

Gehölzfutter aus Agroforst für eine innovative und nachhaltige Ernährung kleiner Wiederkäuer und eine Erweiterung ökologischer Tierhaltungssysteme

Wack J¹, Hünenberg M², Kuhla B³

Keywords: Agroforst, Gehölzfutter, Tierwohl, Klimawandelanpassung

Abstract

The FuLaWi project developed harvesting and conservation techniques for fodder leaves from agroforestry systems to ensure year-round, climate-resilient feeding of small ruminants. Some fodder trees showed high protein (up to 20 % TM) and mineral contents comparable to forage legumes, improving digestibility, calcium and selenium supply. Feeding trials revealed up to 15 % lower methane emissions and higher protein and selenium utilization (but not significant). Silage experiments proved good preservation potential. FuLaWi combines animal nutrition, greenhouse-gas mitigation and biodiversity enhancement, offering practical agroforestry strategies for organic livestock systems under climate change. However, there are currently no standards for the design and management of such agroforestry systems. Thus, neither suitable technical equipment nor recommendations for long-term successful grazing strategies are available.

Einleitung und Zielsetzung

An tierhaltende landwirtschaftliche Betriebe werden umfassende Ansprüche hinsichtlich Nachhaltigkeit und Tierwohl gestellt, wie z.B. eine Ausweitung der Weidehaltung. Unangepasster Weidegang kann aber zu Problemen bei der artgerechten und bedarfsorientierten Futtermittellieferung führen (Huang et al. 2021, Rahmann 2007). Der mögliche Mangel an Spurenelementen schwächt z.B. das Immunsystem (BLE 2021). Gleichzeitig besteht ein umfangreicher Anpassungsbedarf an den Klimawandel. Gehölzfutter aus Agroforstsystemen hat eine vergleichsweise hohe Toleranz gegenüber Trockenstress, kann ein hochwertiges Futtermittel sein und kann die Umwelt- und Klimawirkung der Nutztierhaltung und der daran angegliederten Landnutzungsformen verbessern (Rosati et al. 2021). Obwohl kleine Wiederkäuer eine deutliche Präferenz zu Laubfutter haben (Rahmann 2004), ist dessen Potential bislang nur wenig untersucht. Der aktuelle Kenntnisstand über die Nährstoffzusammensetzung von Laub ist unzureichend. In diesem Zuge sind Fragen zur Rationsgestaltung, zu Inhaltsstoffen sowie zu ökonomischen Bewertungsansätzen offen. Die Qualität von Gehölzfutter variiert zudem erheblich (Rahmann 2004) und kann durch viele verschiedene Faktoren beeinflusst werden. Daher wurde das Forschungs- und Entwicklungsvorhaben „FuLaWi-Futter aus Agroforst“ durchgeführt. Ziel war die Sicherung einer nachhaltigen Ernährung landwirtschaftlicher Nutztiere unter sich wandelnden klimatischen Bedingungen. Dafür sollte kleinen Wiederkäuern eine ganzjährige artgerechte Ernährung durch Laubfütterung aus Agroforst-

1 Triebwerk, Auer Str. 49, 37269 Eschwege, Deutschland, j.wack@triebwerk-landwirtschaft.de, <https://www.triebwerk-landwirtschaft.de/>

2 Georg-August-Universität Göttingen, Department für Nutztierwissenschaften Abteilung Wiederkäuerernährung, Kellnerweg 6, 37077 Göttingen, martin.huenerberg@uni-goettingen.de

3 Forschungsinstitut für Nutztierbiologie, Arbeitsgruppe Biochemie der Ernährung, Wilhelm-Stahl-Allee 2, 18196 Dummerstorf, b.kuhla@fhn-dummerstorf.de

systemen ermöglicht werden. Bestenfalls kann dadurch die Verdaulichkeit von Grobfutter und die Mineralstoffversorgung verbessert sowie die Methanemissionen reduziert werden. Dafür war neben der Charakterisierung der Futtermittel, eine praxisnahe Prüfung, wie auch die Entwicklung von Ernte- und Konservierungsverfahren notwendig.

Methoden

Während der Projektlaufzeit wurden verschiedene Labor- sowie praxisnahe Methoden zur Datenerhebung und Evaluation eingesetzt. Dafür wurden auf neun landwirtschaftlichen Betrieben 19.000 Gehölze auf insgesamt 52 ha gepflanzt, um Praxiserfahrungen sammeln zu können. Die on-farm-Daten wurden mittels strukturierter Dokumentation und leitfadengestützter Experteninterviews erhoben (Auswertung mittels MaxQDA und qualitativer Inhaltsanalyse nach Kuckartz 2018). Das beobachtete Tierverhalten in Futter-Agroforstsystemen wurde mit Hilfe eines Time-Samplings dokumentiert, um den Aufenthaltsort (3 Zonen: Hecke, Heckennah, Weidefläche) und das gezeigte Verhalten in hoher zeitlicher Auflösung nachzuvollziehen.

Für die Qualitätsbeurteilung von Laubfutter wurden Inhaltsstoffe (Rohnährstoffe, Faserfraktionen, Eiweißfraktionen (Reineiweiß, Nicht-Protein-Stickstoff), Sekundäre Inhaltsstoffe (Phenole, Gerbstoffe, Flavonoide)) untersucht. Dafür wurden zehn häufig vorkommende Arten (*Populus balsamifera*, *Fraxinus excelsior*, *P. tremula*, *Acer campestre*, *Fagus sylvatica*, *Alnus glutinosa*, *P. nigra*, *Tilia platyphyllos*, *A. platanoides*, *Salix viminalis*) analysiert und Untersuchungen von Pappel- und Weidenlaub durchgeführt. Ergänzend wurde die Silierbarkeit der Gehölzarten im Labormaßstab in vier Treatments (Kontrolle, Chemisches Siliermittel, Melasse, Melasse und Milchsäurebakterien) getestet. Die Inhaltsstoffanalysen der Silagen wurden dabei um Gär säuren, Alkohole und die Messung des pH- Werts erweitert. Die Daten wurden als faktorielles Design mit dem Mixed-Verfahren von SAS (Version 9.4) analysiert. Das Modell umfasste die festen Effekte der Laubart, der Silier-Behandlungen und deren Interaktion. Mini-Silo wurde als zufälliger Effekt berücksichtigt. Die Behandlungsmittelwerte wurden mit dem Tukey-Kramer-Test verglichen. Das Signifikanzniveau war $p \leq 0,05$.

Tierphysiologische Kennzahlen wurden hinsichtlich der Verdaulichkeit von Protein, Calcium und Mikronährstoffen (z.B. Se und Ca) erhoben. Die Methanemissionen der Tiere wurden nach der Fütterung von Laub (39 % Laubanteil von Schwarzpappel, Zitterpappel oder Weide von der Gesamtration) im Vergleich zu einer Heufütterung mittels Respirationsskammer gemessen. Die Tiere wurden dafür mit der jeweiligen Ration 3 Wochen gefüttert, wobei sie in den letzten 4 Tagen in der Respirationsskammer standen. Außer den Emissionen wurde auch die Futteraufnahme gemessen. Bei allen Kontrollvarianten handelte es sich um Wiesenheu guter bis mittlerer Qualität. Die Datenanalysen wurden mit R Version 4.3.2 (R Core Team (2023), R Foundation for Statistical Computing, Wien, Österreich) unter Verwendung eines einheitlichen Modells durchgeführt ($Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \gamma_k + \epsilon_{ijk}$, wobei Y_{ijk} die abhängige Variable für die i -te Ernährungsgruppe, den j -ten Zeitraum und das k -te Tier ist; μ ist der Gesamtmittelwert, α_i ist der feste Effekt der Ernährung (vier Stufen: Heu, Pappel1, Pappel2, Weide), β_j ist der feste Effekt des Versuchszeitraums (vier Stufen: Block 1 bis 4), γ_k ist der feste Effekt des einzelnen Tieres (vier Stufen, eine pro Tier) und ϵ_{ijk} ist der zufällige Restfehler).

Ergebnisse und Diskussion

Die Inhaltsstoffe von frischem Laub zeigten selbst bei fortgeschrittenem Vegetationsstadium teilweise mit Leguminosen-Gras-Gemengen vergleichbare Rohprotein- und

Fasergehalte (Tab. 1). Eine Tierernährung auf mittlerem Leistungsniveau ist demnach denkbar. Ergänzend sind hohe Gehalte an Makro- und Mikronährstoffen möglich, wie z.B. Ca, Se und Cu. Bei Milchziegen konnte in den ersten fünf Wochen nach der Geburt durch die Zufütterung von Pappellaub die Steigerung des Selenstatus im Blutplasma um 15 bis 39 % nachgewiesen werden (Kontrolle: Heu). Zudem konnte bei Schafhammeln eine um 25 % höhere Selenverdaulichkeit und 10 % höhere Proteinverdaulichkeit durch die Fütterung von Pappellaub im Vergleich zur reinen Heuration gemessen werden. Allerdings hing die Futtermittelqualität stark von der Gehölzart ab, sodass beim praktischen Einsatz eine differenzierte Bewertung und Rationsgestaltung anzuraten ist.

Tab. 1: Gehalt von Rohprotein und Lignin (% TM) ausgesuchter Laubarten. Erntetermin August bis September 2023. (Sarfo, o.J.)

Baumart	Rohprotein	NDF*	ADF*	Lignin
Balsampappel	136	374	391	105
Esche	103	311	239	65
Espe	137	404	324	143
Feldahorn	112	369	230	99
Rotbuche	147	611	463	202
Schwarzerle	197	477	307	143
Schwarzpappel	174	397	301	118
Sommerlinde	169	515	259	94
Spitzahorn	120	573	306	106
Weide	199	441	333	177

*NDF: Neutrale Detergenzienfaser, ADF: Saure Detergenzienfaser

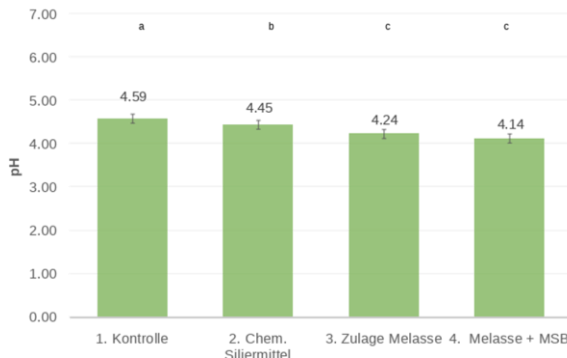


Abb. 1: pH-Wert-Absenkung von Buchenlaub nach 90 Tagen in Abhängig von der Behandlung. MSB= Milchsäurebakterien. Mittelwerte mit unterschiedlichen Buchstaben unterscheiden sich signifikant voneinander ($p < 0,05$) (Sarfo, o.J.)

Die pH-Wert-Absenkung nach 90 Tagen zeigte, dass die Laubsilierung möglich ist. Buchenlaub eignete sich unabhängig von der Behandlung (Abb. 1). Weidenlaubsilage hatte den höchsten Proteingehalt und zeigte in einer Behandlung die größte pH-Wert-Absenkung. Balsampappellaub hatte das höchste Verhältnis von Zucker zu Pufferung und den niedrigsten Ballaststoffgehalt. Bei Schwarzpappellaub konnte die pH-Ab-

senkung durch Melasse erreicht werden. Der Klimaschutz durch Kohlenstoffsequestrierung in Boden und Holziger Biomasse wurde ergänzt durch eine deutliche Reduktion der Methan-Emissionen der Tiere um durchschnittlich 15 % durch die Zufütterung von Laub von Schwarz-, Zitterpappel oder Weide (Laubanteil: 39 % der Gesamtration in Trockenmasse) im Vergleich zu einer reinen Heufütterung. Zudem konnte bei Schafen eine Verschiebung der Stickstoffausscheidungen aus dem Harn in den Kot durch eine Fütterung von Zitterpappellaub festgestellt werden. Das könnte eine Reduktion von Ammoniakemissionen bedingen, was aber nicht geprüft wurde. Trotz der vielversprechenden Erkenntnisse gibt es bisher keine standardisierten Verfahren und Spezialtechnik für entsprechende Ernte und Konservierung. Ebenso fehlen Empfehlungen für erfolgreiche Beweidungsstrategie. Die Etablierung der FuLaWi-Praxisflächen zeigte jedoch unter Berücksichtigung vergleichbarer AFS, dass eine maschinelle Etablierung Kosten zwischen 7000 und 9000 € ha⁻¹ Gehölzfläche verursachen kann. Das ermöglicht eine Agroforstgesamtläche von etwa 10 ha. Pro Hektar Gehölzfläche wurde für Weidenlaub ein Blattertrag von 1 t TM ha⁻¹ a⁻¹ und für Pappellaub 2 bis 5,5 t TM ha⁻¹ a⁻¹ bestimmt.

Schlussfolgerungen

Die positiven Umwelteffekte von Agroforstsystemen können durch die Gehölznutzung als Futterquelle erweitert werden. Schafe und Ziegen nahmen das Futter sehr gut an und zeigten bei uneingeschränktem Zugang eine ausgeprägte Interaktion mit den Gehölzen (Beschäftigung, Beweidung, Einfluss auf den Aufenthaltsort). Einige Laubarten eigneten sich für die Silierung. Die Inhaltsstoffe von Frischlaub sowie konserviertem Laub waren vielversprechend und teilweise vergleichbar mit Leguminosen-Gras-Gemengen, wobei oft höhere Mikronährstoffgehalte vorlagen. Gleichzeitig konnte die Rohproteinverdaulichkeit sowie der Selenstatus im Blutplasma erhöht werden. Neben der Klimawandelanpassung der Wiederkäuerernährung konnte ein Beitrag zum Klimaschutz geleistet werden. Jedoch gibt es bisher keine Standards für die Gestaltung und Bewirtschaftung entsprechender Agroforstsysteme. Erst dadurch kann das Skalierungspotential dieser Landnutzungssysteme geprüft und gezielt unterstützt werden. Aktuell wird dieses durch die hohen Kosten eingeschränkt. Dieser Ansatz kann als Nachhaltigkeitsstrategie und Klimawandelanpassung der Wiederkäuerhaltung ein Element kreislaufbasierter Landnutzung und einer Weiterentwicklung des Ökolandbaus sein.

Literatur

- Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE, 2021). Ökologische Ziegenhaltung. <https://www.praxis-agrar.de/tier/schafe-und-ziegen/oekologische-ziegenhaltung>
- Huang Y., Wen J., Kong Y., Zhao C., Liu S., Liu Y., Li L., Yang J., Zhu X., Zhao B., Cao B., Wang J. (2021): Oxidative status in dairy goats: periparturient variation and changes in subclinical hyperketonemia and hypocalcemia. *BMC Vet. Res.*, 17:238.
- Kuckartz, U. (2018). Qualitative Inhaltsanalyse: Methoden, Praxis, Computerunterstützung (4. Auflage). Beltz, Juventa
- Rahmann G. (2007): Ökologische Schaf- und Ziegenhaltung - 100 Fragen und Antworten für die Praxis. https://literatur.thuenen.de/digbib_extern/zi043732.pdf
- Rahmann, G. (2004). Gehölzfutter-eine neue Quelle für die ökologische Tierernährung. In *Naturschutz als Aufgabe des Ökologischen Landbaus* (pp. 29-42). Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL).
- Rosati, A., Borek, R., & Canali, S. (2021). Agroforestry and organic agriculture. *Agroforestry Systems*, 95, 805-821. <https://doi.org/10.1007/s10457-020-00559-6>
- Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten (VDLUFA) (Hrsg.), 2012: Handbuch der Landwirtschaftlichen Versuchs- und Untersuchungsmethodik, Bd. III. Die chemische Untersuchung von Futtermitteln, VDLUFA-Verlag, Darmstadt.