Abbildung 1:
Hier wird das Fressverhalten der Weidetiere durch die am Projekt teilnehmenden Landwirte begutachtet (Foto: Franziska Hanko).

Franziska Hanko

On-Farm Research-Projekt: KuhproKlima

Innovative Strategien für eine ressourcenschonende und resiliente Grünlandbewirtschaftung

https://doi.org/10.63653/spqq8408

Im Projekt KuhProKlima erprobten sieben teilnehmende Betriebe verschiedene Herangehensweisen hin zu einer standortgerechten, klimafreundlichen und resilienten Grünlandbewirtschaftung, die individuell und standortangepasst umgesetzt wurden. Der Fokus lag auf einer bestimmten Form der Beweidung, dem holistic planned grazing (ganzheitlich geplante Beweidung) nach Allan Savory. Dabei sollten auch die lokalen Ökosystemprozesse sowie Arbeitsvolumen und Wirtschaftlichkeit optimiert werden. Außerdem wurden wissenschaftliche Untersuchungen auf standardisierten Testflächen durchgeführt. On-Farm Research-Projekte wie dieses leisten einen großen Beitrag für die Potenziale der Landwirtschaft in der Zukunft. Praxis und Forschung begegnen sich hier auf Augenhöhe und erarbeiten gemeinsam Lösungen. Alle Erfahrungen und Ergebnisse der sieben teilnehmenden Betriebe sind in einem umfassenden Best Practice-Leitfaden eingeflossen und unter www.kuhproklima.de abrufbar.

Ziel des Projekts

Die Landwirtschaft, allem voran die Landbewirtschaftenden selbst, steht heute in einem großen Spannungsfeld zwischen Biodiversitätskrise, Klimawandel, erodierenden Böden, hohen Energiekosten und politischen Vorgaben. Gleichzeitig ist die Landwirtschaft selbst eine große Stellschraube, diese Herausforderungen zu bewältigen. Das Hauptziel der Landwirtschaft ist es, die Menschen mit gesunden Lebensmitteln zu versorgen. Dies funktioniert langfristig jedoch nur nach den Prinzipien der Natur und unter Berücksichtigung der Ökosystemprozesse (Environment 2019; WHO 2024).

Ein Wandel der Landwirtschaft kann mit den richtigen Ansätzen und Methoden ganze Ökosysteme in kürzester Zeit regenerieren. Dies motivierte sieben neugierige Milchvieh-

Landwirte und ein kleines Team von Wissenschaftlern, eigenen Fragen auf den Grund zu gehen. Unser Ziel war es Wege zu finden, jeden Betrieb resilienter gegenüber Umwelteinflüssen zu gestalten und wichtige Ökosystemfunktionen anzukurbeln.

Boden und Wasserkreisläufe durch Beweidung fördern

Im Fokus unseres Projektes standen beweidete Grünländer, da der Umgang mit dem Grünland einen großen Einfluss auf die Krisen der Gegenwart hat:

- Die ungestörten Graslandschaften der Erde beherbergen die größten terrestrischen Kohlenstoffspeicher noch vor den Wäldern (Heinrich Böll Stiftung 2023; Phukubye et al. 2022).
- Die dauerhaft stark durchwurzelten Böden und die höheren Humusgehalte im Vergleich zum Acker halten das Wasser, lassen es infiltrieren und verringern den Oberflächenabfluss (Conant et al. 2001; Guo & Gifford 2002).
- Auch die Filterfunktion ist deutlich stärker als auf dem Acker, wodurch Nährstoffe und Schadstoffe weniger ausgewaschen und besser gepuffert werden können.
- Aus diesen Gründen ist das Grünland auch wesentlich für den Hochwasserschutz.

Seit über 60 Millionen Jahren entwickeln sich die Graslandschaften dieser Erde nun schon in Abhängigkeit von umherziehenden Weidetieren (Idel 2012). Die sich dort aufbauende Wurzelmasse ist für die enorm großen Kohlenstoffspeicher verantwortlich. Sowohl Ausscheidungen der Pflanzenwurzeln (Exsudate) als auch abgestorbene Biomasse sorgen für den Aufbau von Humus. Über die Exsudate der Wurzeln werden Bodenmikroorganismen ernährt. Bei jeder Beweidung oder Mahd wird ein zusätzlicher Schwall an Exsudaten im Wurzelbereich ausgelöst (Hilbert et al. 1981). Pflanzen mit einem intakten, verzweigten Wurzelsystem werden davon nicht gestresst und ihre Energiereserven bleiben trotz Nutzung erhalten. Die Exsudate bestehen unter anderem aus Glucosemolekülen und Aminosäuren, die von den Bakterien und Pilzen aufgenommen werden. Diese wiederum lösen mit Enzymen nicht verfügbare Nährstoffe aus dem mineralischen Boden und bauen sie in ihre Biomasse ein. Prädatoren wie Protozoen, Nematoden und Mikro-Gliederfüßer, die Pilze und Bakterien fressen, nehmen dann die organischen Nährstoffe in sich auf und scheiden sie im Wurzelraum wieder aus. So gelangen die pflanzenverfügbaren Nährstoffe in einem ausgeglichenen Verhältnis (N, P, Mg, Ca, Na, K, Fe, Zn, B) direkt an die Wurzeloberfläche. Wenn diese Vorgänge des Nahrungsnetzes stetig ablaufen, werden die Pflanzen dauerhaft gut versorgt und können durch die Photosynthese Blattmasse aufbauen (Hamilton III & Frank 2001).

Auch der Kuhfladen zeigt seine Wirkung. Das Kohlenstoff-Stickstoff-Verhältnis (C/N) ist bei ihm (wie auch beim Festmist und Kompost) deutlich kohlenstofflastiger als bei der Gülle und zudem gut durchlüftet (aerob). Hierbei entsteht keine Fäulnis, die Düngung ist geruchsarm und die Stickstoffverbindungen können vom Mikrobiom gut aufgenommen werden. Auch der Boden bleibt durchlüftet, das Bodenleben wird gefördert, die Nährstoffzufuhr erfolgt konstant und nachhaltig ohne große Auswaschraten (Hepperly et al. 2009; Vanden Nest et al. 2014). Bei einem weiten C/N- Verhältnis kommt es langfristig zum Humusaufbau (Berner 2013). Besonders wichtig sind die Pilze, welche durch Gülle verdrängt und Kuhfladen gefördert werden (Erhard 2021). 80 % der Pflanzen gehen mit ihnen Symbiosen (Mykorrhizierung) ein (Smith & Read 2010). Über weite Strecken können Pflanzen vor Fraßfeinden gewarnt werden und Abwehrstoffe produzieren (Babikova et al. 2013). Mykorrhizierte Pflanzen haben eine deutlich höhere Reichweite, wenn es um die Nährstoff- und Wasseraufnahme geht. Der Wurzelraum kann dabei verzehnfacht werden (Niggli 2010), was vor allem in Trockenzeiten überlebenswichtig sein kann.

KuhproKlima auf einen Blick

+ Erprobung verschiedener Strategien einer standortgerechten, klimaresilienten und ressourcenschonenden Grünlandbewirtschaftung
+ Dreijährige Förderung über die Europäische Innovationspartnerschaft (Land- und Fortwirtschaft) EIP Agri
+ On-Farm Research-Projekt = Forschung auf laufenden Betrieben.
+ Sieben Milchvieh-Weidebetriebe im Oberallgäu
+ Projektleitung: Christine Bajohr
+ Wissenschaftliche Projektleitung: Franziska Hanko
+ Projektpartner: Hans-Lindner-Stiftung, Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege, Technische Universität München
+ Wissenschaftlicher Mitarbeiter und federführend bei den Bodenuntersuchungen: Francisco Telles Varela

Abbildung 2: Übersicht der Projektschwerpunkte

Wissenschaftliche Forschung auf landwirtschaftlichen Betrieben umsetzen

Fragestellungen und Besonderheiten des Projekts

Unsere Hauptfragestellung konzentrierte sich auf den Einfluss der Kuh: Inwiefern können Weidetiere die Vegetation und die Dynamiken im Boden beeinflussen und das Ökosystem Grünland stärken? Kommt es zu Veränderungen im Vergleich von Beweidung und Schnittnutzung sowie Gülle und Kompostextrakt? Untersucht wurden

- die Vegetationszusammensetzung hinsichtlich Übernutzungszeigern,
- das Bodenleben (Verwurzelung von Indikatorarten),
- der Kohlenstoffgehalt sowie
- die Bodenphysik.

Entsprechend dieser Fragestellungen stellten wir folgende Hypothesen auf:

1. Mittels ganzheitlicher Beweidung werden Übernutzungszeiger reduziert und der Boden vor Austrocknung geschützt.
2. Die Pilzbiomasse im Boden erhöht sich, was zu einem höheren F:B-Verhältnis (Pilz-/Bakterien Verhältnis) führt. Dieser Anstieg kann möglicherweise zu widerstandsfähigeren boden-biologischen Gemeinschaften und stabilen Kohlenstoffbindungen führen.
3. Die Protozoenpopulation erhöht sich, was zu einer Verringerung der Bakterienpopulation durch Prädation führt. Diese Veränderung kann den Nährstoffkreislauf und die Pflanzenernährung verbessern.

Der Fokus lag dabei darauf, Agrarökosysteme durch an die Standorte angepasste Maßnahmen zu regenerieren. Vorrangig sollten die Wasserhaltefähigkeit, die Bodenfruchtbarkeit sowie die Biodiversität verbessert werden. Einerseits wollten wir wissenschaftlich vergleichbare Ergebnisse liefern, andererseits war uns besonders wichtig, auf die Fragen der Landwirte einzugehen und betriebsspezifisch zu handeln. Uns war bewusst, dass die wissenschaftliche Forschung auf laufenden Betrieben herausfordernd und

Was ist regenerative Landwirtschaft?

Die „regenerative/aufbauende Landwirtschaft" geht auf die Ideen von Robert Rodale (1930–1990) zurück. Ein funktionierendes Bodenökosystem, Tierwohl und Fairness (auch in ökonomischer Hinsicht) gegenüber den Landwirten stehen hier, genau wie auch beim Ökolandbau (IFOAM-Prinzipien 2024), im Vordergrund. Die regenerative Landwirtschaft setzt sich unter anderem zum Ziel, mit naturbasierten Methoden die Klimaveränderung zu entschleunigen. Eine wichtige Säule ist dabei die Regeneration des Bodenaufbaus beziehungsweise der Bodenmikrobiologie. Sämtliche Maßnahmen sollen dabei auf die Verbesserung der Ökosystemprozesse mit mehr Humus, Biodiversität, Bodenfruchtbarkeit und Selbstregulation ausgerichtet werden. Pestizide und Mineraldünger werden nach dem ursprünglichen Ansatz der regenerativen Landwirtschaft abgelehnt, da sie für den Bodenaufbau und die dazugehörenden Ökosystemdynamiken kontraproduktiv sind und der Einsatz fossiler Energie reduziert werden soll. Vielfältige Fruchtfolgen, dauerhafte Bodenbedeckung, pflugloser Anbau, mehrjährige Kulturen, Agroforstsysteme, integrierte ganzheitliche Tierhaltung und Waldweide sind einige Beispiele regenerativer Praktiken. Dennoch wird der Begriff „regenerativ" auch bei Konzernen, die entweder Pestizide und Mineraldünger produzieren oder diese in großen Mengen verwenden, immer populärer. Da der Begriff „regenerativ" im Gegensatz zu „Bio" (international „organic") kein geschützter Begriff ist, können Unternehmen und Entscheidungsträger diesen für sich nutzen.

Ganzheitliche Weideplanung (holistic planned grazing)

Durch ganzheitlich geplante Beweidung können die gesetzten Ziele im Rahmen des durch Alan Savory bekannten „Holistic Management" erreicht werden. Dabei geht es insbesondere um die Herdenbewegung, die im Gegensatz zur Standweide die ursprünglich umherziehenden, großen Pflanzenfresser, eng getrieben durch Räuber, nachahmt. Einzelflächen werden nicht übernutzt, ausreichend Blattmasse zur Photosynthese bleibt dauerhaft erhalten und die Pflanzen können nach kurzer Regeneration weiterwachsen. Dadurch, dass die Energie hierbei nicht aus den Wurzeln benötigt wird, können diese weiterhin in die Tiefe wachsen und für eine vermehrte Kohlenstoffeinlagerung sorgen. Unterschieden wird die „ganzheitlich geplante Beweidung" zum immer bekannter werdenden „mob grazing" durch die Standortindividualität, denn nicht auf allen Flächen soll gleich schnell umgetrieben werden: Eine zeitweise parzielle Übernutzung kann der Biodiversität dienen und ein Zertrampeln mit hoher Besatzdichte kann Weideunkräuter verdrängen. Die Zeit der Beweidung sowie Parzellengröße ist abhängig von der Herde, dem Fressverhalten, der Futtermenge im Stall, dem Pflanzenbestand und dem gewünschten Zielzustand für die Fläche.

gleichzeitig unabdingbar für den Erkenntnisgewinn sein wird.

Die Besonderheit des Projekts war die intensive Zusammenarbeit zwischen Landwirten und Wissenschaftlern auf Augenhöhe. Durch Partizipation der Landwirte erhöhten sich Motivation und gegenseitige Inspiration. Ein bedeutender Vorteil war auch, dass Berufskollegen zunehmend Interesse zeigten und Wissenschaft und Praxis näher zusammenrückten.

Beweidung planen und Biodiversität fördern

Nach zahlreichen Betriebsbegehungen und Workshops über regenerative Landwirtschaft, Beweidung, Ökosystemprozesse und die Formulierung eigener Ziele haben wir die Betriebsflächen gemeinsam neu betrachtet und eingeschätzt. Ab diesem Zeitpunkt wurden Veränderungen genauestens beobachtet und dokumentiert. Die Einzelflächengröße wurde an die Anzahl der Tiere beziehungsweise an deren Fraßverhalten angepasst, die Triebwege wurden bestimmt und die Wasserversorgung daran angepasst. Zu Beginn der Saison haben wir Pläne erstellt, wann die Herde, auf welcher Fläche, wie lange verweilt. Nur so ist es möglich einen Überblick der richtigen Einteilung zu bekommen. Berücksichtigt wurden dabei unter anderem Wüchsigkeit und Ertrag der Fläche, potenziell lange Schatten beziehungsweise Schneeflächen im Frühjahr und die Ziele, die mit der Herde im Pflanzenbestand erreicht werden sollen.

Als Teil einer ganzheitlichen Betriebsplanung haben wir auch für jeden Betrieb gemeinsam Biodiversitätskonzepte entwickelt. Dazu gehörten Gehölzreihen und -inseln sowie Hecken, Kleinstgewässer, Altgrasstreifen und wilde Ecken, die nach den Bedürfnissen der Landwirte sowie der jeweiligen Standorte angelegt wurden. Die Vorstellungen und Bedürfnisse waren sehr unterschiedlich und variieren von Futterhecken und der Erweiterung der Wertschöpfung durch Früchte und Holz, über Schatten und Abkühlung für die Tiere im Sommer, zu Wind- und Erosionsschutz. Dafür war es wichtig herauszufinden, was bereits vorhanden ist und welche Gehölzarten für welchen Zweck geeignet sind, wo es schattige Liegeplätze gibt und ob die Pflanzungen auch noch in 10, 20 oder 50 Jahren an diesem Ort geeignet sind.

Die Begeisterung und Bereitschaft zum Handeln entwickelte sich über die Wissensvermittlung, Workshops sowie die zunehmende Dringlichkeit

Abbildung 3:
Wissenschaft auf laufenden Betrieben: Entnahme von Bodenproben mit Unterstützung der Landwirte (Foto: Francisco Telles Varela).

im Zuge klimatischer Veränderungen und dem Biodiversitätsschwund. 70 % der geplanten Konzepte wurden zum Projektende umgesetzt, weitere Maßnahmen folgten im kommenden Jahr. Die Landwirte pflanzten die Gehölze selbst. Teilweise holten sie sich Unterstützung von den lokalen Landwirtschaftsschülern (fungierte gleichzeitig als Bildungsmaßnahme), Kollegen oder Firmen. Besonders herausfordernd war es, autochthones Pflanzgut zu beschaffen und Termine beim Amt für Landwirtschaft zu bekommen, welches die Pflanzungen kontrollieren sollte.

Neben den wissenschaftlichen Erhebungen war für uns auch der Erkenntnisgewinn durch Beobachtungen und praktische Erfahrungen besonders wertvoll. Am Ende des Projekts erstellten wir daher einen detaillierten und praxisorientierten Leitfaden mit sieben Fallbeispielen, Anleitungen und Umsetzungsbeispielen für Landwirte (www.kuhproklima.de). Der Leitfaden regt an, sich mit den eigenen Flächen und Ressourcen tiefgreifender auseinanderzusetzen und durch die vielen Erfahrungsberichte ins Handeln zu kommen.

Untersuchungsdesign

Auf den sieben Betrieben haben wir jeweils vier standardisierte Testflächen. Auf diesen Testflächen wurde sowohl die Vegetation als auch die Bodenphysik und Bodenbiologie beobachtet.

Wir wählten ein nicht randomisiertes, vollfaktorielles Studiendesign und untersuchten zwei Faktoren:

- Das Management (Beweidung versus Schnittnutzung)
- Die betriebsübliche Düngung (Gülle) versus Inokulation von Kompostextrakten (Kex)

Gemeinsam mit den Landwirten wurden geeignete Flächen auf den Höfen ausgewählt und in vier Parzellen aufgeteilt, die entsprechend den Vorgaben bewirtschaftet werden. Die Anzahl der Beweidungen und Schnitte sollten gleich sein. Der Kompostextrakt wurde mit 170 Litern/Hektar ausgebracht, mit der Absicht, das Bodenleben zu stimulieren und nicht die Pflanzen direkt zu düngen. Der Kompostextrakt wurde im Vorfeld standortspezifisch, mit vorhandenen Ressourcen so produziert, dass die lokal vorkommenden Mikroorganismen und Pilze unterstützt werden (Telles Varela 2023)

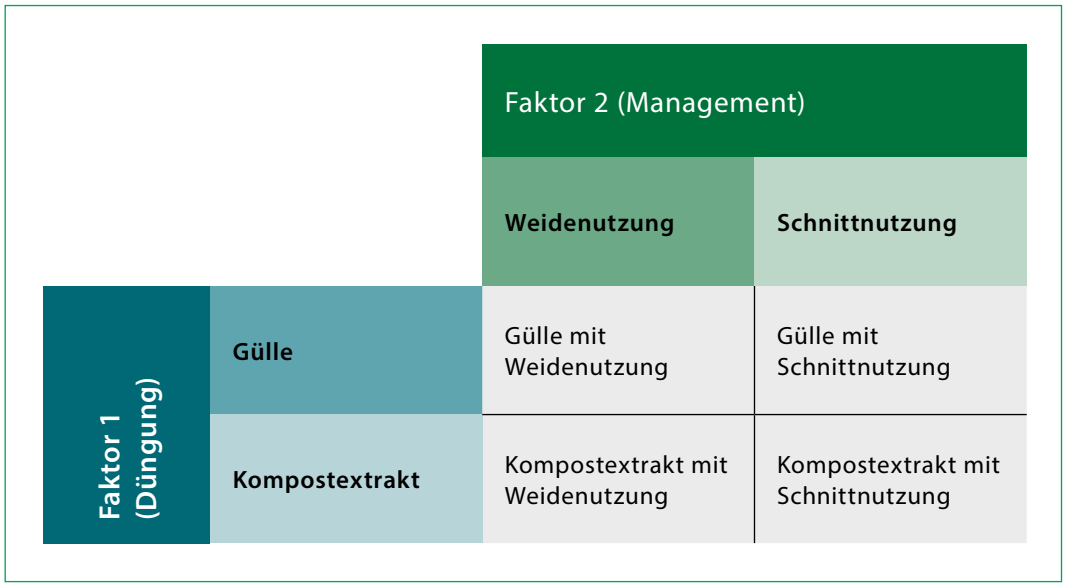

Abbildung 4:
Schema des vollfaktoriellen Designs mit zwei Faktoren

Vegetationsaufnahmen

Wir untersuchten, wie die pflanzliche Artenzahl, die Dominanzverhältnisse und die Übernutzungszeiger in der Vegetation auf die Behandlungen reagierten. Dazu kartierten wir die Vegetation in den Jahren 2020–2022, jeweils einmal im Frühsommer und Spätsommer, um sämtliche Arten zu berücksichtigen. Dabei haben wir die Deckung nach Braun-Blanquet auf GPS-markierten 25 m^2 erfasst. Als Übernutzungszeiger definierten wir folgende Arten: Behaarter Kälberkopf, Löwenzahn, Breitblättriger Ampfer, Flatter-Binse, Scharfer Hahnenfuß, Wiesen-Bärenklau, Kleiner Ampfer, Wiesen-Kerbel, Kriechender Hahnenfuß und Wiesen-Sauerampfer. Die genannten Arten sind aus wirtschaftlicher Sicht nicht unbedingt schlecht, es sei denn, sie treten in Massen auf. Bei größeren Deckungen zeigen sie lediglich auf, dass ein Ungleichgewicht (Verdichtung, Versauerung, Staunässe) im Boden vorherrscht.

Ergebnisse und Materialien aus dem Projekt

Die aufgelisteten Produkte finden Sie kostenlos auf der Projekthomepage (URL 1):

+ Leitfaden „Ökosystem Grünlandbetrieb“: Praxisorientierter Leitfaden mit sieben Fallbeispielen, Anleitungen und Umsetzungsbeispielen für Landwirte
+ Handbuch „Landplanung“: Praxisbeispiele, Tipps und Umsetzungsmöglichkeiten
+ Handbuch „Kompost und Kompostextrakt“: Herstellung und Anwendung im Grünland

Bodenleben

Neben der Vegetation haben wir auch das Bodenleben untersucht, wobei vorrangig die Mikrobiologie betrachtet wurde. Hierfür haben wir auf den sieben Betrieben jährlich einmal im Frühjahr und einmal im Herbst eine Stichprobe auf den beweideten Testflächen genommen und die vorhandenen Gruppen (Bakterien, Pilze, Protozoen, Nematoden) quantifiziert und ausgewertet. Im Labor wurde dafür eine lichtmikroskopische Methode mit differenziellem Interferenzkontrast eingesetzt. Außerdem haben wir den Besiedelungsgrad durch Mykorrhizapilze untersucht. Dafür haben wir uns auf zwei Beispielpflanzen konzentriert (Rotklee [Trifolium pratense] und Wiesen-Rispengras [Poa pratensis]), davon Wurzelproben genommen und von der Firma INOQ mithilfe der Trouvelot-Methode analysieren lassen.

Kohlenstoffgehalt

Zudem haben wir zu Beginn und am Ende des Projekts den Kohlenstoffgehalt des Bodens (SOM = soil organic matter und SOC = soil organic carbon) untersucht: Aus zwei Tiefen (0–10 cm, 10–30 cm) wurden Proben entnommen, die von unserem Projektpartner, der Technischen Universität (TU) München, analysiert wurden. Je Testfläche haben wir drei Punkte beprobt und aus jeder Bodentiefe wiederum drei Proben genommen haben. Obwohl wir davon ausgingen, in diesem kurzen Zeitraum von drei Jahren keine signifikanten

Abbildung 5:
Francisco Telles Varela macht den VESS-Test unter strenger Beobachtung (Foto: Franziska Hanko).

Veränderungen feststellen zu können, wollten wir Tendenzen beobachten und Grundlagendaten erheben.

Abiotische Bodenparameter

Außerdem haben wir den Einfluss unserer Behandlungen auf weitere abiotische Bodenparameter untersucht: Neben der Aggregatstabilität wurden auch noch pH-Wert, Leitfähigkeit, Dichte und Stickstoff ermittelt. Zweimal jährlich haben wir den sogenannten VESS-Test (visual evaluation of soil structure), bei dem 15 Parameter untersucht werden, durchgeführt. Je Testfläche haben wir dazu vier Punkte beprobt.

Der Einsatz der Soilmentor-App hat sich als sehr hilfreich erwiesen, da die ermittelten Messdaten auf den Testflächen inklusive Foto und GPS-Verortung eingegeben werden konnten.

Weidemanagement

Ein tägliches Monitoring durch Betriebsleiter, Begehungen, Interviews, Fragebögen und Erfassung der Veränderungen bildete die Basis für die eigene Entscheidungsfindung. Auch die Dokumentation mithilfe einer Weide-App (Maia Grazing) unterstützte die Erfassung von Quantität und Qualität der Weidebestände.

Erkenntnisse und Ergebnisse

Obwohl die kurze Beobachtungszeit von drei Jahren, bedingt durch die vorgegebene Förderperiode, keine allgemeingültigen Ergebnisse liefern kann, lassen sich Tendenzen zu Vegetation, Ertrag, Entwicklung von Mensch und Tier und Mikroorganismen beziehungsweise Bodenleben abbilden. Vor allem die diversen Witterungsverhältnisse über die drei Jahre beeinflussten das Pflanzenwachstum. Genau deshalb ist es wichtig, auf laufenden Betrieben Untersuchungen wie diese zu unternehmen, um das Management unter realistischen Bedingungen zu erproben.

Effekte auf die Vegetation

- Auf den 25m^2 Vegetationsaufnahmeflächen konnten jeweils 17–30 Arten je Testplot gefunden werden. Bei der Kartierung der gesamten Testfläche konnten jeweils bis zu 52 Arten gefunden werden. Die Artenzahlen veränderten sich innerhalb der Projektlaufzeit nicht.

- Die Kuh hat durch eine standortangepasste Beweidung bei gleichzeitigem Weglassen der Gülle einen positiven Einfluss auf den Pflanzenbestand. Es gibt Tendenzen, dass die Biodiversität (Shannon-Wiener-Index) auf den Kompostextrakt-Weideflächen leicht, aber nicht signifikant ansteigt, bei gleichzeitiger Abnahme der Übernutzungszeiger.

- Übernutzungszeiger (Breitblättriger Ampfer, Scharfer Hahnenfuß, Kriechender Hahnenfuß) konnten reduziert werden. Beobachtungen zeigten, dass umgeknicktes, nicht gefressenes Blattmaterial den Boden vor Verdichtung schützt. Das erwartete verstärkte Ampfer-Aufkommen durch Beweidung nach oder bei Niederschlagsereignissen blieb aus.

- Die Gräserdeckung kann durch die ganzheitliche Beweidung schnell zunehmen und durch Anpassung der Beweidungszeiten auch wieder reduziert werden.

  – Besonders zurückbleibende, überständige Horstgräser wie Knaulgras, Wiesenschwingel, Lieschgras und Wiesen-Fuchsschwanz dominierten im Laufe der Zeit auf einigen Flächen.

  – Durch angepasstes Management und die Kombination aus Beweidung und Mahd konnte dem entgegengewirkt werden.

Effekte auf den Ertrag und die Betriebswirtschaftlichkeit

- Die Effekte auf die Betriebswirtschaftlichkeit wurden qualitativ ermittelt.

- Das Zurücklassen von Weideresten (beziehungsweise Biomasse) auf den Weideflächen, führte nach Aussagen der Betriebsleiter auf allen Betrieben zu Ertragssteigerungen.

  – Dies war unabhängig von Gülle oder KEX auf den Weideflächen zu beobachten.

  – Obwohl KEX keine Düngung, sondern nur eine Stimulation des Bodenlebens ist, gab es gegenüber der Gülleflächen keine Ertragseinbußen.

  – Während die Milchleistung relativ konstant blieb, gab es jedoch mehr Heu für den Winter, wodurch dieses sogar teilweise verkauft werden konnte.

  – Einige der Landwirte sahen diesen Biomassezuwachs auf den wüchsigen Weideflächen als Möglichkeit, an anderer Stelle magere Bedingungen und damit mehr Artenvielfalt zu erhalten oder zu fördern.

- Die erhöhte Biomasseleistung durch das Zurückbleiben der „Weidereste“ führte auf den „Gülle-Testflächen“ zu verstärktem Gräserwachstum und einer reduzierten Artenvielfalt im Pflanzenbestand.

- Obwohl der Aufwand des mobilen Zäunens mehr Zeit in Anspruch nimmt, erkannten die teilnehmenden Landwirte den Mehrwert für den Pflanzenbestand und somit die Ernährung ihrer Tiere.

- Alle Betriebe entwickelten während der Projektlaufzeit weitere Ideen, autark oder resilienter zu werden, und förderten ihre Direktvermarktung und/oder erweiterten ihr Betriebsangebot.

Effekte auf das Bodenleben

Wir fanden über alle sieben Betriebe hinweg, unabhängig von der Bewirtschaftungsmaßnahme an den Probepunkten, eine signifikante, negative Korrelation zwischen Protozoenpopulationen und bakterieller Biomasse. Eine hohe Protozoenpopulationen ist demnach mit einer geringeren Bakterienpopulation verbunden. Die Förderung von Protozoen kann durch Regulation der Bakterienpopulationen die Nährstoffkreisläufe im Boden und damit die Pflanzenversorgung verbessern (Chen et al. 2007; Mao et al. 2006; Stout 1980).

Bei der Auswertung haben wir uns auf die Daten von 2022 fokussiert. Die Proben wurden jeweils einmal im Frühjahr und einmal im Herbst genommen, wobei für die weitere Statistik der Mittelwert verwendet wurde. Berücksichtigt wurden nur die Weideflächen (Kompostextrakt-Weide und Gülle-Weide) mit jeweils einem Datenpunkt. Die individuellen betrieblichen Voraussetzungen erzeugen ein Rauschen in den Daten, was die Auswirkungen der Behandlung überdeckt. Der gepaarte T-Test kann dieses Rauschen minimieren und die Ergebnisse auf die zu überprüfenden Parameter reduzieren.

Die Bakterielle Biomasse ist signifikant höher auf den Flächen mit Güllebehandlung (siehe Abbildung 6).

Die Anzahl bakterienfressender Protozoen ist auf den Flächen ohne Gülle beziehungsweise dort, wo ausschließlich Kompostextrakt ausgebracht wurde, tendenziell höher (siehe Abbildung 7).

Das Pilz-/Bakterien-Verhältnis verschiebt sich tendenziell hin zu mehr Pilzen auf den Kompostextraktflächen als auf den Gülleflächen

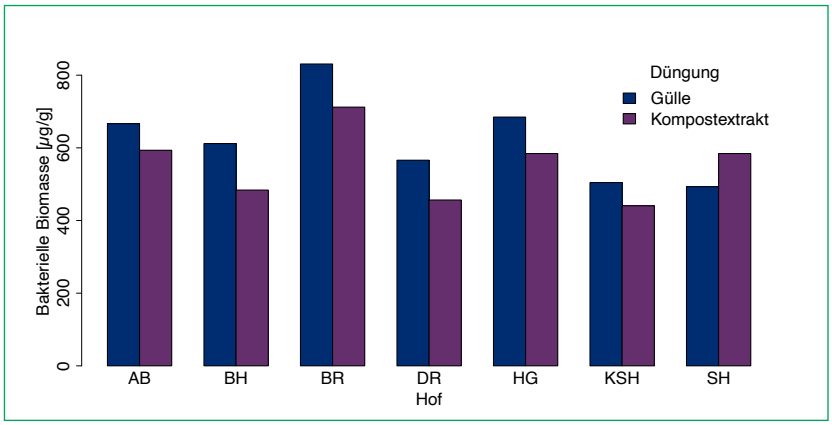

Abbildung 6:
Bakterielle Biomasse pro Gramm Bodenprobe im Vergleich von Kompostextrakt und Gülle auf den Weideflächen (Minimum: 440,5 [µg/g], Median: 584,3 [µg/g], Mittelwert: 586,6 [µg/g], Maximum: 830,8 [µg/g]), gepaarter T-Test: t = 2,5121, df = 6, p-Wert = 0,04577. Die mittlere Differenz zwischen den Behandlungen liegt bei 71,7 [µg/g].

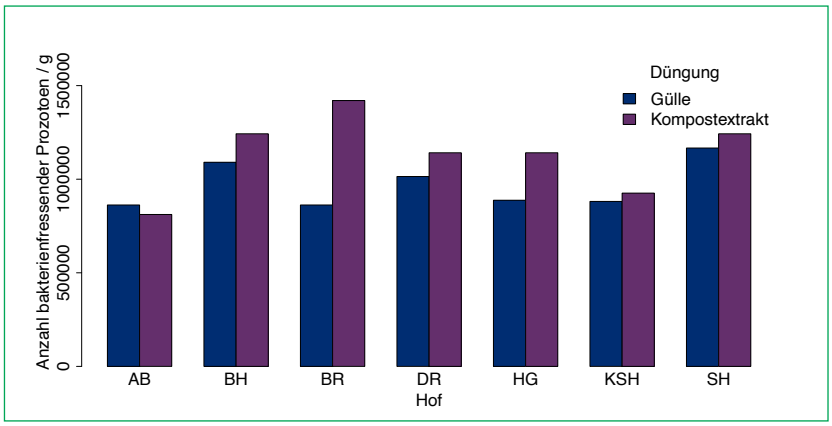

Abbildung 7:
Bakterienfressende Protozoen im Vergleich von Kompostextrakt und Gülle auf den Weideflächen (Minimum: 811.552*, Median: 1.052.482*, Mittelwert: 1.049.311*, Maximum: 1.420.216*). Gepaarter T-Test: t = -2,26, df = 6, p-Wert = 0,06763, mittlere Differenz zwischen den Behandlungen: -165.752* (*Bakterienfressende Protozoen pro Gramm Bodenprobe)

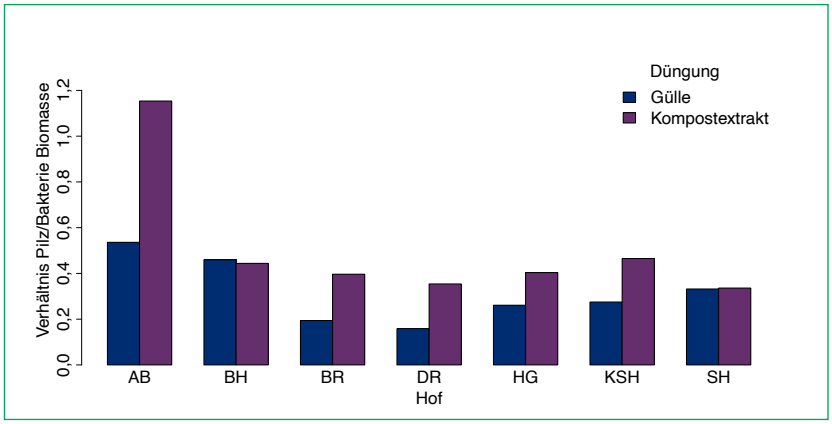

Abbildung 8:
Pilz-/Bakterien-Verhältnis im Vergleich von Kompostextrakt und Gülle auf den Weideflächen (Minimum: 0,1585, Median: 0,3752, Mittelwert: 0,4120, Maximum: 1,1535), gepaarter T-Test: t = -2,226, df = 6, p-Wert = 0,05205, mittlere Differenz zwischen den Behandlungen: -0,1909

Abbildung 9:
Pilzliche Biomasse [µg/g Bodenprobe] im Vergleich von Kompostextrakt und Gülle auf den Weideflächen (Minimum: 83,18 [µg/g], Median: 197,28 [µg/g], Mittelwert: 237,32 [µg/g], Maximum: 717,53 [µg/g]), gepaarter T-Test: t = -1,9055, df = 6, p-Wert = 0,1054, mittlere Differenz zwischen den Behandlungen: -92,3

Abbildung 10: Regelmäßige Treffen sorgten für Austausch und gegenseitige Unterstützung im Lernprozess. Gemeinsam werden die verschiedenen Flächen begangen, bewertet und das Flächenpotenzial erkannt (Foto: Franziska Hanko).

(Abbildung 8). Ein Grund dafür ist vermutlich die Regulation von Bakterien durch Protozoen. Eine höhere Pilzbiomasse sorgt für ein reiferes und stabileres Bodenökosystem, indem die Nährstoffverfügbarkeit durch effiziente Zersetzung und Nährstoffkreisläufe optimiert ist. Dies begünstigt das Wachstum und die Etablierung von Pflanzenarten, die besser an den Zugang zu Nährstoffen durch wechselseitige Verbindungen mit Pilzen angepasst sind (de Vries et al. 2006; El Omari & El Ghachtouli 2021; Frac et al. 2018; Wang et al. 2019).

Die pilzliche Biomasse ist auf den Kompostextraktflächen höher als auf den Gülleflächen, wobei auch dies sich lediglich als Trend abzeichnet (siehe Abbildung 9).

Wir waren überrascht, nach nur zwei Jahren Behandlung und bei der niedrigen Anzahl von sieben Wiederholungen bereits statistisch detektierbare Effekte auf das Bodenleben beobachten zu können. Es lohnt sich aus unserer Sicht, diese Versuche über einen längeren Zeitraum fortzusetzen beziehungsweise mit mehr Wiederholungen durchzuführen.

Ergebnisse der Mykorrhiza-Untersuchung

Die durchschnittliche Besiedlungsrate bei Rotklee lag bei 70 % und beim Lieschgras bei 80 %. Dieser hohe Besiedlungsgrad wird in landwirtschaftlichen Systemen nur selten beobachtet und deutet auf eine gut etablierte symbiotische Beziehung zwischen den Pilzen und Pflanzen hin (laut unserem Kooperationspartner INOQ). Die durchschnittliche Mykorrhizabesiedlungsrate von allen Betrieben war für beide Pflanzenarten in den KEX-Flächen nur minimal höher als in den Gülle-Flächen. Somit können keine Rückschlüsse auf eine mögliche positive Wechselwirkung zwischen der KEX-Anwendung und der Mykorrhiza-Besiedelung gezogen werden.

Aufgrund dieser Ergebnisse haben wir beschlossen, die vorhandene Mykorrhiza-Population nicht durch die Beigabe zusätzlicher Sporen

anderer Arten zu stören und ausschließlich den Kompostextrakt zu verwenden. Auch in künftigen Studien sollten die heimischen Mykorrhiza-Populationen berücksichtigt werden.

Effekte auf Mensch und Tier

- Alle teilnehmenden Betriebe haben innerhalb der Projektlaufzeit unabhängig voneinander zur Krisenprävention und -bewältigung (Klima-, Corona-, Energie-, Lieferkettenkrise, Inflation) neue betriebliche Perspektiven entwickelt und überwiegend mit der Umsetzung begonnen. Es hat sich gezeigt, dass Resilienz auf unterschiedlichen Ebenen stattfindet.

- Das ganzheitliche Weidemanagement kommt den Bedürfnissen der Kuh entgegen (zweimal pro Tag hohe, konzentrierte Futteraufnahme, dazwischen ausreichend lange Wiederkäuphasen für eine gute Futterverwertung). Bei entsprechend angepasstem Management konnten bis zu 6.000 kg Milch pro Jahr aus dem Grundfutter erzielt werden (Zweinutzungsrassen). Es gab jedoch wetterbedingt vor allem bei den auf Milchleistung selektierten Rassen gravierendere saisonale beziehungsweise wetterbedingte Schwankungen.

- Das Erlernen und Anwenden der Obsalim-Methode ermöglichte uns, den Zeitpunkt von Weidemanagement und Herdenmanagement noch besser aufeinander abzustimmen. Anhand signifikanter Symptome der Herde, lassen sich Rückschlüsse sowohl auf das Futterangebot als auch auf die Funktionstüchtigkeit des Pansens ziehen. Durch entsprechende Anpassungen beim Weide- und Herdenmanagement konnten die Symptome reduziert werden, bevor sich daraus akute Krankheitssymptome entwickeln.

Erkenntnisse durch die Anwendung des ganzheitlichen Weidemanagements

Für ein erfolgreiches, ganzheitliches Weidemanagement sind folgende Voraussetzungen notwendig: Ein grundsätzliches Verständnis für die Funktionsweisen der grundlegenden Ökosystemprozesse, die konsequente Betrachtung des gesamten Betriebs, eine standortangepasste Umsetzung, die durchdachte Nutzung vorhandener Ressourcen, eine gute Beobachtungsgabe, die Bereitschaft zur zeitnahen Anpassung/Korrektur und vor allem die Zielsetzung innerhalb eines vorher festgelegten, dauerhaft gültigen Referenzrahmens. Ein ganzheitliches Weidemanagement ist auch in unseren klimatischen Breiten und in kleinstrukturierten Landschaften möglich. Jedoch werden dafür ausreichend betriebsnahe Weideflächen benötigt. Es hat sich gezeigt, dass vier Stellschrauben relevant sind, um auf die pflanzliche Vielfalt sowie Produktivität Einfluss nehmen zu können: 1. Beweidungszeitraum, 2. Verweildauer, 3. Verbisstiefe und 4. Besatzdichte. Vor allem der richtige Zeitpunkt der Beweidung einer bestimmten Fläche ist entscheidend für die Wirkung auf den Pflanzenbestand. Dieser wird allerdings auch am stärksten von äußeren Faktoren beeinflusst und ist am schwierigsten vorauszuplanen. Der Faktor Zeit und der Einfluss der Herde, beide gesteuert durch den „Weidemanager", bestimmen letztendlich, was auf der Fläche gefördert oder verdrängt wird. Trotz der Wetterschwankungen gab es keine Ertragseinbußen, phasenweise sogar deutliche Mehrerträge. Es hat sich zudem gezeigt, dass ein Management mit weniger Parzellen schwieriger ist und die Gefahr der Überweidung deutlich größer ist, weil notwendige Regenerationsphasen nicht mehr ausreichend eingehalten werden können. Einige Betriebe konnten ihre Weidesaison insgesamt verlängern, haben auf diesen Weideflächen weniger gemäht und teilweise auch weniger Gülle ausbringen können.

Eines der wichtigsten Ergebnisse ist, dass ein ganzheitliches Management nicht standardisiert und nach den gängigen wissenschaftlichen Praktiken untersucht werden kann. Ein ganzheitliches Management reagiert spontan und standortgemäß. Deshalb ist es schwierig, dieses individuelle Management nach klassischen wissenschaftlichen Methoden zu untersuchen. Auch wir mussten, aufgrund der Gleichbehandlung der Testflächen, Abstriche bei der standortgemäßen Nutzung machen. Die Landwirte haben dadurch erkannt, dass das ständige Beobachten der Flächen und Tiere unerlässlich ist, um das Management optimal anzupassen. Die Besonderheit des ganzheitlichen Managements ist es, individuell zu reagieren und nicht eine bestimmte Methode ohne Anpassung umzusetzen.

Effekte auf die Landschaft

Nach Vorstellung potenzieller Möglichkeiten, die jeweiligen Betriebsflächen strukturell aufzuwerten (Erfassung bisheriger Strukturen, Luftbildanalysen, Workshops, Erstellung passender Gehölzpflanzlisten), entschieden die Betriebsleiter unter Abstimmung der unteren Naturschutzbehörden und den Landwirtschaftsämtern, welche Landschaftselemente für die Wirtschaftlichkeit, Tiergesundheit und

nachhaltige Ertragsstabilität, in Bezug auf Umwelteinflüsse, am geeignetsten sind. 80 % der geplanten Strukturen wurden während der Projektzeit und kurz danach umgesetzt. Weitere Informationen finden Sie im Handbuch Landplanung (HANKO 2023).

Praxistipps durch Beobachtung

- Problempflanze Adlerfarn
  Eine frühe Mahd oder das händische Ausreißen hatten kaum Erfolg. Vielmehr war es die frühe Beweidung und das intensive Zertrampeln, was Erfolg zeigte. Besonders das Knicken schwächt die Pflanzen, da sie sich so nicht erneuern können.

- Problempflanze Wasserkreuzkraut
  Auf den Feuchtflächen konnte das Wasserkreuzkraut zurückdrängt werden, indem das Jungvieh, eng getrieben, intensiv, in kurzen Zeitabschnitten, darauf herumtrampelte. Anstatt es auszureißen, wurde es nun durch Knicken so geschädigt, dass es verschwand.

- Problempflanze breitblättriger Ampfer
  Anstatt die Flächen mit großem Aufwand sauber zu pflegen, hat sich herausgestellt, dass dies gar nicht immer nötig ist. Der breitblättrige Ampfer verschwindet bei gezieltem Weidemanagement durch längere Ruhephasen und weniger Düngung (Kapitel 3.3, S. 58, Kapitel 6 Praxisbeispiele)

- Problempflanze Binse
  Auf den anmoorigen Flächen breiteten sich Binsen durch die reine Beweidung immer mehr aus. Die Kühe fressen um die Binsen herum, verdichten den sensiblen Boden, sodass Futtergräser und -kräuter verdrängt werden. Ein früher erster Schnitt (vor oder zur Löwenzahnblüte) schwächt die Binsen.

- Problem Vergrasung
  Um der Vergrasung auf wüchsigen Flächen entgegenzuwirken, können durch die direkte Nachweide mit dem Jungvieh ausladende Horstgräser reduziert werden.

- Durch das Beweidungsmanagement stellt sich eine natürliche Flächendiversität ein. Ertragreiche Flächen werden sehr früh im Jahr beweidet und magere sehr spät. Auf letzteren kommen dadurch viele Blüten zum Aussamen, sodass der artenreiche Bestand erhalten bleibt. Im Anschluss sind die schnellerwachsenden Flächen bereit für die zweite Beweidung.

- Je früher die Beweidung im Jahr beginnt, desto frischer sind die Bestände noch, die später beweidet werden.

- Die Tiergesundheit hat sich verbessert, was unter anderem in der Kuhfladen-Konsistenz deutlich wird – sie ist stabiler und faserreicher geworden. Vermutlich wird aufgrund der Beweidung von etwas älteren Pflanzenbeständen, mehr Lignin und Cellulose aufgenommen, was für die Verdauung förderlich ist.

- Durch kleinere Parzellen beim ganzheitlichen Weidemanagement kommt die Herde eher zur Ruhe und somit zum Wiederkäuen. Dies verbessert die Nährstoffaufnahme und sorgt für ein ausgeglichenes Sozialverhalten. Die Zeiten des Umtreibens sollten demnach an den Zyklus des Wiederkäuens angepasst werden.

- Für die effektive Nutzung eines ganzheitlichen Weidesystems (welches auf die Verbesserung der Ökosystemprozesse abzielt) ist eine weidetaugliche Kuh von Vorteil: Sie kommt mit wechselnden Wetterbedingungen und Futterqualitäten zurecht, leidet weniger unter Insekten und wirkt so als moderne „Dreinutzungskuh“ (Milch, Fleisch, Landschaftspflege). Somit änderte sich im Laufe der Zeit das Zuchtziel einiger Landwirte in diese Richtung.

Schlussfolgerung:

Es gibt kein Konzept, das für alle passt. Der wichtigste Schritt ist der nach draußen, auf die eigenen Flächen. Die eigenen Ressourcen, Besonderheiten, Schwierigkeiten und Stärken müssen erkannt und persönliche Ziele definiert werden. Soll wertvolles Futter produziert, die Tiergesundheit gefördert und der Nährstoffgehalt der Lebensmittel erhöht werden? Soll der Betrieb mit Leben gefüllt und die Biodiversität auf allen Ebenen gesteigert werden? Sollen die Flächen vor künftigen Trockenzeiten geschützt werden? Sollen die Wertschöpfung ausgeweitet, das Risiko gestreut und neue Betriebszweige aufgebaut werden? Soll die Fruchtbarkeit und der Kohlenstoffgehalt des Bodens gefördert werden? Soll die Arbeit ökonomischer und Energie eingespart werden?

Für die Flächeneinteilung und die Planung der Herdenbewegung ist ein Grundwissen über Standort, Pflanzen und Tiereinfluss notwendig. Mehr pflanzliche Biomasse kann durch schnelleres Umtreiben der Herde erreicht werden.

Auch der Boden wird dadurch vor Verdichtung geschützt, wobei sogar Verdichtungszeiger reduziert werden. Ein ganzheitliches Weidesystem umfasst aber nicht nur das Zurücklassen von Biomasse durch kurze Beweidungsintervalle. Vielmehr zeigt sich, dass der Weidedruck an die Fläche angepasst werden muss. Je vielfältiger die Betriebsflächen genutzt werden, desto vielfältiger sind auch die Auswirkungen im Pflanzenbestand und dementsprechend beim Bodenleben, den Insekten und weiteren Organismen im Ökosystem. Mit jeder weiteren Pflanzenart wird das Wurzelsystem der Fläche komplexer und mit ihm auch das Bodenleben. Dieses Zusammenspiel sorgt für klimaresiliente Pflanzenbestände. Die Signifikanz von Pilzen in der Landwirtschaft wird häufig unterschätzt. Sie sind Hauptversorger für die Pflanzen, indem sie ihnen Wasser und Nährstoffe zur Verfügung stellen und gleichzeitig in der Lage sind, große Mengen an stabilen Kohlenstoffvorräten im Boden einzulagern (Pérez-Moreno et al. 2021).

Naturschutz und Landwirtschaft gehören zusammen. In dem Projekt konnten wir zeigen, dass die Erträge nicht zwangsläufig sinken, wenn wir auf die Kreisläufe der Natur Rücksicht nehmen. Vielmehr können diese dadurch sogar stabilisiert werden. Dringend notwendig ist eine ressortübergreifende Forschung, die sich an den Fragen der Landwirte orientiert. Das Wissen sowie die Möglichkeit der Umsetzung soll die Praktiker vor Ort erreichen. Dabei ist die Zusammenarbeit auf Augenhöhe und das Wechseln des Blickwinkels enorm wichtig.

Literatur

Babikova, Z., Gilbert, L., Bruce, T. J. A. et al. (2013): Underground signals carried through common mycelial networks warn neighbouring plants of aphid attack. – Ecology Letters 16(7): 835–843.

Berner, A. (2013): Grundlagen zur Bodenfruchtbarkeit – Die Beziehung zum Boden gestalten.

Chen, X., Liu, M., Hu, F. et al. (2007): Contributions of soil micro-fauna (protozoa and nematodes) to rhizosphere ecological functions. – Acta Ecologica Sinica 27(8): 3132–3143.

Conant, R. T., Paustian, K. & Elliott, E. T. (2001): Grassland Management and Conversion into Grassland: Effects on Soil Carbon. – Ecological Applications 11(2): 343–355.

De Vries, F. T., Hoffland, E., Van Eekeren, N. et al. (2006): Fungal/bacterial ratios in grasslands with contrasting nitrogen management. – Soil Biology and Biochemistry 38(8): 2092–2103.

El Omari, B. & El Ghachtouli, N. (2021): Arbuscular mycorrhizal fungi-weeds interaction in cropping and unmanaged ecosystems: a review. – Symbiosis 83(3): 279–292.

Environment, U. N. (2019): Global Environment Outlook 6, UNEP – UN Environment Programme; www.unep.org/resources/global-environment-outlook-6 (abgerufen am 22.04.2025).

Erhard, H. (2021): Geheimnisse der fruchtbaren Böden. – Buch, gebunden, ISBN 978-3-922201-09-0; www.osiander.de/shop/home/artikeldetails/A1000112899 (abgerufen am 22.04.2025).

Frac, M., Hannula, S. E., Belka, M. et al. (2018): Fungal biodiversity and their role in soil health. – Frontiers in Microbiology 9 (April): S. 316246.

Guo, L. B. & Gifford, R. M. (2002): Soil carbon stocks and land use change: a meta analysis. – Global Change Biology 8(4): 345–360.

Hamilton III, E. W. & Frank, D. A. (2001): Can Plants Stimulate Soil Microbes and Their Own Nutrient Supply? Evidence from a Grazing Tolerant Grass. – Ecology 82(9): 2397–2402.

Hanko, F. (2023): KuhproKlima – Praxishandbuch – Landplanung; www.kuhproklima.de/leitfaden-01.html (abgerufen am 22.04.2025).

Heinrich-Böll-Stiftung (2023): Mooratlas 2023: Daten & Fakten zu nassen Klimaschützern. – www.boell.de/de/mooratlas (abgerufen am 22.04.2025).

Hepperly, P., Lotter, D., Ziegler Ulsh, C. et al. (2009): Compost, Manure and Synthetic Fertilizer Influences Crop Yields, Soil Properties, Nitrate Leaching and Crop Nutrient Content. – Compost Science & Utilization 17 (2): 117–126.

Hilbert, D. W., Swift, D. M., Detling, J. K. et al. (1981): Relative growth rates and the grazing optimization hypothesis. – Oecologia 51(1): 14–18.

Idel, A. (2012): Die Kuh ist kein Klima-Killer! Wie die Agrarindustrie die Erde verwüstet und was wir dagegen tun können. – 4. durchges. Aufl., Metropolis-Verl., Marburg.

Mao, X., Hu, F., Griffiths, B. et al. (2006): Bacterial-feeding nematodes enhance root growth of tomato seedlings. – Soil Biology and Biochemistry 38(7): 1615–1622.

Niggli, C. (2010): Biodiversität und Klimafarming – Pilze als Partner: Mykorrhiza im Weinbau. – Journal für Ökologie, Weinbau und Klimafarming; www.ithaka-journal.net/pilze-als-partner-mykorrhiza-im-weinbau (abgerufen am 22.04.2025).

Pérez-Moreno, J., Guerin-Laguette, A., Rinaldi, A. C. et al. (2021): Edible mycorrhizal fungi of the world: What is their role in forest sustainability, food security, biocultural conservation and climate change? – Plants, People, Planet 3(5): 471–490.

Phukubye, K., Mutema, M., Buthelezi, N. et al. (2022): On the impact of grassland management on soil carbon stocks: a worldwide meta-analysis. – Geoderma Regional 28: e00479

Smith, S. E. & Read, D. J. (2010): Mycorrhizal Symbiosis. – Academic Press.

Stout, J. D. (1980): The Role of Protozoa in Nutrient Cycling and Energy Flow. – In: Alexander, M. (Hrsg.): Advances in Microbial Ecology (Bd. 4, S. 1–50), Boston, MA: Springer US; www.link.springer.com/10.1007/978-1-4615-8291-5_1 (abgerufen am 22.04.2025).

Telles Varela, F. (2023): KuhproKlima Praxishandbuch 2 – Komposte & Kompostextrakte: Herstellung und Anwendung im Grünland. – www.kuhproklima.de/media/files/leitfaden_kompost-01.pdf (abgerufen am 22.04.2025).

URL 1: Projektseite KuhProKlima – aufgelistete Produkte; www.kuhproklima.de/leitfaden-01.html-#1945tab1 (abgerufen am 22.04.2025).

Vanden Nest, T., Vandecasteele, B., Ruysschaert, G. et al. (2014): Effect of organic and mineral fertilizers on soil P and C levels, crop yield and P leaching in a long term trial on a silt loam soil. – Agriculture, Ecosystems & Environment 197: 309–317.

Wang, X., Zhang, W., Shao, Y. et al. (2019): Fungi to bacteria ratio: Historical misinterpretations and potential implications. – Acta Oecologica 95: 1–11.

WHO (2024): Connecting global priorities: biodiversity and human health: a state of knowledge review. – www.who.int/publications/i/item/9789241508537 (abgerufen am 22.04.2025).

Autorin

Franziska Hanko
Jahrgang 1993

B. Sc. International Forest Ecosystem Management (Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde), M. Sc. Ingenieurökologie (Technische Universität München). Freie Wissenschaftlerin und Projektmitarbeiterin, seit 2021 an der ANL beschäftigt.

Bayerische Akademie für Naturschutz
und Landschaftspflege (ANL)
+49 8682 8963-55
franziska.hanko@anl.bayern.de

Zitiervorschlag

Hanko, F. (2025): On-Farm Research-Projekt: KuhproKlima – Innovative Strategien für eine ressourcenschonende und resiliente Grünlandbewirtschaftung. – Anliegen Natur 47(2): online preview, 14 p., Laufen; https://doi.org/10.63653/spqq8408.