                                              | 2,10 m <sup>2</sup>                                            | 2,86 m <sup>2</sup>       |
| <b>Wassereimer</b>                                                   | 2 x an den Enden<br>der Hecke                                 | 1 x auf Weide;<br>zusätzlich 1 x in<br>Hecke (2.<br>Beobachtung) | 1 x mittig auf der<br>Weide                                    | 4 x in jeder Ecke         |
| <b>Hecke</b>                                                         |                                                               |                                                                  |                                                                |                           |
| <b>Gehölzart(en)</b>                                                 | Pappel, Weide                                                 | Weide                                                            | Weide                                                          | 2 Sorten Pappel,<br>Weide |
| <b>Sorten</b>                                                        | Salix alba, Tora,<br>Matrix 11                                | Tordis                                                           | Tordis                                                         | Vesten, Marke,<br>Tordis  |
| <b>Reihenanzahl</b>                                                  | 2                                                             | 1                                                                | 1                                                              | 2                         |
| <b>Wuchshöhe</b>                                                     | ca. 4 m                                                       | Ca. 4 m                                                          | 2 - 3, 5 m                                                     | 2 – 3 m                   |
| <b>Altersstruktur</b>                                                | 1 jährig                                                      |                                                                  |                                                                |                           |
| <b>Blattansatz</b>                                                   | Ca. 10 cm                                                     | Ca. 40 cm                                                        | 30 – 40 cm                                                     | Ca. 10 cm                 |
| <b>Interessantes</b><br><b>Blattmaterial</b>                         | reichlich vorhanden                                           | Mittelmäßig<br>zur 2. Beobachtung<br>geknickt                    | Gering -<br>mittelmäßig<br>zur 2. Beobachtung<br>geknickt      | Gering -<br>mittelmäßig   |
| <b>Grünland</b>                                                      |                                                               |                                                                  |                                                                |                           |
| <b>Futterqualität der</b><br><b>Weide laut</b><br><b>Landwirt*in</b> | Gut                                                           | Ok                                                               | Gering                                                         | Schlecht                  |
| <b>Deckungsgrad</b>                                                  | 100 %                                                         | 70 %                                                             | 50 %                                                           | 50%                       |
| <b>Aufwuchshöhe</b>                                                  | min. 80 cm                                                    | 20 cm                                                            | 20 cm                                                          | 8 cm                      |
| <b>Arten-</b><br><b>zusammensetzung</b>                              | Deutsches Wiedel-<br>gras, Weißklee,<br>Hornklee,<br>Wegwarte | Pferdeweide                                                      | Wiesenrispe,<br>Schwiegel,<br>Hahnenfuß,<br>Wolliges Honiggras | Luzerne,<br>Knautgras     |
| <b>Letzte</b><br><b>Bewirtschaftung</b>                              | Dieses Jahr noch<br>nicht bewirtschaftet                      | Vor kurzem gemäht                                                | Vor kurzem<br>beweidet                                         | Vor kurzem<br>beweidet    |

\*Bereich Nähe = 2 m Richtung Weide, 0,6 m hinter der Hecke bis zum Zaun.

Die unterschiedlichen Strukturen der Versuchsflächen sowie die Hecken werden in den folgenden Skizzen und Fotos dargestellt und anschließend mit relevanten Fotos verdeutlicht.



**Abbildung 2: Skizzen der Flächen mit Baumreihen (dunkelgrüne Kreise), Eimer mit Wasser (hellblaue Kreise), Wanne mit Wasser (hellblaue Elipse) und Hängern auf Hof 4 (Braune Rechtecke); Länge und Breite der Gesamtfläche, Breite der Hecke in Meter (eigene Darstellung)**

*Hof 1*



**Abbildung 3: Eindruck der Versuchsfläche auf Hof 1 mit dicht gewachsener Hecke (Triebwerk 2025)**



**Abbildung 4: Grünland mit Weißklee und Gräsern (Deutsches Weidelgras) auf Hof 1 (Triebwer 2025)**



**Abbildung 5: Grünland mit Gemeine Wegwarte auf Hof 1 (Triebwerk 2025)**

## Hof 2



**Abbildung 6: Eingezäunter Bereich mit schmaler einreihiger Hecke auf Hof 2 (Triebwerk 2025)**



**Abbildung 7: Deutlich geringe Qualität der erst vor kurzem gemähten Weide auf Hof 2 (Triebwerk 2025)**



**Abbildung 8: Ganze zweireihige Hecke auf Hof 2 (Triebwerk 2025)**

### Hof 3



**Abbildung 9: Eindruck der Hecke auf Hof 3 - weniger dicht gewachsenes Gehölz, zwischen den Bäumen Gras (Triebwerk 2025)**



**Abbildung 10: Vor kurzem beweidetes Grünland mit geringer Futterqualität auf Hof 3 (Triebwerk 2025)**

#### Hof 4



**Abbildung 11: Vor kurzem beweidetes Grünland und Hecke mit lückenhaftem Wachstum auf Hof 4 (Lignovis 2025)**



**Abbildung 12: Unterschiedliche Qualität der Gehölze auf Hof 4 (Lignovis 2025)**

### 3.2.3 Methode der Verhaltensbeobachtung

**Scan Sampling** ist eine Methode der Verhaltensbeobachtung. Die Beobachtungen konzentrieren sich auf alle Tiere auf der Fläche. Hierbei wird das Verhalten aller Individuen einer Gruppe in regelmäßigen Zeitintervallen erfasst. Dabei werden in festgelegten Intervallen die beobachteten Verhaltensweisen aller sichtbaren Individuen notiert, ohne diese permanent beobachten zu müssen. Das Verhalten jedes gescannten Individuums wird durch Instantaneous Samplings aufgezeichnet. Hierbei hält der/die Beobachter\*in zum Zeitpunkt jedes Scans fest, ob das Verhaltensmuster auftritt oder nicht. In der Regel beschränkt sich das Scan sampling auf wenige und einfache Verhaltenskategorien. Ein einmaliger Scan kann, abhängig von Gruppengröße und Umfang der erfassten Verhaltensweisen, von wenigen Sekunden bis zu mehreren Minuten dauern. Die Methode eignet sich besonders für die Untersuchung großer Gruppen, bei denen einzelne Tiere schwer zu unterscheiden sind. Sie ermöglicht eine effiziente und systematische Erfassung des Gruppenverhaltens. Es ist wichtig, dass jeweils nur das Verhalten dokumentiert wird, das exakt zum Erfassungszeitpunkt gezeigt wird (Martin und Bateson 2015, S. 84–97).

**Das Ethogramm** umfasst die zu beobachtenden Verhaltensweisen und wurde von *Triebwerk* nach verschiedenen Gesprächen mit Expert\*innen erstellt. Durch einen Probelauf im Jahr 2024 konnten (mit anderen Beobachter\*innen) bereits erste Daten gesammelt werden, die zur Optimierung des Ethogramms dienen.

**Tabelle 3: Verhaltensweisen und Definitionen des Ethogramms (eigene Darstellung nach Triebwerk 2024a)**

| Verhalten          | Definition                                                                                                                            |
|--------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Frisst</b>      | Futteraufnahme durch Abbeißen, Abziehen, Schälen, Kauen, Kontakt mit Futtermittel, Trinken                                            |
| <b>Steht/Läuft</b> | aktiv, das Tier steht mit mindestens zwei Beinen auf dem Boden und der Brustkorb berührt nicht den Boden, auch Ausscheidungsverhalten |
| <b>Liegt</b>       | Passiv: schlafend oder nicht schlafend, entspannt; Wiederkauen                                                                        |
| <b>Außer Sicht</b> | Tiere, die nicht sichtbar sind                                                                                                        |

Neben diesen Verhaltensweisen wird auf dem Aufnahmebogen zu den Beobachtungen außerdem der Bereich, in dem das Verhalten stattfindet, aufgenommen. Hier wird zwischen der *Hecke* (= Bereich der Hecke und/oder Kontakt mit Laubfutter), der *Nähe* der Hecke (2 m) und der *Weide* unterschieden. Außerdem kann angekreuzt werden, ob die jeweiligen Tiere im Schatten sind oder nicht.

### 3.2.4 Durchführung

Die Beobachtungen wurden von zwei Beobachter\*innen durchgeführt. Beide machten sich vorab mit der Methodik vertraut und stimmten ihre Beobachtungstechniken aufeinander ab. Der Zugang zu der Futterlaubhecke auf der Weide war für die Tiere jederzeit verfügbar. Es waren täglich zwei zweistündige Beobachtungseinheiten vorgesehen, eine am Vormittag und eine am Nachmittag. Die genauen Zeiten richteten sich sofern möglich nach den Routinen der jeweiligen Betriebe, wobei der Fokus auf den Hauptfresszeiten liegen sollte. Idealerweise sollten die Tiere bereits Erfahrung mit Hecken haben und zu gewohnten Zeiten auf die Weide gelassen werden.

Nach dem Weideauftrieb war ursprünglich eine 15-minütige Eingewöhnungszeit für die Tiere vorgesehen, bevor die eigentliche Datenerhebung begann. Da die Hecken jedoch nur begrenzt Futter anboten, wurde diese Phase auf etwa 5 Minuten verkürzt.

Die Beobachter\*innen positionierten sich so, dass sie, wenn möglich, das gesamte Areal überblicken konnten. Unnötige Bewegungen sollten vermieden werden, um die Tiere nicht zu stören. Alle *30 Sekunden* wurde abwechselnd das Verhalten und der Standort jedes Tieres im Ethogramm erfasst. Zusätzliche Beobachtungen (bspw. eingeschränkte Sicht; Einflussfaktoren von außen, etc.) und Verhalten, das nicht durch das Ethogramm aufgenommen wurde, aber trotzdem interessant schien (bspw. Fakultative Bipedie, Schälen, etc.) konnten in den Zwischenzeiten notiert werden. Auf **Hof 4** wurde aufgrund der großen Gruppengröße zur Machbarkeit der Aufnahmen ein Intervall von *1 Minute* ausgewählt.

Das Ethogramm wurde während der Beobachtung händisch auf Papier ausgefüllt und anschließend in eine selbst angefertigte Excel-Tabelle übertragen. Während der Aufnahmen gab es auf **Hof 2**, **Hof 3** und **Hof 4** Zeitfenster mit Intervention durch Menschen, die auf dem jeweiligen Hof gearbeitet hatten. Außerdem kam es vor, dass die Beobachterinnen vereinzelt Scans nicht ausfüllen konnten (z.B. Zeituhr versehentlich gestoppt, Ablenkung durch Landwirt\*in, etc.). Diese Intervalle werden im Weiteren als Störungen bezeichnet.

Um die Auswirkungen der Beweidung auf die Vegetation zu dokumentieren, werden die Hecke und das Grünland nach der Beobachtung wiederholt fotografiert. Die Weide sowie die Hecke müssen außerdem hinsichtlich möglicher Manipulation durch die Beweidung untersucht und in die zugehörige Tabelle eingetragen werden.

In *Tabelle 4* sind die wichtigsten Rahmenbedingungen der durchgeführten Beobachtungen auf den untersuchten Höfen zusammengefasst, wobei sowohl die Wetterverhältnisse als auch die Anzahl der gültigen Scans pro Messung dargestellt sind.

**Tabelle 4: Rahmenbedingungen (Tageszeit, Dauer, Wetter) der Beobachtungen (Eigene Darstellung)**

|                                                      | Hof 1                                | Hof 2                                  | Hof 3                                     | Hof 4                            |
|------------------------------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------------|-------------------------------------------|----------------------------------|
| <b>Intervall</b>                                     | 30 Sekunden                          | 30 Sekunden                            | 30 Sekunden                               | 1 Minute                         |
|                                                      |                                      |                                        |                                           |                                  |
| <b>1. Beobachtung</b>                                | 28.06.2025                           | 30.06.2025                             | 31.06.2025                                | 08.07.2025                       |
| <b>Startzeitpunkt</b>                                | 10:00 Uhr                            | 09:24 Uhr                              | 11:58 Uhr                                 | 08:10 Uhr                        |
| <b>Scans gesamt<br/>(Dauer in Minuten)</b>           | 240<br>(120)                         | 240<br>(120)                           | 165<br>(82,5)                             | 120<br>(60)                      |
| <b>Scans ohne<br/>Störung<br/>(Dauer in Minuten)</b> | 240<br>(120)                         | 228<br>(114)                           | 157<br>(78,5)                             | 95<br>(47,5)                     |
| <b>Temperatur</b>                                    | 24 °C                                | 24 °C                                  | 28 °C                                     | 15-18 °C                         |
| <b>Sonne</b>                                         | Meistens bewölkt                     | sonnig                                 | Sonnig                                    | Dauerhaft bewölkt                |
| <b>Regen</b>                                         | Nein                                 | Nein                                   | Nein                                      | Nein                             |
| <b>Wind</b>                                          | Windig                               | Wenig Wind                             | Nein                                      | Nein                             |
| <b>Schatten durch<br/>Hecke</b>                      | Guter Schatten in<br>Hecke bei Sonne | Wenig gebrochenen<br>Schatten          | Sehr gering                               | Kein Schatten<br>durch Bewölkung |
|                                                      |                                      |                                        |                                           |                                  |
| <b>2. Beobachtung</b>                                | 29.06.2025                           | 30.06.2025                             | 31.06.2025                                |                                  |
| <b>Startzeitpunkt</b>                                | 10:30 Uhr                            | 15:22 Uhr                              | 15:54 Uhr                                 |                                  |
| <b>Scans gesamt<br/>(Dauer in Minuten)</b>           | 240<br>(120)                         | 240<br>(120)                           | 83<br>(41,5)                              |                                  |
| <b>Scans ohne<br/>Störung<br/>(Dauer in Minuten)</b> | 238<br>(119)                         | 240<br>(120)                           | 59<br>(29,5)                              |                                  |
| <b>Temperatur</b>                                    | 24 °C                                | 28 °C                                  | 31 °C                                     |                                  |
| <b>Sonne</b>                                         | Stark Bewölkt,<br>selten Sonne       | sonnig                                 | sonnig                                    |                                  |
| <b>Regen</b>                                         | Nein                                 | Nein                                   | Nein                                      |                                  |
| <b>Wind</b>                                          | Windig                               | Wenig Wind                             | Nein                                      |                                  |
| <b>Schatten durch<br/>Hecke</b>                      | Guter Schatten in<br>Hecke bei Sonne | Kein Schatten durch<br>geknickte Bäume | Kein Schatten<br>durch geknickte<br>Bäume |                                  |

### 3.2.5 Datenauswertung

Pro Beobachtung sollten je über 120 Minuten alle 30 Sekunden (**Hof 4:** 1 Minute) insgesamt 240 Scans (**Hof 4:** 120 Scans) aufgenommen werden. Die Daten wurden in Microsoft Excel (Microsoft Corporation 2025) verarbeitet. Diese ethologischen Rohdaten enthalten Ausreißer durch Störungen oder fehlende Werte, wenn Tiere außer Sicht waren. Vorhandene Lücken wurden unter Berücksichtigung der Kommentaren bzw. Aufnahmen beider Beobachter\*innen abgeglichen, da die Sicht teilweise einseitig eingeschränkt war. Diese konnten größtenteils plausibel erklärt und bereinigt werden. *Tabelle 4* zeigt die Anzahl der Datenpunkte ohne

Störungen pro Hof. In die Beschreibung der Beobachtungen wurde die gesamte Beobachtungszeit inklusive der Zeitfenster mit Störungen einbezogen. Zur Visualisierung der Ergebnisse wurden Diagramme erstellt, die den zeitlichen Verlauf der Beobachtung in Bezug auf den Aufenthaltsort sowie der beobachteten Verhaltensweisen der Tiere über den gesamten Untersuchungszeitraum abbilden.

Für die Berechnungen wurde die Summe der Datenpunkte mit Störungen von der gesamten Anzahl der Datenpunkte abgezogen. Nun wurde für jeden Betrieb die Summe der Tiere je Verhaltensweise (Fressen, Stehen/Laufen, Liegen, außer Sicht) und Bereiche (Hecke, Nähe, Weide) berechnet. Daraus konnten die Anteile in Prozent errechnet werden ( $\text{Summe}/\text{Anzahl Datenpunkte}/\text{Anzahl Tiere}$ ). Aus diesen Daten können die jeweiligen Anteile einer Verhaltensweise oder die Präferenz für einen Aufenthaltsbereich berechnet werden. Außerdem können weitere prozentuale Anteile zu bestimmten betrachteten Zeiträumen errechnet werden.

Im Folgenden werden die zentralen Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung dargestellt. Die Ergebnisse werden sowohl quantitativ beschrieben als auch in Tabellen und Abbildungen visualisiert, um eine klare und nachvollziehbare Übersicht zu bieten.

## 4. Ergebnisse

### 4.1 Beschreibung der Beobachtungen

Zuerst werden die Beobachtungen auf den Höfen beschreibend dargestellt und anschließend die Forschungsfragen mit Daten hinterlegt. Pro Hof illustrieren zwei Diagramme die zeitliche Dynamik der Aufenthaltsbereiche und Verhaltensweisen über den gesamten Untersuchungszeitraum.

#### 4.1.1 Hof 1

##### 1. Beobachtung (Vormittag)

Durch den hohen Aufwuchs ist die Sicht auf liegende Schafe sowie kleinere Lämmer teilweise stark eingeschränkt. Die Schafe wurden morgens auf die frische Weide gelassen und begannen sofort dort ausgiebig zu grasen.



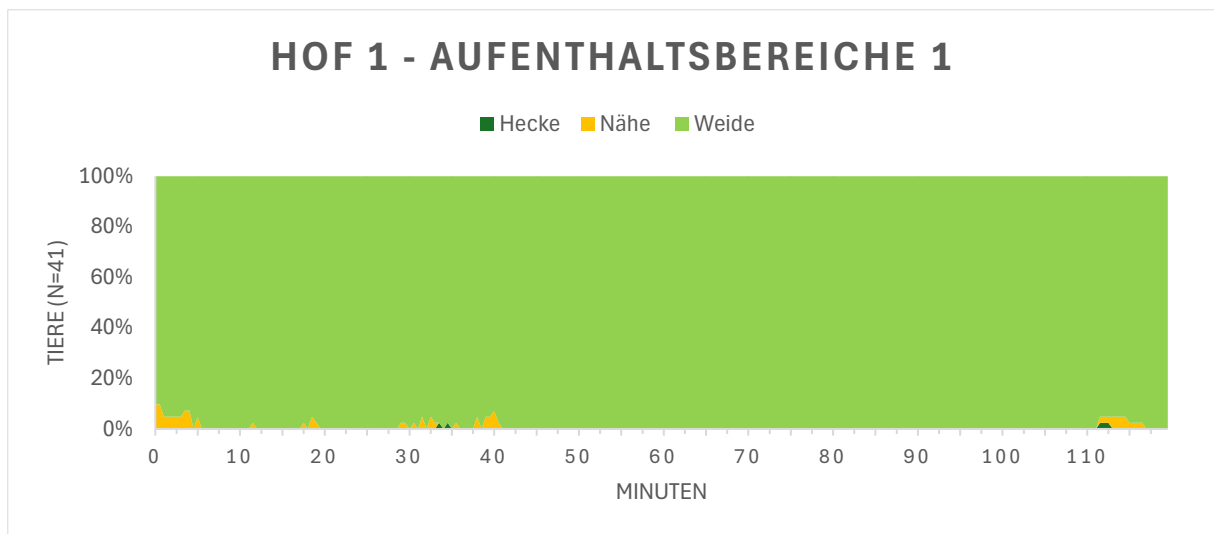
**Abbildung 13: Schafe im hohen Gras auf Hof 1 - eingeschränkte Sicht während der Beobachtungen (Triebwerk 2025)**



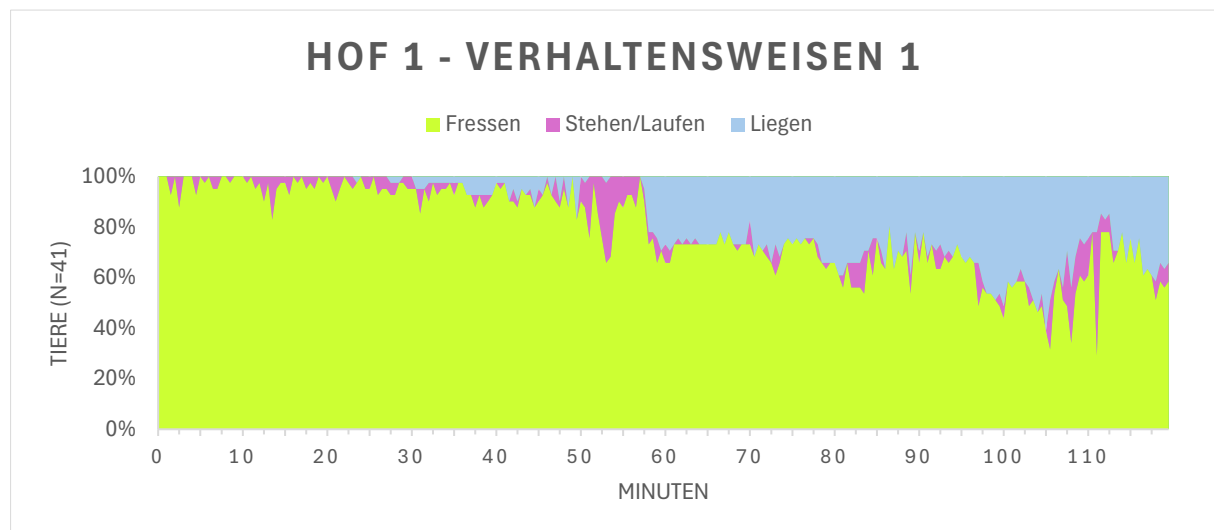
**Abbildung 14: Schafe grasen auf der Weide vor der Hecke auf Hof 1 (Triebwerk 2025)**

Die Schafe zeigten während der gesamten Beobachtung fast kein Interesse an dem Bereich mit Gehölzen und hielten sich auch nur sehr bedingt im heckennahen Bereich auf, wie *Abb. 17* verdeutlicht. Mit der fortgeschrittenen Zeit begannen sich vermehrt Schafe zum Wiederkauen abzulegen (siehe *Abb. 18*; ab ca. 30 Minuten). Einige Tiere standen immer wieder auf, sodass nie alle lagen und immer einige Schafe am Grasens auf der Weide waren.

Der Besitzer vermutet, dass die Tiere eventuell gehemmt waren, da normalerweise ein Zaun vor der Hecke ist. Daraufhin bot er ihnen das Futterlaub nach der Beobachtung aktiv an. Die Schafe zeigten nur kurzes Interesse. Nach der Beweidung wurde die Fläche verkleinert, da der Weideanteil zu groß und unübersichtlich schien. Entsprechend einer Absprache mit *Triebwerk* wurde entschieden, dass die nächste Beobachtung erst am nächsten Vormittag stattfinden sollte, um den Schafen mehr Zeit zur Eingewöhnung zu geben.



**Abbildung 15: Zeitlicher Verlauf (Gesamtzeit = 120 Minuten) der Nutzung der verschiedenen Aufenthaltsbereiche in Prozent durch die Schafe (n=41) auf Hof 1 am 1. Vormittag bei ca. 24°C (eigene Darstellung)**



**Abbildung 16: Zeitlicher Verlauf (Gesamtzeit = 120 Minuten) der verschiedenen Verhaltensweisen in Prozent der Schafe (n=41) auf Hof1 am 1. Vormittag bei ca. 24°C (eigene Darstellung)**

## 2. Beobachtung (Vormittag)

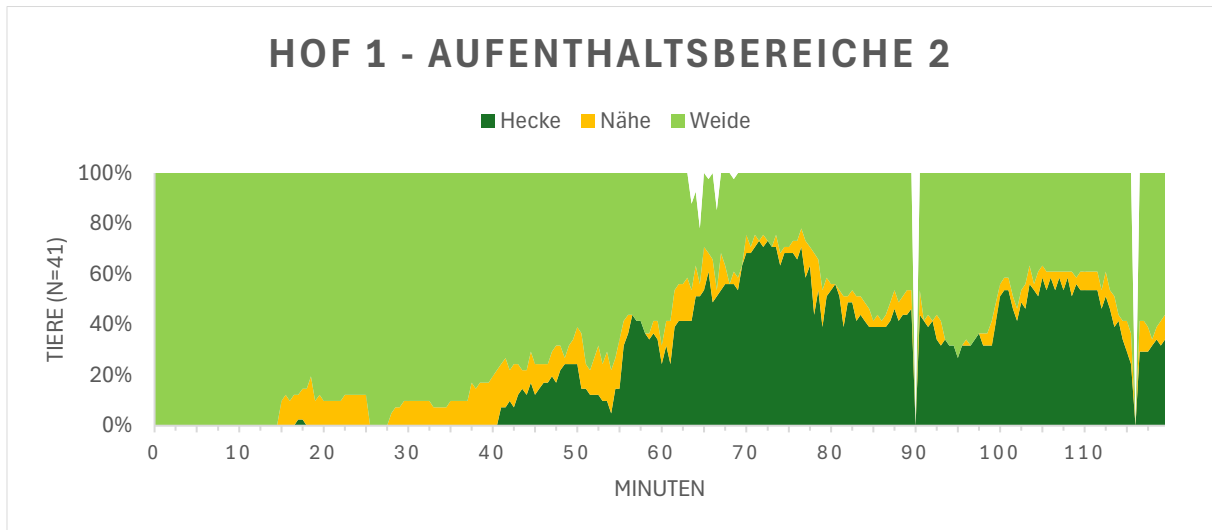
Die 2. Beobachtung fand am darauffolgenden Vormittag statt, sodass die Tiere bereits einen Tag auf der Fläche mit den Gehölzen verbracht hatten. Am Morgen waren wenige Fraßspuren an der Hecke zu erkennen, und beim Eintreffen der Beobachterinnen ruhten fast alle Tiere auf



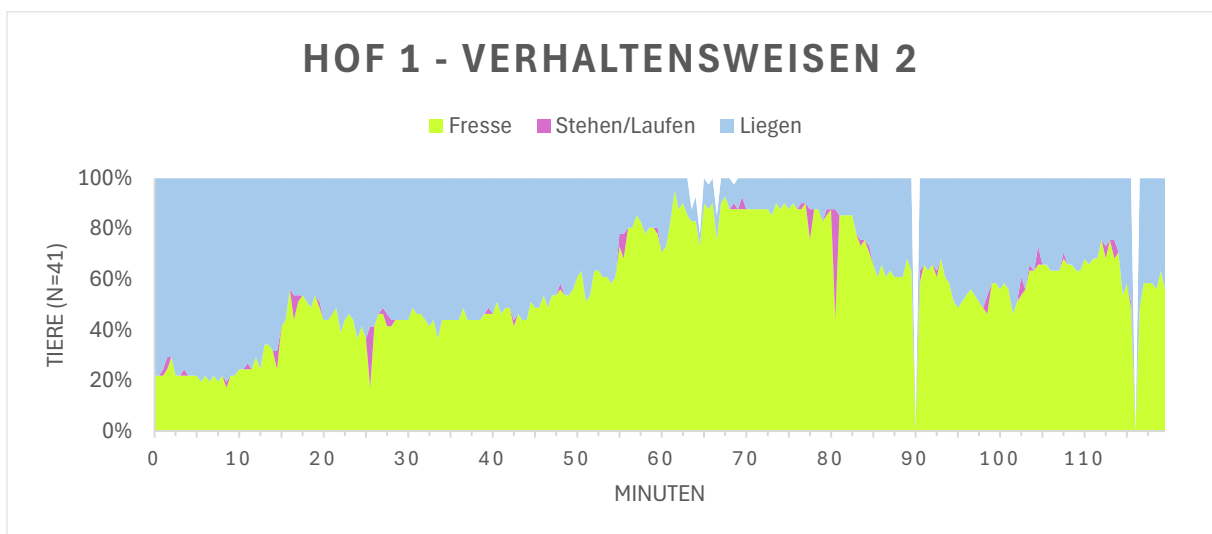
**Abbildung 17: Schafe liegen in der Hecke (Triebwerk 2025)**

der Weide. Die Schafe zeigten nach einiger Zeit Interesse an der Hecke, und verbrachten besonders ab **Minute 55** einen großen Anteil ihrer Fraßzeit (s. Abb. 21) in der Hecke und deren Nähe (s. Abb. 20). Die ersten Schafe begaben sich zu den Pappeln am einen Ende der Fläche, bewegten

sich später in Teilgruppen auch zu den Weiden und verteilten sich anschließend in der gesamten Hecke. Der Fraßanteil an Weide- und Pappelsorten schien ungefähr gleichmäßig verteilt. Besonders gegen Ende der Beobachtung legten sich die Schafe vermehrt in der Hecke ab (siehe Abb. 20 und 21; ab ca. **80 Minuten**). Auch hier war die Sicht durch die dicht gewachsene zweireihige Hecke eingeschränkt.



**Abbildung 18: Zeitlicher Verlauf (Gesamtzeit = 120 Minuten) der Nutzung der Aufenthaltsbereiche in Prozent durch die Schafe (n=41) am 2. Vormittag bei 24°C (eigene Darstellung)**



**Abbildung 19: Zeitlicher Verlauf (Gesamtzeit = 120 Minuten) der Verhaltensweisen in Prozent durch die Schafe (n=41) am 2. Vormittag bei ca. 24 °C (eigene Darstellung)**

## 4.1.2 Hof 2

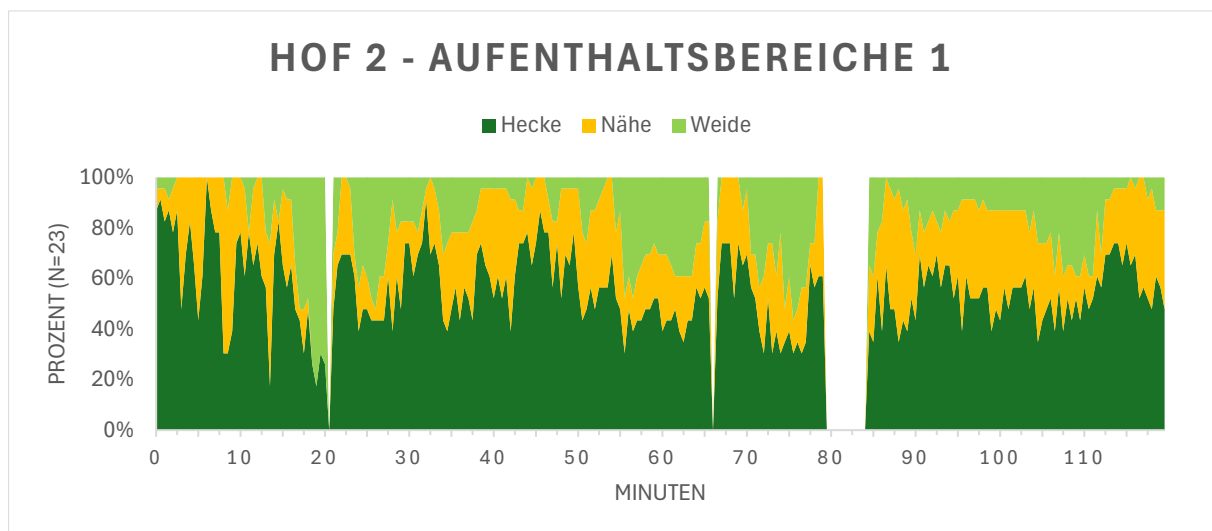
### 1. Beobachtung (Vormittag)



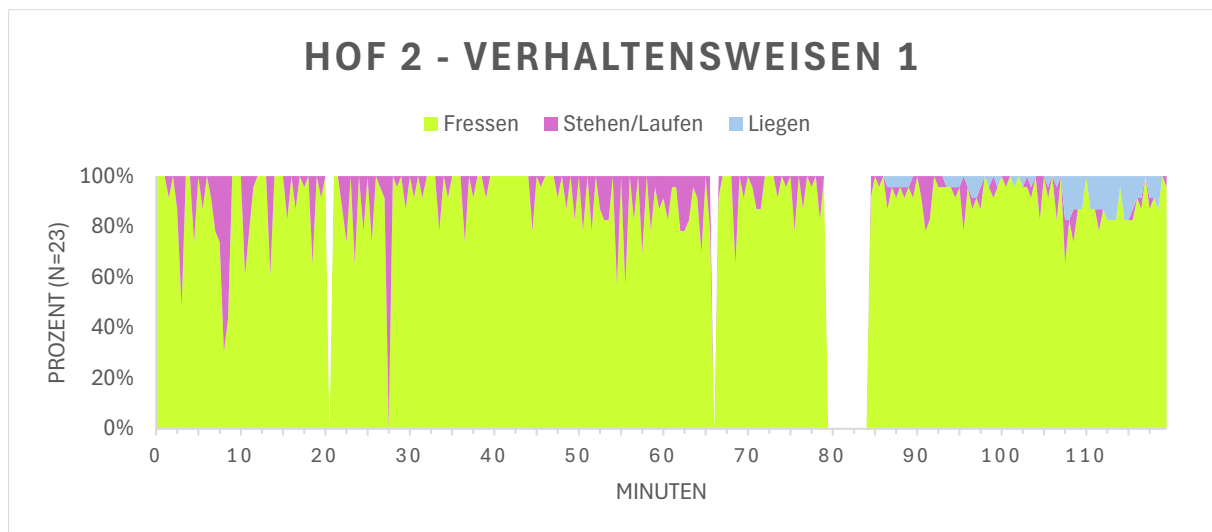
**Abbildung 20: Ziegenlämmer auf Hof 2 stellen sich auf die Hinterbeine und fressen an den Gehölzen (Triebwerk 2025)**

Die Ziegenlämmer wurden mit Getreidefutter auf die eingezäunte Weide gelockt und fraßen anfangs noch vereinzelt Futterreste auf der Weide. Das Interesse an dem Futterlaub war sofort vorhanden. Die jungen Ziegen waren deutlich aufgeregt und bewegten sich schnell hin und her (s. Abb. 23 und Abb. 24). In der Hecke war ein durchbrochener Halbschatten der dünnen Bäume vorhanden. Bereits in den ersten **10 Minuten** der Beobachtungszeit begannen die Lämmer einzelne Äste umzuknicken und diese gemeinsam abzufressen. Dadurch wurde Laub sowohl im

heckennahen Bereich als auch auf der Weide gefressen. Bereits nach ca. **24 Minuten** waren die Bäume im unteren erreichbaren Bereich fast vollkommen abgefressen und wurden geschält. Nach ca. **78 Minuten** kam der Tierhalter mit Wasser, das er auf der Fläche verteilte. Da die Ziegen sofort zur Tränke liefen, führte dies zu einer gewissen Unruhe und einer Bewegung in Richtung Weide (siehe weißer Balken in Abb. 23).



**Abbildung 21: Zeitlicher Verlauf (Gesamtzeit = 120 Minuten) der Nutzung der Aufenthaltsbereiche in Prozent durch die Ziegenlämmer (n=23) am Vormittag bei ca. 24 °C (eigene Darstellung)**



**Abbildung 22:** Zeitlicher Verlauf (Gesamtzeit = 120 Minuten) der verschiedenen Verhaltensweisen in Prozent durch die Ziegenlämmer (n=23) auf am Vormittag bei ca. 24 °C (eigene Darstellung)

## 2. Beobachtung (Nachmittag)

Vor der 2. Beobachtung am Nachmittag wurden die Bäume auf Brusthöhe geknickt. Dazu wurden sie mit der Säge von der Seite, die zum Zaun weist, angeschnitten und anschließend zur Weide hin nach unten geknickt. Dadurch gab es keinen Schatten mehr auf der Fläche. Außerdem befanden sich nun zwei Eimer Wasser auf der Fläche, einer in der Hecke und einer mittig auf der Weide.

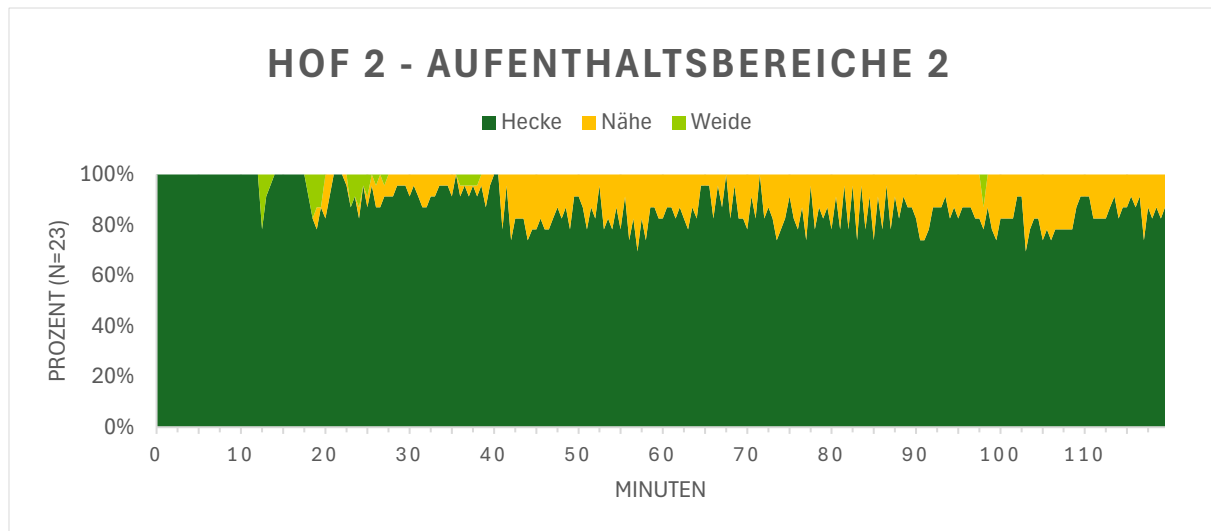


**Abbildung 23:** Unten abgefressene Hecke vor Knicken auf Hof 2 (Triebwerk 2025)

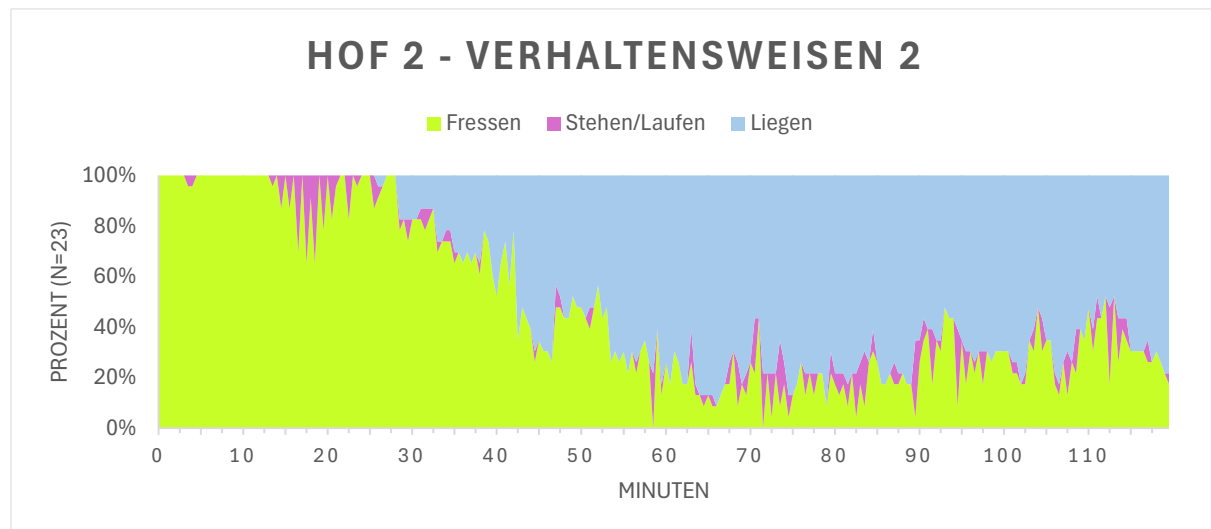


**Abbildung 24:** Hecke nach dem Knicken auf Hof 2 (Triebwerk 2025)

Die Ziegen liefen sofort zu der Hecke, um an dem Laub zu äßen und bereits nach **14 Minuten** gab es fast kein Blattmaterial mehr. Daher begannen die Ziegen, die Äste und Stämme zu schälen. Es war außerdem auffällig, dass zu diesem Zeitpunkt viel Bewegung in der Herde war, da die Tiere nach noch übrigen Blättern suchten und zum Trinken auf die Weide gingen (s. Abb. 27 und Abb. 28). Ab **30 Minuten** stellte sich ein ruhigeres Verhalten ein, und die Tiere begannen vermehrt für eine gewisse Zeit zu liegen (s. Abb. 28).



**Abbildung 25:** Zeitlicher Verlauf (Gesamtzeit = 120 Minuten) der Nutzung der verschiedenen Aufenthaltsbereiche in Prozent durch die Ziegelämler (n=23) am Nachmittag bei sonnigen 28 °C (eigene Darstellung)



**Abbildung 26:** Zeitlicher Verlauf (Gesamtzeit = 120 Minuten) der Verhaltensweisen in Prozent der Ziegelämler (n=23) am Nachmittag bei sonnigen 28 °C (eigene Darstellung)

### 4.1.3 Hof 3

#### Beeinträchtigungen

Da die Fläche nahe am Stall und der derzeit beweideten Weide war, war der Rest der Herde immer in Sichtweite. Des Weiteren waren auf der Fläche keine anderen Schattenquellen und der Schatten durch die Hecke war sehr gering bzw. am Nachmittag nicht mehr vorhanden. Dies und die hohen Temperaturen sowie die bereits vollständig abgeweideten und stark geschälten Gehölze führten zu den vorzeitigen Abbruch der beiden Beobachtungen. Zwischen den Beobachtungen wurden die Tiere auf eine benachbarte Weide gelassen, wo sie sofort den vorhandenen Schatten aufsuchten.

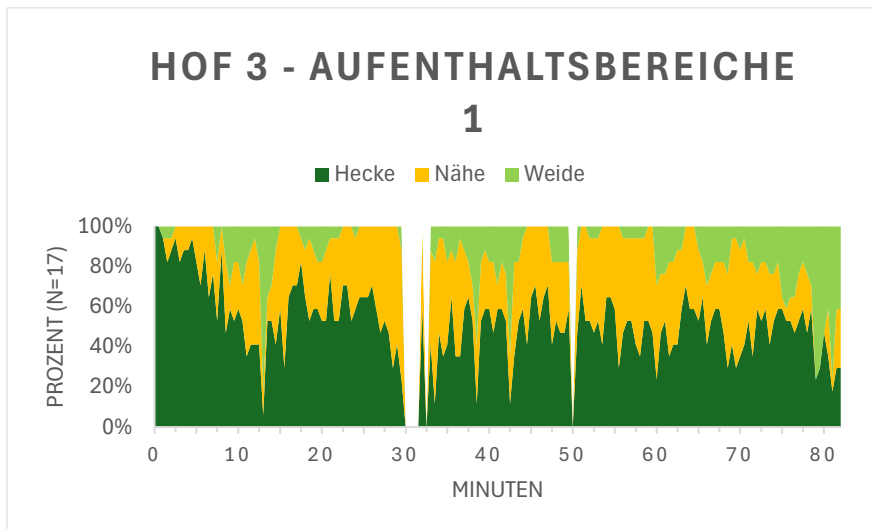
#### 1. Beobachtung

Die Ziegen bogen bereits zu Beginn (**Minute 6**) regelmäßig die Äste der Weiden nach unten und schälten diese intensiv (s. *Abb. 29*). An die höher gelegenen Blätter der Äste kamen sie jedoch weniger gut heran. Gelegentlich kratzten sich die Tiere an den Gehölzen und tranken häufig auf der Weide. Bei etwa **12 Minuten** zeigten die Tiere ein deutlich aufgeregtes Verhalten. Schon zu Anfang begann das Schälen der Gehölze. Ab **22 Minuten** versuchten die Tiere vermehrt, an die oberen Blätter zu gelangen, da unten nicht mehr viel Blattmasse verfügbar war. Nach etwa **30 Minuten** sprach die Besitzerin mit einer Beobachterin, wodurch sich die Ziegen in deren Richtung bewegten und die Aufnahme kurz unterbrochen war (s. *weißer Balken in Abb. 30 und Abb. 31*). Das Gras direkt um die Hecke und zwischen den Bäumen wurde als besonders attraktiv angenommen, da dort nicht gemäht war. Gegen **Minute 38** lenkte Lärm vom Hof die Ziegen in diese Richtung. Gegen **Minute 75** liefen die Tiere

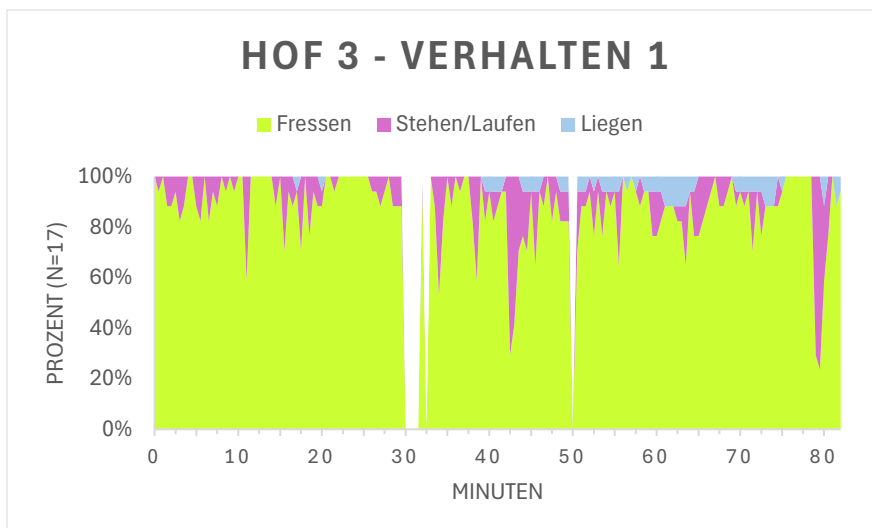


**Abbildung 27: Ziegen fressen Blätter und Schälen Bäume mit Hörnern auf Hof 3 (Triebwerk 2025)**

vermehrt auf die Weide und fegten die Gehölze intensiv mit den Hörnern. Ab **Minute 79** kam die Besitzerin wieder in die Nähe und die restliche Herde aus dem Stall lief auf die nahe gelegene Weide. Dadurch meckerten die Ziegen viel in Richtung Zaun und waren stark abgelenkt (s. *Abb. 30 und Abb. 31: Bewegung zur Weide*). Es wurde beschlossen, die Aufnahme abzubrechen. Ab **Minute 82** gab es keine verwertbaren Daten mehr.



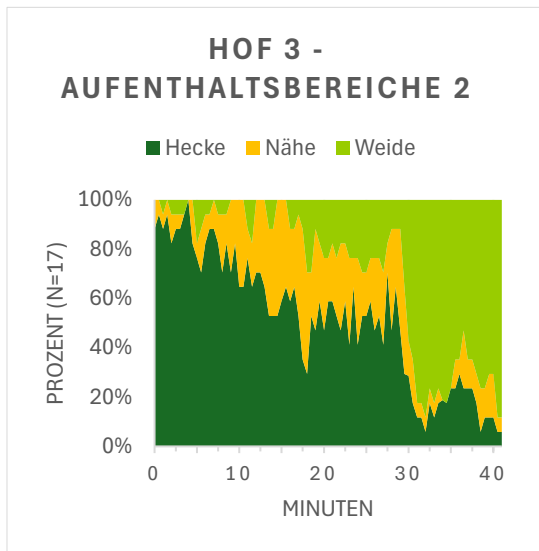
**Abbildung 28:** Zeitlicher Verlauf (Gesamtzeit = 82 Minuten) der Nutzung der verschiedenen Aufenthaltsbereiche in Prozent durch die Ziegen (n=17) am Vormittag bei sonnigen 28 °C (eigene Darstellung)



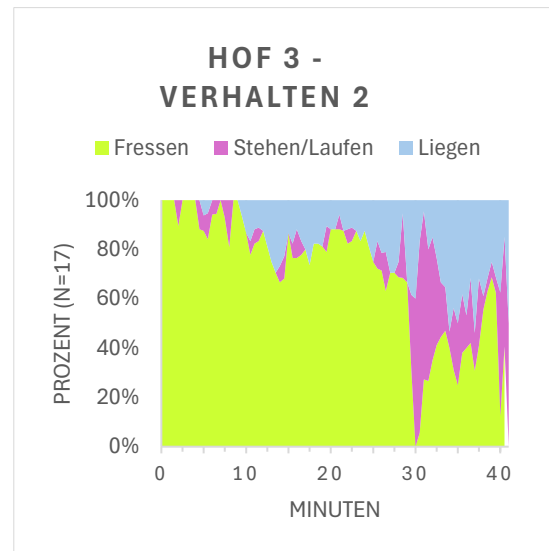
**Abbildung 29:** Zeitlicher Verlauf (Gesamtzeit = 82 Minuten) der Verhaltensweisen in Prozent durch die Ziegen(n=17) am Vormittag bei sonnigen 28 °C (eigene Darstellung)

## 2. Beobachtung

Vor der 2. Beobachtung wurden die Bäume auf 1 m Höhe geknickt. Dies war durch die dünnen Stämme ohne Säge möglich. Durch das Knicken der Gehölze fiel kein Schatten mehr auf die Fläche. Einige Weidenäste wurden von den Tieren auf die Weide gezogen und dort gefressen. Ab **21 Minuten** waren die meisten Blätter bereits abgefressen. Gegen **Minute 29** zeigte sich eine Bewegung der Ziegen zur angrenzenden Weide mit der restlichen Herde, wobei die Tiere dorthin schauten und laut meckerten (s. Abb. 33: Hoher Anteil an Stehen/Laufen in Grafik sichtbar; Abb. 32 gleichzeitig Bewegung auf Weide). Dadurch waren viele Ziegen im hinteren Bereich der Weide. Als die Melkerin die Ziegen um **Minute 41** rief, rannten alle los. Die Beobachtung wurde abgebrochen, da die Ziegen durch die Hitze, Ablenkung und das Fehlen von Schatten zu stark gestresst waren. Außerdem war bereits kein Laubfutter mehr vorhanden.



**Abbildung 30: Zeitlicher Verlauf (Gesamtzeit = 41 Minuten) der Nutzung der verschiedenen Aufenthaltsbereiche in Prozent durch die Ziegen (n=17) am Nachmittag bei sonnigen 31 °C (eigene Darstellung)**



**Abbildung 31: Zeitlicher Verlauf (Gesamtzeit = 41 Minuten) der Verhaltensweisen in Prozent durch die Ziegen(n=17) am Nachmittag bei sonnigen 31 °C (eigene Darstellung)**

#### 4.1.4 Hof 4

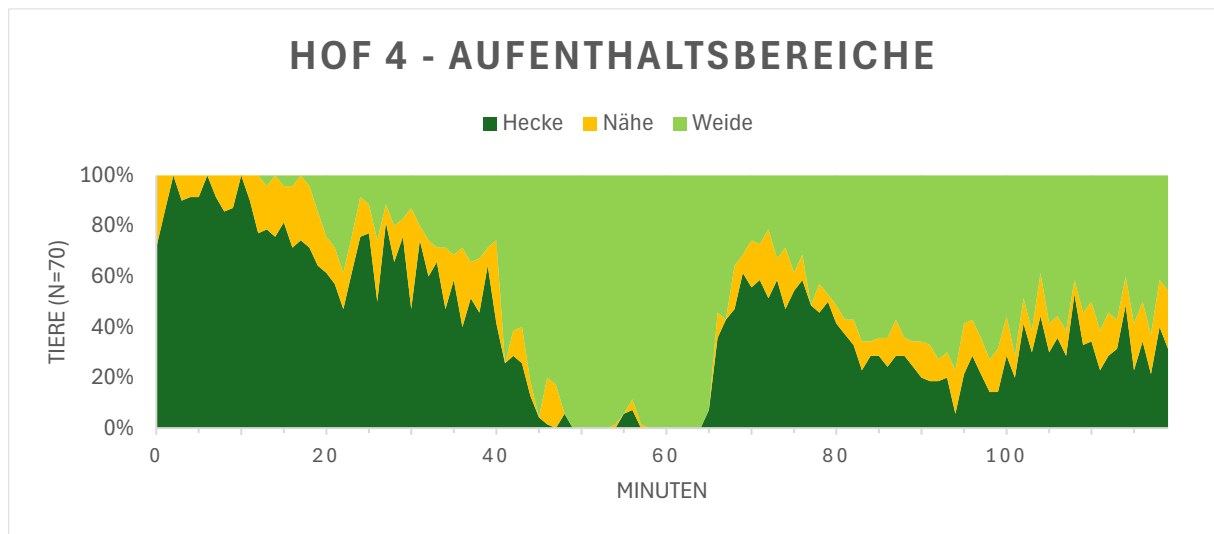
Zu Beginn der Beobachtung, nach etwa **5 Minuten**, begannen die Milchziegen mit dem Verfegen der Gehölze. Nach **11 Minuten** trat die Bewirtschafterin kurz an die Fläche heran, was zu einer ersten Unterbrechung des Fressen und zu vermehrtem Laufen führte (s. Abb. 35: Balken „Stehen/Laufen“). Nach **19 Minuten**, begannen die Tiere Ruten gezielt um zudrücken, da das zuvor leicht erreichbare Laub bereits abgefressen war. Nach **42 Minuten** kam die Bewirtschafterin erneut an die Fläche, entfernte sich jedoch gleich wieder. Sie blieb jedoch in Sichtweite und begann einen Zaun aufzubauen. Die Anwesenheit der Bewirtschafterin führte zu einer wiederkehrenden Ablenkung innerhalb der Herde, was sich durch die stetige



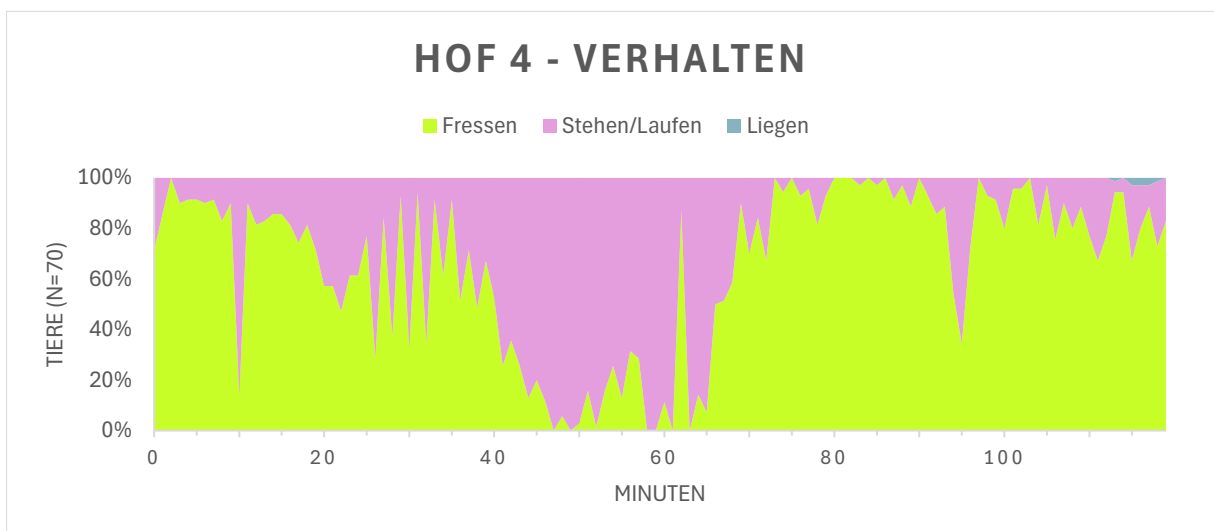
**Abbildung 32: Ziegen zeigen großes Interesse an Futterlaub auf Hof 4 (Lignovis 2025)**

Bewegung auf der Weide kennzeichnet (s. Abb. 35: „Stehen/Laufen“ und Abb. 34: „Weide“). In Abhängigkeit von der Sichtbarkeit und Entfernung der Person waren die Tiere mehr oder weniger beeinflusst. Ab **Minute 56** war die Bewirtschafterin weitgehend aus dem Sichtfeld verschwunden. Es brauchte jedoch noch bis zu **Minute 67**, bis sich die Herde vollkommen beruhigte und ihre Aufmerksamkeit wieder auf das Vegetationsangebot richtete. Nach **85 Minuten** waren die Ziegen insgesamt ruhiger geworden. Als das Laubangebot zunehmend erschöpft war, wurde ab **Minute 93**

beobachtet, dass die Ziegen verstärkt dazu übergangen, Äste nach unten zu ziehen und vermehrt Rinde von den Gehölzen abzuschälen.



**Abbildung 33:** Zeitlicher Verlauf (Gesamtzeit = 120 Minuten) der Nutzung der Bereiche in Prozent der Ziegen (n=70) am Vormittag bei bewölkten 15-18 °C (eigene Darstellung)



**Abbildung 34:** Zeitlicher Verlauf (Gesamtzeit = 120 Minuten) der Verhaltensweisen in Prozent der Ziegen (n=70) am Vormittag bei bewölkten 15-18 °C (eigene Darstellung)

## 4.2 Präferenz des Aufenthaltsortes

Diese Arbeit befasst sich mit der Frage, wie sich die Präferenz kleiner Wiederkäuer auf die räumliche Nutzung der Flächen während des Beobachtungszeitraumes gestaltet. Mit den erhobenen Daten wurde der prozentuale Zeitanteil berechnet, den die Tiere in den verschiedenen Bereichen verbracht haben. Die entsprechenden Prozentanteile für die Bereiche *Hecke*, *Nähe* und *Weide* sind in *Tabelle 5* dargestellt und zeigen sowohl tierart- als auch situationsbedingte Unterschiede.

**Tabelle 5: Präferenz der Tiere in Bezug auf den Aufenthalt in den 3 Bereichen (Hecke, Nähe, Weide) in Prozent der individuellen Beobachtungszeit; Schafe: Hof 1 (n=41); Ziegen: Hof 2 (n=23), Hof 3 (n=17), Hof 4 (n=70) (eigene Darstellung)**

|              | 1. Beobachtung |               |        |               | 2. Beobachtung |               |        |                |
|--------------|----------------|---------------|--------|---------------|----------------|---------------|--------|----------------|
|              | Zeit<br>(min.) | Hecke         | Nähe   | Weide         | Zeit<br>(min.) | Hecke         | Nähe   | Weide          |
| <b>Hof 1</b> | 120            | 0,05%         | 0,66%  | <b>99,29%</b> | 119            | 26,39%        | 7,18%  | <b>65,34%*</b> |
| <b>Hof 2</b> | 114            | <b>55,78%</b> | 25,84% | 18,38%        | 120            | <b>87,83%</b> | 11,43% | 0,74%          |
| <b>Hof 3</b> | 78,5           | <b>53,77%</b> | 32,56% | 13,68%        | 29,5           | <b>65,40%</b> | 23,13% | 11,47%         |
| <b>Hof 4</b> | 47,5           | <b>49,37%</b> | 13,70% | 36,93%        | -              | -             | -      | -              |

\*Fehler/außer Sicht: **Hof 1: 1,08%**

Auffällig ist, dass sich die Ziegen (**Hof 2-4**) auf den Flächen zwischen 49,37% - 87,83% (s. *Tab. 5*) ihrer Zeit unmittelbar im Bereich der Gehölze aufhalten. Unterschiedlich präsentiert sich das Verhalten bei den auf **Hof 1** gehaltenen Rauwolligen Pommerschen Landschafen. Zu Beginn dominiert die Nutzung der offenen Weidefläche deutlich (99,29%). Doch mit der Verkleinerung der Weidefläche und damit der Verringerung direkt verfügbaren Weidefutters verlagert sich auch das Verhalten der Tiere: Der Anteil der an der Hecke verbrachten Zeit steigt von 0,05% auf 26,39% an. Die Tiere nutzten die Gehölzfläche intensiver, während die Weide weiterhin mit über 65,00% bedeutsam bleibt, aber weniger stark dominierend. Betont werden kann, dass die Schafe in der 2. Beobachtung nach der Heckenerschließung einen erheblichen Teil ihrer Zeit in der Hecke verbringen. Betrachtet man nur diesen Zeitraum (ab **Minute 41**) verbringen die Schafe 40,07% der verbliebenen Zeit in der Hecke, 7,53% in der Nähe und 50,76% auf der Weide.

## 4.3 Räumliche Verortung der Verhaltensweisen

Im Folgenden wird untersucht, in welchen Weidebereichen - offene *Weide*, Bereiche in *Gehölznähe* sowie direkt am *Gehölz* - und mit welchen Zeitanteilen die definierten Verhaltensweisen *Fressen*, *Liegen* und *Stehen/Laufen* auftreten.

### 4.3.1 Hof 1

Folgende Tabelle zeigt das Verhalten der Schafe auf **Hof 1**. Insgesamt war das Verhalten der Tiere durchgehend ruhig, so dass *Stehen* und *Laufen* nur einen geringen Zeitanteil einnahm. So betrug dieses Verhalten stets zwischen 0,01% und 3,96% über alle Bereiche und Beobachtungen hinweg (s. Tab. 6)

**Tabelle 6: Verhalten der Schafe auf Hof 1 (n=41) in den verschiedenen Bereichen der Weide mit freizugänglichem Laubfutter bei 24 °C (eigene Darstellung).**

|                      | 1. Beobachtung (120 min.) |              |               |               | 2. Beobachtung (120 min.) |              |               |               |
|----------------------|---------------------------|--------------|---------------|---------------|---------------------------|--------------|---------------|---------------|
|                      | Hecke                     | Nähe         | Weide         | Gesamt        | Hecke                     | Nähe         | Weide         | Gesamt        |
| <b>Fressen</b>       | 0,04%                     | 0,63%        | 78,18%        | <b>78,85%</b> | 24,81%                    | 6,58%        | 25,49%        | <b>56,87%</b> |
| <b>Stehen/Laufen</b> | 0,01%                     | 0,03%        | 3,96%         | <b>4,00%</b>  | 0,18%                     | 0,17%        | 0,55%         | <b>0,90%</b>  |
| <b>Liegen</b>        | 0,00%                     | 0,00%        | 17,14%        | <b>17,14%</b> | 1,41%                     | 0,44%        | 39,30%        | <b>41,15%</b> |
| <b>Gesamt</b>        | <b>0,05%</b>              | <b>0,66%</b> | <b>99,29%</b> | -             | <b>26,40%</b>             | <b>7,18%</b> | <b>65,34%</b> | <b>1,08%*</b> |

\*Fehler/außer Sicht

Betrachtet man die verschiedenen Verhaltensweisen in Bezug auf die unterschiedlichen Bereiche der Versuchsfläche ist festzustellen, dass die Tiere während der ersten Beobachtung den Großteil ihrer Zeit mit Fressen auf der Weide (> 78,0%) verbrachten, während die Gehölzfläche kaum genutzt wurde (<0,1%). Im Gegensatz dazu ist das Verhältnis der beiden Bereiche Hecke und Weide beim Fraßverhalten in der 2. Beobachtung fast gleichmäßig verteilt. Die Nähe zur Hecke spielte ebenfalls eine vernachlässigbare Rolle (<0,5%). Es ist auffällig, dass ab dem Zeitpunkt der Erkundung der Hecke (**Minute 41**) besonders das Fraßverhalten in der Hecke stattfindet. Die Schafe fraßen 67,23 % der verbliebenen Zeit und davon am meisten in der Hecke (37,65%), gefolgt von der Weide (22,62%) und am wenigsten in der Nähe der Hecke (6,96%). Das Liegeverhalten zeigte sich während der ganzen Zeit fast ausschließlich auf der Weide.

### 4.3.2 Hof 2

Die Beobachtungen auf **Hof 2** zeigen deutlich, dass die Ziegenkitze den Großteil ihrer Zeit an der Hecke verbringen. Der offene Weidebereich spielt mit 18,38% am Vormittag und 0,74% am Nachmittag eine untergeordnete Rolle.

**Tabelle 7: Verhalten der Ziegenlämmer (n=23) auf Hof 2 in den verschiedenen Bereichen der Weide mit freizugänglichem Laubfutter bei 24 - 28 °C (eigene Darstellung).**

|                      | 1. Beobachtung (120 min.) |               |               |               | 2. Beobachtung (120 min.) |               |              |               |
|----------------------|---------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------------------|---------------|--------------|---------------|
|                      | Hecke                     | Nähe          | Weide         | Gesamt        | Hecke                     | Nähe          | Weide        | Gesamt        |
| <b>Fressen</b>       | 53,87%                    | 21,05%        | 15,90%        | <b>90,83%</b> | 43,12%                    | 4,51%         | 0,58%        | <b>48,21%</b> |
| <b>Stehen/Laufen</b> | 0,67%                     | 4,44%         | 2,40%         | <b>7,51%</b>  | 2,77%                     | 0,94%         | 0,16%        | <b>3,88%</b>  |
| <b>Liegen</b>        | 1,24%                     | 0,34%         | 0,08%         | <b>1,66%</b>  | 41,94%                    | 5,98%         | 0,00%        | <b>47,92%</b> |
| <b>Gesamt</b>        | <b>55,78%</b>             | <b>25,84%</b> | <b>18,38%</b> | -             | <b>87,83%</b>             | <b>11,43%</b> | <b>0,74%</b> | -             |

\*Fehler/außer Sicht

Während der ersten Beobachtung dominierte das Fraßverhalten der Ziegen mit über 90% des gesamten Verhaltens. Dies fand besonders an der Hecke (53,87%) statt. In der zweiten Beobachtung nahmen Liegen (47,92%) und Fressen (48,21%) den überwiegenden Zeitanteil ein. Besonders vormittags zeigten die Tiere ein aktiveres Verhalten. Sie suchten intensiv nach Futter und bewegten sich häufiger. Ruhephasen waren zu dieser Tageszeit kaum festzustellen, mit einem *Liegeanteil* unter 2%. Die Diagramme (Kapitel 4.1.2) zur zeitlichen Entwicklung ihres Verhaltens illustrieren, dass Ziegen regelmäßig zwischen verschiedenen Bereichen wechseln und sich vor allem an der Hecke sowie in deren unmittelbarer Nähe aufhalten. Im Tagesverlauf änderte sich dieses Verhalten; gegen Nachmittag waren die Tiere deutlich ruhiger. Sie bewegten sich weniger und verbrachten einen wesentlich höheren Anteil der Zeit ruhend.

### 4.3.3 Hof 3

Bei den Beobachtungen auf **Hof 3** muss bedacht werden, dass die Beobachtungszeit jeweils frühzeitig abgebrochen werden musste und somit womöglich die Verhaltensweisen nicht im gleichen Umfang widerspiegelt werden konnten.

**Tabelle 8: Verhalten der Milchziegen auf Hof 3 (n=17) in den verschiedenen Bereichen der Weide mit freizugänglichem Laubfutter bei sonnigen 28 – 31 °C (eigene Darstellung).**

|                      | <b>1. Beobachtung (78,5 min.)</b> |               |               |               | <b>2. Beobachtung (59,5 min)</b> |               |               |               |
|----------------------|-----------------------------------|---------------|---------------|---------------|----------------------------------|---------------|---------------|---------------|
|                      | Hecke                             | Nähe          | Weide         | Gesamt        | Hecke                            | Nähe          | Weide         | Gesamt        |
| <b>Fressen</b>       | 52,72%                            | 25,29%        | 10,57%        | <b>88,57%</b> | 62,51%                           | 15,55%        | 6,08%         | <b>84,15%</b> |
| <b>Stehen/Laufen</b> | 0,94%                             | 5,36%         | 2,74%         | <b>9,03%</b>  | 0,40%                            | 2,49%         | 1,20%         | <b>4,09%</b>  |
| <b>Liegen</b>        | 0,11%                             | 1,91%         | 0,37%         | <b>2,40%</b>  | 2,49%                            | 5,08%         | 4,19%         | <b>11,76%</b> |
| <b>Gesamt</b>        | <b>53,77%</b>                     | <b>32,56%</b> | <b>13,68%</b> | <b>-</b>      | <b>65,40%</b>                    | <b>23,13%</b> | <b>11,47%</b> | <b>-</b>      |

\*Fehler/außer Sicht

Während der beiden Beobachtungszeiträume verbrachten die Ziegen einen erheblichen Anteil ihrer Zeit mit der Nahrungsaufnahme an der Hecke (52,72 - 62,51%). Besonders am Nachmittag kann eine deutliche Präferenz für die Hecke als Aufenthaltsbereich und Futterquelle festgestellt werden. Die offene Weidefläche wurde hingegen durchgehend am wenigsten zur Nahrungsaufnahme genutzt (11,47 – 13,68%). Das Verhalten der Tiere variierten zwischen den Tageszeiten. In den Vormittagsstunden zeigten die Ziegen ein etwas aktiveres Verhalten, indem sie viel fraßen und nach Futter suchten, während der Anteil des Liegens nur bei 2,40% lag. Alle Verhaltensweisen konzentrierten sich besonders auf den Bereich der Gehölze (53,77%), wie auch auf die angrenzende Fläche nahe der Gehölze (32,56%). Am Nachmittag nahm die Liegezeit der Tiere von 2,40% auf 11,76% zu, während Stehen und Laufen von 9,03% auf 4,09% abnahmen.

#### 4.3.4 Hof 4

Die Beobachtung auf **Hof 4** fand nur am Vormittag statt. Frühere Erhebungen weisen darauf hin, dass sich das Aktivitätsmuster zwischen Vormittag und Nachmittag unterscheidet, weshalb die folgenden Ergebnisse nur eine tageszeitlich begrenzte Darstellung erlauben. Die nachfolgende Tabelle verdeutlicht die zeitlichen Anteile verschiedener Verhaltensweisen in unterschiedlichen Bereichen des Geländes.

**Tabelle 9: Verhalten der Milchziegen (n=70) auf Hof 4 am Vormittag in den verschiedenen Bereichen der Weide mit freizugänglichem Laubfutter bei 15 – 18 °C (eigene Darstellung).**

|               | Bereiche (120 min.) |               |               |               |
|---------------|---------------------|---------------|---------------|---------------|
| Verhalten     | Hecke               | Nähe          | Weide         | Gesamt        |
| Fressen       | 45,32%              | 5,53%         | 28,62%        | <b>79,47%</b> |
| Stehen/Laufen | 4,05%               | 8,12%         | 8,24%         | <b>20,41%</b> |
| Liegen        | 0,00%               | 0,05%         | 0,08%         | <b>0,12%</b>  |
| Gesamt        | <b>49,37%</b>       | <b>13,70%</b> | <b>36,93%</b> | -             |

\* Fehler/außer Sicht

Die Verhaltensbeobachtungen zeigen, dass das Fressen das häufigste Verhalten war (79,47%). Der größte Anteil der Nahrungsaufnahme erfolgte an der Hecke (45,32%). Das Stehen und Laufen verdeutlicht mit 20,41% die rege Bewegung der Tiere. Eine untergeordnete Rolle spielt das Liegen: Mit nicht einmal 0,2% der Beobachtungszeit kann diese Verhaltensweise an diesem Vormittag als vernachlässigbar eingestuft werden.

#### 4.4 Präferenz für Gehölzfutter

Die Ernährung kleiner Wiederkäuer ist durch ein vielfältiges Zusammenspiel zwischen physiologischen Bedürfnissen, Nahrungsangebot und Selektionsverhalten geprägt (s. Kapitel 3). Neben der Beweidung von Grünland rückt zunehmend auch die Nutzung von Gehölzen auf Weideflächen in den Fokus. In diesem Zusammenhang stellt sich die Frage, ob kleine Wiederkäuer bei der Nahrungsaufnahme eine Präferenz für Gehölzfutter haben.

Um die Präferenz der Tiere im Hinblick auf das Gehölzfutter zu beurteilen, muss nur der Zeitraum des Fressens betrachtet werden. Die folgende *Tabelle 10* gibt einen Überblick über die gesamte Zeit des Fressens (= 100%). Der Bereich Hecke wird als Gehölzfutter gezählt, während die Weide und Nähe der Hecke zum Grünland gezählt werden. Außerdem wird der Manipulationsgrad der Hecken und Weiden nach den Beobachtungen bewertet. Der Manipulationsgrad zeigt, wie stark sowohl Hecke als auch Weide durch die Schafe bearbeitet wurden (z.B. Verbiss oder Rindenschälen).

**Tabelle 10: Verteilung der gesamten Fresszeit (= 100%) der Tiere (Hof 1 = Schafe; Hof 2-4 = Ziegen) auf das Futterangebot: Gehölz = Hecke; Grünland = Nähe + Weide (eigene Darstellung).**

|              | 1. Beobachtung |               | 2. Beobachtung |               |
|--------------|----------------|---------------|----------------|---------------|
|              | Gehölz         | Grünland      | Gehölz         | Grünland      |
| <b>Hof 1</b> | 0,05%          | <b>99,95%</b> | 43,63%         | <b>56,39%</b> |
| <b>Hof 2</b> | <b>59,31%</b>  | 40,69%        | <b>89,44%</b>  | 10,56%        |
| <b>Hof 3</b> | <b>59,38%</b>  | 40,63%        | <b>68,06%</b>  | 31,94%        |
| <b>Hof 4</b> | <b>56,00%</b>  | 44,00%        |                |               |

Es wird deutlich, dass die Präferenz für Gehölz- oder Weidefutter bei den 4 Höfen Unterschiede aufweist. Während die Schafe auf **Hof 1** in der 1. Beobachtung fast ausschließlich auf der Weide fressen, nahmen die Ziegen auf den **Höfen 2 bis 4** mehr Gehölzfutter zu sich (>50,00%). Besonders am Nachmittag zeigen die Ziegen auf **Hof 2** (89,44%) und **Hof 3** (68,00%) einen große Präferenz zum Laubfutter. Auch die Schafe verbrachten in der 2. Beobachtung deutlich mehr Zeit fressend in der Hecke (43,63%).

#### 4.4.1 Hof 1

In der 1. Beobachtung hatten die Schafe kein Interesse am Gehölzfutter. Sie begannen sofort nach dem Betreten der Fläche mit dem Grasens auf der Weide und ignorierten die Gehölzhecke weitgehend, obwohl ein großes Angebot an Blattmaterial vorhanden war. In der ersten Beobachtung wurde die Hecke gar nicht manipuliert, im zweiten Durchgang leicht. Geschälte Gehölze wurden zu keinem Zeitpunkt beobachtet. Die Weide zeigt sowohl in der ersten als auch zweiten Beobachtung einen moderaten Manipulationsgrad.



**Abbildung 35: Leichter Verbiss an Weiden durch Schafe auf Hof 1 (Triebwerk 2025)**



**Abbildung 36: Leichter Verbiss an Pappeln durch Schafe auf Hof 1 (Triebwerk 2025)**

#### 4.4.2 Hof 2

Die Verhaltensbeobachtungen zeigen, dass die Ziegenlämmer gezielt Äste herunterknicken, um an Gehölzblätter zu gelangen, und dass viele Tiere gemeinsam an heruntergebrochenen



**Abbildung 37: Ziegenkitze fressen an geknickten Weiden auf Hof 2 (Triebwerk 2025)**

Ästen fressen. Außerdem begannen die Ziegen, nachdem weniger Laub vorhanden war die Bäume und Äste zu schälen.

Die Gehölze wurden stark manipuliert, so dass keine Blätter mehr vorhanden waren. Es wurden außerdem ca. 30 – 40% der Äste und Stämme geschält. Das Grünland zeigte keine sichtbaren Manipulation.



**Abbildung 38: Teilweise geschälte und komplett abgefressene Gehölze auf Hof 2 (Triebwerk 2025)**



**Abbildung 39: Gehölzreihe (vorne) nach den Beobachtungen im Vergleich zu nicht beweideten Gehölzen (hintere Reihe) auf Hof 2 (Triebwerk 2025)**

#### 4.4.3 Hof 3

Die Beobachtungen zeigen eine klare Präferenz der Ziegen für Gehölzfutter. In beiden Beobachtungen verbrachten die Tiere den Großteil ihrer Fresszeit an der Hecke, was auf eine deutliche Vorliebe für Gehölze hinweist.



**Abbildung 40: Manipulation der Gehölze auf Hof 3 nach der 1. Beobachtung (Triebwerk 2025)**



**Abbildung 41: Geschälte Gehölze nach der 1. Beobachtung auf Hof 3 (Triebwerk 2025)**

Der hohe Manipulationsgrad weist geschälte Gehölzen auf und zeigt, dass die Ziegen nicht nur die Blätter, sondern auch die Rinde intensiv bearbeiteten. Das Grünland zeigt keine sichtbare Manipulation auf. Im Hecken nahen Bereich sind jedoch Trittschäden erkennbar.



**Abbildung 42: Weide und Gehölze vor den Beobachtungen auf Hof 3 (Triebwerk 2025)**



**Abbildung 43: Weide und Hecke nach der Beweidung auf Hof 3: Gehölz vollständig entlaubt und größtenteils geschält; Trittschäden im Bereich vor der Hecke sichtbar (Triebwerk 2025)**

#### 4.4.4 Hof 4

Während der Beobachtung zeigen die Milchziegen eine Präferenz für das Gehölzfutter und fressen die Blätter so weit ab, wie sie diese erreichen können. Es sind jedoch noch Laubreste auf dem Boden nahe der Hecke sichtbar. Die Gehölze wurden stark manipuliert und alle Gehölze wurden zumindest teilweise geschälte. Hierbei wurde die Rinde der Weiden stärker geschält als die der Pappeln. Das Grünland wurde nur gering manipuliert.



**Abbildung 44: Abgefressenes, unten Blattfreies Gehölz auf Hof 4 (Lignovis 2025)**



**Abbildung 45: Abgefressenes und stark geschältes Gehölz auf Hof 4 (Lignovis 2025)**

Abschließend lässt sich feststellen, dass die Ziegen eine deutlich ausgeprägte Präferenz für das Gehölzfutter zeigten, während die Schafe nach einer gewissen Eingewöhnungsphase ebenfalls ein zunehmendes Interesse an der Hecke entwickelten. Diese Beobachtungen bilden die Grundlage für die anschließende Diskussion, in der mögliche Ursachen, Methodische Hindernisse und Einflussfaktoren auf das Verhalten der Tiere erörtert werden.

## 5. Diskussion

### 5.1 Einordnung der Ergebnisse

Die Beobachtungen wurden für kleine Wiederkäuer im Allgemeinen geplant und sofern es die Daten zulassen, sollten auch die Unterschiede zwischen Schafen und Ziegen genauer betrachtet werden. Anhand der gesammelten Daten ist jedoch kein Vergleich möglich, einerseits da sich die Rahmenbedingungen der Beobachtungen deutlich unterschieden und andererseits das Verhältnis von Beobachtungen mit Schafen zu Ziegen (1:3) ungleich verteilt war. Somit ist besonders das Verhalten der Schafe nicht durch andere Schafherden abgesichert.

Das Ziel von weidenden Tieren bei der Nahrungsaufnahme ist es, ihre Futteraufnahme und ihre Auswahl so zu gestalten, dass ihr Nährstoffbedarf für Erhaltung, Wachstum und Fortpflanzung gedeckt wird (Gordon 2003). Die Ergebnisse verdeutlichen die Annahme, dass die Präferenz von Schafen und Ziegen hinsichtlich der Nutzung von Weideflächen mit Gehölzen von der jeweiligen Tierart bestimmt wird. Während die Schafe anfangs ausschließlich auf der Weide fraßen und lagen, nutzten die Ziegen die Gehölze direkt gezielter. Die Präferenz der Schafe auf **Hof 1** lässt sich durch die hohe Verfügbarkeit des Weidefutters erklären. Die Hecke war als Futterquelle möglicherweise weniger attraktiv oder in dieser Form ungewohnt. Im Gegensatz dazu nutzten die Ziegen auf **Hof 2**, **Hof 3** und **Hof 4** die Gehölze intensiver. Ihr Interesse an Laub war besonders am Nachmittag noch größer.

Neben den Rahmenbedingungen müssen auch artspezifische Präferenzen im Fressverhalten betrachtet werden. Denn Schafe sind als Grasfresser stärker auf das Gras ausgerichtet, während Ziegen eine größere Vorliebe für Gehölze haben. Außerdem haben sie insgesamt ein breiteres Futterspektrum (Rahmann 2024). Im Folgenden werden die Unterschiede zwischen den Tierarten aufgezeigt.

#### 5.1.1 Verhalten und Präferenz der Ziegen

Auf **Hof 2** nutzten die Ziegen alle Weideabschnitte und suchten dabei gezielt die Hecke auf. Auffällig war, dass die Ziegen zu Beginn der Beobachtung sehr aktiv waren. Am Nachmittag hingegen bewegten sich die Tiere weniger und verbrachten einen wesentlich höheren Anteil der Zeit mit Liegen. Auch auf **Hof 3** konnte am Nachmittag die Liegezeit am Nachmittag zu. Dieses Verhalten im Laufe des Tages lässt sich bei beiden Höfen sowohl mit dem Tagesrhythmus als auch mit den Umweltbedingungen erklären. Die steigenden Temperaturen und die bereits weitgehend abgefressene Hecke dürften dazu führen, dass die Tiere häufigere Pausen einlegen. Ziegen können auch in nährstoffarmen oder extremen Gebieten überleben, da sie in der Lage sind, minderwertigeres Futter zu nutzen, das für andere Wiederkäuer kaum

verwertbar ist (Decandia et al. 2008). Dabei wählen sie bevorzugt nährstoffreiche Pflanzenarten und -teile aus (Rahmann 2024). Als flexible Zwischenfresser können sie ihr Fraßverhalten an die jahreszeitlichen Veränderungen im Nahrungsangebot anpassen. Sie sind deutlich anpassungsfähiger als Schafe (Animut und Goetsch 2008). Das Aufstellen auf die Hinterbeine, wie es auch in den Beobachtungen vorkam, nennt man fakultative Bipedie. Es ist ein typisches Verhalten von bei Ziegen um an höher gelegene Zweige zu gelangen (Rahmann 2024). Dadurch können Ziegen sogar bis zu 1,6 m hohe Vegetation erreichen, während Schafe Pflanzen nur bis zu einer Höhe von etwa 1,1 m nutzen. Dies belegten Bhattarai et al. (2022) in einer Studie zur Nutzung des Unterwuchses in Kiefernwäldern mit unterschiedlich hohen Pflanzen durch Schafe und Ziegen. Ziegen verbeißen nahezu alle heimischen Gehölzarten, einschließlich dorniger Sträucher (Elias und Tischew 2016). Ziegen sind in der Lage bestimmte Gehölze zu fressen und zu verdauen, die für Schafe giftige Stoffe enthalten (Rahmann 2004b).

Der Einfluss von genetischen und physiologischen Faktoren auf das Weideverhalten von Ziegen ist deutlich ausgeprägt. Im Vergleich zeigen robuste, an natürliche Umweltbedingungen angepasste Rassen (Wildziegen oder Beduinenziegen) eine höhere Effizienz bei der Nutzung nährstoffarmer Weideflächen als hochgezüchtete Rassen wie die Saanenziege. Auch innerhalb einer Rasse variiert die Selektion in Abhängigkeit des physiologischen Zustand eines Tieres. Laktierende Sarda-Ziegen verbringen beispielsweise aufgrund ihres gesteigerten Energie- und Nährstoffbedarfs mehr Zeit mit der Futteraufnahme als nichtlaktierende oder trächtige Tiere (Übersicht in Decandia et al. 2008).

### 5.1.2 Verhalten und Präferenz der Schafe

Die Nutzung der Hecke und somit das Interesse am Laubfutter der Rauhwolligen Pommerschen Landschaften auf **Hof 1** könnte von der Verfügbarkeit und Qualität des Weidefutters beeinflusst worden sein. Solange ausreichend Gras vorhanden war, wurde das Laubfutter ignoriert. Erst nach der Verkleinerung der Fläche und somit des Futterangebots wurde die Hecke von den Schafen genutzt. Daraus lässt sich schließen, dass das Interesse der Tiere an den Gehölzpflanzen bei ausreichend Grünlandfutter gering war. Da die Präferenz des Futters auch von dessen Qualität abhängt, konzentrierte sich ihr Fraßverhalten auf die Weide (Rahmann 2024).

Es muss jedoch beachtet werden, dass es eine Veränderung der Futterpräferenz zwischen den zwei Beobachtungen am Vormittag gibt, da die Hecke am zweiten Tag stärker genutzt wurde. Das Verhalten der Schafe lässt sich mit mehreren Faktoren erklären. Die geringe Nutzung der Hecke deutet auf eine klare Präferenz für die Weideflächen hin, deren Futterqualität höher oder zumindest vertrauter war. Schafe zeigen als typische Grasfresser gegenüber Laubfutter eine geringere Selektionsbereitschaft, solange ausreichend anderes

Futter verfügbar ist. Bei einer Beobachtung von Yiakoulaki et al. (2005) fraßen Ziegen einen signifikant höheren Anteil ihrer Zeit an Gehölzen (13,9%) als Schafe (0,3%), wohingegen Schafe deutlich mehr Zeit mit dem Abweiden von Gräsern (18,4%) verbrachten als Ziegen (5,6%). Die Schafe verhielten sich auch dort als typische Grasfresser. Das Fraßverhalten von Schafen und Ziegen, die in einer heterogenen Umgebung weiden, kann von der vielfältigen Vegetation beeinflusst werden (Yiakoulaki et al. 2005). Unter Bedingungen eingeschränkter Weidequalität oder nach einer längeren Eingewöhnungszeit wäre eine verstärkte Nutzung der Gehölze jedoch denkbar, wie andere Studien belegten. Schaflämmer in einer Untersuchung von Pent und Fike (2019) benötigen ca. eine Woche um sich an das Laubfutter der amerikanischen Gleditschie (*Gleditsia triacanthos*) zu gewöhnen. Nach dieser Eingewöhnungsphase zogen sie dieses Futter dem vorhandenen Weidegras vor. Ziegen hingegen akzeptierten das neue Futter sofort (Pent und Fike 2019).

Das Fraßverhalten von Schafen wird auch durch ihren Nährstoffbedarf bestimmt. Sie selektieren ihr Nahrungsangebot, um ihren Bedarf an Makro- und Mikronährstoffen zu decken. Dies verdeutlicht, dass eine freie Wahl von Mineralstoffsupplementen in Form von Laubfutter eine effektive Möglichkeit sein kann, Tiere bedarfsgerecht zu versorgen (Villalba et al. 2008).

Das Nahrungsaufnahmeverhalten von Schafen kann durch Lernprozesse und soziale Prägung gezielt verändert werden. Lämmer übernehmen das Selektionsverhalten bei der Futteraufnahme von ihren Muttertieren. Dadurch passen sie dieses durch individuelle Erfahrungen an. In einer Studie von Walker und Kronberg (2022) wird deutlich wie das Selektionsverhalten und die Präferenz von Weidetieren sowohl durch genetische wie auch umweltbedingte Faktoren bestimmt wird. Die Ergebnisse zeigen, dass Ziegen am meisten Wolfsmilch (*Euphorbia esula* L.) fraßen, während Schafe davon deutlich weniger aufnahmen. Von Ziegen aufgezogene Schafe fraßen jedoch mehr Wolfsmilch (*Euphorbia esula* L.) als von Schafen aufgezogene Schafe. Diese lagen aber immer noch unter dem Niveau der Ziegen (Walker und Kronberg 2022).

## 5.2 Methodische Hindernisse und Perspektiven

### 5.2.1 Organisation und Planung

Im Rahmen der Planung war vorgesehen, dass die Bedingungen auf den Betrieben vergleichbar sind. Mehrere Faktoren erschwerten die Datenaufnahme. Auf diese soll im Folgenden eingegangen werden.

Da die Betriebe erst am Tag der Beobachtung besucht und die Vorbereitungen (Gespräch mit Landwirt\*in, Zaunbau, Tränken, Tiere auf die Fläche bringen, Beobachtungsplätze einrichten) morgens vor der Beobachtung durchgeführt wurden, kam es teilweise durch Komplikationen

zu einem verspäteten Beginn. Eigentlich sollten die Beobachtungen in den Hauptfresszeiten stattfinden. Durch die erschwerte Absprache zwischen mit den Landwirt\*innen oder das fehlende Kenntnis der Landwirt\*in auf Grund extensiver Weidehaltung, war es schwer die Beobachtungen optimal in den Hauptfresszeiten zu planen. Hinzu kam, dass sich die Anfahrt auf **Hof 3** durch einen Stau ebenfalls verzögerte. Hier gestaltete sich zudem der Zaunbau besonders zeitaufwendig. Gerade an diesem Tag war es extrem heiß, wodurch der späte Start der Beobachtungen um 11:58 Uhr das Verhalten der Ziegen deutlich beeinflusst haben dürfte. Die Tiere wurden jedoch alle vor Beginn der Beobachtungen nicht auf die Weide gelassen. Dadurch wurde der Tagesablauf zwar gestört, die Tiere wurden im Stall jedoch nicht gefüttert. Durch den späten Beginn, die Hitze und den früheren Abbruch der Beobachtungen (vormittags 82,5 Minuten; nachmittags 41,5 Minuten) wich die Beobachtungszeit deutlich von den geplanten 2 x 120 Minuten ab. Eine Anreise einen Tag vorher zur Vorbereitung der Beobachtungen würde zudem die Durchführung erleichtern. Natürlich ist zu berücksichtigen, dass solche Maßnahmen mit einem erhöhten finanziellen und personellen Aufwand verbunden sind, der im Rahmen dieser Arbeit nicht realisierbar war.

Bei **Hof 1** wurden beide Beobachtungen am Vormittag durchgeführt. Wären die zwei Beobachtungen am selben Tag gemacht worden, wären die Ergebnisse womöglich sehr von den jetzigen abgewichen, da die Tiere erst am nächsten Tag begannen die Hecke vermehrt zu nutzen. Auf **Hof 4** fand insgesamt nur eine Beobachtung am Vormittag statt. Die Beobachtungen auf **Hof 2** und **Hof 3** verdeutlichen jedoch, dass auch im Tagesverlauf Unterschiede im Verhalten auftreten können, was bei der Planung und Interpretation von Verhaltensstudien unbedingt berücksichtigt werden muss.

### 5.2.2 Eingriffe durch Beobachter\*innen

Eingriffe wie das Herunterknicken von Zweigen müssen kritisch bewertet werden: Sie erleichterten den Tieren zwar den Zugang zu Blattmaterial, könnten aber zu einer nicht repräsentativen Nutzungshäufigkeit geführt haben. Die Ziegen auf **Hof 2** und **Hof 3** warteten während der Beobachtungspause auf dem weniger attraktivem Grünland, da nun kein erreichbares Blattmaterial mehr vorhanden war. Die Ziegen auf **Hof 3** wurden während der Pause auf die nebenan liegende Fläche gebracht, da dort Schatten vorhanden war. Die geringe Nahrungsverfügbarkeit in der Zwischenzeit kann das Nahrungsaufnahmeverhalten der Tiere beeinflusst haben. Dadurch starteten die Ziegen direkt nach dem Knicken zu Beginn der Beobachtung mit dem Fressen an der Hecke. Im Gegensatz dazu waren die Schafe den ganzen restlichen Tag und Nacht auf der Fläche mit dem Gehölz und ruhten, als die Beobachtungen begannen. Somit ist bei dieser Vormittagsbeobachtung das Verhalten umgekehrt – die Tiere zeigten erst weniger Aktivität und viel Liegeverhalten und später dann

Futteraufnahme an der Hecke. Dies könnte auch durch den unterschiedlichen Rhythmus der aktiven Fressphasen bedingt sein.

### 5.2.3 Scan Sampling und Ethogramm

In der vorliegenden Arbeit wurden Gruppengrößen von 17 bis 70 Tieren mittels Scan Sampling mit Intervallen von 30 bis 60 Sekunden beobachtet. Die Beobachtungsdauer betrug jeweils zwei Stunden am Vormittag und am Nachmittag, wobei die vier unterschiedlichen Gruppen jeweils an einem zuvor festgelegten Tag beobachtet wurden. Diese Vorgehensweise weicht in einigen wesentlichen Punkten von der Methodik ab, wie sie in der Literatur beschrieben wird. In den Studien von Wilms et al. (2025) und Ginane et al. (2025) wurden kleine Gruppen von etwa 10 Tieren beobachtet. Die Beobachtungsintervalle lagen dabei bei 2 bis 5 Minuten.

In dieser Arbeit wurden die Beobachtungen mit größeren Gruppengrößen und kürzeren Intervallen durchgeführt. Dies brachte einige methodische Herausforderungen mit sich. So war die Belastung der Beobachter\*innen höher, was die Genauigkeit der Erfassungen beeinträchtigt haben könnte. Mit kurzen Intervallen können spontane kurzweilige Verhaltensweisen aufgenommen werden, die bei längeren Intervallen möglicherweise unentdeckt bleiben. Da die beobachteten Verhaltensweisen (Fressen, Liegen, Laufen/Stehen) alle nicht nur spontan über kurze Dauer ausgeführt werden, scheint dies hier nicht relevant. Bei der Verhaltensbeobachtung wird zwischen zwei Typen von Verhaltensmustern unterschieden: Ereignisse (*Events*) und Zustände (*States*). Ereignisse sind kurzzeitige, während Zustände hingegen länger andauernde Verhaltensweisen sind (Martin und Bateson 2015, S. 66).

Scan Sampling wird angewendet, wenn Verhaltensweisen einer Gruppe von Tieren beobachtet werden sollen, die jeweils über eine längere Dauer ausgeführt werden (Martin und Bateson 2015, S. 84–87). Der/die Beobachter\*in sollte die Verhaltensweisen und die Standorte der Individuen innerhalb weniger Sekunden erfassen können. Dies war jedoch bei den Gruppengrößen der vorliegenden Untersuchung von 17-70 Tieren nur bedingt möglich. Hinzu kam, dass die Tiere auf einer großen Fläche verteilt und nicht immer eindeutig sichtbar waren (Hecke, hohes Gras) bzw. sich schnell bewegten. So konnte es beispielsweise schwierig sein, alle entsprechenden Verhaltensweisen systematisch und vollständig zu zählen, bevor bereits das nächste Intervall begann. Es scheint, dass das Beobachtungsintervall von 30 Sekunden sehr kurz gewählt ist. Auch bei der Beobachtung auf **Hof 4** mit einem Intervall von 1 Minute, haben sich keine großen Abweichungen ergeben. Dies wurde jedoch nicht weiter geprüft. Pullin et al. (2017) verglichen die Daten von 1-minütigen Scans mit den Ergebnissen von Stichprobenintervallen von 5, 10, 15 und 20 Min. mittels zweier statistischer Tests. Sogar ein 10-minütiges Intervall liefert hier zuverlässige Ergebnisse in Bezug auf die

Verhaltenskategorien Fressen, Liegen und Stehen von Lämmern auf der Weide (Pullin et al. 2017). Somit kann ein längeres Intervall die Aufnahme erleichtern, ohne die Aussagekraft der Daten zu beeinträchtigen. Mit diesem Thema befasst sich eine Bachelorarbeit im Rahmen des FuLaWi-Projekts.

Die Beobachtungen am Vormittag und Nachmittag ermöglichten die Erfassung tageszeitbedingter Unterschiede im Verhalten, was positiv zu bewerten ist. Mit nur einem Beobachtungstag pro Gruppe können jedoch keine tagesabhängigen oder jahreszeitlichen Varianzen abgebildet werden. Um dies zu erfassen sind andere Studien, wie von Ginane et al. (2025), über mehrere Beobachtungstage und Jahre ausgelegt.

Ethogramme sind ein wichtiges Instrument, um das Verhalten von Tieren in einem methodisch kontrollierten Rahmen darzustellen und somit interpretierbar zu machen (Martin und Bateson 1993). Bei der Nutzung von Ethogrammen in Feldstudien können jedoch Fehlerquellen auftreten. Auch scheinbar eindeutige Verhaltensweisen lassen oft Interpretationsspielräume. Einige Tiere standen beispielsweise bei **Hof 2** und **Hof 3** vermehrt in der Hecke und kauten wieder, was womöglich nicht immer leicht von fressenden Tieren zu unterscheiden war. Außerdem zogen die Ziegen des Öfteren Äste mit Laub in den Weidebereich. Hier war es nicht leicht zu identifizieren, ob die Tiere Laubfutter oder Weidefutter gefressen haben. Außerdem sind auch Beobachtungs- und Protokollierungsfehler durch die Beobachter\*innen nicht auszuschließen. Denn Ablenkungen (Besitzerin, technische Probleme mit der Stoppuhr, Aufnahme von Fotos mit der Kamera) oder sich schnell ändernde Verhaltensweisen können dazu geführt haben, dass Tiere übersehen oder Verhaltensweisen falsch eingeordnet wurden. Mit Hilfe der gemachten Notizen konnten einige Lücken gut erklärt und geschlossen werden. Bei größeren Intervallen wäre jedoch mehr Zeit für die Beobachter\*innen, um umfangreichere Notizen vorzunehmen.

Fehlerquellen können aber durch klare Verhaltensdefinitionen und durch das Training der Beobachter\*innen minimiert werden. In vergleichbaren Studien wird dazu die Interobserver-Reliabilität getestet (Wilms et al. 2025). Sie misst, wie stark verschiedene Beobachter\*innen bei der Einschätzung desselben Verhaltens voneinander abweichen. Damit wird sichergestellt, dass eine Beobachtung oder Auswertung objektiv, also unabhängig von der einzelnen bewertenden Person, durchgeführt wird (Knierim 2013).

Da der Fokus besonders auf dem Fraßverhalten und der Futterpräferenz lag, scheint eine differenzierte Aufteilung des Fraßverhaltens in „Verbiss Gehölz“ und „Verbiss Grünland“ als sinnvoll, um diese Aspekte genauer zu analysieren. Somit wäre das Fressen am Gehölz auch in anderen Bereichen kategorisierbar gewesen - so wurde das Fressen am Gehölz im Bereich der Weide zu dem Bereich der Hecke gezählt. Bei der Kategorie „Laufen“ wurde beobachtet,

dass dieses Verhalten oft zur Futtersuche diene und somit eher dem Fraßverhalten zugeordnet werden könnte. Das Verhalten hätte differenzierter definiert werden müssen.

Außerdem stellt sich die Frage, welche Aufenthaltsbereiche relevant sind. In diesem Fall zeigte die junge Hecke von einem Jahr auf den **Höfen 2-4** aufgrund ihrer geringen Struktur keine ausgeprägte Schatten- oder Schutzfunktion, die durch das Knicken weiter reduziert wurde. Die Definition des heckennahen Bereichs war dadurch schwierig, da die niedrige Hecke keinen nennenswerten Schatten oder Schutz bot und sich eher durch einen weidenartigen Charakter auszeichnete. Mit höheren Hecken wäre der Einfluss auf das Verhalten vermutlich stärker ausgeprägt.

Abschließend muss berücksichtigt werden, dass die Untersuchung aufgrund des begrenzten Rahmens einen rein explorativen Charakter hatte. Deshalb können aus diesen Ergebnissen nur Hypothesen generiert werden.

## 5.3 Potenziellen Einflussfaktoren auf das Verhalten

### 5.3.1 Tiere

Eine vorherige Trennung der Versuchstiere von der ursprünglichen Herde, wie geplant, wäre wünschenswert gewesen, erwies sich im Betriebsablauf jedoch als schwierig umzusetzen. Dies ist aufgrund der sozialen Struktur und besonders bei Milchziegen aufgrund der praktischen Anforderungen im Alltag oft nur schwer realisierbar. Außerdem wurden Störungen durch die Nähe des Stalls und somit der Herdenmitglieder auf **Hof 3** verursacht. Durch die Lage der Agroforstfläche war dies dort jedoch nicht vermeidbar.

Während am **Hof 2** junge Lämmer beobachtet wurden, handelte es sich bei den anderen Ziegen um ältere Tiere. Die jungen Ziegen (**Hof 2**) nutzten häufiger aktive Strategien in Erkundung ihrer Umgebung wie das Aufstellen auf die Hinterbeine, um höher gelegenes Laub zu erreichen, was bei älteren Tieren (**Hof 3 und 4**) kaum beobachtet wurde. Denn besonders Ziegenlämmer zeigen ein deutlich exploratives Spielverhalten und klettern gerne. Hier erfüllten die Sträucher nicht nur eine Futterfunktion, sondern boten zugleich Möglichkeit und Beschäftigung (Rahmann 2024).

Um das Verhalten der Tiere sinnvoll vergleichen zu können, sollten die Tierarten sowie die Altersstruktur innerhalb der Herden möglichst homogen sein. Nur so lässt sich sicherstellen, dass Unterschiede im Verhalten nicht durch Variationen in Art oder Alter bedingt sind, sondern auf andere untersuchte Faktoren zurückgeführt werden können.

### 5.3.2 Flächengestaltung und Vegetationsqualität

Um vergleichbare Ergebnisse zu erzielen, ist es notwendig, eine einheitliche Fläche pro Tier sowie eine einheitliche Anzahl an Tieren pro Beobachtungsherde festzulegen. Die Verhältnisse (Weidefläche m<sup>2</sup>: Gehölzfläche m<sup>2</sup>) pro Tier unterschieden sich von 5,7:1 auf **Hof 1** (2. Beobachtung) hin zu 11,4:1 auf **Hof 2** und **Hof 3** und letztendlich 15:1 auf **Hof 1** (1. Beobachtung) sowie 20,5:1 auf **Hof 4**. Diese Berechnungen zeigen die deutlichen Unterschiede auf und bewerten allerdings nur, wie viel Grundfläche der Gehölzstreifen beinhaltet und nicht deren vorhandene Blattmasse. Um eine differenzierte Betrachtung der Wechselwirkungen zwischen Flächennutzung und Verhaltensweisen der Weidetiere zu ermöglichen, sollte das Verhältnis von Weidefläche zu Gehölz sowie die Futterqualität und -quantität ebenfalls einheitlich sein.

Da es sich bei den Pflanzungen des FuLaWi-Projekts auch um Sortenversuche und keine gängigen Sorten handelt, sind zu den Sorten bisher noch keine Futterwerte veröffentlicht. Sarfo et al. (2024) haben bereits im Rahmen des Projekts Untersuchungen zu den Futterwerten von vergleichbaren Sorten der gleichen Baumarten vorgenommen. Hier hat sich erwiesen, dass der Rohproteingehalt von Silberweidenlaub (*Salix alba*) mit dem von Luzerne oder Klee vergleichbar ist. Darüber hinaus zeichnet sich Laub durch einen hohen Gehalt an sekundären Pflanzeninhaltsstoffen aus (Sarfo et al. 2024). Auch Rahmann (2004a) erfasste Rohnährstoffgehalte von verschiedenen Arten (u.a. *Populus nigra*, *Salix caprea*, *Salix fragilis*) welche im Bereich herkömmlicher Raufuttermittel liegen.

Die Futterqualität auf den Weiden war bei den Höfen mit Ziegen (**Hof 2-4**) gering, während sie auf dem Schafhof höher war. Diese Unterschiede schienen das artspezifische Verhalten der Tiere zusätzlich zu verstärken und erschwerten somit den Vergleich zwischen den Tierarten. Auf vor kurzem bewirtschafteten Grünland stieg der relative Wert der Gehölze erheblich. Außerdem war auch das Gehölzfutter nicht uneingeschränkt verfügbar, sondern bereits kurz nach Beginn der 1. Beobachtungen größtenteils abgefressen (**Hof 2**: 24 min.; **Hof 3**: 22 min.; **Hof 4**: ab 19 min. nicht mehr leicht zu erreichen). Der beschränkte Zugang zu Laubfutter und die eingeschränkte Qualität des Grünfutters erschweren eine repräsentative Interpretation der Ergebnisse. Auch in der Literatur wird betont, dass Futterquantität und -qualität maßgebliche Einflussfaktoren auf das Präferenzverhalten sind (Rahmann 2024). Mit zunehmender Vielfalt des verfügbaren Futterangebots nimmt das Selektionsverhalten der Ziegen deutlich zu; bei eingeschränkter Auswahl hingegen verringert sich die Selektivität, sodass nahezu alle angebotenen Pflanzen aufgenommen werden (Rahmann 2004b). In den untersuchten Ziegen-Betrieben war das angebotene Grünfutter durchweg von geringer Qualität und Quantität, wobei auf den **Höfen 2** und **3** jeweils nur eine Gehölzart (Weide „Tordis“), auf **Hof 4** hingegen zwei Arten (Weide „Tordis“ und Pappeln „Vesten“ und „Marke“)

als Gehölzfutter zur Verfügung standen. Somit wird deutlich, dass das Futterangebot und somit die Selektionsmöglichkeiten stark begrenzt waren.

Rahmann (2004b) beschreibt außerdem mehrere Faktoren, die die Futterwahl der Ziege beeinflussen. Unter anderem spielen auch die Erfahrung sowie das Lernverhalten eine Rolle, da diese die Futterpräferenzen langfristig optimieren. Alle beobachteten Ziegen hatten bereits Vorerfahrung mit Gehölzen, so dass dieses Lernverhalten vermutlich schon vorher eingetreten ist. Auch die Schafe hatten bereits Erfahrung mit Gehölzen, weshalb der Besitzer vor den Beobachtungen fest überzeugt war, dass die Schafe die Bäume sehr gut fressen würden.

### 5.3.3 Beschattungs- und Strukturfunktion

Da die Gehölze zu jung und zu klein waren, konnten sie die erwarteten ökologischen Leistungen einer Hecke (z. B. Kühlung, Windschutz) noch nicht erbringen. Während der Beobachtungen waren die Hecken trotz der hohen Temperaturen keine wirklichen Schattenspenden. Sie wurden also vornehmlich als Nahrungsquelle genutzt. Die Hecken wurden gezielt als Futterlaubhecken angelegt und sollen regelmäßig beweidet, zurückgeschnitten und zur Fütterung genutzt werden. Teilweise besteht seitens der Bewirtschaftenden der Wunsch, das Höhenwachstum der Gehölze zu begrenzen. Mit zunehmendem Alter und stärkerer Verzweigung können die Strukturen jedoch zukünftig dennoch vermehrt Schatten spenden und zusätzliche ökologische Funktionen übernehmen. Silvopastorale Weiden können den Komfort und das Hitzestressmanagement bei Schafen im Sommer deutlich verbessern, indem sie Schatten bieten und dadurch das Liegeverhalten fördern und gleichmäßigere Futteraufnahme unterstützen. Jahreszeitliche, baumarten- sowie rassespezifische Unterschiede verdeutlichen, dass die Hitzetoleranz der Tiere im Zusammenspiel mit den Weidesystemen entscheidend ist. Eine Studie von Pent et al. (2020) zeigte außerdem, dass Lämmer über 90% der Tageszeit im Schatten verbrachten. Der kühlere Boden in beschatteten Bereichen unterstützt den Wärmeverlust während des Liegens, während offene Weiden mit höherem Hitzestress durch vermehrtes Stehen zur besseren Wärmeabgabe verbunden waren. Zudem grasten Lämmer in Silvopasturen länger und gleichmäßiger, was auf verbesserte Möglichkeiten der Thermoregulation hinweist (Pent et al. 2020).

### 5.3.4 Umweltbedingungen (Temperatur)

Die Temperaturen der Beobachtungstage variierten vormittags von 15 bis 24 °C und nachmittags von 27 bis 31 °C. Die wärmsten Temperaturen wurden während der Beobachtungen auf **Hof 2** (28 °C) und **Hof 3** (28 – 31 °C) erreicht. Die Temperatur spielt eine wichtige Rolle für das Verhalten der Tiere. Besonders bei den Nachmittagsbeobachtungen auf **Hof 3** bei 31 °C lagen die Ziegen im Zeitverlauf der zweistündigen Beobachtung im Vergleich

zu **Hof 2** (28 °C) früher und länger. Zudem war auffällig - wenn auch nicht systematisch erfasst, dass die Tiere während der Beobachtungen auf **Hof 2** und **3** häufig zur Tränke liefen. Der höhere Wasserbedarf kann durch die hohen Temperaturen erklärt werden (Danso et al. 2024), aber auch durch das Gehölzfutter beeinflusst worden sein. Laut Papanastasis et al. (2008) steigt der Wasserbedarf von Weidetieren bei vermehrter Aufnahme von Gehölzfuttermitteln an. Der erhöhte Wasserverbrauch wird vor allem mit dem Gehalt an sekundären Pflanzenstoffen wie Tanninen und Alkaloiden in Verbindung gebracht, die einen höheren Flüssigkeitsbedarf verursachen (Papanastasis et al. 2008). Um eine geringere Variation der Temperatur zu bekommen, müssten die Untersuchungstage abhängig von den jeweiligen Wettervorhersagen flexibel geplant werden. Alternativ könnte bei größeren Stichprobenumfängen bzw. einer höheren Anzahl einzelner Beobachtungen die Temperatur als fixer Faktor in die Analysen einbezogen werden.

Temperaturen zwischen 6 und 27 °C und eine relative Luftfeuchtigkeit von 60 bis 80% sind für Ziegen günstig. Ihr Komfortbereich liegt zwischen 16 und 25 °C. Hier bestehen keine großen thermischen Herausforderungen für die Tiere. Bei Temperaturen ab 25 °C werden bereits physiologische Mechanismen aktiviert, um die aufkommenden Hitze zu regulieren. Eine Belastungsgrenze stellt der Temperaturbereich von 35 bis 38 °C dar (Übersicht in Sejian et al. 2021). Ziegen reagieren auf hohe Temperaturen mit einer Vielzahl von Verhaltensanpassungen. Sie suchen gezielt schattige Plätze auf (Übersicht in Silanikove 2000), erhöhen ihre Wasseraufnahme und reduzieren die Aktivitäten während der heißen Tageszeit. Somit sind Ziegen an heißen Tagen in den Morgen- und Abendstunden aktiv und fressen, und ruhen oder liegen während der Mittags- und Nachmittagsstunden im Schatten (Übersicht in Danso et al. 2024). Diese wissenschaftlichen Erkenntnisse stehen im Einklang mit den eigenen Beobachtungen der Ziegen. Bei den Beobachtungen der Schafen waren die Temperaturen deutlich gemäßigter bei 24 °C. Innerhalb eines Temperaturbereichs zwischen 12 und 27 °C können Schafe ihre Körpertemperatur ohne zusätzlich energetische Anpassungsreaktionen konstant halten (Čukić et al. 2023). In silvopastoralen System sind die Tiere niedrigeren Temperaturen und einer geringeren Sonneneinstrahlung ausgesetzt. Dadurch bleibt auch die Bodentemperatur geringer (Vieira et al. 2021). Die Schattenqualität und hitzereduzierende Wirkung eines Silvopastoralen Systems wird auch durch dessen Baumartenzusammensetzung beeinflusst. Im Vergleich zu den Silvopastoralen Systemen profitierten die Tiere auf baumlosen Flächen nachts von einer schnelleren Abkühlung (Pent et al. 2021). Durch den kühlenden Effekt von Hecken und Bäumen tagsüber bleibt die Körpertemperatur von Schafen geringer und sie verbringen mehr Zeit mit Grasens und Laufen und weniger Zeit mit Liegen. Insgesamt sorgen silvopastorale Systeme für ein angenehmeres

Mikroklima für kleine Wiederkäuer, können deren Hitzestress verringern und fördern somit ein aktiveres Verhalten der Tiere (Vieira et al. 2021).

## 6. Zusammenfassung

Der Klimawandel stellt die Landwirtschaft vor erhebliche Herausforderungen. Extremwetterereignisse sowie Änderungen in Temperatur und Niederschlag beeinflussen die Futterqualität und -verfügbarkeit für kleine Wiederkäuer. Um die Nachhaltigkeit der Wiederkäuerhaltung zu steigern, sind Strategien notwendig, die sowohl deren Futterversorgung sichern als auch die ökologische Folgen der Wiederkäuerhaltung minimieren. Silvopastorale Agroforstsysteme mit Laubfutter bieten hier Potenzial, indem sie die Futtervielfalt erhöhen, Witterungsschutz für die Tiere bieten und klimaresilient sind. Im Rahmen des Projekts „FuLaWi“ werden Ernte- und Konservierungsmethoden für Laubfutter aus Agroforstsystemen entwickelt, um eine ganzjährige, tiergerechte Versorgung kleiner Wiederkäuer sicherzustellen und deren Methanemissionen zu reduzieren. Die Masterarbeit untersucht auf Demonstrationsbetrieben das Verhalten von Schafen und Ziegen auf Weiden mit frei zugänglichen Hecken im Hinblick auf die Aufenthaltsortpräferenzen der Tiere, die Verteilung von Fressen, Liegen und Laufen in verschiedenen Weidebereichen und die Präferenz für Gehölzfutter gegenüber dem Weidefutter. Die Datenerhebung erfolgte auf insgesamt vier landwirtschaftlichen Betrieben, davon drei mit Ziegenhaltung und ein Betrieb mit Schafhaltung. Die Herdengrößen lagen zwischen 17 und 70 Tieren pro Beobachtungseinheit von 2 mal 2 Stunden (Vormittag und Nachmittag) an einem Beobachtungstag. Die Verhaltensaufzeichnungen wurden von zwei Beobachterinnen mittels Scan Sampling in Zeitintervallen von 30 bis 60 Sekunden durchgeführt. Die erfassten Daten wurden anschließend in Microsoft Excel aufbereitet und in Tabellen und Diagrammen ausgewertet. In Kapitel 4.1 werden die Beobachtungen in Hinblick auf den Aufenthaltsbereich und die Verhaltensweisen über den Zeitraum der Beobachtungen auf den einzelnen Höfen grafisch dargestellt. Die Ergebnisse in 4.2 zur Aufenthaltspräferenz der kleinen Wiederkäuer zeigen, dass die Ziegen den Gehölzbereich bevorzugt nutzen, während die Schafe Anfangs nur auf der Weide waren und erst während der Beobachtung am nächsten Tag begannen, die Hecke zu erkunden. Die Analyse der Verhaltensweisen in Bezug auf den Aufenthaltsbereich in Kapitel 4.3 zeigt, dass die Ziegen ihre Aktivität im Tagesverlauf anpassen. Vormittags sind sie deutlich aktiver, während sie nachmittags, besonders bei steigenden Temperaturen und erschöpftem Futterangebot, längere Ruhephasen einlegen. Das Verhalten der Schafe zeigte, dass ihre Nutzung von Gehölzen auch von der Verfügbarkeit und Qualität des Weidefutters abhängt. Bei reichlich vorhandenem, attraktivem Grünfutter war das Interesse an Laubfutter und Gehölzflächen gering, während bei eingeschränktem Angebot die Nutzung dieser Ressource anstieg. Die Ergebnisse zur Futterpräferenz der Tiere zeigen, dass die Schafe anfangs eine klare Präferenz für die Weide gegenüber der Hecke hatten, was mit ihrem artspezifischen Fraßverhalten als Grasfresser übereinstimmt. Hinweise aus der Literatur

belegen, dass Schafe in heterogenen Weideflächen Gehölze erst bei begrenzter Weidequalität oder nach einer Eingewöhnungszeit stärker nutzen, während Ziegen Gehölzfutter sofort akzeptieren und auch in den Beobachtungen bevorzugten. Die Diskussion verdeutlicht die Unterschiede zwischen Schafen und Ziegen. Außerdem werden organisatorische Hindernisse in der Planung mit Landwirtschaftlichen Betrieben, sowie die Grenzen der angewandten Methode deutlich – Herdengröße, Intervalle und Verhaltensdefinitionen beschränken die Möglichkeiten der Verhaltensaufnahme. Überdies haben einige Faktoren das Verhalten der Tiere sowie die Vergleichbarkeit der Ergebnisse maßgeblich beeinflusst.

## 7. Fazit

Insgesamt verdeutlichen die Ergebnisse das Potenzial von silvopastoralen Systemen für kleine Wiederkäuer, insbesondere für Ziegen. Während die untersuchte Schafherde überwiegend grasorientiert blieb, bevorzugten die drei Ziegenherden das Laubfutter. Durch die Schafherde kann jedoch kein repräsentatives Verhalten widerspiegelt werden, da keine andere Herde mit derselben Tierart zum Vergleich beobachtet wurde. Sowohl die Erfahrung des Schafhalters als auch andere Untersuchungen zeigen, dass Schafe durchaus Interesse an Gehölzen haben. Die Durchführung von Verhaltensbeobachtungen in der landwirtschaftlichen Praxis ist mit organisatorischen und methodischen Herausforderungen verbunden, welche die Vergleichbarkeit und Repräsentativität der Daten beeinflussen können. Faktoren wie wetterbedingte Einflüsse, Störungen des geplanten Ablaufs, Flächengestaltung und vorhandene Vegetation, Gruppengröße sowie tierspezifische Faktoren und Abweichungen in den Beobachtungszeiten spielten eine bedeutende Rolle. Diese Arbeit hat somit einen explorativen Charakter, aus dem nur Hypothesen gebildet werden können. Diese Hypothesen könnten in zukünftigen Untersuchungen in einem stärker standardisierten Versuchsdesign, in dem vergleichbare Verhaltensdaten generiert werden, genauer betrachtet werden. Eine Empfehlung für weiterführende Untersuchungen beinhaltet eine vergleichbare Anzahl der Herden pro Tierart und eine einheitliche Altersstruktur in den Herden. Auch eine genormte Besatzdichte in Bezug auf die Flächengröße sowie deren Bereiche (Hecke, Nähe, Weide) wäre anzustreben. Zudem ist ein gleichmäßiges Futterangebot im Grünland sowie ein uneingeschränkter Zugang zu Laubfutter sicherzustellen, sodass das Futter während der Beobachtungen ad libitum verfügbar ist und die Tiere frei wählen können.

Mit einer Durchführung von mehrtägigen Beobachtungen an denselben Gruppen könnte die eventuelle Eingewöhnungszeit der Tiere, deren Tagesrhythmen sowie jahreszeitliche und temperaturbedingte Verhaltensunterschiede abgebildet werden. Um witterungsbedingte Einflüsse zu minimieren, empfiehlt sich entweder eine flexible Terminplanung basierend auf Wetterprognosen oder die Berücksichtigung der Temperatur als festen Faktor in den

statistischen Analysen. Das Verhalten der Tiere in den verschiedenen Bereichen könnte durch eine Verfeinerung der Verhaltenskategorien, zum Beispiel durch klare Trennung von Fraßverhalten am Gehölz und am Grünland sowie die Berücksichtigung des Zusammenhangs zwischen Laufen und Futtersuche, noch präziser werden.

Die Scan Sampling Methode erwies sich grundsätzlich als geeignet und bewährt für die Verhaltensbeobachtungen der kleinen Wiederkäuer. Dabei sollten Unterschiede in Gruppengröße und Beobachtungsdauer für die Datenqualität vermieden werden. Ein längeres Scan-Intervall reicht aus, um die untersuchten Verhaltensmuster verlässlich zu erfassen. Tests der Interobserver-Reliabilität zur Sicherstellung objektiver Datenerhebung können die Beobachtungsmethode in weiteren Untersuchungen validieren.

Zukünftige Verhaltensbeobachtungen in silvopastoralen Agroforstsystemen bieten somit die Möglichkeit, die Präferenz kleiner Wiederkäuer unter realen Freilandbedingungen gezielt und vergleichbar zu erfassen und damit wichtige Erkenntnisse für die landwirtschaftliche Praxis und ein klimafreundliches und angepasstes Weidemanagement zu gewinnen.

## 8. Eigenständigkeitserklärung und Nutzung generativer Künstlicher Intelligenz

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.

Ich bestätige auch, dass die KI-gestützten Technologien (DeepL) ausschließlich zur Übersetzung fremdsprachlicher Literatur sowie (Perplexity.ai) zur grammatikalischen und sprachlichen Verfeinerung eingesetzt wurden und nicht zur Generierung von Ideen, Argumenten oder Forschungsinhalten beigetragen haben. Nach dem Einsatz dieser Tools habe ich den Inhalt sorgfältig überprüft und nach Bedarf bearbeitet und übernehme die volle Verantwortung für die endgültige Fassung dieser Arbeit.

Augsburg, den 15.10.2025



Handwritten signature in blue ink, reading "J. Ziersch".

## 9. Literaturverzeichnis

- Animut, G.; Goetsch, A. L. (2008): Co-grazing of sheep and goats: Benefits and constraints. In: *Small Ruminant Research* 77 (2-3): 127–145. DOI: 10.1016/j.smallrumres.2008.03.012.
- Bellof, Gerhard; Leberl, Patricia (2019): Schaf- und Ziegenfütterung. Strategien für Landschaftspflege, Fleisch- und Milcherzeugung. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- Bhattarai, Shailes; Karki, Uma; Poudel, Sanjok; Paneru, Bidur; Ellis, Nevershi (2022): Vegetation-utilization pattern and performance of small ruminants in woodlands with altering heights of non-pine plants. In: *Agroforest Syst* 96 (3): 505–516. DOI: 10.1007/s10457-021-00706-7.
- BMEL (2025): Schafhaltung. Hg. v. Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft. Online verfügbar unter <https://www.bmel-statistik.de/landwirtschaft/tierhaltung/schafhaltung>, zuletzt geprüft am 02.09.2025.
- Bongartz, Bettina; Cramer, Hubert; Eurich-Menden, Brigitte; Flachowsky, Gerhard; Gauly, Matthias; Heißenhuber, Alois et al. (2011): Der Klimawandel und die Herausforderungen für die Nutztierhaltung von morgen in Deutschland. Positionspapier der DGfZ-Projektgruppe „Klimarelevanz in der Nutztierhaltung“. DgfZ - Deutsche Gesellschaft für Züchtungskunde.
- Bracke, M. B. M.; Hopster, H. (2006): Assessing the Importance of Natural Behavior for Animal Welfare. In: *J Agric Environ Ethics* 19 (1): 77–89. DOI: 10.1007/s10806-005-4493-7.
- Broom, D. M. (1986): Indicators of poor welfare. In: *British Veterinary Journal* 142 (6): 524–526. DOI: 10.1016/0007-1935(86)90109-0.
- Broom, D. M.; Galindo, F. A.; Murgueitio, E. (2013): Sustainable, efficient livestock production with high biodiversity and good welfare for animals. In: *Proceedings. Biological sciences* 280 (1771): 20132025. DOI: 10.1098/rspb.2013.2025.
- Broom, Donald M. (2011): A history of animal welfare science. In: *Acta biotheoretica* 59 (2): 121–137. DOI: 10.1007/s10441-011-9123-3.
- Broom, Donald Maurice (2017): Components of sustainable animal production and the use of silvopastoral systems. In: *R. Bras. Zootec.* 46 (8): 683–688. DOI: 10.1590/s1806-92902017000800009.
- Bundesinformationszentrum Landwirtschaft (2022): Ziegenhaltung in Deutschland. Online verfügbar unter <https://www.nutztierhaltung.de/ziege/oekonomie/ziegenhaltung-in-deutschland/>, zuletzt geprüft am 02.09.2025.
- Burrichter, Ernst; Pott, Richard (1983): Verbreitung und Geschichte der Schneitelwirtschaft mit ihren Zeugnissen in Nordwestdeutschland. In: *Tuexenia*. DOI: 367662.
- Čukić, Aleksandar; Rakonjac, Simeon; Djoković, Radojica; Cincović, Marko; Bogosavljević-Bošković, Snežana; Petrović, Milun et al. (2023): Influence of Heat Stress on Body Temperatures Measured by Infrared Thermography, Blood Metabolic Parameters and Its Correlation in Sheep. In: *Metabolites* 13 (8): 957. DOI: 10.3390/metabo13080957.
- Danso, Felix; Iddrisu, Lukman; Lungu, Shera Elizabeth; Zhou, Guangxian; Ju, Xianghong (2024): Effects of Heat Stress on Goat Production and Mitigating Strategies: A Review. In: *Animal: The International Journal of Animal Bioscience* (12). DOI: 10.3390/ani14121793.
- Dawkins, M. S. (2004): Using behaviour to assess animal welfare. In: *Animal welfare* 13 (S1): 3-7. DOI: 10.1017/s0962728600014317.

Decandia, M.; Yiakoulaki, M. D.; Pinna, G.; Cabiddu, A.; Molle, G. (2008): Foraging behaviour and intake of goats browsing on mediterranean shrublands. In: Antonello Cannas (Hg.): Dairy goats feeding and nutrition. 1. Aufl. CABI (CABI Books), Wallingford. S. 161–188.

Deuri, Pompei; Sood, N.; Wadhwa, M.; Bakshi, M. P. S.; Salem, A. Z. M. (2020): Screening of tree leaves for bioactive components and their impact on in vitro fermentability and methane production from total mixed ration. In: *Agroforest Syst* 94 (4): 1455–1468. DOI: 10.1007/s10457-019-00374-8.

Deutscher Fachverband für Agroforstwirtschaft (DeFAF) e.V (2025): Agroforstwirtschaft. Die Kunst, Bäume und Landwirtschaft zu verbinden. Unter Mitarbeit von Julia Günze Rico Hübner. 5. Auflage. Cottbus.

Elias, Daniel; Tischew, Sabine (2016): Goat pasturing—A biological solution to counteract shrub encroachment on abandoned dry grasslands in Central Europe? In: *Agriculture, Ecosystems & Environment* (234): 98–106. DOI: 10.1016/j.agee.2016.02.023.

Emile, J. C.; Barre, P.; Bourgoïn, F.; Perceau, R.; Mahieu, S.; Novak, S. (2018): Effect of season and species on the nutritive value of leaves of high stem trees. In: *Grassland Science in Europe: Sustainable meat and milk production from grasslands* (23): 179–181

Emile, Jean Claude; Delagarde, Remy; Barre, Philippe; Niderkorn, Vincent; Novak, Sandra (2017): Evaluation of the feeding value of leaves of woody plants for feeding ruminants in summer. 19. Symposium of the European Grassland Federation (EGF). Alghero, Italien.

FAWC (2010): Annual Review 2009–2010. Farm Animal Welfare Council. UK.

Flachowsky, Gerhard; Dänicke, Sven; Lebzien, Peter; Meyer, Ulrich (2009): Mehr Milch und Fleisch für die Welt...wie ist das zu schaffen? In: 1863-771X (2): 14–17.

Fraser, D.; Weary, D. M.; Pajor, E. A.; Milligan, B. N. (1997): A Scientific Conception of Animal Welfare that Reflects Ethical Concerns. In: *Animal welfare* 6 (3): 187–205. DOI: 10.1017/s0962728600019795.

Fuß, Roland; Vos, Cora; Rösemann, Claus (2025): Thünen: Treibhausgasemissionen aus der Landwirtschaft. Thünen Institut für Agrarklimaschutz. Online verfügbar unter <https://www.thuenen.de/de/themenfelder/klima-und-luft/emissionsinventare-buchhaltung-fuer-den-klimaschutz/treibhausgas-emissionen-aus-der-landwirtschaft>, zuletzt geprüft am 18.03.2025.

Gauly, M.; Bollwein, H.; Breves, G.; Brügemann, K.; Dänicke, S.; Daş, G. et al. (2013): Future consequences and challenges for dairy cow production systems arising from climate change in Central Europe - a review. In: *Animal: The International Journal of Animal Bioscience* 7 (5): 843–859. DOI: 10.1017/S1751731112002352.

Giger-Reverdin, Sylvie; Domange, Céline; Broudiscou, Laurent P.; Sauvant, Daniel; Berthelot, Valérie (2020): Rumen function in goats, an example of adaptive capacity. In: *The Journal of dairy research* 87 (1): 45–51. DOI: 10.1017/S0022029920000060.

Ginane, Cécile; Bernard, Mickaël; Deiss, Véronique; Andueza, Donato; Béral, Camille (2025): Shade use, welfare and performance of ewes grazing in temperate silvopastures differing in tree density. In: *Peer Community Journal* 5. DOI: 10.24072/pcjournal.538.

Gömann, Horst; Frühauf, Cathleen; Lüttger, Andrea; Weigel, Hans-Joachim (2017): Landwirtschaft. In: Guy P. Brasseur, Daniela Jacob und Susanne Schuck-Zöller (Hg.): Klimawandel in Deutschland. Entwicklung, Folgen, Risiken und Perspektiven. 1. Aufl. 2017. s.l.: Springer Berlin Heidelberg, S. 183–191.

Gordon, Iain J. (2003): Browsing and grazing ruminants: are they different beasts? In: *Forest Ecology and Management* 181 (1-2): 13–21. DOI: 10.1016/s0378-1127(03)00124-5.

- Hadjigeorgiou, I. E.; Gordon, I. J.; Milne, J. A. (2003): Comparative preference by sheep and goats for Graminaeae forages varying in chemical composition. In: *Small Ruminant Research* 49 (2): 147–156. DOI: 10.1016/s0921-4488(03)00094-4.
- Herder, Michael den; Burgess, Paul; Mosquera-Losada, Maria Rosa; Herzog, Felix; Hartel, Tibor; Upson, Matthew et al. (2015): Preliminary stratification and quantification of agroforestry in Europe. Milestone Report 1.1 for EU FP7 AGFORWARD Research Project (613520)
- Herzog, Felix; Oehen, Bernadette; Weibel, Franco P. (2016): Agroforstsysteme. In: Bernhard Freyer und Paul Axmann (Hg.): *Ökologischer Landbau. Grundlagen, Wissensstand und Herausforderungen*. 1. Auflage. Haupt Verlag. Bern (UTB Agrarwissenschaft, 4639), S. 392–404.
- Hofmann, R. R. (1989): Evolutionary steps of ecophysiological adaptation and diversification of ruminants: a comparative view of their digestive system. In: *Oecologia* 78 (4): 443–457. DOI: 10.1007/BF00378733.
- Jordon, Matthew W.; Willis, Kathy J.; Harvey, William J.; Petrokofsky, Leo; Petrokofsky, Gillian (2020): Implications of Temperate Agroforestry on Sheep and Cattle Productivity, Environmental Impacts and Enterprise Economics. A Systematic Evidence Map. In: *Forests* 11 (12): 1321. DOI: 10.3390/f11121321.
- Knierim, Ute (2013): Qualitätssicherung bei ethologischen Untersuchungen – der Aspekt der Reliabilität. In: KTBL (Hg.): *Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung 2013*. Darmstadt, S. 97–105.
- Konold, Werner; Reeg, Tatjana (2009): Historische Agroforstsysteme in Deutschland. In: Tatjana Reeg, Albrecht Bemann, Werner Konold, Dieter Murach und Heinrich Spiecker (Hg.): *Anbau und Nutzung von Bäumen auf Landwirtschaftlichen Flächen*: Wiley, S. 313–324.
- Korn, Stanislaus von; Jaudas, Ulrich; Trautwein, Hermann (2013): *Landwirtschaftliche Ziegenhaltung*. 2nd ed. Verlag Eugen Ulmer. Stuttgart.
- Lee, Hoesung; Calvin, Katherine; Dasgupta, Dipak; Krinner, Gerhard; Mukherji, Aditi; Thorne, Peter W. et al. (2023): IPCC, 2023: Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland.
- Lignovis (2025): Daten zur Beobachtung auf Hof 4,. schriftlich Mitteilung, 08.07.2025.
- Luske, B.; van Eekeren, N.; Rahmann, G.; Aksoy, U. (2014): Argentina - France. In: *Building Organic Bridges* 20,1. DOI: 103470.
- Luske, Boki; van Eekeren, Nick (2018): Nutritional potential of fodder trees on clay and sandy soils. In: *Agroforest Syst* 92 (4): 975–986. DOI: 10.1007/s10457-017-0180-8.
- Machatschek, Michael (2002): *Laubgeschichten. Gebrauchswissen einer alten Baumwirtschaft, Speise- und Futterlaubkultur*. Böhlau (Edition böhlissimo). Wien, Köln, Weimar.
- Makkar, H.P.S (2003): Effects and fate of tannins in ruminant animals, adaptation to tannins, and strategies to overcome detrimental effects of feeding tannin-rich feeds. In: *Small Ruminant Research* 49 (3): 241–256. DOI: 10.1016/S0921-4488(03)00142-1.
- Manek, Gwendolyn; Simantke, Christel; Sporkmann, Katrin; Georg, Heiko; Kern, Andreas (2017): Systemanalyse der Schaf- und Ziegenmilchproduktion in Deutschland. Online verfügbar unter <https://orgprints.org/31288/>.

Martin, Paul; Bateson, Paul Patrick Gordon (1993): Measuring behaviour. An introductory guide. Second edition. Cambridge University Press, Cambridge.

Martin, Paul; Bateson, Paul Patrick Gordon (2015): Measuring behaviour. An introductory guide. 12th printing. Cambridge University Press, Cambridge.

McAdam, J. H.; McEvoy, P. M. (2008): The Potential for Silvopastoralism to Enhance Biodiversity on Grassland Farms in Ireland. In: P. K. R. Nair, Jim McAdam, Maróa Rosa Mosquera-Losada und Antonio Rigueiro-Rodríguez (Hg.): Agroforestry in Europe. Current Status and Future Prospects, Bd. 6. Dordrecht: Springer Netherlands (Advances in Agroforestry, 6), S. 343–356.

McSweeney, C. S.; Palmer, B.; Bunch, R.; Krause, D. O. (1999): Isolation and characterization of proteolytic ruminal bacteria from sheep and goats fed the tannin-containing shrub legume *Calliandra calothyrsus*. In: Applied and environmental microbiology 65 (7): 3075–3083. DOI: 10.1128/AEM.65.7.3075-3083.1999.

Mesbahi, Geoffrey; Barre, Philippe; Delagarde, Rémy; Ginane, Cécile; Novak, Sandra (2025): Seasonal dynamics of the nutritive value of temperate forage trees differ among species. In: Agroforest Syst 99 (6). DOI: 10.1007/s10457-025-01258-w.

Mosquera-Losada, M. R.; McAdam, J. H.; Romero-Franco, R.; Santiago-Freijanes, J. J.; Rigueiro-Rodríguez, A. (2008): Definitions and Components of Agroforestry Practices in Europe. In: P. K. R. Nair, Jim McAdam, Maróa Rosa Mosquera-Losada und Antonio Rigueiro-Rodríguez (Hg.): Agroforestry in Europe. Current Status and Future Prospects. Dordrecht: Springer Netherlands (Advances in Agroforestry, 6): 3–19.

Müller-Kiedrowski, Carolin B.M.; Görs, Solvig; Mittermeier-Kleßinger, Verena K.; Dawid, Corinna; Wrage-Mönnig, Nicole; Kuhla, Björn (2025): Feeding salicylates containing willow leaves to cattle modulates urea metabolism and mitigates urine-derived ammonia and nitrous oxide emissions from soil. In: Agriculture, Ecosystems & Environment 388(2025): 109671. DOI: 10.1016/j.agee.2025.109671.

Nahm, Michael; Morhart, Christopher (2017): Multifunktionalität und Vielfalt von Agroforstwirtschaft. In: Christian Böhm (Hg.): Bäume in der Land(wirt)schaft - von der Theorie in die Praxis. Tagungsband: mit Beiträgen des 5. Forums Agroforstsysteme 30.11. bis 01.12.2016 in Senftenberg (OT Brieske). Brandenburgische Technische Universität, Cottbus-Senftenberg. S. 17–25.

Nerlich, K.; Graeff-Hönninger, S.; Claupein, W. (2013): Agroforestry in Europe: a review of the disappearance of traditional systems and development of modern agroforestry practices, with emphasis on experiences in Germany. In: Agroforest Syst 87 (2): 475–492. DOI: 10.1007/s10457-012-9560-2.

Niggli, Urs; Fließbach, Andreas (2009): Gut fürs Klima? Ökologische und konventionelle Landwirtschaft im Vergleich. In: e.V. Agrarbündnis (Hg.): Der kritische Agrarbericht. D-Hamm: ABL Verlag, S. 103–109.

Papanastasis, V. P.; Yiakoulaki, M. D.; Decandia, M.; Dini-Papanastasi, O. (2008): Integrating woody species into livestock feeding in the Mediterranean areas of Europe. In: Animal Feed Science and Technology 140 (1-2): 1–17. DOI: 10.1016/j.anifeedsci.2007.03.012.

Pent, Gabriel J.; Fike, John H. (2019): Lamb productivity on stockpiled fescue in honeylocust and black walnut silvopastures. In: Agroforest Syst 93 (1): 113–121. DOI: 10.1007/s10457-018-0264-0.

Pent, Gabriel J.; Fike, John H.; Kim, Inyoung (2021): Ewe lamb vaginal temperatures in hardwood silvopastures. In: Agroforest Syst 95 (1): 21–32. DOI: 10.1007/s10457-018-0221-y.

- Pent, Gabriel J.; Greiner, Scott P.; Munsell, John F.; Tracy, Benjamin F.; Fike, John H. (2020): Lamb performance in hardwood silvopastures, II: animal behavior in summer. In: *Translational animal science* 4 (1): 363–375. DOI: 10.1093/tas/txz177.
- Pötsch, Erich M.; Herndl, Markus; Schaumberger, Andreas; Schweiger, Medardus; Resch, Reinhard; Adelwöhrer, Manuel (2019): Auswirkung zukünftiger Klimabedingungen auf Ertrag und Futterqualität im Grünland, Alpenländisches Expertenforum (21): 49 – 54
- Pullin, A. N.; Pairis-Garcia, M. D.; Campler; Proudfoot, K. L. (2017): Validation of scan sampling techniques for behavioural observations of pastured lambs. In: *Anim. welf.* 26 (2): 185–190. DOI: 10.7120/09627286.26.2.185.
- Rahmann, G. (2024): Ökologische Schaf- und Ziegenhaltung. Fragen und Antworten für die Lehre und Praxis (6. Auflage).
- Rahmann, Gerold (2000): Biotoppflege als neue Funktion und Leistung der Tierhaltung: Verlag Dr. Kovac, Hamburg.
- Rahmann, Gerold (2004a): Gehölzfutter-eine neue Quelle für die ökologische Tierernährung. In: *Landbauforschung SH* (272): 29–42.
- Rahmann, Gerold (2004b): Möglichkeiten und Grenzen der Nutzung des Unterwuchses von hängigen Streuobstwiesen durch Ziegen. In: *Quo vadis Streuobst? Naturschutzbund*, S. 52–85.
- Reimert, I.; Webb, L. E.; van Marwijk, M. A.; Bolhuis, J. E. (2023): Review: Towards an integrated concept of animal welfare. In: *Animal: The International Journal of Animal Bioscience* (17): 100838. DOI: 10.1016/j.animal.2023.100838.
- Rockström, Johan; Williams, John; Daily, Gretchen; Noble, Andrew; Matthews, Nathaniel; Gordon, Line et al. (2017): Sustainable intensification of agriculture for human prosperity and global sustainability. In: *Ambio* 46 (1): 4–17. DOI: 10.1007/s13280-016-0793-6.
- Sarfo, T. S.; Hummel, J.; Kuhla, B.; Hühneberg, M. (2024): Nährstoffzusammensetzung und sekundäre Nährstoffzusammensetzung und sekundäre Inhaltstoffe von Futterlaub.
- Schaumberger, Andreas; Pötsch, Erich M. (2019): Veränderungen der Vegetationsdynamik unter zukünftigen Klimabedingungen. Alpenländisches Expertenforum zum Thema Klimawandel im Alpenraum–Auswirkungen auf das Ökosystem Grünland und dessen Bewirtschaftung, HBLFA Raumberg-Gumpenstein 26 (2019): 35-44
- Schubert, Sven (2024): Pflanzenernährung. 4. vollst. überarb. Aufl. utb GmbH, Stuttgart
- Schulze, Ernst-Detlef (2000): Der Einfluss des Menschen auf die biogeochemischen Kreisläufe der Erde. Jena.
- Sejian, Veerasamy; Silpa, Mullakkalparambil V.; Reshma Nair, Mini R.; Devaraj, Chinnasamy; Krishnan, Govindan; Bagath, Madijagan et al. (2021): Heat Stress and Goat Welfare: Adaptation and Production Considerations. In: *Animal: The International Journal of Animal Bioscience* 11 (4): 1021. DOI: 10.3390/ani11041021.
- Silanikove, Nissim (2000): Effects of heat stress on the welfare of extensively managed domestic ruminants. In: *Livestock Production Science* 67 (1-2): 1–18. DOI: 10.1016/S0301-6226(00)00162-7.
- Statistisches Bundesamt (o.J.): Feldfrüchte und Grünland. Online verfügbar unter [https://www.destatis.de/DE/Themen/Branchen-Unternehmen/Landwirtschaft-Forstwirtschaft-Fischerei/Feldfruechte-Gruenland/\\_inhalt.html](https://www.destatis.de/DE/Themen/Branchen-Unternehmen/Landwirtschaft-Forstwirtschaft-Fischerei/Feldfruechte-Gruenland/_inhalt.html), zuletzt geprüft am 01.09.2025.

Triebwerk (2023): Futterlaub für kleine Wiederkäuer aus Agroforstsystemen. Informationsblatt für interessierte Demonstrationsbetriebe. Hg. v. FuLaWi. Online verfügbar unter <https://futterlaub.de/download/176/?tmstv=1753175637>.

Triebwerk (2024a): Ethogramm für die Beobachtungen, 2024. Schriftliche Mitteilung

Triebwerk (2024b): Projektpartner - FuLaWi. Hg. v. FuLaWi. Online verfügbar unter <https://futterlaub.de/projektpartner>, zuletzt aktualisiert am 24.11.2024, zuletzt geprüft am 22.07.2025.

Triebwerk (2024c): Projektvorstellung - FuLaWi. Hg. v. FuLaWi. Online verfügbar unter <https://futterlaub.de/>, zuletzt geprüft am 16.12.2024.

Vandermeulen, Sophie (2016): Trees and shrubs influence the behaviour of grazing cattle and rumen fermentation. Dissertation.

Vandermeulen, Sophie; Ramírez-Restrepo, Carlos Alberto; Beckers, Yves; Claessens, Hugues; Bindelle, Jérôme (2018): Agroforestry for ruminants: a review of trees and shrubs as fodder in silvopastoral temperate and tropical production systems. In: *Animal Production Science* 58 (5): 767. DOI: 10.1071/AN16434.

Vieira, Frederico Márcio C.; Pilatti, Jaqueline Agnes; Czekoski, Zilmara Maria Welfer; Fonsêca, Vinicius F. C.; Herbut, Piotr; Angrecka, Sabina et al. (2021): Effect of the Silvopastoral System on the Thermal Comfort of Lambs in a Subtropical Climate: A Preliminary Study. In: *Agriculture* 11 (8): 790. DOI: 10.3390/agriculture11080790.

Villalba, J. J.; Provenza, F. D.; Hall, J. O. (2008): Learned appetites for calcium, phosphorus, and sodium in sheep. In: *Journal of animal science* 86 (3): 738–747. DOI: 10.2527/jas.2007-0189.

Wack, Janos (2024): Verbesserte Umwelt- und Klimawirkung der Nutztierhaltung durch Futterlaub aus Agroforst. In: Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) (Hg.): Innovationstage 2024. Zukunftsfähige Landwirtschaft: innovative Lösungen für Klimaschutz, Tierwohl und gesunde Ernährung. 4. bis 6. November 2024 in Berlin.

Walker, John W.; Kronberg, Scott L. (2022): Nature, nurture, and vegetation management: Studies with sheep and goats. In: *Animal: The International Journal of Animal Bioscience* 16 (1): 100434. DOI: 10.1016/j.animal.2021.100434.

Weigel, H. J. (2005): Gesunde Pflanzen unter zukünftigem Klima. In: *Gesunde Pflanzen* 57 (1): 6–17. DOI: 10.1007/s10343-004-0060-9.

Weigel, Hans-Joachim (2011): Klimawandel – Auswirkungen und Anpassungsmöglichkeiten. In: Gerold Rahmann und Ulrich Schumacher (Hg.): *Praxis trifft Forschung. Neues aus dem ökologischen Ackerbau und der ökologischen Tierhaltung 2011; ausgewählte Beiträge der Internationalen Tagungen zum Ökologischen Ackerbau und zur Ökologischen Schaf/Ziegen-, Schweine-, Milchkuh- und Geflügelhaltung 2010/2011*. Braunschweig (Landbauforschung Völkenrode Sonderheft, 354), S. 9–29.

Wilms, L.; Hamidi, D.; Lüntzel, C. H. U.; Hamidi, M.; Komainda, M.; Palme, R. et al. (2025): Assessing learning, behaviour, and stress level in goats while testing a virtual fencing training protocol. In: *Animal: The International Journal of Animal Bioscience* 19 (2): S. 101413. DOI: 10.1016/j.animal.2024.101413.

Windisch, Wilhelm (2022): Warum Klimaneutralität und Wiederkäuerhaltung kein Widerspruch ist. In: 49. Viehwirtschaftliche Fachtagung 2022. Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt für Landwirtschaft, S. 33–40.

Yiakoulaki, M. D.; Pantazopoulos, Ch.I.; Papanastasis, V. P. (2005): Sheep and goat behaviour grazing on stubble in northern Greece. In: A. Georgoudis, A. Rosati, C. Mosconi

und Andreas Georgoudis (Hg.): Animal production and natural resources utilisation in the Mediterranean mountain areas. Proceedings of the Symposium, the twelfth in the series of Mediterranean Symposia, was held in the city of Ioannina. Wageningen: Wageningen Acad. Publ (EAAP publication, 115), S. 216–219.

# 10. Anhang

## 10.1 Fragebogen an Betriebe

### Fragebogen

#### Tiere

| Frage                                              | Antwort | Notizen                                                                 |
|----------------------------------------------------|---------|-------------------------------------------------------------------------|
| Tierart                                            |         | Schafe oder Ziegen?                                                     |
| Rasse(n)                                           |         | manche Rassen bevorzugen<br>Gehölzfutter stärker als andere             |
| Vorerfahrung der Tiere mit<br>Gehölzen             |         | Kennen die Tiere schon Gehölze oder<br>nicht? In welchem Umfang?        |
| Gab es in den vorherigen<br>Parzellen Gehölze?     |         | Bis 3-4 Wochen vorher                                                   |
| Vorerfahrung der Tiere mit<br>Prädatoren           |         | Welche sind in der Umgebung, waren<br>die Tiere damit schon in Kontakt? |
| Gruppenzusammensetzung:<br>Alter, Laktationsstatus |         |                                                                         |
| Herdengröße                                        |         | Herde sollte nicht getrennt werden                                      |

#### Bonitur - Weide vorher

| Frage                                                | Antwort | Notizen                                                                                                |
|------------------------------------------------------|---------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Futterqualität der Weide                             |         | Wie verbissen schon vorher? Wann<br>wurde sie das letzte Mal genutzt?<br>Beweidet oder Schnittnutzung? |
| Einschätzung Futterqualität der<br>Bewirtschafter*in |         |                                                                                                        |
| Bestandszusammensetzung                              |         | Prozentanteil funktionale Gruppen                                                                      |
| Aufwuchshöhe                                         |         |                                                                                                        |
| Deckungsgrad                                         |         |                                                                                                        |
| Artenzusammensetzung                                 |         |                                                                                                        |
| Anteil Hecke zu Fläche                               |         | z.B. ¼ zu ¾, bestenfalls standardisiert                                                                |
| Gesamtfläche pro Tier                                |         | bestenfalls standardisiert                                                                             |

**Bonitur - Hecke vorher**

| Frage                                                    | Antwort | Notizen                                                                                                              |
|----------------------------------------------------------|---------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Artenzusammensetzung Hecke                               |         |                                                                                                                      |
| Altersstruktur                                           |         |                                                                                                                      |
| Andere Schattenstrukturen außer Hecke?                   |         |                                                                                                                      |
| Breite                                                   |         |                                                                                                                      |
| Wuchshöhe                                                |         |                                                                                                                      |
| Höhe des Blattansatzes                                   |         |                                                                                                                      |
| Lichtraumprofil unten bis 2 m Höhe                       |         | die Breite der Hecke in Abhängigkeit von der Höhe grob bis auf 2 m messen, Verlauf des Raums darüber grob abschätzen |
| Einschätzung wieviel interessantes Blattmaterial (Höhe?) |         |                                                                                                                      |

**Bonitur - Weide nachher**

| Frage             | Antwort                                                                                                                                                                                      | Notizen                                 |
|-------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| Manipulationsgrad | 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 6 <input type="checkbox"/> 7 <input type="checkbox"/> | <b>1= wenig, 7=komplett abgefressen</b> |
| Bestandshöhe      |                                                                                                                                                                                              |                                         |
| Deckungsgrad      |                                                                                                                                                                                              |                                         |
| Sonstiges         |                                                                                                                                                                                              |                                         |

## 10.2 Aufnahmebogen

| Zeitslot    | An Hecke | Heckennähe | Auf Weide | Verhalten                  |
|-------------|----------|------------|-----------|----------------------------|
| alle 30 sec |          |            |           | Tier frisst                |
|             |          |            |           | Tier liegt                 |
|             |          |            |           | Tier steht/<br>läuft herum |
|             |          |            |           | Tier außer<br>Sicht        |