



Co-funded by
the European Union

Fallstudien und Vorbereitung eines Leitfadens für digitale Best Practices



Klimafreundliche Schritte im Grünlandmanagement und dessen Verbesserung

2025-1-TR01-KA220-VET000349844





Co-funded by
the European Union

Inhaltsverzeichnis

AUTOREN.....	6
1. Einführung.....	7
2. Beste Praktiken im Grünlandmanagement	9
2.1. Österreich	9
2.1.1. Praktiken zur Verbesserung von Grünland in Österreich.....	9
2.1.2. Fall 1.....	12
2.1.3. Fall 2.....	18
2.1.3.2. Ergebnisse und Bewertung.....	22
2.1.4. Fall 3.....	24
2.1.4.1. Allgemeine Informationen	24
2.1.4.2. Vorher-Nachher-Vergleich.....	26
2.1.4.3. Ergebnisse und Bewertung.....	26
2.2. Polen.....	30
2.2.1. Grünlandverbesserungspraktiken in Polen.....	30
2.2.2. Fall 1.....	31
2.2.2.1. Allgemeine Informationen	31
2.2.2.2. Ergebnisse und Bewertung.....	33
2.2.2.3. Fotos	36
2.2.3. Fall 2.....	38
2.2.3.1. Allgemeine Informationen	38
2.2.3.2. Ergebnisse und Bewertung.....	40
2.2.3.3 Fotos	44
2.2.4. Fall 3.....	46

Klimafreundliche Schritte im Grünlandmanagement und dessen Verbesserung

2025-1-TR01-KA220-VET000349844





Co-funded by
the European Union

2.2.4.1. Allgemeine Informationen	46
2.2.4.2. Ergebnisse und Bewertung.....	48
2.2.4.3. Fotos	51
2.3. Serbien.....	52
2.3.1. Grünlandverbesserungsmaßnahmen in Serbien	52
2.3.2. Fall 1.....	54
2.3.2.1. Allgemeine Informationen	54
2.3.2.2. Vorher-Nachher-Vergleich.....	59
2.3.2.3. Ergebnisse und Bewertung.....	61
2.3.2.4. Fotos	63
2.3.3. Fall 2.....	64
2.3.3.1. Allgemeine Informationen	64
2.3.3.2. Vorher-Nachher-Vergleich.....	68
2.3.3.3. Ergebnisse und Bewertung.....	69
2.3.3.4. Fotos	70
2.3.4. Fall 3.....	73
2.3.4.1. Allgemeine Informationen	73
2.3.4.2. Vorher-Nachher-Vergleich.....	76
2.3.4.3. Ergebnisse und Bewertung.....	78
2.3.4.4. Fotos	79
2.4. Spanien	82
2.4.1. Grünlandverbesserungsmaßnahmen in Spanien.....	82
2.4.2. Fall 1.....	83
2.4.2.1. Allgemeine Informationen	83

Klimafreundliche Schritte im Grünlandmanagement und dessen Verbesserung

2025-1-TR01-KA220-VET000349844





Co-funded by
the European Union

2.4.2.2. Vorher-Nachher-Vergleich.....	87
2.4.2.3. Ergebnisse und Bewertung.....	89
2.4.2.4. Fotos	91
2.4.3. Fall 2.....	93
2.4.3.1. Allgemeine Informationen	93
2.4.3.2. Vorher-Nachher-Vergleich.....	99
2.4.3.3. Ergebnisse und Bewertung.....	100
2.4.3.4. Fotos	102
2.4.4. Fall 3.....	104
2.4.4.1. Allgemeine Informationen	104
2.4.4.2. Vorher-Nachher-Vergleich.....	114
2.4.4.3. Ergebnisse und Auswertung.....	118
2.4.4.4. Fotos	118
2.5. Türkei	120
2.5.1. Maßnahmen zur Verbesserung von Grünland in der Türkei.....	120
2.5.2. Fall 1.....	122
2.5.2.1. Allgemeine Informationen	122
2.5.2.2. Vorher-Nachher-Vergleich.....	126
2.5.2.3. Ergebnisse und Auswertung.....	126
2.5.2.4. Fotos	127
2.5.3 Fall 2.....	129
2.5.3.1. Allgemeine Informationen	129
2.5.3.2 Vorher-Nachher-Vergleich.....	132
2.5.3.3. Ergebnisse und Bewertung.....	133

Klimafreundliche Schritte im Grünlandmanagement und dessen Verbesserung

2025-1-TR01-KA220-VET000349844





Co-funded by
the European Union

2.5.3.4. Fotos	134
2.5.4. Fall 3.....	136
2.5.4.1. Allgemeine Informationen	136
2.5.4.2. Vorher-Nachher-Vergleich.....	141
2.5.4.3. Ergebnisse und Bewertung.....	141
2.5.4.4. Fotos	143
REFERENZEN	145



Co-funded by
the European Union

AUTOREN

Dr. Andreas Schaumberger	HBLFA Raumberg-Gumpenstein	Österreich
Dr. Lukas Gaier	HBLFA Raumberg-Gumpenstein	Österreich
DI Andreas Klingler	HBLFA Raumberg-Gumpenstein	Österreich
Dr hab. inż. Barbara Wróbel	Institute of Technology and Life Sciences - National Research Institute	Polen
Dr inż. Anna Paszkiewicz-Jasińska	Institute of Technology and Life Sciences - National Research Institute	Polen
Mgr inż. Wojciech Stopa	Institute of Technology and Life Sciences - National Research Institute	Polen
Dr Dušica Ostojić Andrić	Institute for Animal Husbandry, Belgrade	Serbien
Dr Violeta Mandić	Institute for Animal Husbandry, Belgrade	Serbien
Dr Miloš Marinković	Institute for Animal Husbandry, Belgrade	Serbien
Dr. Francisco A. Galea-Gragera	Pasture and Forage Crops Area. CICYTEX	Spanien
Dr. Fernando Llera Cid	Pasture and Forage Crops Area. CICYTEX	Spanien
Prof. Dr. Hanife MUT	Bilecik Seyh Edebali University	Türkei
Prof. Dr. Zeki MUT	Bilecik Seyh Edebali University	Türkei
Dr. Levent BURGU	Bilecik Seyh Edebali University	Türkei
Prof. Dr. İlknur AYAN	Ondokuz Mayıs University	Türkei
Fatih KUMBASAR	Ondokuz Mayıs University	Türkei
Muhammet ŞAHİN	Ondokuz Mayıs University	Türkei
Elif ŞAHİN	Ondokuz Mayıs University	Türkei



Co-funded by
the European Union

1. Einführung

Grünlandökosysteme stellen eines der größten terrestrischen Ökosysteme der Erde dar. Neben ihrer Funktion als wichtige wirtschaftliche Grundlage und zentrale Raufutterquelle für Wiederkäuersysteme bieten diese Ökosysteme eine Vielzahl wichtiger Ökosystemleistungen, darunter den Erhalt der Biodiversität, die Eindämmung des Klimawandels durch Kohlenstoffbindung, die Verhinderung von Bodenerosion sowie die Regulierung hydrologischer Kreisläufe [1; 2].

Aus globaler Perspektive bedeckt das Grünland etwa 26–30 % der eisfreien Landoberfläche der Erde [3; 2]. Diese großflächigen Ökosysteme sichern direkt den Lebensunterhalt von Millionen Menschen weltweit und stellen einen Eckpfeiler der globalen Ernährungssicherheit dar, insbesondere im Hinblick auf die Fleisch- und Milchproduktion. Allerdings sind die globalen Weidelandressourcen zunehmend durch Degradation bedroht, die durch klimawandelbedingten Dürrestress, Über- und Unternutzung, schlecht gesteuerte Weideregime, landwirtschaftliche Expansion sowie unangemessene Landnutzungspolitiken verursacht wird [4; 1].

Im europäischen Kontext bildet das Grünland (Dauergrünland und Weiden) einen integralen Bestandteil der wiederkäuerhaltenden Landwirtschaft, ländlicher Ökonomien und der Kulturlandschaft. Laut Daten der Europäischen Union machen Dauergrünlandflächen etwa ein Drittel (rund 30–34 %) der gesamten landwirtschaftlich genutzten Fläche der EU aus [5; 6]. Im Gegensatz zu vielen anderen Regionen der Welt ist das Grünlandmanagement in Europa nicht ausschließlich produktionsorientiert, sondern wird stark durch umfassende Umwelt- und Schutzrahmen unterstützt. Insbesondere im Rahmen der Gemeinsamen Agrarpolitik (GAP) ist die Erhaltung von Grünland zentral für die Erreichung von Umweltzielen, die Erhaltung der Biodiversität sowie die Ziele der ländlichen Entwicklung [7].

Daher stellen die nachhaltige Bewirtschaftung und die Wiederherstellung von Grünlandflächen sowohl auf globaler Ebene als auch in Europa ein strategisches Erfordernis dar, um die Widerstandsfähigkeit gegenüber Umweltproblemen zu stärken und die Zukunft landwirtschaftlicher Produktionssysteme zu sichern. Diese Studie konzentriert sich auf erfolgreiche Managementpraktiken und Fallstudien, die in europäischen Grünlandökosystemen umgesetzt wurden.

Klimafreundliche Schritte im Grünlandmanagement und dessen Verbesserung

2025-1-TR01-KA220-VET000349844





Co-funded by
the European Union



Klimafreundliche Schritte im Grünlandmanagement und dessen Verbesserung

2025-1-TR01-KA220-VET000349844



Co-funded by
the European Union

2. Beste Praktiken im Grünlandmanagement

2.1. Österreich

2.1.1. Praktiken zur Verbesserung von Grünland in Österreich

Aufgrund der ausgeprägten natürlichen Unterschiede zwischen den pannonisch beeinflussten östlichen Tieflagen, den inneralpinen Trockengebieten und den niederschlagsreichen Bergregionen weist Österreich sehr vielfältige Grünland- und Weidestandorte auf. Dauergrünland ist ein zentrales Element der österreichischen Landwirtschaft und Kulturlandschaft und stellt die wichtigste bzw. flächenmäßig umfangreichste landwirtschaftliche Nutzungsform im Land dar. Die österreichische Landwirtschaft ist zudem stark durch Familienbetriebe geprägt, wodurch Grünland in Österreich überwiegend in Privateigentum steht. Auch im Bereich der Almen ist Privateigentum weit verbreitet, wenngleich Gemeinschafts- bzw. Allmende-Systeme auch eine wichtige Rolle spielen. Die Bedeutung des Grünlands variiert jedoch stark zwischen den Regionen: Während der Grünlandanteil in Ostösterreich oft unter 5 % liegt, übersteigt er in vielen alpinen Gebieten 90 % [99]. In diesem Zusammenhang sind Almen von besonderer Bedeutung. Laut AMA (2026) bedecken Almen einschließlich ihrer Weideflächen und sonstiger alpiner Flächen rund 20 % der gesamten Katastralfläche Österreichs und sind von hoher räumlicher, ökologischer und wirtschaftlicher Bedeutung.

Die Dauergrünlandfläche Österreichs ist im Laufe der Zeit erheblich zurückgegangen. Zwischen 1960 und 2015 gingen insgesamt 1,04 Millionen Hektar Dauergrünland verloren. Der größte Teil dieses Rückgangs, nämlich 835.000 Hektar, betraf extensiv genutztes Grünland [101]. Die Ursachen dieses Verlusts sind vielfältig: Einerseits wurde extensiv genutztes Grünland teilweise aufgegeben oder aufgeforstet oder in der Flächenerfassung anders bewertet; andererseits wurden bestimmte Flächen intensiviert. Diese Entwicklung zeigt, dass ökologisch wertvolle und traditionell extensiv bewirtschaftete Grünlandstandorte besonders stark von Landnutzungsänderungen betroffen waren.

Die Entwicklung der für die Beweidung relevanten Nutztierbestände in Österreich weist ebenfalls auf einen erheblichen langfristigen Strukturwandel hin. Die Rinderbestände stiegen zunächst von 2,28 Millionen Tieren im Jahr 1950 auf 2,58 Millionen im Jahr 1990, gingen danach jedoch kontinuierlich auf 1,84 Millionen Tiere im Jahr 2023 zurück [102]. Diese

Klimafreundliche Schritte im Grünlandmanagement und dessen Verbesserung

2025-1-TR01-KA220-VET000349844



Co-funded by
the European Union

Entwicklung ist auch für die Nutzung und Bewirtschaftung von Weideflächen relevant, insbesondere in Regionen, in denen die Erhaltung offener Landschaften eng mit der Viehhaltung verbunden ist.

Die wichtigsten Herausforderungen der österreichischen Weide- und Almwirtschaft unterscheiden sich deutlich zwischen den Regionen. In den trockeneren östlichen Gebieten nehmen Dürrestress und Wasserdefizite zu, während in vielen Bergregionen die Offenhaltung der Almflächen aufgrund sinkender Viehbestände, hoher Arbeitsaufwände und schwieriger Bewirtschaftungsbedingungen zunehmend erschwert wird. Dementsprechend werden die Herausforderungen des Grünland- und Weidemanagements in Österreich stark von natürlichen, klimatischen und betriebsstrukturellen Bedingungen beeinflusst. In günstigeren Produktionslagen sind insbesondere Intensivierungsprozesse von Bedeutung, während in benachteiligten Regionen Flächenaufgabe, Aufforstung und Veränderungen der Vegetationszusammensetzung eine größere Rolle spielen. In Almsystemen kann zudem die Ausbreitung von Farnen und anderen Problempflanzen zu einem bedeutenden Problem werden, da diese die Futterqualität und die Nutzbarkeit von Weideflächen reduzieren und bei weiterer Ausbreitung wertvolle Futterpflanzenarten verdrängen [103].

Die weidebasierte Landwirtschaft ist in Österreich von besonderer Bedeutung, insbesondere für Biobetriebe. Dies liegt daran, dass die EU-Bio-Verordnung für herbivore Nutztiere den Zugang zu Freilandflächen und bevorzugt zu Weiden vorschreibt, sofern Wetterbedingungen, Bodenverhältnisse und die Tiergesundheit dies zulassen [104]. Für viele Biobetriebe ist die Weidehaltung daher nicht nur ein traditioneller Bestandteil der Fütterung und Tierhaltung, sondern auch eine zentrale rechtliche und betriebliche Voraussetzung zur Einhaltung der Standards des ökologischen Landbaus. Gleichzeitig spielt die Weidenutzung in Biobetrieben eine wichtige Rolle im Hinblick auf das Tierwohl, die Nutzung betriebsinterner Futterressourcen sowie die Erhaltung von Grünland- und Weideökosystemen.

Wie in anderen Ländern erfordert auch in Österreich ein nachhaltiges Grünland- und Weidemanagement standortangepasste Nutzungskonzepte. Dazu gehören an regionale Bedingungen angepasste Weidesysteme, die Vermeidung von Über- und Unternutzung, geeignete Pflegemaßnahmen sowie Strategien zur Erhaltung produktiver und ökologisch wertvoller Vegetation. Angesichts des Klimawandels, sich verändernder

Klimafreundliche Schritte im Grünlandmanagement und dessen Verbesserung

2025-1-TR01-KA220-VET000349844





Bewirtschaftungssysteme und sinkender Viehbestände ist die Entwicklung und Umsetzung nachhaltiger Bewirtschaftungsstrategien daher von zentraler Bedeutung.

In Österreich sind verschiedene Akteure in Fragen des Grünland- und Almmanagements eingebunden. Einerseits gehören dazu die Landwirtschaftskammern als offizielle berufliche Vertretung der Landwirte sowie Verbände des ökologischen Landbaus. Andererseits leisten Forschungseinrichtungen im Verantwortungsbereich des Bundesministeriums für Landwirtschaft sowie Universitäten wie die Universität für Bodenkultur Wien einen wesentlichen Beitrag zur wissenschaftlichen Untersuchung grünland- und weidebezogener Fragestellungen.





Co-funded by
the European Union

2.1.2. Fall 1

Anwendungsfall A: Erhebung von Ground-Truth-Daten im Satgrass-Projekt zur satellitengestützten Echtzeitüberwachung des Grünlandmanagements in Österreich

Die Kulturart Grünland ist aufgrund der Zusammensetzung verschiedener Pflanzenarten etwas schwieriger und komplexer zu monitoren als Ackerbaukulturen. Die in Dauergrünland vorkommenden Arten weisen leicht unterschiedliche Entwicklungszyklen auf, die durch wiederholte Schnitte unterbrochen werden. Das Schnittsystem ist in der Regel standortspezifisch und beschreibt die Nutzungsfrequenz während der Vegetationsperiode. Wenn dieser Zeitraum lang ist und das Klima für Grünlandpflanzen günstig ist, kann häufiger geerntet werden, was ebenfalls zu Veränderungen in der Artenzusammensetzung führt.

Der Ertrag im Grünland hängt von Standortfaktoren ab, wird jedoch stark und individuell von der jeweiligen Pflanzenpopulation beeinflusst, deren Artenzusammensetzung sowohl vom Standort als auch von Bewirtschaftungsmaßnahmen wie Düngung, Pflege und Nutzung abhängt [8]. Um die Entwicklung von Ertrag und Qualität über mehrere Wachstumszyklen hinweg beobachten zu können, sind innerhalb eines einzelnen Aufwuchses mehrere Erhebungen erforderlich. Der jährliche Ertrag ergibt sich aus der Kombination der Erträge aller Aufwüchse, die in Österreich im Produktionsgrünland zwischen 2 und 6 pro Jahr liegen.

Ein einzelner Aufwuchs umfasst das Wachstum zwischen zwei Schnitten oder beginnt im Fall des ersten Aufwuchses mit dem Beginn der Vegetationsperiode. Ein wichtiger Parameter zur Beschreibung des Grünlands und seiner Nutzung ist daher der Schnittzeitpunkt jedes Aufwuchses. Für alle Erhebungsflächen innerhalb eines Grünland Monitoring-Netzwerks muss dieses Datum sorgfältig erfasst werden. Modelle zur Schätzung von Schnittzeitpunkten, die häufig auf Satellitendaten basieren, bilden daher die Grundlage für alle Modelle, die Ertrags- und Qualitätsdynamiken sowie die Nutzungsintensität berücksichtigen [9; 10].

Über die Erfassung der Schnittzeitpunkte hinaus stellen Beobachtungen während des Aufwuchs die zentrale Ground-Truth-Datenbasis für das Grünlandmonitoring dar. Am Beispiel des SatGrass-Projekts wird ein praktischer und standardisierter Prozess zur Erhebung von Ground-Truth-Daten für die Kulturart Dauergrünland vorgestellt. Durch die Demonstration der mobilen Erhebungsanwendung im folgenden Kapitel zeigen wir, wie die systematische

Klimafreundliche Schritte im Grünlandmanagement und dessen Verbesserung

2025-1-TR01-KA220-VET000349844





Co-funded by
the European Union

Erfassung von Ground-Truth-Daten einen grundlegenden und äußerst wichtigen Schritt bei der Anwendung von Satellitendaten darstellt. Als Einführung gibt die folgende Übersicht einen Überblick über den Arbeitsablauf und mögliche Erhebungsparameter, die zur Bewertung der Vegetation einer Grünlandfläche geeignet sind und zur Interpretation multispektraler Sentinel-2-Daten verwendet werden können:

a) Auswahl repräsentativer Versuchsflächen: Nach wissenschaftlichen Grundsätzen erfolgt die Beprobung einer Grünlandfläche dreifach wiederholt. Dazu müssen innerhalb der Untersuchungsfläche drei Wiederholungen mit je einem 1-m²-Erntequadra ausgewählt werden, die die gesamte Fläche bestmöglich repräsentieren. Wie in Abbildung 1 dargestellt, muss die Auswahl der Beprobungsfläche dem Aufnahmebereich des Satelliten-Sensors entsprechen, um einen Vergleich zwischen Ground-Truth- und Satelliteninformationen im Rahmen der Modellkalibrierung und -validierung mit möglichst geringem Fehler zu ermöglichen. Für eine geeignete Auswahl ist spezifische Grünlandexpertise erforderlich. Im SatGrass-Projekt wurden zusätzliche Qualitätssicherungskriterien festgelegt: Die Versuchsflächen müssen mindestens 20 Meter vom Feldrand entfernt sein und mindestens 10 Meter Abstand zueinander aufweisen.



Abbildung 1. Auswahl der Probenflächen in dreifacher Ausführung

b) Positionierung eines Erntequadrats und Georeferenzierung: Um die Biomasse von einem Quadratmeter exakt zu bestimmen, muss eine definierte Abgrenzung dieser Versuchsfläche festgelegt werden. Im SatGrass-Projekt wurde hierfür ein Stahlrahmen

Klimafreundliche Schritte im Grünlandmanagement und dessen Verbesserung

2025-1-TR01-KA220-VET000349844



Co-funded by
the European Union

konstruiert, der vorsichtig in den Pflanzenbestand eingebracht wird und die gesamte oberirdische Biomasse innerhalb dieses Rahmens umfasst. Pflanzenteile, die durch den Rahmen niedergepresst werden, müssen manuell entsprechend ihrer Sprossachse innerhalb oder außerhalb des Rahmens positioniert werden. Durch die Aufnahme eines Fotos des Pflanzenbestands innerhalb des platzierten Rahmens und bei aktivierter Standortbestimmung des Aufnahmegeräts werden die geografischen Koordinaten automatisch in den EXIF-Daten des Bildes gespeichert und später in die Ground-Truth-Datenbank übertragen. Der Hauptzweck dieses Fotos ist die Dokumentation des zu einem späteren Zeitpunkt zu bewertenden Pflanzenbestands.

c) Bewertung des Pflanzenbestands: Innerhalb der Versuchsfläche wird die projektive Deckung ermittelt, die dem prozentualen Anteil der Flächenbedeckung entspricht, wenn die oberirdischen Pflanzenteile senkrecht projiziert werden [11]. Durch die Betrachtung der Pflanzen von oben können Lücken im Pflanzenbestand erkannt werden. Ein gut entwickelter Pflanzenbestand weist eine projektive Deckung von mehr als 85 % auf. Anschließend wird das Verhältnis der Artengruppen – Gräser, Kräuter und Leguminosen – in Gewichtsprozenten geschätzt, um die Ertragsanteile zu bewerten, entsprechend den Richtlinien von Peratoner und Pötsch (2019).

d) Ein ausgewogener und mittelintensiver Grünlandbestand mit drei Nutzungen pro Jahr besteht typischerweise zu etwa 50–70 % aus Gräsern, zu 10–30 % aus Kräutern und zu 10–30 % aus Leguminosen. Diese Daten können nur von geschultem Personal erhoben werden. Subjektive Eindrücke müssen strikt vermieden werden, indem ein standardisiertes Verfahren angewendet wird, das auf umfangreicher praktischer Erfahrung basiert [11]. Der Zweck dieser Beobachtungen zusammen mit der Fotodokumentation besteht darin, die Daten besser interpretieren zu können und gegebenenfalls extreme Ertrags- und Qualitätswerte zu bewerten, um zu entscheiden, ob die Daten dieser Versuchsfläche in die Modellierung einbezogen oder als Ausreißer ausgeschlossen werden können.

e) Messung der Wuchshöhe: Die Wuchshöhe ermöglicht eine grobe Schätzung der im Versuchsplot befindlichen Biomasse. Da die Messung einfach und schnell durchzuführen ist, wird sie zusätzlich zu Ertragsmessungen durchgeführt und liefert potenzielle Eingangsgrößen für Modelle, die häufig Gegenstand wissenschaftlicher Untersuchungen sind [12; 13; 14; 15;

Klimafreundliche Schritte im Grünlandmanagement und dessen Verbesserung

2025-1-TR01-KA220-VET000349844





Co-funded by
the European Union

16]. Im SatGrass-Projekt wurden diese Messungen mithilfe eines Klappmaßstabs sowie eines Rising Plate Meter (RPM) durchgeführt. Bei der Klappmaßstab-Methode werden drei Höhenmessungen des Pflanzenbestands an unterschiedlichen Positionen innerhalb des Quadratmeter-Versuchsplots vorgenommen und anschließend gemittelt. Dabei ist sicherzustellen, dass nicht nur kriechende Pflanzen oder hohe Gräser berücksichtigt werden, sondern vielmehr die durchschnittliche Höhe aller Pflanzen erfasst wird. Die RPM-Messungen wurden mit einem EC09 Electronic Platemeter durchgeführt, der automatisch drei Messungen mittelt und einen berechneten Trockenmasseertrag anzeigt. Die Platte wird entlang einer Stange abgesenkt, wobei je nach Widerstand der Biomasse der Abstand zum Boden als ertragsrelevanter Höhenwert interpretiert wird (siehe Abbildung 2, Bild 1)

f) Erfassung von dominanten Pflanzenarten: Informationen über die Arten, die den Hauptanteil des Pflanzenbestands ausmachen, erleichtern die Interpretation von Ertragswerten und sichern die Qualität, da Modellergebnisse auf Grundlage dieser Aufzeichnungen bewertet werden können. Im SatGrass-Projekt konnten optional bis zu fünf verschiedene Arten erfasst und eingetragen werden.

g) Messung des Blattflächenindex (LAI): Auf allen SatGrass-Erhebungsflächen, die von Projektmitarbeitern betreut werden, wurde der LAI zusätzlich zu weiteren Beobachtungen gemessen. Dies erfordert spezialisierte Ausrüstung, die im Rahmen eines großen Erhebungsnetzwerks nicht allen Teilnehmern zur Verfügung gestellt werden kann. Im SatGrass-Projekt wurde ein AccuPAR LP 80 Ceptometer [26] verwendet, das bei etwa der Hälfte aller Erhebungen eingesetzt wurde. Wie Klingler et al. (2020) zeigen, eignet sich der LAI besonders gut als Vegetationsparameter für Grünland, da er im Gegensatz zu anderen Vegetationsindizes während des Aufwuchses keine schnelle Signalsättigung aufweist und somit ein differenziertes Monitoring der Biomasseentwicklung bis zur Ernte ermöglicht. Dieser Parameter leistet insbesondere für die Ertragsschätzung einen äußerst wertvollen Beitrag [17].

h) Das AccuPAR LP 80 ist mit acht Sensorsegmenten ausgestattet und wird unter dem Pflanzenbestand positioniert. Gleichzeitig wird eine Referenz- bzw. Umgebungsstrahlungsmessung mithilfe eines Pyranometers durchgeführt, das horizontal auf einer Metallstange oberhalb des Bestands als Referenzsensor angebracht ist. Das Gerät misst im Bereich der photosynthetisch aktiven Strahlung (400–700 nm) und erfasst die

Klimafreundliche Schritte im Grünlandmanagement und dessen Verbesserung

2025-1-TR01-KA220-VET000349844

Strahlungsdifferenz zwischen den beiden Sensoren unterhalb und oberhalb des Pflanzenbestands. Für verlässliche Beschattungsinformationen ist eine ausreichende Sonnenintensität von $> 600 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ PAR erforderlich. Bei geringeren Lichtintensitäten ist der Unterschied zwischen Einstrahlung und der durch die Sensoren unterhalb des Pflanzenbestands erfassten Abschattung zu gering. Um den möglichst senkrechten Lichteinfall und eine hohe Strahlungsintensität sicherzustellen, müssen die Messungen um die Mittagszeit bei höchstem Sonnenstand durchgeführt werden und der Konvention folgen, solche Messungen zwischen 9:00 Uhr und 16:00 Uhr vorzunehmen. Das LAI-Gerät mit Sensor wird innerhalb jedes der drei Versuchsflächen für jede der drei Wiederholungsmessungen neu positioniert. Um Schattenwurf auf die Sensoren zu vermeiden, ist eine fachkundige Handhabung des Geräts erforderlich (siehe Abbildung 2, Bild 2).

i) Ernte und Bestimmung der Frischmasse: Die oberirdische Biomasse innerhalb des Quadratmeterrahmens wird auf einer definierten Schnitthöhe (z. B. 5 cm) geschnitten. Im SatGrass-Projekt wurde hierfür ein Heckenschneider verwendet (siehe Abbildung 2, Bild 3 und 4). Das geerntete Material muss anschließend sorgfältig mit einem Rechen gesammelt, vollständig in einen beschrifteten Probenbeutel gegeben und mit einer Präzisionswaage gewogen werden. Dieser Vorgang wird für jede der drei Versuchsflächen wiederholt, und die gemessenen Frischmassegewichte werden erfasst. Nach der Erfassung der Frischmasse wurde im SatGrass-Projekt aus den drei Wiederholungen eine Mischprobe erstellt.



Abbildung 2. Messung der Wuchshöhe der Kultur mithilfe eines Rising Plate Meters sowie des Blattflächenindex und Ernte der Biomasse innerhalb der mit einem roten Stahlrahmen abgegrenzten Probenfläche.

Wenn ausreichende Ressourcen für chemische Analysen verfügbar sind, können die einzelnen Proben selbstverständlich auch getrennt ohne Vermischung verarbeitet werden. Für die Mischprobe werden alle drei Frischmassenproben sorgfältig in einem geeigneten Behälter vermischt und mithilfe eines Probenstechers zerkleinert (siehe Abbildung 3). Aus dieser

Klimafreundliche Schritte im Grünlandmanagement und dessen Verbesserung

Mischung wird eine exakte 1000-Gramm-Probe entnommen und getrocknet. Das getrocknete Erntegut wird anschließend gemahlen und im Labor analysiert.



Abbildung 3. Herstellung der Mischprobe aus der Ernte einer dreifach beprobten Fläche

Der gesamte Arbeitsablauf ist aufgrund der Vielzahl an Erhebungen mit unterschiedlichen Methoden vergleichsweise komplex und erfordert daher präzise Anweisungen, wenn ein hoher Anspruch an die Datenqualität gewährleistet werden soll. Nur mit fehlerfreien Daten können unnötig große Fehler in der Modellierung vermieden werden, weshalb der Qualitätssicherung bei systematischen Ground-Truth-Erhebungen besondere Bedeutung zukommt. Auf Basis der Erfahrungen aus SatGrass hat sich der Einsatz einer mobilen App, welche strukturiert durch die Datenerfassung leitet, als die effektivste Methode erwiesen, um Probleme in der Datenlogistik und Unsicherheiten im Arbeitsablauf zu vermeiden.



Co-funded by
the European Union

2.1.3. Fall 2

Anwendungsfall B: Einrichtung und Bewirtschaftung intensiv bestoßener Bewegungsweiden

2.1.3.1. Allgemeine Informationen

Ausgangssituation

Unter den aktuellen Anforderungen der ökologischen Landwirtschaft Bio-VO (EU) 2018/848 müssen alle Betriebe Weidezugang für Wiederkäuer und Equiden bereitstellen. Dadurch werden weidefähige Bereiche rund um den Hof zunehmend intensiver genutzt als früher. Diese stark frequentierten, Bewegungsweiden stellen andere Anforderungen an die Grasnarbe als konventionelle Weidesysteme. In solchen Situationen stehen hoher Ertrag und maximale Futterqualität weniger im Vordergrund, während Stabilität der Grasnarbe, Ausdauer, Regenerationsfähigkeit und Trittfestigkeit an Bedeutung gewinnen. Dies erfordert eine Verschiebung der botanischen Zusammensetzung hin zu kriechenden und trittverträglichen Gräsern, die in Standard-Weidemischungen normalerweise nur in geringen Anteilen enthalten sind.

Ziel

Ziel war es, bereits bestehende, Bewegungsweiden durch Nachsaat mit besser geeigneten Grasarten zu verbessern. Zu diesem Zweck wurden neu zusammengestellte Saadmischungen in bestehende Weidebestände auf zwei Praxisbetrieben eingebracht. Über mehrere Jahre wurden drei Etablierungstechniken und drei Saadmischungen unter praxisnahen Betriebsbedingungen verglichen. Dieser On-Farm-Ansatz ermöglichte es, nicht nur den Etablierungserfolg, sondern auch die spätere Nutzbarkeit, Belastbarkeit und die Bewirtschaftungsfolgen der behandelten Flächen zu bewerten.



Co-funded by
the European Union

Umsetzung auf zwei Betrieben

Praktische Versuchsanordnung

Die Arbeiten wurden auf zwei landwirtschaftlichen Betrieben durchgeführt, auf denen bereits intensiv durch Tritt belastete Bewegungsweiden vorhanden waren. Auf beiden Betrieben wurden drei Etablierungsmethoden sowie drei Saatgutmischungen verglichen. Zusätzlich wurden sowohl die Frühjahrsaussaat als auch die Spätsommersaat getestet. Die Ergebnisse zeigten, dass beide Aussaatzeitpunkte grundsätzlich geeignet sind, der tatsächliche Erfolg jedoch vor allem von den Wetterbedingungen in den Wochen unmittelbar nach der Aussaat abhängt. Ausreichend Bodenfeuchtigkeit nach der Aussaat ist einer der entscheidenden Faktoren für eine erfolgreiche Etablierung ist. Zudem wird darauf hingewiesen, dass aus praktischer Sicht der Spätsommer häufig als günstig gilt, da das Risiko längerer Sommertrockenheit geringer ist und sich junge Pflanzen vor dem Winter gut etablieren können [18].

Aussaat und frühe Bewirtschaftung

Da die meisten verwendeten Arten feinsamig sind und überwiegend Lichtkeimer darstellen, waren Saattiefe und Bodenschluss entscheidend. Grünland-Nachsaatmaschinen mit nachlaufender Walze erwiesen sich als besonders geeignet, da sie das Saatgut oberflächennah ablegen, nur leicht einarbeiten und gleichzeitig eine ausreichende Rückverfestigung für die Keimung sicherstellen. Auf beiden Betrieben wurden die neu eingesäten Flächen unmittelbar nach der Aussaat nicht beweidet, da junge Keimlinge sehr empfindlich gegenüber Trittbelastung sind. Stattdessen wurde nach etwa sechs Wochen ein erster Pflegeschnitt empfohlen, gefolgt von einer späteren, vorsichtigen Beweidung, sobald der Boden wieder ausreichend tragfähig war. Bei Nachsaaten in bestehende Bestände wurde keine Düngung empfohlen, da diese den Konkurrenzdruck der Altbestände gegenüber den jungen Keimlingen erhöhen würde. Diese praktischen Maßnahmen entsprechen den allgemeinen Empfehlungen für eine erfolgreiche Grünlandetablierung und Weidemanagement [18; 19].



Co-funded by
the European Union

Vergleich der Etablierungsmethoden

Getestete Methoden

Es wurden drei für die landwirtschaftliche Praxis relativ geeignete Etablierungstechniken verglichen: die Starkstriegel, die Kreiselegge und die Umkehrrotoregge. Ziel war es jeweils, die Grasnarbe ausreichend zu öffnen, damit sich die gewünschten Arten etablieren können, gleichzeitig aber die Fläche weiterhin für die spätere Beweidung nutzbar zu halten.

Ergebnisse des Methodenvergleichs

Alle drei Methoden waren grundsätzlich erfolgreich, unterschieden sich jedoch im Anteil der gewünschten eingesäten Gräser, die sich etablieren konnten. Die Gesamtgrasbedeckung blieb bei allen Methoden mit rund 80 % weitgehend ähnlich, jedoch erreichte der Starkstriegel geringere Anteile der Zielgräser als die Kreiselegge und die Umkehrrotoregge. Dies wurde auf die schwächere Bodenöffnung und den stärkeren Konkurrenzdruck der verbleibenden Altnarbe zurückgeführt. Der Unterschied lag bei etwa 10 % bzw. 7 % im Vergleich zu den beiden anderen Methoden.

Die Umkehrrotoregge erzielte gute Etablierungsergebnisse, jedoch bei deutlich höheren Kosten und geringerer praktischer Verfügbarkeit. Die Kreiselegge erreichte ebenfalls eine sehr starke Etablierung, in einigen Fällen sogar leicht bessere Ergebnisse, hinterließ jedoch an beiden Versuchsstandorten eine sehr unebene Bodenoberfläche, die auch im dritten Jahr nach der Aussaat noch deutlich sichtbar war. Der Starkstriegel erforderte weniger Aufwand und geringere Kosten und ermöglichte eine schnellere Wiederaufnahme der Nutzung, allerdings führte der geringere Etablierungserfolg auch zu einer niedrigeren Widerstandsfähigkeit und Regenerationsfähigkeit der behandelten Grasnarbe.



Abbildung 4. Starkstriegel



Abbildung 5. Umkehrrotoregge

Vergleich der Saatgutmischungen

Auf den beiden Betrieben verwendete Mischungen

Auf den beiden Betrieben wurden speziell zusammengestellte Mischungen für intensiv genutzte Bewegungsweiden mit einer handelsüblichen Qualitätsweidemischung verglichen. Je nach Standortbedingungen wurden auf den Versuchsflächen eine standortangepasste Mischung, eine breit einsetzbare Universalmischung sowie die ÖAG-Mischung KWEI ausgesät. Ziel war

Klimafreundliche Schritte im Grünlandmanagement und dessen Verbesserung

2025-1-TR01-KA220-VET000349844



Co-funded by
the European Union

es zu bewerten, ob eine standortspezifische Anpassung erforderlich ist oder ob eine allgemein geeignete Mischung unter unterschiedlichen Bedingungen gute Leistungen erbringen kann.

2.1.3.2. Ergebnisse und Bewertung

Vergleichende Ergebnisse

Den Ergebnissen zufolge wies die KWEI-Mischung allein die geringsten Grasanteile sowie auch den niedrigsten Anteil der gewünschten eingesäten Arten auf. Die speziell zusammengestellten Mischungen für intensiv genutzte Bewegungsweiden schnitten deutlich besser ab. Eine weitere Differenzierung nach trockenen oder feuchten Standorten zeigte im Vergleich zu einer Universal Mischung keine Vorteile.

Empfohlene Mischung

Empfohlen wird eine 50:50-Kombination der beiden ÖAG-Weidemischungen KWEI und Dauerweide H, ausgebracht mit einer Aussaatstärke von 26 kg/ha, aus praktischen Gründen. Diese Empfehlung zielt darauf ab, die Futterqualität zu erhalten und gleichzeitig Arten zu etablieren, die besonders trittverträglich und intensiv nutzbar sind und auch einfach im Handel verfügbar sind.

Praktische Managementempfehlungen

Die praktischen Beobachtungen aus den beiden Betrieben zeigen, dass der erfolgreiche Ausbau stark beanspruchter Weideflächen vom Zusammenspiel aus Bodenvorbereitung, Saatgutqualität, Aussaattechnik und Nachmanagement abhängt. Nach dem Einsatz der Umkehrrotoregge oder der Kreiselegge sollte der Boden vor der Aussaat ausreichend rückverfestigt werden. Standard-Nachsaatmaschinen mit nachlaufender Prismenwalze werden als besonders geeignet beschrieben. Wo verfügbar, sollten hochwertige ÖAG-Mischungen bevorzugt werden, da ihre hohe Keimfähigkeit Aussaatmengen von etwa 25–26 kg/ha ermöglicht.

Der Zeitpunkt der Wiederaufnahme der Beweidung ist ebenso wichtig. Flächen, die mit dem Starkstriegel nachgesät wurden, sollten einmal geschnitten werden, vorzugsweise frühzeitig, bevor die Beweidung wieder beginnt. Flächen, die nach einer vollständigen Bodenöffnung etabliert wurden, benötigen mehr Zeit, bis sie wieder ausreichend tragfähig sind. Bei Frühjahrssaaten sollte die Beweidung grundsätzlich nicht vor dem darauffolgenden

Klimafreundliche Schritte im Grünlandmanagement und dessen Verbesserung

2025-1-TR01-KA220-VET000349844



Co-funded by
the European Union

Spätsommer beginnen. Bei Spätsommersaaten wird mindestens ein Frühjahrsschnitt empfohlen, bevor die Beweidung startet. Die Quelle betont zudem, dass auch stark beanspruchte Weideflächen eine laufende Pflege erfordern, einschließlich Abschleppen zu Beginn einer Ruhephase sowie rechtzeitiger Bekämpfung unerwünschter Pflanzen vor der Samenbildung. Regelmäßige Nachsaaten mit geeigneten Mischungen werden ebenfalls empfohlen.

Fazit

Die Erfahrungen aus zwei Praxisbetrieben zeigen, dass stark beanspruchte Bewegungsweiden durch gezielte Nachsaat erfolgreich verbessert werden können, der Erfolg jedoch stark vom Zusammenspiel aus Etablierungstechnik, Saatgutmischung und Nachbewirtschaftung abhängt. Eine intensivere Bodenbearbeitung verbessert in der Regel die Etablierung der gewünschten Arten, erhöht jedoch gleichzeitig die Kosten, verzögert die Wiederaufnahme der Beweidung und kann zu länger anhaltenden Unebenheiten der Oberfläche führen. Weniger intensive Verfahren sind kostengünstiger und ermöglichen eine schnellere Wiedereingliederung in die Nutzung, erzielen jedoch meist eine geringere Veränderung der Artenzusammensetzung.

Aus praktischer Sicht müssen solche Bewegungsweiden mit anderen Prioritäten als konventionelle Weideflächen bewirtschaftet werden. Belastbarkeit der Grasnarbe, Regenerationsfähigkeit und Trittfestigkeit werden zu den zentralen Kriterien. Eine 50:50-Kombination von KWEI und Dauerweide H mit 26 kg/ha, kombiniert mit sorgfältiger Etablierung, verzögerter Wiederbeweidung und regelmäßiger Pflege, stellt unter Praxisbedingungen eine praktikable Möglichkeit zur Verbesserung solcher Weideflächen dar.





Co-funded by
the European Union

2.1.4. Fall 3

Anwendungsfall C: Monitoring des Klappertopfs in extensiv genutztem Grünland

2.1.4.1. Allgemeine Informationen

Informationen zum Grünland und zur Zielart

Der Kleine Klappertopf (*Rhinanthus minor*) ist eine charakteristische Art extensiv bewirtschafteter Grünlandflächen. Botanisch gehört er zur Gruppe der hemiparasitischen Pflanzen. Das bedeutet, dass die Art zwar selbst zur Photosynthese fähig ist, jedoch zusätzlich über ihr Wurzelsystem Wasser und Mineralstoffe aus Wirtspflanzen entzieht. Dabei parasitiert er hauptsächlich Gräser und Leguminosen, während andere Kräuterarten in der Regel weniger stark betroffen sind [21].

Die Art ist in gemäßigten Regionen Nordeuropas und Nordamerikas weit verbreitet und kommt typischerweise in natürlichen und naturnahen Grünlandflächen vor [21]. Im Feld kann der Kleine Klappertopf meist an seinem aufrechten Wuchs, dem vierkantigen Stängel und den gegenständigen Blättern erkannt werden. Allerdings kann seine Morphologie je nach Wachstumsbedingungen und Ausmaß der Parasitierung stark variieren, was die Feldbestimmung bei schwach entwickelten Individuen erschweren kann [22].

Relevanz für das extensive Grünlandmanagement

Extensive Mähwiesen mit einem späten ersten Schnitt fördern grundsätzlich die gewünschte Vielfalt an blühenden Kräutern. Gleichzeitig begünstigen solche Bewirtschaftungsbedingungen jedoch auch die Entwicklung des Kleinen Klappertopfs. Da die Art einjährig ist, ist sie vollständig auf eine erfolgreiche Samenbildung jedes Jahr angewiesen. Erfolgt der Schnitt erst nach der Samenreife, kann die Pflanze ihren Lebenszyklus abschließen und die Samenbank für die folgende Saison auffüllen. Bestände mit hohem Klappertopf Anteil sind mit zwei wesentlichen Nachteilen verbunden. Erstens kann der Futterertrag deutlich sinken, da Wirtspflanzen, insbesondere Gräser, durch den parasitären Effekt des Kleinen Klappertopfs geschwächt werden. Zweitens können solche Bestände auch die floristische Zusammensetzung der Grasnarbe negativ beeinflussen, da weniger konkurrenzfähige Arten verdrängt werden können [23].

Klimafreundliche Schritte im Grünlandmanagement und dessen Verbesserung

2025-1-TR01-KA220-VET000349844





Co-funded by
the European Union

Ziel

Ziel dieser Studie war es, praxisnahe Maßnahmen zur Begrenzung der Ausbreitung des Kleinen Klappertopfs in artenreichem extensivem Grünland zu untersuchen. Besonderes Augenmerk lag dabei auf dem Zusammenspiel zwischen Schnittzeitpunkt und moderater Düngung



Abbildung 6: Stark mit Klappertopf befallene extensive Wiese

Angewandte Verbesserungsmethoden

Versuchsaufbau

Im Mai 2020 wurde ein Feldversuch auf einer artenreichen Wiese in 710 m Seehöhe angelegt. Der Standort war von Glatthafer (*Arrhenatherum elatius*) dominiert und wies zu Beginn der Studie eine relativ gleichmäßige Vegetationsstruktur auf [24; 25]. In den vorangegangenen zehn Jahren wurde das Grünland ohne Düngung mit zwei Schnitten pro Jahr bewirtschaftet. Der Versuch war darauf ausgelegt, die kombinierten Effekte von Düngung und Schnittzeitpunkt auf das Vorkommen des Kleinen Klappertopfs zu untersuchen.

Düngungsbehandlungen

Kontrolle (Nullbehandlung): keine Düngung, als Referenz beibehalten.

Organischer Handelsdünger: 45 kg N ha⁻¹ in Form von „Provide Verde®“ ausgebracht (enthält Bodenmikroorganismen, Alginat und organische Substanz).

Klimafreundliche Schritte im Grünlandmanagement und dessen Verbesserung

2025-1-TR01-KA220-VET000349844



Co-funded by
the European Union

Kompost: 45 kg N ha⁻¹ in Form von aus Wirtschaftsdünger gewonnenem Kompost ausgebracht.

Schnittzeitpunkte:

Früher Schnitt: Mahd am 19. Juni 2020 (vor der Samenreife des Kleinen Klappertopfs).

Standard-Schnitt: Mahd am 8. Juli 2020 (typischer Zeitpunkt für die Heuernte).

Erhebungsmethode

Zur Bewertung der Behandlungseffekte wurde die Deckung der wichtigsten Artengruppen in der Grasnarbe geschätzt. Die Erhebung umfasste Gräser, Leguminosen, Kräuter sowie insbesondere den projektiven Anteil des Kleinen Klappertopfs, basierend auf dem Ansatz von Peratoner und Pötsch (2019). Die erste Erhebung wurde im Juni 2020 auf sowohl gedüngten als auch ungedüngten Parzellen durchgeführt und diente als Ausgangsbasis für die Bewertung der Effekte der unterschiedlichen Schnittregime.

2.1.4.2. Vorher-Nachher-Vergleich

Vor der Verbesserung

Zu Beginn des Versuchs im Jahr 2020 wies die Wiese eine relativ gleichmäßige botanische Zusammensetzung auf. Der Kleine Klappertopf war bereits in der Grasnarbe vorhanden und wurde aufgrund seines potenziellen Einflusses auf Futtergräser und Leguminosen als relevante Art für das Management eingestuft.

Nach der Verbesserung

Der Vergleich zwischen der Ausgangserhebung 2020 und der Bewertung 2021 zeigte, dass die Reaktion des Kleinen Klappertopfs hauptsächlich vom Zeitpunkt des ersten Schnitts abhing. Unterschiede zwischen den Düngungsbehandlungen waren für den Parasiten selbst weniger ausgeprägt, jedoch beeinflusste die Düngung die Konkurrenzfähigkeit der Grasnarbe, insbesondere den Grasanteil.

2.1.4.3. Ergebnisse und Bewertung

Einfluss des Schnittzeitpunkts auf den Kleinen Klappertopf

Klimafreundliche Schritte im Grünlandmanagement und dessen Verbesserung

2025-1-TR01-KA220-VET000349844



Der Zeitpunkt des ersten Schnitts erwies sich als der entscheidende Faktor zur Kontrolle des Kleinen Klappertopfs. In den Varianten mit dem üblichen späteren Schnittzeitpunkt nahm der Anteil des Kleinen Klappertopfs von 2020 bis 2021 in allen Düngungsvarianten deutlich zu. Im Gegensatz dazu führte eine Vorverlegung des ersten Schnitts um etwa drei Wochen in allen Behandlungen zu einer klaren Reduktion des Parasiten. Dieser Effekt war besonders deutlich in der ungedüngten Kontrolle. Beim frühen Schnitt wurde der Anteil des Kleinen Klappertopfs im Folgejahr auf 2,5 % reduziert, während er beim standardmäßigen späten Schnitt auf 15,8 % angestiegen ist. Diese Ergebnisse zeigen, dass ein rechtzeitig durchgeführter früher Schnitt den Lebenszyklus dieser einjährigen Art wirksam unterbrechen kann, indem die Samenbildung verhindert wird.

Einfluss auf funktionelle Pflanzengruppen

Der frühe erste Schnitt reduzierte nicht nur den Kleinen Klappertopf, sondern beeinflusste auch die gesamte Zusammensetzung der Grasnarbe in einer Weise, die für die Futterproduktion vorteilhaft war.

Gräser: Der Grasanteil nahm beim frühen Schnitt deutlich zu, während er beim späten Schnitt unverändert blieb oder sogar abnahm.

Leguminosen: Auch die Leguminosen, einschließlich Kleearten, profitierten vom früheren Schnittzeitpunkt und zeigten in allen Düngungsvarianten signifikante Zunahmen.

Kräuter: Die Reaktion der übrigen Kräuter war differenzierter. Dies unterstreicht, dass Änderungen des Schnittzeitpunkts nicht nur Problemarten beeinflussen, sondern auch das breitere ökologische Gleichgewicht artenreichen Grünlands.

Einfluss der Düngung

Ein direkter Düngungseffekt auf den Kleinen Klappertopf selbst wurde nicht festgestellt. Der Parasit trat in vergleichbaren Anteilen in der Kontrolle sowie in den Varianten mit Kompost und organischem Handelsdünger auf.

Die Düngung hatte jedoch einen indirekten Einfluss über die Konkurrenzfähigkeit der Wirtspflanzen. Gedüngte Parzellen wiesen einen deutlich höheren Grasanteil auf, da Gräser positiv auf die verbesserte Stickstoffverfügbarkeit reagierten. Der Anteil der Kräuter, ohne den Kleinen Klappertopf, war in der Kompostvariante am geringsten.

Klimafreundliche Schritte im Grünlandmanagement und dessen Verbesserung

2025-1-TR01-KA220-VET000349844





Co-funded by
the European Union

Diskussion und praktische Empfehlungen

Die Ergebnisse zeigen, dass ein einziger, gut getimter früher Schnitt eine sehr wirksame kurzfristige Maßnahme zur Reduktion des Kleinen Klappertopfs im extensiven Grünland darstellt. Durch einen Schnitt vor der Samenreife wird der einjährige Reproduktionszyklus der Art unterbrochen und die Wiederauffüllung der Samenbank im Boden verhindert.

Gleichzeitig müssen mehrere praktische und ökologische Aspekte berücksichtigt werden.

Langfristige Nachhaltigkeit: Wiederholte frühe Schnitte können die Pflanzenzusammensetzung allmählich verändern. Insbesondere spätblühende Arten mit hohem ökologischem Wert könnten daran gehindert werden, Samen zu bilden, was langfristig zu ihrem Rückgang führen kann.

Düngung als Managementinstrument: Obwohl Düngung den Kleinen Klappertopf nicht direkt unterdrückt, kann sie die Konkurrenzfähigkeit der Gräser stärken. Aus Sicht der Biodiversität sollten Nährstoffgaben jedoch sehr moderat bleiben. Auf artenreichen extensiven Grünlandflächen sind entweder keine Düngung oder nur stark eingeschränkte Gaben organischer Düngemittel empfehlenswert.

Heumahd versus Mulchen: Traditionelle Heumahd ist in der Regel dem Mulchen vorzuziehen, da das Handling und die Abfuhr des geernteten Materials zur Verbreitung der Samen erwünschter Arten beitragen kann. Dennoch sollten Bestände des Kleinen Klappertopfs genau überwacht werden, damit bei Bedarf rechtzeitig korrigierende Mahdmaßnahmen durchgeführt werden können.

Fazit

In extensiv bewirtschaftetem Grünland kann der Kleine Klappertopf durch eine Anpassung des Schnittzeitpunkts wirksam kontrolliert werden. Ein einmaliger Schnitt vor der Samenreife kann den Befall im Folgejahr deutlich reduzieren. Diese Maßnahme sollte jedoch gezielt und mit Vorsicht eingesetzt werden. Sie ist nicht auf allen Flächen zulässig, insbesondere dort, wo naturschutzrechtliche Bewirtschaftungsauflagen bestehen, und sollte nicht zu häufig wiederholt werden, um negative Auswirkungen auf ökologisch wertvolle Wiesenarten zu vermeiden. In der Praxis ist der frühe Schnitt daher ein wirksames Instrument,

Klimafreundliche Schritte im Grünlandmanagement und dessen Verbesserung

2025-1-TR01-KA220-VET000349844





Co-funded by
the European Union

das jedoch stets an die Standortbedingungen und Bewirtschaftungsziele angepasst werden sollte.



Co-funded by
the European Union

2.2. Polen

2.2.1. Grünlandverbesserungspraktiken in Polen

Es wird geschätzt, dass über 50% der Dauergrünlandflächen in Polen degradiert sind, was zu niedrigen Erträgen von etwa 5,0 t Trockenmasse $\cdot \text{ha}^{-1}$ führt (unterhalb des Produktionspotenzials der meisten Standorte) und zu einer unzureichenden Futterqualität im Hinblick auf den Nährstoffbedarf von Wiederkäuern. Der Schlüsselfaktor für die Produktion von hochwertigem Raufutter aus Dauergrünland ist die geeignete Artenzusammensetzung der Grasnarbe. Eine relativ kostengünstige und wirksame Methode zur Verbesserung des Zustands von Dauergrünland ist die Übersaat, bei der Samen von Leguminosen (Fabaceae) und wertvollen Grasarten ausgesät werden, die an die lokalen Boden- und Wasserbedingungen angepasst sind. Eine weitere Methode zur Verbesserung der floristischen Zusammensetzung der Grasnarbe ist das vollständige Umbruchverfahren. Diese Methode umfasst die vollständige Zerstörung der alten Grasnarbe und die Neuansaat. Das vollständige Umbruchverfahren wird nur dort angewendet, wo andere Sanierungsmethoden unwirksam sind. [28, 29, 30, 31, 33].

Die dargestellten Beispiele zur Verbesserung des Zustands von Dauergrünland in Polen wurden im Rahmen einer mehrjährigen Studie gewonnen, die in den Jahren 2011–2015 unter dem Titel „Produktion von hochwertigem Futter aus Dauergrünland“ vom Institut für Technologie und Lebenswissenschaften – Nationales Forschungsinstitut durchgeführt wurde. Das Programm wurde vom Ministerium für Landwirtschaft und ländliche Entwicklung finanziert. Im Rahmen des Programms wurden drei private Betriebe in verschiedenen Lagen (Dymnik, Kąty Milewskie, Kodeń) in Nordost- und Ostpolen ausgewählt. Auf diesen Betrieben wurden Maßnahmen zur Verbesserung des Zustands der Grünlandflächen durchgeführt.



Co-funded by
the European Union

2.2.2. Fall 1

2.2.2.1. Allgemeine Informationen

Standort

Dymnik (53°58'N, 19°28'E), Woiwodschaft Ermland-Masuren, Landkreis Elbląg, nördlicher Teil des Iława-Seenplatte-Gebiets.

Merkmale von Dauergrünland

Dauergrünlandflächen auf einem Betrieb in Dymnik wurden zur Mahd und Beweidung genutzt. Der Betrieb war in der Rindfleischproduktion tätig.

Die Grünlandflächen, die einer Renaturierung unterzogen wurden, befanden sich auf ausgelaugten Braunerden, die aus leichtem schluffigem Ton entstanden waren, mit unterschiedlichem Gehalt an Phosphor und Kalium (von mittel bis sehr hoch). Sie wurden bereits einige Jahre zuvor auf Ackerland angelegt. Sie wurden in einem Mähweidesystem genutzt. Vor der Sanierung war der Boden sehr sauer und wies einen hohen Magnesiumgehalt (Mg) auf.

In der Wiesenklassifizierung handelt es sich hierbei um Trockenwiesen auf Mineralboden. Die Gras- und Krautgesellschaften wurden dominiert von *Lolium perenne*, *Dactylis glomerata*, *Phleum pratense*, *Festuca arundinacea* und *Elymus repens*.

Angewandte Verbesserungsmethoden

Im Dorf Dymnik wurde die Grünlanderneuerung/-verbesserung auf einem Betrieb mit zwei Methoden durchgeführt.:

die vollständige Bodenbearbeitungsmethode,

Direktsaatverfahren.

Zusätzlich wurde eine Kontrollfläche unberührt gelassen, auf der keine Grünlanderneuerung/-verbesserung durchgeführt wurde.

Alle zur Grünlanderneuerung/-verbesserung vorgesehenen Grünlandflächen wurden im Herbst 2011 aufgrund des sehr sauren Bodens gekalkt ($\text{pH} < 4.5$).



Co-funded by
the European Union

Die für die Grünlanderneuerung/-verbesserung mit der vollständigen Bodenbearbeitungsmethode vorgesehene Wiese wurde im Herbst 2011 vorbereitet: Es wurden Kalkung und Pflügen durchgeführt. Im Frühjahr 2012 wurde eine Saatbettvorbereitung vorgenommen, und am 20. April wurde eine Mischung aus Gräsern und Leguminosen mit einer Getreidesämaschine in einer Aussaatstärke von $40 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ohne Deckfrucht ausgesät (Fotos 1, 2).

Die Grünlanderneuerung/-verbesserung mittels Direktsaat wurde am 13. April 2012 mit einer Väderstad Rapid Sämaschine (Foto 3) durchgeführt, bei einer Aussaatmenge von $20 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$. Die Saatgutmischung war an die lokalen Boden- und Wasserbedingungen sowie die unterschiedliche Nutzung der Grasnarbe angepasst (Tabelle 1, Fotos 4, 5, 6). In allen Jahren wurden ausschließlich mineralische Düngemittel in Form von Polyphosphat und Ammoniumnitrat verwendet. Die durchschnittlichen jährlichen Düngergaben betrugen: etwa 116 kg N , 20 kg P und $50 \text{ kg K} \cdot \text{ha}^{-1}$.

Tabelle 1. Zusammensetzung der Saatgutmischungen, die für die Erneuerung der Wiesenbestände in Dymnik verwendet wurden

Art	Vollständige Bodenbearbeitung		Übersaat	
	Sorte	Anteil [%]	Sorte	Anteil [%]
<i>Festulolium x hybridum</i> (4n)	-	-	Sulino	15
<i>Festuca pratensis</i>	Pasja	20	Pasja	15
<i>Dactylis glomerata</i>	Berta	5	Berta	5
<i>Phleum pratense</i>	-	-	Kaba	15
<i>Poa pratensis</i>	Skiz	15	Skiz	10
<i>Lolium perenne</i>	Bajka	15	Bajka	10
<i>Lolium perenne</i> (4n)	Jaran	15	Jaran	10
<i>Lolium x hybridum</i> (4n)	Nadzieja	5	-	-
<i>Lolium multiflorum</i>	Turtetra	5	-	-
<i>Trifolium pratense</i>	-	-	Rozeta	10
<i>Trifolium repens</i>	Romena	20	Romena	10

Quelle: eigene Untersuchung der Autoren.

Wetterbedingungen

Im Jahr der Grünlanderneuerung/-verbesserung (2012) wurde nach den im April durchgeführten Maßnahmen dank guter Bodenfeuchtebedingungen ein rasches Auflaufen der ausgesäten Arten beobachtet. Im Mai trat jedoch eine Dürre auf, die zum Absterben eines Teils

Klimafreundliche Schritte im Grünlandmanagement und dessen Verbesserung

2025-1-TR01-KA220-VET000349844





Co-funded by
the European Union

der Keimlinge führte und die Wirkung der Grünlanderneuerung/-verbesserung einschränkte. Im Jahr 2013 waren Menge und Verteilung der Niederschläge günstig und begrenzten das Wachstum der Aufwuchsbiomasse nicht. Im Jahr 2014 waren die Feuchtigkeitsbedingungen ungünstig. Die Gesamtniederschläge während der Vegetationsperiode waren um 29% niedriger als der langjährige Durchschnitt für 1971–2000. Obwohl die monatlichen Niederschlagssummen im April und Mai über den langjährigen Durchschnittswerten lagen, traten von Juli bis Oktober erhebliche Wasserdefizite auf. Das Jahr 2015 war ebenfalls durch ungünstige pluviothermische Bedingungen gekennzeichnet. Im Mai, Juni und August herrschten trockene oder extrem trockene Bedingungen, was zu verminderten Erträgen des nachfolgenden Aufwuchses führte (Tabelle 2).

Tabelle 2. Pluviotherme Extrembedingungen in Dymnik während der Vegetationsperiode (2012–2015), ausgedrückt durch den Selyaninov-Koeffizienten (k)

Monat	Jahre							
	2012		2013		2014		2015	
	k-Wert	Zeitraum	k-Wert	Zeitraum	k-Wert	Zeitraum	k-Wert	Zeitraum
April	2.55	Sehr feucht	2.41	feucht	1.03	Eher trocken	3.32	Sehr feucht
Mai	0.58	Sehr trocken	1.36	Optimum	1.42	Optimum	0.91	trocken
Juni	2.23	nass	0.97	trocken	2.24	feucht	0.89	trocken
Juli	1.98	Eher feucht	3.09	Sehr feucht	0.47	Sehr trocken	1.35	Optimum
August	1.09	Ausreichend trocken	0.95	trocken	1.04	Eher trocken	0.2	Sehr trocken
September	0.91	trocken	2.67	Sehr feucht	0.7	Sehr trocken	2.35	feucht

Quelle: eigene Untersuchung der Autoren basierend auf Daten der Agro-Meteorologischen Station in Helenowo, Gemeinde Elbląg; Wert HTC (Zeitraum): <0,41—extrem trocken, 0,41–0,70—sehr trocken, 0,71–1,00—trocken, 1,01–1,30—eher trocken, 1,31–1,60—Optimum, 1,61–2,00—eher feucht, 2,01–2,50—feucht, 2,51–3,0—sehr feucht, >3,00—extrem feucht.

2.2.2.2. Ergebnisse und Bewertung

Botanische Zusammensetzung der Grasnarbe

Die Analyse der Artenzusammensetzung der Grünlandnarbe zeigte, dass nach der Neuansaat im April 2012 der Anteil von Deutschem Weidelgras sowie anderen Komponenten der Mischung um mehrere Prozent zunahm, insbesondere *Festulolium x hybridum* und *Festuca pratensis*, die in den folgenden Jahren erhalten blieben. Dagegen nahm der Anteil der einheimischen Gräser leicht ab, und der Anteil zweikeimblättriger Unkräuter verringerte sich deutlich. Aufgrund der begrenzten Wirksamkeit der Anreicherung der Grasnarbe mit

Klimafreundliche Schritte im Grünlandmanagement und dessen Verbesserung

2025-1-TR01-KA220-VET000349844





Co-funded by
the European Union

Leguminosen (*Papilionaceae*) kam es nur zu einer geringen Verbesserung ihres Nutzwertes (ausgedrückt durch den UNV-Index). Diese Grasnarbe wurde, ebenso wie die Kontrollfläche, nach der Methode von Filipek als „gut“ eingestuft [32].

Die Grasnarbe der vollständig bearbeiteten Flächen wurde von einer Mischung aus Gräsern und Leguminosen dominiert. In den Jahren 2013–2014 machten einheimische Gräser und zweikeimblättrige Unkräuter nur wenige Prozent der Grasnarbe aus. Im Jahr 2015 setzte sich der hohe Anteil aller ausgesäten Komponenten fort, wobei Deutsches Weidelgras und Bastardweidelgras dominierten. Insgesamt machten die Gräser im letzten Untersuchungsjahr 62% des Ertrags aus.

Infolge der Dürre, die sowohl im August als auch im September 2014 und 2015 auftrat, verringerte sich der Anteil von Weißklee in der Grasnarbe von etwa 45% im Jahr 2014 auf etwa 18% im Jahr 2015. Der Nutzwert der Grasnarbe (UNV) wurde nach der vollständigen Bodenbearbeitung im Durchschnitt als „sehr gut“ bewertet.

Daher kann die Nutzwertzahl (UNV) ein nützlicher Indikator zur Bewertung der Wirksamkeit der Anreicherung der floristischen Zusammensetzung der Grasnarbe mit verschiedenen Methoden sein (Tabelle 3).

Tabelle 3. Einfluss der Methode zur Sanierung der Grasnarbe auf den Anteil von Pflanzengruppen im ersten Schnitt in den folgenden Jahren der Wiese.

Pflanzengruppe	Kontrolle				Übersaat				Vollst. Bodenbearbeitung			
	2012	2013	2014	2015	2012	2013	2014	2015	2012	2013	2014	2015
Gräser	60	59	78	57	64	70	84	61	82	50	54	62
Leguminosen	10	6	3	2	15	5	3	12	16	45	46	18
Kräuter/Unkräuter	30	35	19	41	21	25	13	27	2	5	0	20
Unv	7.2	6.6	7.2	6.3	8.1	7.4	7.3	7.1	9.6	9.5	9.6	8.4

Quelle: Studie der Autoren; UVN – Nutzwert der Streu nach der Methode von Filipka [1973], UVN: 10–8,1 – sehr guter Nutzwert, 8,0–6,1 – guter Nutzwert, 6,0–3,1 – durchschnittlicher Nutzwert, ≤ 3,0 – geringer Nutzwert..

Ertrag der Grasnarbe und ihr Futterwert

Die Grünlanderneuerung/-verbesserung, sowohl durch Direktsaat als auch durch vollständige Bodenbearbeitung, erhöhte die Erträge im Vergleich zur Kontrollfläche, die keiner Behandlung unterzogen wurde, deutlich.

Der Trockenmasseertrag in der Kontrollgrasnarbe betrug 6,17 t·ha⁻¹. Die Übersaat

Klimafreundliche Schritte im Grünlandmanagement und dessen Verbesserung

2025-1-TR01-KA220-VET000349844





Co-funded by
the European Union

führte zu einem Anstieg auf $8,68 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, was 140% des Kontrollwertes entsprach (40% Steigerung zu der Kontrolle), während bei vollständiger Bodenbearbeitung der Ertrag $8,15 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ erreichte (32% Steigerung zu der Kontrolle).

Ähnliche Trends wurden bei den Erträgen der Qualitätskomponenten beobachtet. Der Gesamteiweißertrag in der Kontrollgrasnarbe betrug $857 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, während er nach der Übersaat auf $1263 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ und nach vollständiger Bodenbearbeitung auf $1361 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ anstieg. Auch der Ertrag an Einfachzuckern war in der renovierten Grasnarbe höher – $918 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ bei Übersaat und $987 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ bei vollständiger Bodenbearbeitung, im Vergleich zu $702 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ in der Kontrolle (Tabelle 4.).

Tabelle 4. Wiesenertrag und Futterqualität auf dem Betrieb in Dymnik (Durchschn. für 2012–2014 in t TM ha^{-1})

	Mahd und Beweidung		
	Kontrolle (ohne Übersaat)	Übersaat	vollständige Bodenbearbeitung
Ertrag [t DM ha^{-1}]	6.17	8.68	8.15
Absoluter Wert [%]		40	32
Gesamteiweißertrag [$\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$]	857	1263	1361
Ertrag an Einfachzuckern [$\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$]	702	918	987

Quelle: eigene Untersuchung der Autoren.

Zusammenfassend verbesserten beide Sanierungsmethoden sowohl die Menge als auch die Qualität der Erträge deutlich, wobei die Übersaat den Trockenmasseertrag leicht gegenüber der vollständigen Bodenbearbeitung übertraf, während die vollständige Bodenbearbeitung höhere Erträge an Gesamteiweiß und Einfachzuckern erzielte.





Co-funded by
the European Union

2.2.2.3. Fotos



Für die Aussaat einer Mischung aus Gräsern und Leguminosen vorbereitetes Feld (Foto: K. Terlikowska)



Wirkung der Grünlanderneuerung/-verbesserung mittels vollständiger Bodenbearbeitungsmethode [30]



Väderstad Rapid Direktsämaschine, für die Arbeit vorbereitet (Foto: K. Terlikowska)



Direktsaat-Übersaat auf dem Betrieb in Dymnik (Foto: K. Terlikowska)



Co-funded by
the European Union



Ergebnis der Direktsaat auf dem Betrieb in
Dymnik (Foto: K. Terlikowska)

Im Frühjahr 2012 eingesätes Grünland (Foto:
J. Terlikowski)



Co-funded by
the European Union

2.2.3. Fall 2

2.2.3.1. Allgemeine Informationen

Standort

Kąty Milewskie (53°22'N 22°59'E), Podlaskie Province, Mońki County

Merkmale von Dauergrünland

Dauergrünland, das auf einem Betrieb in Kąty Milewskie einer Grünlanderneuerung/-verbesserung unterzogen wurde, wurde zur Heugewinnung oder Beweidung genutzt. Der Betrieb war auf die Rindfleischproduktion spezialisiert.

Der Großteil der für die Heuernte genutzten Grünflächen befand sich auf aus mittelschwerem Lehm ausgelaugten Braunerden, die überwiegend einen hohen Phosphorgehalt und einen niedrigen Kaliumgehalt aufwiesen; der pH-Wert des Bodens war sehr sauer ($\text{pH} < 4,5$). Der verbleibende Teil, der als Weideland genutzt wurde, befand sich auf aus leichtem Lehm ausgelaugten Braunerden mit niedrigem oder mittlerem Phosphorgehalt und niedrigem Kaliumgehalt. Die Grünflächen wurden überwiegend als Trockenwiesen auf Mineralböden klassifiziert.

Die Grasnarbe der 15-jährigen Wiese wurde von *Dactylis glomerata*, *Festuca rubra* und *Poa pratensis* dominiert, mit einem hohen Anteil an zweikeimblättrigen Pflanzen. Die Weide wurde dominiert von *Poa pratensis* und *Trifolium pratense*.

Der Boden-pH war sehr sauer ($\text{pH} < 4,5$). Der Phosphorgehalt im Boden variierte von mittel bis sehr hoch, während der Kaliumgehalt sehr hoch war.

Angewandte Verbesserungsmethoden

Auf dem Betrieb in Kąty Milewskie wurde das Grünland mit zwei Methoden erneuert:

- Grünlanderneuerung durch Umbruch und Neuansaat,
- Direktsaatverfahren,

Zusätzlich wurde eine Kontrollfläche unberührt gelassen, auf der keine Grünlanderneuerung/-verbesserung durchgeführt wurde.



Co-funded by
the European Union

Vor der Behandlung wurde das Grünland im Herbst 2011 gekalkt. Die Nachsaat mit einer Mischung aus Gras- und Leguminosensamen wurde Ende der ersten zehn Tage im April mit einer Vredo-Sämaschine durchgeführt, die mit Scheibenscharen ausgestattet war.

Im Rahmen der Grünlanderneuerung durch Umbruch und Neuansaat wurde im Frühjahr 2013 auf einer Fläche von 2 ha durch die Aussaat einer Gras-Leguminosen-Mischung mit 30 % Leguminosen, die für kompakte und mittelkompakte Böden vorgesehen ist, eine neue Wiese angelegt. Die Aussaatstärke betrug $20 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ für die Nachsaat und $40 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ bei der Grünlanderneuerung durch Umbruch und Neuansaat (Tabelle 5).

Tabelle 5. Zusammensetzung der bei der Grünlanderneuerung/-verbesserung in Kąty Mielewskie verwendeten Saatgutmischungen

Arten	Nachsaat		Grünlanderneuerung durch Umbruch und Neuansaat	
	Sorte	Anteil [%]	Sorte	Anteil [%]
<i>Knautgras</i>	-	-	Amera	5
<i>Wiesenschwingel</i>	Passion	15	Pasja	20
<i>Wiesenrispe</i>	Skiz	5	Skiz	10
<i>Englisches Raygras (2n)</i>	Bajka	10	-	-
<i>Englisches Raygras (4n)</i>	Jaran	10	Jaran	10
<i>Wiesenslieschgras</i>	Skala	15	Skala	10
<i>Bastardraygras (4n)</i>	Gosia	5	-	-
<i>Festulolium</i>	Felopa	10	Felopa	15
<i>Glatthafer</i>		10	-	-
<i>Rotklee</i>	Bona	15	Bona	25
<i>Weißklee</i>	Romena	5	-	-
<i>Hornklee</i>	-	-		5

Quelle: Eigene Studie der Autoren.

Sowohl mineralische als auch organische Düngemittel wurden zur Düngung des Grünlandes verwendet. Die durchschnittliche jährliche Stickstoffgabe betrug $100 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$. Im Frühjahr wurde Harnstoff mit einer Düngungsrate von $46 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ verwendet, und nach erneutem Aufwuchs bzw. nach dem Schnitt wurden insgesamt etwa $60 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ in Form von Ammoniumnitrat zweimal ausgebracht. Die Phosphor- und Kaliumdüngung erfolgte hauptsächlich in Form von Polyphosphat mit einer Rate von $30 \text{ kg P} \cdot \text{ha}^{-1}$ und $70 \text{ kg K} \cdot \text{ha}^{-1}$. Auf Flächen, die mit organischen Düngemitteln gedüngt wurden, wurde keine erste Stickstoffgabe ausgebracht.

Klimafreundliche Schritte im Grünlandmanagement und dessen Verbesserung

2025-1-TR01-KA220-VET000349844





Co-funded by
the European Union

Wetterbedingungen

In Kały Mielewskie traten im Jahr 2012 nach der Aussaat günstige pluviothermale Bedingungen für die Keimung sowie das Wachstum und die Entwicklung von Gras- und Leguminosensämlingen auf (Tabelle 6). Im folgenden Jahr begrenzten weder die Niederschlagsmenge noch deren Verteilung das Wachstum der Biomasse der Bodenbedeckung. Im Jahr 2014 traten jedoch gute Feuchtigkeitsbedingungen nur in den Frühlingsmonaten auf, während im Sommer – im Juli, August und September – deutlich geringere Niederschläge verzeichnet wurden, was das Wachstum der Bodenbedeckung eingeschränkt haben könnte. Im Jahr 2015 herrschten stark variable pluviothermale Bedingungen: April und Mai waren optimal, jedoch herrschte von Juni bis zum Ende der Vegetationsperiode eine Dürre, die den Ertrag des nachfolgenden Aufwuchses der Wiesenbodenbedeckung begrenzte und zum Ausbleiben eines Aufwuchses auf der Weide führte.

Tabelle 6. Pluviotherme Extrembedingungen in Kały Mielewskie (Experiment II) in der Vegetationsperiode (2012–2015), ausgedrückt durch den Selyaninov-Koeffizienten (k)[34].

Monat	Jahr							
	2012		2013		2014		2015	
	k-Wert	Zeitraum	k-Wert	Zeitraum	k-Wert	Zeitraum	k-Wert	Zeitraum
April	1.89	Eher feucht	3.18	Extrem feucht	0.79	trocken	1.59	Optimum
Mai	1.22	Eher trocken	1.95	Eher feucht	1.60	Optimum	2.92	sehr feucht
Juni	1.95	Eher feucht	1.42	Optimum	1.88	Eher feucht	0.55	Sehr trocken
Juli	1.46	Optimum	1.62	Eher feucht	1.13	Eher trocken	1.15	Eher trocken
August	2.14	feucht	1.20	Eher trocken	1.12	Eher trocken	0.12	Extrem trocken
September	0.63	Sehr trocken	4.61	Extrem feucht	0.49	Sehr trocken	0.81	trocken

Quelle: Eigene Studie der Autoren basierend auf Daten der Meteorologischen Station in Białystok. Wert des HTC (Zeitraum): <0,41—extrem trocken, 0,41–0,70—sehr trocken, 0,71–1,00—trocken, 1,01–1,30—eher trocken, 1,31–1,60—optimal, 1,61–2,00—eher feucht, 2,01–2,50—feucht, 2,51–3,0—sehr feucht, >3,00—extrem feucht.

2.2.3.2. Ergebnisse und Bewertung

Botanische Zusammensetzung der Grasnarbe

Als Ergebnis der Nachsaat von Wiesen und Weiden im April 2012 wurde in den Jahren 2013–2015 ein deutlicher Anstieg des Anteils zweier Grasarten beobachtet: Deutschem Weidelgras (von 2 auf 9 %) und Wiesen-Schwingel (von 4 auf 7 %). Auf der Weide wurde ebenfalls ein Anstieg des Anteils von über 3 % beim Timotheegrass festgestellt. Gleichzeitig

Klimafreundliche Schritte im Grünlandmanagement und dessen Verbesserung

2025-1-TR01-KA220-VET000349844





Co-funded by
the European Union

nahm der Anteil einheimischer Gräser, Kräuter sowie dikotyler Unkräuter ab, was aus Sicht des Ertrags und des Nutzwertes der Grasnarbe wünschenswert ist.

Gras- und Leguminosenarten, die in Saatgutmischungen ausgesät wurden (*Festuca pratensis*, *Dactylis glomerata*, *Phleum pratense*, *Poa pratensis*, *Trifolium repens* und *Trifolium pratense*), waren auch vor der Aussaat in der Grasnarbe vorhanden, jedoch in deutlich geringeren Mengen als nach der Renaturierung, was ihre Unterscheidung von lokalen Ökotypen erschwerte. Dennoch trug die Nachsaat zur Verbesserung des Nutzwertes der Grasnarbe (Unv) bei, insbesondere im Fall der Weidegrasnarbe. Der positive Effekt der Wiesennachsaat war geringer – ein deutlicher Anstieg des Anteils von Kräutern und Unkräutern im Jahr 2015 führte dazu, dass der Nutzwert der Grasnarbe (Unv) am nachgesäten Standort im Vergleich zur Kontrollgrasnarbe nur um 0,9 Einheiten anstieg. Es ist hervorzuheben, dass nach der Direktsaat auch der Anteil der Leguminosen zunahm, bei gleichzeitigem Rückgang der dikotylen Kräuter und Unkräuter. Ein Vergleich der botanischen Zusammensetzung der ungesäten und gesäten Grasnarbe zeigt, dass die Anreicherung sowohl der Wiesen- als auch der Weidegrasnarbe mit Klee und wertvollen Grasarten einen positiven Effekt hatte.

Die Grasnarbe Fläche der Grünlanderneuerung durch Umbruch und Neuansaat wurde von Komponenten der ausgesäten Gras- und Leguminosenmischung dominiert. In den Jahren 2013–2014 machten einheimische Gräser und dikotyle Unkräuter nur wenige Prozent der Grasnarbe aus. Im Jahr 2015 setzte sich der hohe Anteil der ausgesäten Arten fort, mit einer Dominanz der Leguminosen (ca. 40 % des Ertrags), *Lolium perenne* (10–16 %) sowie *Festuca pratensis* und weiteren in der Mischung verwendeten Gräsern (20–25 %). Der Nutzwert der Wiesen-Grasnarbe (Unv) nach der Grünlanderneuerung/-verbesserung mittels Grünlanderneuerung durch Umbruch und Neuansaat wurde als sehr gut bewertet (Unv: 9,2–9,5) (Tabelle 7, 8; Foto 9–14).

Tabelle 7. Einfluss der Methode der Grünlanderneuerung/-verbesserung auf den Anteil (%) der Pflanzengruppen im ersten Schnitt in den folgenden Jahren der Wiese.

Pflanzengruppe	Methode											
	Kontrolle				Nachsaat				Grünlanderneuerung durch Umbruch und Neuansaat			
	2012	2013	2014	2015	2012	2013	2014	2015	2012	2013	2014	2015

Klimafreundliche Schritte im Grünlandmanagement und dessen Verbesserung

2025-1-TR01-KA220-VET000349844





Co-funded by
the European Union

Gräser	58	68	65	66	63	66	68	67	-	58	56	50
Leguminosen	5	6	6	3	18	22	18	13	-	42	43	45
Kräuter u. Unkräuter	37	26	29	31	19	12	14	20	-	0	1	5
Unv	7.4	7.2	7.2	7.0	8.5	8.5	8.4	7.9	-	9.5	9.4	9.2

Quelle: Eigene Studie der Autoren; Unv – Nutzwert des Grases nach der Methode von Filipek [1973], Unv: 10–8,1 – sehr guter Nutzwert, 8,0–6,1 – guter Nutzwert, 6,0–3,1 – durchschnittlicher Nutzwert, >3,0 – geringer Nutzwert.

Tabelle 8. Einfluss der Methode der Grünlanderneuerung/-verbesserung auf den Anteil (%) der Pflanzengruppen im ersten Schnitt in den folgenden Jahren der Weide.

Pflanzengruppe	Methode							
	Kontrolle				Nachsaat			
	2012	2013	2014	2015	2012	2013	2014	2015
Gräser	55	61	60	58	61	65	66	72
Leguminosen	20	14	7	6	25	23	13	15
Kräuter u. Unkräuter	25	25	33	36	14	12	21	13
Unv	7.9	7.7	7.0	6.6	8.7	8.8	8.1	8.6

Quelle: Eigene Studie der Autoren; Unv – Nutzwert des Grases nach der Methode von Filipek [1973], Unv: 10–8,1 – sehr guter Nutzwert, 8,0–6,1 – guter Nutzwert, 6,0–3,1 – durchschnittlicher Nutzwert, >3,0 – geringer Nutzwert.

Ertrag der Grasnarbe und ihr Futterwert

Die Grünlanderneuerung/-verbesserung in Kаты, sowohl durch Nachsaat als auch durch Grünlanderneuerung durch Umbruch und Neuansaat, verbesserte die Erträge im Vergleich zur Kontrollfläche, die keiner Behandlung unterzogen wurde, deutlich.

Im Grünlandnutzung betrug der Trockenmasseertrag auf der Kontrollfläche $6,03 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, während er nach der Nachsaat auf $7,30 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ (21 % Steigerung zur der Kontrolle) und nach der Grünlanderneuerung durch Umbruch und Neuansaat auf $9,22 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ (53 % Steigerung zu der Kontrolle) anstieg. Der Gesamteiweißertrag in der Wiesen-Grasnarbe erhöhte sich von $758 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ in der Kontrolle auf $968 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ nach der Nachsaat und $1153 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ nach der Grünlanderneuerung durch Umbruch und Neuansaat. Auch die Einfachzuckererträge stiegen deutlich – von $573 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ in der Kontrolle auf $844 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ nach der Nachsaat und $1275 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ nach der Grünlanderneuerung durch Umbruch und Neuansaat.

Ein ähnlicher Trend wurde in der Weidenutzung beobachtet, allerdings waren die Effekte etwas geringer. Der Trockenmasseertrag stieg von $5,67 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ in der Kontrolle auf $6,69 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ nach der Nachsaat (18 % Steigerung zu der Kontrolle). Der Gesamteiweißertrag

Klimafreundliche Schritte im Grünlandmanagement und dessen Verbesserung

2025-1-TR01-KA220-VET000349844





Co-funded by
the European Union

erhöhte sich von 929 auf 1122 kg·ha⁻¹ und der Einfachzuckerertrag von 550 auf 594 kg·ha⁻¹ (Tabelle 9).

Tabelle 9. Erträge von Wiesen und Weiden auf dem Betrieb in Kaŧy Mielewskie (Durchschnitt für 2012–2014 in t TM ha⁻¹) und ihr Futterwert.

	Wiesennutzung			Weidenutzung	
	Kontrolle	Nachsaat	Grünlanderneuerung durch Umbruch und Neuansaat	Kontrolle	Nachsaat
Ertrag [t TM ha ⁻¹]	6.03	7.30	9.22	5.67	6.69
Sterigerung/Minderung zur Kontrolle [%]	-	21	53	-	18
Gesamteiweißertrag	758	968	1153	929	1122
Einfachzuckerertrag	573	844	1275	550	594

Quelle: Eigene Studie der Autoren.

Zusammenfassend verbesserten beide Sanierungsmaßnahmen sowohl die Quantität als auch die Qualität der Erträge. Die höchsten Zunahmen bei Trockenmasse-, Gesamteiweiß- und Einfachzuckererträgen wurden auf Grünland nach der Grünlanderneuerung durch Umbruch und Neuansaat erzielt, während die Nachsaat mittlere, aber eindeutig vorteilhafte Effekte zeigte, insbesondere auf Weiden.

2.2.3.3 Fotos



Sämaschine für die Direktsaat bei der Nachsaat.



Nachsaat der Weide mit einer Sämaschine auf dem Betrieb Kąty [31]



Grasnarbe nach der Bearbeitung mit einer Sämaschine auf dem Betrieb Kąty (photo: J. Barszczewski)



Einfluss der Grünlanderneuerung/-verbesserung durch Nachsaat in Kąty (Weide, 2015^a; 2014^b)
(Foto: B. Wróbel).

Klimaresiliente Schritte im Grünlandmanagement und dessen verbesserung

2025-1-TR01-KA220-VET000349844



Co-funded by
the European Union



Einfluss der Grünlanderneuerung/-verbesserung durch Nachsaat in Káty, Grasnarbe vor dem zweiten Schnitt, Grünlanderneuerung durch Umbruch und Neuansaat (Wiese, 2013) (Foto: B. Wróbel)



Einfluss der Grünlanderneuerung/-verbesserung mittels Grünlanderneuerung durch Umbruch und Neuansaat in Káty (Wiese, 2014) (Foto: B. Wróbel)



2.2.4. Fall 3

2.2.4.1. Allgemeine Informationen

Standort

Kodeń (51°54'N 23°36'E), Lublin Province, Biała Podlaska County.

Charakteristik des Dauergrünlands

Die renovierten Grünlandflächen befanden sich im Dorf Kodeń. Der Betrieb war auf die Rindfleischproduktion spezialisiert. Sowohl Dauergrünland als auch temporäres Grünland wurden zur Mahd und Beweidung genutzt. Der Großteil dieser Grünlandflächen wurde als Standorte charakterisiert, die für typische Eichen-Hainbuchenwälder typisch sind, während der restliche Teil in verarmten Eichen-Hainbuchenwald-Standorten lag. Der Boden, der sich aus mittlerem oder lockerem Sand gebildet hatte, wurde als pseudopodsolisch eingestuft, mit mittlerem Phosphorgehalt und niedrigem Kaliumgehalt.

Der Boden-pH war sehr sauer ($\text{pH} < 4,5$). Der Phosphorgehalt variierte von mittel bis sehr hoch, während der Kaliumgehalt sehr hoch blieb. Aufgrund des sauren pH-Wertes wurden die Grünlandflächen im Herbst 2011 gekalkt.

Mineraldünger wurden zur Düngung des Grünlands eingesetzt und in zwei oder drei Gaben in Mengen von etwa 60 kg N, 30 kg P und 60 kg K·ha⁻¹ ausgebracht. Organische Düngemittel (Stallmist) oder Gülle wurden jährlich auf einer Fläche von etwa 4 ha ausgebracht, jeweils auf einem anderen Schlag. Nach der Ausbringung organischer Düngemittel auf diesen Flächen erfolgte keine mineralische Frühjahrsdüngung.

Die Gras-Kräuter-Gemeinschaft wurde von *Poa pratensis*, *Festuca pratensis*, *Dactylis glomerata* und *Holcus lanatus* dominiert, mit einem erheblichen Anteil an Kräutern und Unkräutern, hauptsächlich *Taraxacum officinale*. Die floristische Zusammensetzung der Wiese wurde durch Nachsaat im siebzehnten Nutzungsjahr und durch Grünlanderneuerung durch Umbruch und Neuansaat im achtzehnten Nutzungsjahr verbessert.

Angewandte Verbesserungsmethoden

Auf dem Betrieb wurde die Grünlanderneuerung/-verbesserung mit zwei Methoden durchgeführt:

Klimafreundliche Schritte im Grünlandmanagement und dessen Verbesserung

2025-1-TR01-KA220-VET000349844



Co-funded by
the European Union

- die Grünlanderneuerung durch Umbruch und Neuansaat -Methode,
- direkte Nachsaatmethode.

Zusätzlich wurde eine Kontrollfläche unverändert belassen, auf der keine Sanierungsmaßnahmen durchgeführt wurden

Zur Nachsaat der Grünlandflächen in Kodeń wurde eine mit Scheibenscharen ausgestattete Vredo-Sämaschine verwendet. Die Nachsaat mit einer Mischung aus Gras- und Leguminosensamen wurde Ende der ersten zehn Tage im April durchgeführt. Der Betrieb pflügte außerdem 1,8 ha Weide um und säte sie mit einer Gras-Leguminosen-Mischung für leichte Mineralböden neu ein, mit derselben Artenzusammensetzung wie in Tabelle 10.

Tabelle 10. Zusammensetzung der bei der Grünlanderneuerung/-verbesserung in Kodeń verwendeten Saatgutmischungen

Arten	Nachsaat		Grünlanderneuerung durch Umbruch und Neuansaat	
	Sorte	Anteil [%]	Sorte	Anteil [%]
<i>Knautgras</i>	-	-	Amera	5
<i>Wiesenschwingel</i>	Pasja	15	Pasja	20
<i>Wiesenrispe</i>	Skiz	5	Skiz	10
<i>Englisches Raygras (2n)</i>	Bajka	10	-	-
<i>Englisches Raygras (4n)</i>	Jaran	10	Jaran	10
<i>Wiesenlieschgras</i>	Skala	15	Skala	10
<i>Bastardraygras (4n)</i>	Gosia	5	-	-
<i>Festulolium</i>	Felopa	10	Felopa	15
<i>Glatthafer</i>		10	-	-
<i>Rotklee</i>	Bona	15	Bona	25
<i>Weißklee</i>	Romena	5	-	-
<i>Hornklee</i>	-	-		5

Quelle: Eigene Studie der Autoren.

Wetterbedingungen

In Kodeń traten im Jahr 2012 während der Auflaufphase sehr ungünstige pluviothermale Bedingungen auf (Tabelle 11). Die Niederschlagsmenge und deren Verteilung von April bis Ende Juli lagen unter den langjährigen Durchschnittswerten, was einen erheblichen limitierenden Faktor sowohl für den Auflauf als auch für die Entwicklung der Gras- und Leguminosensämlinge darstellte. In den folgenden Jahren (2013–2015) waren die Feuchtigkeitsbedingungen in den Frühlingsmonaten günstig für das Biomassewachstum im

Klimafreundliche Schritte im Grünlandmanagement und dessen Verbesserung

2025-1-TR01-KA220-VET000349844





Co-funded by
the European Union

ersten und zweiten Schnitt. Allerdings waren starke Wasserdefizite im Sommer die Hauptursache für das schwächere Nachwachsen im dritten Schnitt.

Tabelle 11. Pluviotherme Extrembedingungen in Kodeń in der Vegetationsperiode (2012–2015), ausgedrückt durch den Selyaninov-Koeffizienten (k)

	Jahr							
	2012		2013		2014		2015	
Monat	k-Wert	Zeitraum	k-Wert	Zeitraum	k-Wert	Zeitraum	k-Wert	Zeitraum
April	1.2	eher trocken	2.59	Extrem feucht	0.72	trocken	1.33	Optimum
Mai	0.65	Sehr trocken	2.06	feucht	2.55	extrem feucht	2.57	Extrem feucht
Juni	0.96	trocken	1.46	Optimum	2.15	feucht	0.34	Sehr trocken
Juli	0.58	Sehr trocken	0.57	Sehr trocken	0.51	Sehr trocken	0.81	Eher trocken
August	1.94	Eher feucht	0.23	Sehr trocken	1.15	Eher trocken	0.09	trocken
September	0.47	Sehr trocken	2.75	Extrem feucht	0.65	Sehr trocken	2.25	feucht

Quelle: Eigene Studie der Autoren basierend auf Daten der Meteorologischen Station in Włodawa; k-Wert HTC (Zeitraum): <0,41—extrem trocken, 0,41–0,70—sehr trocken, 0,71–1,00—trocken, 1,01–1,30—eher trocken, 1,31–1,60—optimal, 1,61–2,00—eher feucht, 2,01–2,50—feucht, 2,51–3,0—sehr feucht, >3,00—extrem feucht.

2.2.4.2. Ergebnisse und Bewertung

Botanische Zusammensetzung der Grasnarbe

Auf dem Betrieb wurde infolge der Nachsaat im ersten Jahr nach der Behandlung ein Anstieg des Anteils von *Festuca pratensis* um 5 % festgestellt, und in den folgenden Jahren mehr als eine Verdopplung dieses Anteils. Im ersten und zweiten Jahr nach der Nachsaat wurde zudem ein Anstieg des Anteils von *Dactylis glomerata* in der Grasnarbe beobachtet, um 5 % bzw. 4 %. In der Grasnarbe wurden jedoch keine Arten aus der Saatgutmischung festgestellt: *Lolium perenne*, *Lolium x hybridum*, *Festulolium x hybridum*, *Arrhenatherum elatius*, *Phleum pratense*.

Die Nachsaat mit einer Mischung, die Wiesenrispe enthielt, führte in den Jahren 2013 und 2014, d. h. im ersten und zweiten Jahr nach der Behandlung, zu einem deutlichen Anstieg ihres Anteils in der Grasnarbe. Gleichzeitig verringerte die Nachsaat den Anteil von Kräutern und Unkräutern im Vergleich zur Kontrollfläche erheblich. Die Anreicherung der Wiesen-Grasnarbe mit intensiven kurzlebigen Grasarten (*Festulolium x hybridum* und *Lolium x*

Klimafreundliche Schritte im Grünlandmanagement und dessen Verbesserung

2025-1-TR01-KA220-VET000349844





Co-funded by
the European Union

hybridum) sowie Leguminosen durch Direktsaat auf leichten, sandigen Böden hatte keinen signifikanten Einfluss auf die Verbesserung des Nutzwertes der Grasnarbe (Unv). Der geringe Anstieg des Nutzwertindex der Grasnarbe (UNV) war hauptsächlich auf den erhöhten Anteil von *Festuca pratensis*, *Poa pratensis* und *Dactylis glomerata* zurückzuführen.

Die Methode der Grünlanderneuerung durch Umbruch und Neuansaat in einem typischen Eichen-Hainbuchenwald-Standort auf mineralischem Boden aus schwach tonigem Sand und leicht tonigem Sand unter trockenen Bedingungen führte dazu, dass kein Bastard-Raygras oder *Festulolium x hybridum* in den ausgesäten Bestandteilen nachgewiesen wurde, während *Lolium perenne* nur in Spuren vorkam. Neben *Festuca pratensis* und *Poa pratensis* war die dritte dominante Komponente der Grasnarbe *Phleum pratense* obwohl sie nur 5 % der Mischung ausmachte. Unter den Standortbedingungen dieser Wiese wurde durch die Anwendung der Grünlanderneuerung durch Umbruch und Neuansaat eine deutliche Verbesserung des Nutzwertes der Grasnarbe erreicht (Tabelle 12).

Tabelle 12. Einfluss der Methode der Grünlanderneuerung/-verbesserung auf den Anteil der Pflanzengruppen im ersten Schnitt in den folgenden Jahren

Pflanzengruppe	Kontrolle				Nachsaat				Grünlanderneuerung durch Umbruch und Neuansaat			
	2012	2013	2014	2015	2012	2013	2014	2015	2012	2013	2014	2015
Gräser	60	63	64	76	65	71	75	77	-	85	80	78
Leguminosen	20	8	6	5	20	8	5	4	-	13	10	9
Kräuter u. Unkräuter	20	29	30	19	15	21	20	19	-	2	10	13
Unv	7.9	7.2	7.0	7.2	8.2	7.9	8.3	7.5	-	9.3	8.8	8.7

Quelle: Eigene Studie der Autoren; Unv – Nutzwert der Grasnarbe nach der Methode von Filipek [1973], Unv: 10–8,1 – sehr guter Nutzwert, 8,0–6,1 – guter Nutzwert, 6,0–3,1 – durchschnittlicher Nutzwert, >3,0 – geringer Nutzwert.

Ertrag der Grasnarbe und ihr Futterwert

Auf dem Betrieb führte die Grünlanderneuerung/-verbesserung je nach angewandter Methode zu unterschiedlichen Ergebnissen. In der Wiesennutzung betrug der Trockenmasseertrag auf der Kontrollfläche 6,48 t·ha⁻¹. Nach der Nachsaat sank der Ertrag leicht auf 6,26 t·ha⁻¹ (97 % der Kontrolle), während er nach der Grünlanderneuerung durch Umbruch und Neuansaat auf 7,80 t·ha⁻¹ (20 % Steigerung der Kontrolle) anstieg. Der Gesamteiweißertrag der Wiesen-Grasnarbe erhöhte sich signifikant nur nach der Grünlanderneuerung durch Umbruch und Neuansaat – von 742 kg·ha⁻¹ in der Kontrolle auf 965 kg·ha⁻¹, während er nach der

Klimafreundliche Schritte im Grünlandmanagement und dessen Verbesserung

2025-1-TR01-KA220-VET000349844





Co-funded by
the European Union

Nachsaat leicht auf $727 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ zurückging. Ein ähnlicher Trend wurde bei den Einfachzuckererträgen beobachtet: In der Kontrolle betrugen sie $655 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, nach der Nachsaat $662 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ und nach der Grünlanderneuerung durch Umbruch und Neuansaat stiegen sie auf $838 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ (Tabelle 13).

Tabelle 13. Erträge von Wiesen und Weiden auf dem Betrieb in Kodeń (Durchschnitt für 2012–2014 in t TM ha^{-1})

	Wiesennutzung		
	Kontrolle	Nachsaat	Grünlanderneuerung durch Umbruch und Neuansaat
Ertrag [t TM ha^{-1}]	6.48	6.26	7.80
Steigerung/Minderung zur Kontrolle [%]	-	- 3.4	20
Gesamteiweißertrag [kg ha^{-1}]	742	727	965
Einfachzuckerertrag [kg ha^{-1}]	655	662	838

Quelle: Eigene Studie.

Zusammenfassend verbesserte im Experiment in Kodeń die Grünlanderneuerung durch Umbruch und Neuansaat sowohl die Quantität als auch die Qualität der Grasnarbe und führte zu höheren Erträgen an Trockenmasse, Gesamteiweiß und Einfachzuckern. Die Nachsaat brachte im Vergleich zur Kontrollfläche keine eindeutigen Vorteile und führte im Fall des Trockenmasseertrags sogar zu einem leichten Rückgang.



Co-funded by
the European Union

2.2.4.3. Fotos



Einfluss der Grünlanderneuerung/-verbesserung durch Nachsaat in Kodeń, Nachsaatmethode (Wiese, 2013) (Foto: B. Wróbel)

Einfluss der Grünlanderneuerung/-verbesserung durch Nachsaat in Kodeń, Grünlanderneuerung durch Umbruch und Neuansaat (Wiese, 2014) (Foto: B.



Rinder auf der Koppel im Untersuchungsbereich eines der am Projekt teilnehmenden Betriebe (photo: J. Barszczewski)

]



Co-funded by
the European Union

2.3. Serbien

2.3.1. Grünlandverbesserungsmaßnahmen in Serbien

Grünlandflächen in Serbien erstrecken sich von Tieflandgebieten bis in hochmontane Zonen und bedecken etwa 469.228 ha [35]. Sie stellen eine wichtige Futterressource für Haus- und Wildtiere dar und sind damit eine zentrale Voraussetzung für die tierische Produktion. Neben ihrer Produktionsfunktion übernehmen die serbischen Grünlandflächen auch eine bedeutende ökologische Rolle, da sie die Biodiversität fördern und als Ausgangsbestände für die Wiedereinbringung seltener oder gefährdeter Arten dienen können. Ihr dichtes Wurzelsystem trägt zudem zur Stabilisierung des Bodens bei, sodass die Anlage und Erhaltung von Grünland auch eine wirksame Maßnahme gegen Erosion darstellt [36]. In hügeligen und gebirgigen Regionen sind die Erträge häufig niedrig, mit durchschnittlichen Heuerträgen von 1,6–2,2 t ha⁻¹ auf Wiesen und 1,2–1,8 t ha⁻¹ auf Weiden (Statistical Yearbook of the Republic of Serbia, 2025). Die geringe Produktivität ist oft mit ungünstiger Bodenfruchtbarkeit – insbesondere niedriger Phosphorverfügbarkeit – sowie weiteren Standortlimitierungen verbunden [37; 38].

Viele Pflanzengesellschaften, wie beispielsweise *Agrostidetum-Juncetum effusi*, *Beckmanietum erucaeformis*, *Deschampsietum caespitosae*, *Molinietum coeruleae*, *Phalaridetum arundinaceae*, and *Caricetum vulpinae-ripariae*, sind charakteristisch für nasse Standorte. Tallagen sind von *Agrostidetum albae*, *Agrostidetum vulgariae*, *Alopecuretum pratensis*, *Arrhenatheretum elatioris*, *Festucetum pratensis*, *Festucetum pseudovinae*, und *Cynosuretum cristati* dominiert; hügelige Gebiete von *Agrostidetum albae*, *Agrostidetum vulgare*, *Alopecuretum pratensis*, *Arrhenatheretum elatioris*, *Festucetum pratensis*, *Festucetum pseudovinae*, and *Cynosuretum cristati*; hilly areas by *Agrostidetum vulgariae*, *Agrostidetum-Chrysopogonetum grylli*, *Brometum erecti*, *Danthonietum calycinae*, *Festucetum vallesiaceae* und *Chrysopogonetum grylli*; und in Bergregionen treten *Agrostidetum vulgariae*, *Brometum erecti*, *Danthonietum calycinae*, *Festuco-Armerietum canescentis*, *Festucetum rubra-fallax*, *Festucetum spadiceae*, *Nardetum strictae*, *Festucetum sulcate*, *Festucetum vallesiaceae*, *Potentilla recta* and *Poetum violaceae* auf. Die Heuerträge variieren: Feuchtgrünland liefert 3,5–4,5 t/ha, Tal- und Tieflandgrünland 2,0–3,2 t/ha, Hügellandgrünland 0,9–1,6 t/ha und Berggrünland 0,7–1,2 t/ha [38].

Klimafreundliche Schritte im Grünlandmanagement und dessen Verbesserung

2025-1-TR01-KA220-VET000349844





Grünlandverbesserungsmaßnahmen werden eingesetzt, um die floristische Zusammensetzung zu verbessern und die Nutzung zu optimieren, insbesondere auf ertragsschwachen, naturnahen Grünlandflächen mit begrenztem Bewirtschaftungsinput [36]. Ziel war es, die Auswirkungen von Düngung, Kalkung und Schnittzeitpunkt (zwei phänologische Stadien) auf die floristische Zusammensetzung, den Biomasseertrag und die Biomassequalität von *Danthonietum-calycinae*-Grünland zu quantifizieren [36]. Die Pflanzengesellschaft *Danthonietum calycinae* ist in Serbien weit verbreitet und insbesondere für hügelige und montane Regionen typisch [39; 40; 41]. Ein besonderer Schwerpunkt lag auf funktionellen Verschiebungen hin zu einem höheren Anteil an Leguminosen und wertvollen Gräsern sowie einem geringeren Anteil wirtschaftlich wenig wertvoller Arten. Darüber hinaus wurden Reaktionen der Bodenmikroben sowie ausgewählte bodenchemische Parameter untersucht, um neben Produktivitätssteigerungen auch die ökologische Sicherheit zu bewerten [36].



Co-funded by
the European Union

2.3.2. Fall 1

2.3.2.1. Allgemeine Informationen

Die Grünlandverbesserungsstudie wurde in Mitrovo Polje an den Hängen des Berges Goč (Serbien) innerhalb der Pflanzengesellschaft *Danthonietum calycinae* und in einer Höhenlage von 684 m durchgeführt.

Die Versuchsfläche umfasste insgesamt 1.400 m² und liegt bei 43°30'17" N, 20°52'24" E. Der Standort ist durch ein gemäßigtes Bergklima gekennzeichnet, mit einer 10-jährigen mittleren Lufttemperatur von 8,56 °C und einer durchschnittlichen jährlichen Niederschlagsmenge von 908 mm [36].

Der Boden, auf dem die Grünlandverbesserung durchgeführt wurde, war extrem sauer und karbonatfrei, sehr schlecht mit Phosphor und Kalium versorgt und humusreich (Tabelle 14).

Tabelle 14. Chemische Bodeneigenschaften [36]

pH (H ₂ O)	pH (KCl)	N gesamt [mg/100 g]	P ₂ O ₅ mg/100g	K ₂ O mg/100g	Humus %	CaCO ₃ %
5.58	4.06	0.29	2.65	7.96	8.29	0.00

Eine vor dem Experiment durchgeführte phytocoenologische Aufnahme erfasste 51 Pflanzenarten. Nach der phytosoziologischen Vegetationsaufnahme mit der Braun–Blanquet-Methode [36] wies *Danthonia calycina* den höchsten Deckungsgrad (2,2) auf, gefolgt von *Agrostis capillaris* (2,1). Mehrere Gräser (z. B. *Festuca rubra* 1,1; *Cynosurus cristatus* 1,1; *Sieglingia decumbens* 1,+) sowie Leguminosen (*Trifolium* spp.) traten überwiegend mit geringer Deckung (+) oder nur als seltene Vorkommen (R) auf. Dies weist auf einen artenreichen Bestand mit wenigen dominanten Arten und zahlreichen Begleitarten hin [36].

Die Edifikatorart *Danthonia calycina* sowie das festgestellte Dominanzmuster weisen auf das Vorkommen der Pflanzengesellschaft *Danthonietum calycinae* hin, die in trockenen, mäßig feuchten und feuchten Standorten vorkommt. Diese Gesellschaft gilt allgemein als stabil, da sie von ausdauernden Gräsern dominiert wird, die 58–80 % der floristischen Zusammensetzung ausmachen [42; 43]. *Danthonia calycina* ist eine thermophile Art, die typischerweise mit

skeletthaltigen und sandigen Böden in Verbindung steht [44]. Zusätzlich wurde *Danthonia cornubiensis* nachgewiesen.



Abbildung 7. *Danthonia calycina* (Vill.) Rchb / *Danthonia alpina* Vest

Gut entwickelte, „echte“ (Klimax-)Bestände von *Danthonietum calycinae* sind derzeit nur schwer zu finden [36]. Stattdessen stellen die meisten Standorte Übergangsvegetation zwischen *Danthonietum* und *Agrostietum* dar, was darauf hindeutet, dass die ursprüngliche Pflanzengesellschaft durch frühere Grünlandnutzung und Bewirtschaftung verändert wurde. Dieser Übergang spiegelt eher eine Abweichung von der angenommenen ursprünglichen Artenzusammensetzung als eine Verbuschung wider. Die historische Nutzung von Mitrovo Polje zur Futterproduktion für Nutztiere dürfte zu dieser Verschiebung beigetragen haben und Gräser wie *Agrostis capillaris* sowie Leguminosen wie Rot- und Weißklee (*Trifolium* spp.) und Hornklee (*Lotus corniculatus*) gefördert haben. Weitere Arten, die auf einen früheren anthropogenen Einfluss hinweisen, sind *Centaurea jacea* und *Rumex acetosella* [36].

Sträucher und verholzende Pflanzen wurden nicht als prägendes Merkmal des Standorts beschrieben; jedoch wurde *Rosa canina* in der Voruntersuchung als selten (R) erfasst, was auf nur sporadisches Vorkommen verholzter Arten hinweist [36]. Der Heuertrag auf diesen Grünlandflächen liegt typischerweise zwischen 1,5 und 2,85 t ha⁻¹ und kann bei geeigneter Düngung 8 t ha⁻¹ überschreiten [45; 46].



Nutztiere auf der Weidefläche

Die ausgewählte Studie beschreibt das Grünland vorwiegend als Mahdnutzung zur Heuproduktion (Schnitt zu definierten phänologischen Stadien) und berichtet keine Beweidungsbewirtschaftung, keine Viehbestände (GVE) sowie keine Angaben zur Weidesaison. Trotz einer umfangreichen Durchsicht der verfügbaren Literatur zu serbischem Grünland konnte keine Fallstudie identifiziert werden, die diese beweidungsbezogenen Parameter für den Standort konsistent bereitstellt, was die Vollständigkeit des Datensatzes einschränkte.

Angewandte Verbesserungsmethoden

Die Versuchsfläche umfasste 1.400 m². Der Standort wurde eingerichtet und der Ausgangszustand der Vegetation im Herbst 2012 erfasst. Anschließend wurden die Verbesserungsmaßnahmen durchgeführt und über einen Zeitraum von drei Jahren (2013–2015) überwacht. Die Studie folgte einem vollständig randomisierten Blockdesign mit vier Wiederholungen. Die Grundparzellengröße betrug 10 m² (5 × 2 m). Zwischen den Wiederholungen wurden Pufferzonen von 1 m und innerhalb jeder Wiederholung zwischen den Behandlungen 0,5 m eingehalten [36].

Der Verbesserungsansatz in der ausgewählten Studie basierte auf Nährstoffmanagement (mineralische Düngung und gegebenenfalls Kalkung) in Kombination mit Schnittmanagement (Mahd zu definierten phänologischen Stadien). Weitere Verbesserungsmaßnahmen (z. B. Strauchentfernung, Bodenbearbeitung, Nachsaat, Belüftung, Schleppen, Walzen, Infrastruktur für Beweidung, Einzäunung/Schatteneinrichtungen oder die Anlage von Einsaatweiden) wurden nicht berichtet.

Die Düngung wurde während der gesamten Versuchsdauer jährlich durchgeführt und basierte auf einer P-K-Grundgabe von P60K60 in Kombination mit unterschiedlichen Stickstoffstufen (N0, N60, N120, N180) sowie in einigen Varianten auf dem Einsatz mikrobieller Inokulanten (P60K60 mit *Klebsiella planticola* oder *Bacillus subtilis*). Der Stickstoff wurde in Form von Ammoniumnitrat (33 % N) ausgebracht, Phosphor als Einfachsuperphosphat (SSP; 18,5 % P₂O₅) und Kalium als KCl (60 %). Die Inokulanten wurden zu Beginn der Vegetationsperiode oberflächlich ausgebracht (Enteroplantin 15 L ha⁻¹; Extrasol 20 L ha⁻¹) und im Verhältnis 1:30 mit Wasser verdünnt [36].

Klimafreundliche Schritte im Grünlandmanagement und dessen Verbesserung

2025-1-TR01-KA220-VET000349844





Die Mahd wurde als Bewirtschaftungsmaßnahme angewendet, wobei der Schnitt der Grasnarbe zu zwei phänologischen Stadien der dominanten Bestandsarten erfolgte: (a) frühes Ährenschieben (Rispen-/Blütenstand-Entwicklung) und (b) Vollblüte.

Zur Kalkung wurde gemahlener Branntkalk (Calciumhydroxid, CaO) in einer Menge von 1.000 kg/ha verwendet und im Herbst 2012 manuell auf der Grünlandfläche ausgebracht.

Rotationsweideplan

Rotationsweide wurde in der ausgewählten Fallstudie nicht umgesetzt; jedoch wurden Trockenmasseertrag und saisonale Nachwuchsdynamik unter kontrolliertem Schnitt- und Düngungsmanagement erfasst. Diese empirischen Ergebnisse wurden daher als Grundlage für einen analogen (simulierten) Rotationsweideplan verwendet, der mit dem Produktionspotenzial des Standorts sowie den in der Studie berichteten Einschränkungen des saisonalen Nachwuchses konsistent ist.

Auf Grundlage der gemessenen Produktivitätsergebnisse aus dem Jahr 2014 wurde die Weidefläche konzeptionell in 10 Weideparzellen (Paddocks) für die Zwecke dieser Simulation unterteilt. Da die Planung einer Rotationsweide grundsätzlich von (a) dem Zeitpunkt und der Häufigkeit der Entblätterung sowie (b) der Regenerationsfähigkeit unter den klimatischen Standortbedingungen abhängt, wurde das ökonomisch begründete „optimale Verbesserungs“-Düngungsniveau als Basis für eine konservative Rotationsweidesimulation herangezogen, die mit den Ergebnissen der Fallstudie konsistent ist. Die Besatzstärken wurden aus dem Trockenmasseertrag 2014 über einen Futterangebotsansatz unter Verwendung eines konservativen Nutzungsfaktors ($U = 0,50$, unter Berücksichtigung von Restbiomasse und unvermeidbaren Verlusten) abgeleitet.

Die Rotationsweide-Simulation ist über drei saisonale Perioden strukturiert und legt jeweils die geplante Verweildauer (Tage) pro Parzelle fest:

Frühperiode (30. Apr.–20. Jun.): Aufgrund des hohen Frühjahrsnachwuchspotenzials unter den günstigen hydrothermalen Bedingungen von 2014 wird ein schneller Rotationsrhythmus mit 2 Tagen pro Parzelle angenommen (≈ 20 -Tage-Zyklus über 10 Parzellen). Die Zielbesatzstärke beträgt 2,0 GVE/ha und spiegelt das maximale Futterangebot



unter dem wirtschaftlich begründeten „optimalen Verbesserungs“-Düngungsniveau wider, das in der Fallstudie als Referenzszenario verwendet wurde.

Mittelperiode (20. Jun.–10. Aug.): Da die Fallstudie zeigt, dass sommerliche Bedingungen das Nachwachsen einschränken und wiederholte Biomasseentnahme begrenzen können, wird die Rotation verlangsamt, um die Regeneration der Grasnarbe zu schützen, mit 3 Tagen pro Parzelle (≈ 30 -Tage-Zyklus). Die Zielbesatzstärke wird auf 1,4 GVE/ha reduziert (ca. –30 % gegenüber dem Frühjahr), um das Risiko von Trockenstress und eingeschränktem Nachwuchs in den Weidedruck zu integrieren.

Spätperiode (10. Aug.–30. Sep.): Gegen Ende der Saison liegt der Fokus des Plans auf der Sicherung von Restbiomasse und der Vermeidung von Übernutzung der Grasnarbe. Daher wird die Rotation mit der längsten Verweildauer umgesetzt, nämlich 4 Tage pro Parzelle (≈ 40 -Tage-Zyklus), bei einer moderaten Zielbesatzstärke von 1,6 GVE/ha, die unter dem Frühjahrsniveau bleibt, jedoch eine vorsichtige Nutzung ermöglicht, sofern eine ausreichende Regeneration im Spätsommer gegeben ist.

Düngungsplan

In den Jahren 2013–2015 wurde die Düngung jährlich entsprechend dem Versuchsplan durchgeführt. Jede Versuchsparzelle hatte eine Größe von 10 m^2 ($5 \times 2 \text{ m}$). Die mineralischen Nährstoffe wurden wie folgt ausgebracht: Stickstoff in Form von Ammoniumnitrat (AN, 33 % N), Phosphor als Einfachsuperphosphat (SSP, 18,5 % P_2O_5) und Kalium als Kaliumchlorid (KCl, 60 % K_2O).

Im Allgemeinen wurde die P-K-Grunddüngung (sowie – falls zutreffend – der herbstliche Stickstoffanteil) im Herbst ausgebracht, der Hauptanteil des Stickstoffs (falls zutreffend) zu Beginn der Vegetationsperiode im Frühjahr und eine zusätzliche Stickstoffgabe in den N-gedüngten Varianten (N60/N120/N180) nach dem ersten Schnitt.

Insgesamt umfasste die Studie sechs Düngungsvarianten sowie eine Kontrollvariante, jeweils mit vier Wiederholungen [36]. Die Düngungsbehandlungen wurden in kg ha^{-1} Reinnährstoff angegeben:

Klimafreundliche Schritte im Grünlandmanagement und dessen Verbesserung

2025-1-TR01-KA220-VET000349844





Co-funded by
the European Union

1. N0P0K0 (Kontrolle): Es wurden keine Düngemittel ausgebracht.
2. N0P60K60 (PK): Die gesamte P60K60-Gabe wurde im Herbst ausgebracht.
3. N0P60K60 + *Klebsiella planticola* (Kp): Die P60K60-Gabe wurde im Herbst ausgebracht, gefolgt von einer Frühljahrsinokulation mit Enteroplant (15 L ha⁻¹; Verdünnung 1:30), das zu Beginn der Vegetationsperiode oberflächlich auf die Grasnarbe aufgebracht wurde.
4. N0P60K60 + *Bacillus subtilis* (Bs): Die P60K60-Gabe wurde im Herbst ausgebracht, gefolgt von einer Frühljahrsinokulation mit Extrasol (20 L ha⁻¹; Verdünnung 1:30), das zu Beginn der Vegetationsperiode oberflächlich auf die Grasnarbe aufgebracht wurde.
5. N60P60K60 (N60): N20P60K60 wurde im Herbst ausgebracht; N20 zu Beginn der Vegetationsperiode im Frühjahr; und N20 nach dem ersten Schnitt.
6. N120P60K60 (N120): N20P60K60 wurde im Herbst ausgebracht; N80 zu Beginn der Vegetationsperiode im Frühjahr; und N20 nach dem ersten Schnitt.
7. N180P60K60 (N180): N20P60K60 wurde im Herbst ausgebracht; N140 zu Beginn der Vegetationsperiode im Frühjahr; und N20 nach dem ersten Schnitt.

Hinweis: Der Index bei der Nährstoffbezeichnung gibt die Menge der reinen Nährstoffe in kg ha⁻¹ an

2.3.2.2. Vorher-Nachher-Vergleich

In dieser Studie wurden keine echten Vorbehandlungsdaten aus dem Jahr 2012 (z. B. Heuerträge pro Schnitt) berichtet. Daher wurden die ungedüngten und ungekalkten Kontrollparzellen (N0P0K0), die unter demselben Schnittregime wie alle Behandlungen bewirtschaftet wurden, als Ausgangsbasis (Referenz ohne Verbesserungsmaßnahmen) verwendet. „Nach der Verbesserung“ bezieht sich somit auf Parzellen, die Verbesserungsmaßnahmen (Düngung und/oder Kalkung und/oder mikrobielle Inokulation) erhielten und mit der Kontrolle verglichen wurden.



Co-funded by
the European Union

Vor der Verbesserung:

Hier wird „vor der Verbesserung“ operativ als ungedüngte und ungekalkte Kontrollvariante (N0P0K0) definiert, da für 2012 keine Vorbehandlungs-Ertragsdaten vorliegen.

Über die drei Versuchsjahre lag der Anteil wirtschaftlich wertvoller Arten bei 32–47 %, während wenig wertvolle und nicht wertvolle Arten 48–68 % ausmachten (Kontrollparzellen).

Bezogen auf die Heuproduktion betrug der Gesamttrockenmasseertrag auf den Kontrollparzellen im ersten Jahr 3,26 t ha⁻¹ und im zweiten Jahr 5,32 t ha⁻¹ (beide Werte beziehen sich auf das im Experiment angewendete Mahdregime). Für den ersten Schnitt lag der Ertrag der Kontrolle bei 3,05 t ha⁻¹ (Ausgangsertrag unter Mahdnutzung), während der Rohproteingehalt im Zeitraum von 76 bis 85 g kg⁻¹ und der Rohzellulosegehalt von 322 bis 365 g kg⁻¹ über den dreijährigen Versuchszeitraum variierte.

Da im Rahmen der Studie keine Beweidungsbewirtschaftung vorgesehen war und der Standort ausschließlich durch Mahd zur Heuproduktion genutzt wurde, wurde kein Weidedruck erfasst und dieser gilt als nicht anwendbar.

Nach der Verbesserung:

Nach der Anwendung der Verbesserungsmaßnahmen (Düngung ± Kalkung und/oder mikrobielle Inokulation) unter demselben Mahdregime verschoben sich die floristischen und produktiven Eigenschaften des Grünlands in Richtung eines höheren Futterwertes.

Über den dreijährigen Zeitraum lag der Anteil wirtschaftlich wertvoller Arten bei 48–68 %, während der Anteil wenig wertvoller und nicht wertvoller Arten 29–52 % betrug (Spannweiten über die Verbesserungsvarianten hinweg). Dies weist auf eine Verschiebung hin zu einem höheren Anteil wirtschaftlich wertvoller Arten und einem geringeren Anteil wenig bzw. nicht wertvoller Arten.

Der Gesamttrockenmasseertrag stieg im Vergleich zur Kontrolle an und lag im ersten Jahr zwischen 3,37 und 5,86 t ha⁻¹ sowie im zweiten Jahr zwischen 5,69 und 9,50 t ha⁻¹ (Spannweiten der Behandlungen). Hinsichtlich der Biomassequalität im ersten Schnitt zeigte die Behandlung N180P60K60 über den dreijährigen Zeitraum Rohproteingehalte zwischen 84

Klimafreundliche Schritte im Grünlandmanagement und dessen Verbesserung

2025-1-TR01-KA220-VET000349844



und 99 g kg^{-1} ; der Rohzellulosegehalt derselben Behandlung lag zwischen 351 und 391 g kg^{-1} [36].

Nachhaltigkeit wurde nicht direkt quantifiziert; sie kann jedoch indirekt als Zuwachs an Produktivität und Futterwert interpretiert werden, der durch gesteuerte Nährstoffzufuhr und Mahd im Vergleich zur Kontrollbasis erreicht wurde [36].

2.3.2.3. Ergebnisse und Bewertung

Die Ergebnisse werden relativ zur ungedüngten und ungekalkten Kontrollvariante (Baseline) bewertet, die unter demselben Mahdregime als Referenz ohne Verbesserungsmaßnahmen dient. Insgesamt förderte das Nährstoffmanagement – insbesondere die kombinierte Anwendung von Stickstoff sowie Phosphor und Kalium – eine floristische Verschiebung hin zu einem höheren Anteil wirtschaftlich wertvoller Arten (vor allem mittelwertiger Gräser) und reduzierte den Anteil wenig wertvoller und nicht wertvoller Arten aus anderen Pflanzenfamilien. PK-basierte Behandlungen sowie PK in Kombination mit mikrobiellen Inokulanten (*Klebsiella planticola* oder *Bacillus subtilis*) verbesserten den Futterwert der Biomasse vor allem durch einen erhöhten Leguminosenanteil und einen verminderten Anteil wenig bzw. nicht wertvoller Arten. Zusätzlich erhöhte der Schnitt zu Beginn des Ährenschiebens (frühes Stadium der Rispenentwicklung) den wirtschaftlichen Wert der Biomasse über alle drei Versuchsjahre hinweg konsistent und unterstützt somit dessen Empfehlung für eine breitere praktische Anwendung [36].

Auch die agrotechnischen Verbesserungsmaßnahmen führten über die Versuchsjahre hinweg zu einem deutlichen Anstieg des Biomasseertrags. Mineraldüngung mit Stickstoff bei konstantem PK-Niveau (P60K60) erzielte signifikant höhere Erträge als PK-allein-Behandlungen, sowohl mit als auch ohne Inokulation. Die Erhöhung der Stickstoffgabe bis auf 120 kg ha^{-1} (N120P60K60) führte zu einem annähernd linearen Ertragsanstieg, während eine weitere Steigerung von 120 auf 180 kg ha^{-1} keinen proportional zusätzlichen Zuwachs bewirkte, was auf abnehmende Ertragszuwächse bei höheren N-Gaben hinweist. Die Kalkung verbesserte zwar weder den wirtschaftlichen Wert des Grünlands noch die Biomassequalität, kann jedoch aufgrund ihrer positiven Effekte auf den Biomasseertrag sowie auf die Abundanz bestimmter mikrobieller Gruppen empfohlen werden [36].



Aus ökologischer Sicht verringerte die mineralische Düngung weder die Gesamtzahl der Mikroorganismen noch die Abundanz von Pilzen, Actinomyceten oder *Klebsiella planticola*, was darauf hindeutet, dass eine sachgerecht gesteuerte Düngung für die untersuchten mikrobiellen Gruppen als unbedenklich eingestuft werden kann. Die Inokulation mit *Klebsiella planticola* zeigte keinen signifikanten Effekt, während *Bacillus subtilis* im dritten Jahr zu einem Anstieg des Biomasseertrags führte; der damit verbundene Zuwachs im Proteinertrag war jedoch gering, weshalb diese Art der Inokulation für die breite Praxis nicht empfohlen wird [36]. Die Studie kommt zu dem Schluss, dass die maximale Nutzung dieses Grünlandtyps durch die Kombination von N120P60K60 mit frühem Schnitt (Beginn des Ährenschiebens/frühes Schossen) erreicht wurde [36].

Die Ergebnisse zeigen, dass ein gezieltes Nährstoffmanagement in Kombination mit zeitlich abgestimmter Mahd die Produktivität erhöhen und die Artenzusammensetzung in Richtung wirtschaftlich wertvollerer Funktionsgruppen verschieben kann, ohne negative Auswirkungen auf die untersuchten mikrobiellen Gemeinschaften zu verursachen. Gleichzeitig verdeutlichen die abnehmenden Ertragszuwächse oberhalb von N120 die Bedeutung einer Optimierung der Stickstoffgaben, um Produktivitätssteigerungen mit effizientem Ressourceneinsatz und ökologischer Verantwortung in Einklang zu bringen [36].

Lokale Verwaltung und Beratungsdienste können die nachhaltige Verbesserung dieser Grünlandflächen unterstützen, indem sie evidenzbasierte Düngungsraten fördern (Vermeidung unnötiger N-Einträge über das wirtschaftlich gerechtfertigte Niveau hinaus), eine zeitgerechte Mahd als praxisorientierte Bewirtschaftungsmaßnahme empfehlen und die Kalkung in Verbesserungspläne integrieren, sofern eine Stabilisierung der Erträge Priorität hat. Parallel dazu können Beratungs- und Extension-Aktivitäten dazu beitragen, diese Maßnahmen in betriebsnahe Leitlinien und Monitoring-Routinen zu überführen, die an lokale Boden- und Klimabedingungen angepasst sind [36].



Co-funded by
the European Union

2.3.2.4. Fotos



Weidezustand – vor der Verbesserung



Weidezustand – nach der Verbesserung



Verbesserungsmaßnahmen (während der Studie): Bodenprobenahme für chemische und mikrobiologische Analysen.

Klimafreundliche Schritte im Grünlandmanagement und dessen Verbesserung

2025-1-TR01-KA220-VET000349844



Co-funded by
the European Union

2.3.3. Fall 2

2.3.3.1. Allgemeine Informationen

Suva Planina ist ein Gebirgsmassiv im Südosten Serbiens und stellt eines der wichtigsten Berggrünlandgebiete im zentralen Balkan dar. Die hochgelegenen Weiden unterstützen die traditionelle Viehhaltung und bieten Lebensraum für vielfältige Pflanzengesellschaften, die typisch für halb-naturnahe Berggrünländer sind [47].

Diese Grünlandflächen haben sich über Jahrhunderte durch extensive Beweidung und Mahd entwickelt. In den letzten Jahrzehnten sind viele dieser Weiden jedoch durch den Rückgang der traditionellen Viehhaltung gefährdet, was zur Ausbreitung von Sträuchern, zu fortschreitender Sukzession und zum Verlust offener Grünlandhabitate führt.

Die nachhaltige Nutzung der Weiden der Suva Planina hängt daher von der Aufrechterhaltung traditioneller Weidesysteme ab, die sowohl die Biodiversität als auch die Viehproduktion erhalten.

Diese Fallstudie stellt die managementbasierte Verbesserung einer 280 ha großen Bergweide in der Nähe des Dorfes Kosmovac auf der Suva Planina dar [48].

Informationen zum verbesserten Grünland

Name / Lage der Weidefläche:

Weidefläche in der Nähe des Dorfes Kosmovac

<https://maps.app.goo.gl/HDN9YLYAWNy53xjY7>

Fläche (ha): 280 ha

Höhenlage (m): 800–1200 m

Jährlicher Niederschlag: 700–900 mm

Bodenstruktur: —

Die Bodenstruktur der Sekundärweiden in der Umgebung des Dorfes Kosmovac spiegelt die vielfältige geologische Grundlage der Übergangszone der Suva Planina (700–1.200 m ü. M.) wider [47].

Klimafreundliche Schritte im Grünlandmanagement und dessen Verbesserung

2025-1-TR01-KA220-VET000349844



Co-funded by
the European Union

Flache, steinige Bodenprofile mit ausgezeichneter Drainage kennzeichnen die Kalkgebiete. Diese xerothermen Bedingungen begünstigen trockenheitsresistente Vegetation, wobei sommerliche Trockenheit die Produktivität begrenzt. In sanfter geneigten Lagen treten tiefere Bergschwarzerden (Berg-Crnitsa) auf, die eine bessere Wasserspeicherung sowie eine günstigere Nährstoffverfügbarkeit für grasdominierte Pflanzengesellschaften bieten [45].

Die Nähe zum Fluss Crvena sowie zu natürlichen Quellen gewährleistet eine zuverlässige Wasserversorgung und verbessert die Nutzbarkeit der Weideflächen trotz der inhärenten Einschränkungen des Karstgeländes.

Vegetation vor der Verbesserung:

Die Weiden bei Kosmovac auf der Suva Planina waren von halb-natürlichem Berggrünland überwachsen, überwiegend sekundären Ursprungs. Die Vegetation bestand aus xerothermen Graslandgesellschaften, die typisch für offene Kalkstandorte sind und von ausdauernden Gräsern und Leguminosen dominiert werden, während produktivere, wiesenartige Bestände nur lokal an günstigeren Standorten vorkamen.

Aufgrund des verringerten Weidedrucks waren Teile der Weide von Verbuschung und natürlicher Sukzession betroffen, was zu einem schrittweisen Rückgang offener Weidehabitats führte [45].

Nutztiere auf der Weidefläche

Traditionelle pastorale Systeme spielten historisch eine zentrale Rolle bei der Prägung der Grünlandlandschaften der Suva Planina und sind in Teilen der Suva Planina weiterhin vorhanden.

Typische Nutztierarten sind Schafe, Rinder und Pferde, wobei Schafe die dominierende Tierart darstellen.

Schafe (Anzahl / GVE): 100 / 10

Rinder (Anzahl / GVE): 30 / 30

Pferde (Anzahl / GVE): 6 / 4,8

Gesamt-GVE: 44,8

Klimafreundliche Schritte im Grünlandmanagement und dessen Verbesserung

2025-1-TR01-KA220-VET000349844



Weidesaison: Mai–Oktober (potenziell bis November), entsprechend der Vegetationsperiode der xerothermen Pflanzengesellschaften auf der Suva Planina.

Die Nutztiere werden während der Sommerweidesaison saisonal auf höher gelegene Weiden verlegt und folgen dabei traditionellen Transhumanzmustern.

Angewandte Verbesserungsmethoden

Beginn und Ende der Verbesserungsmaßnahmen:

Startjahr: 2021

Endjahr: 2023

Strauchentfernung: —

Regelmäßige manuelle Entfernung von Sträuchern in Bereichen beginnender Verbuschung, um die offene Weidestruktur zu erhalten.

Anpassung der optimalen Viehbesatzdichte:

Zu Beginn des Verbesserungsprozesses wurde für das Basisjahr 2020 ein Viehbestand von 100 Schafen, 30 Rindern und 6 Pferden erfasst, entsprechend 44,8 GVE bzw. 0,16 GVE/ha auf 280 ha. Dieser Weidedruck lag unter dem für eine angemessene Weidepflege erforderlichen Niveau. Mit Unterstützung der lokalen Behörden wurde der Viehbestand im Jahr 2021 auf 250 Schafe, 50 Rinder und 8 Pferde erhöht, entsprechend 81,4 GVE bzw. 0,29 GVE/ha. Dieses Niveau lag im Zielbereich für ein nachhaltiges Weidemanagement und wurde in den folgenden Jahren beibehalten, wodurch sich die Effekte einer ausgewogenen Beweidung und eines natürlichen Nährstoffkreislaufs im gesamten Weidesystem etablieren konnten.

Nachhaltiges Weidemanagement:

Das angepasste Besatzniveau wurde im Rahmen eines traditionellen extensiven Weidesystems umgesetzt, wodurch offene Grünlandhabitats erhalten, und eine ausgewogenere Vegetationsentwicklung unterstützt wurden.





Co-funded by
the European Union

Weidepflege:

Traditionelle Weiderouten und die saisonale Nutzung der Weiden wurden von lokalen Schäfergemeinschaften beibehalten, was eine regelmäßige Nutzung der Weideflächen und eine gleichmäßigere Verteilung des Weidedrucks unterstützte.

Wasserstellen:

Zur Sicherung der Wasserversorgung für die Weidetiere wurden auf der Weide Regenwassersammelbecken (Reservoirs) angelegt. In Phasen längerer Trockenheit werden diese zusätzlich durch Wassertransporte (Tankwagen) aufgefüllt.

Weitere Maßnahmen: Natürlicher Nährstoffkreislauf – Nährstoffumverteilung durch saisonale Höhenstaffelung der Beweidung. Schafe, Rinder und Pferde weiden im Frühjahr und Sommer schrittweise von tieferen zu höheren Lagen und kehren mit Annäherung des Winters allmählich in tiefere Bereiche zurück, wodurch eine räumliche Umverteilung von Nährstoffen innerhalb des Weidesystems gefördert wird.

Rotationsweideplan

Obwohl kein formales Rotationsweidesystem strikt umgesetzt wird, folgt die Beweidung einem saisonalen, höhenstufenbasierten Weidemuster:

Frühperiode (Mai–Juni):

Die tiefer gelegenen Bergweiden werden genutzt.

Mittelperiode (Juni–August):

Das Vieh weidet auf höher gelegenen Hochplateaus, wo die Vegetationsproduktivität ihren Höhepunkt erreicht.

Spätperiode (September–Oktober):

Das Vieh kehrt schrittweise in tiefere Lagen zurück, bevor der Winter beginnt.



Düngungsplan

Auf diesen Berggrünlandflächen wird keine mineralische Düngung eingesetzt, da der Schutzstatus des Naturparks Suva Planina gilt, in dem die künstliche Düngung verboten ist, um die natürliche Habitatintegrität und die Biodiversität zu erhalten.

Die Produktivität des Grünlands wird durch den natürlichen Nährstoffkreislauf extensiver Weidesysteme aufrechterhalten – Tierexkrementen liefern wesentliche Nährstoffe (N, P, K), während eine kontrollierte Besatzdichte (0,25–0,4 GVE/ha) eine Überdüngung verhindert und die nachhaltige Regeneration xerothermer Grasländer unterstützt.

2.3.3.2. Vorher-Nachher-Vergleich

Vor der Verbesserung:

Heuproduktion:

Geschätzte nutzbare Futterbiomasse: 1,2–1,8 t TM/ha

Die Weide zeigte insgesamt eine geringe bis mittlere Futterqualität, wie sie für xerotherme Berggrünländer typisch ist. Die Vegetation wurde von xerothermen Gesellschaften wie *Mirsinetum-Ischaemetum* und *Potentillo-Caricetum humilis* dominiert, die durch harte, verholzte Pflanzen mit begrenztem Nährwert gekennzeichnet sind. Die Weidebedingungen waren im Frühjahr und Herbst günstiger, während die Futterqualität im Sommer infolge von Trockenheit und flachgründigen Kalkböden deutlich abnahm. Produktivere, wiesenartige Pflanzengesellschaften wie *Teucrietum-Chrysopogonetum* kamen lokal auf silikatischen Substraten vor, ihr begrenztes Vorkommen hatte jedoch keinen wesentlichen Einfluss auf das Gesamtweidepotenzial [47].

Weidedruck:

Die Besatzdichte war gering und lag bei 0,16 GVE/ha (44,8 GVE auf 280 ha), was unter dem für die Weidepflege optimalen Bereich lag. Diese Unterbeweidung begünstigte die Verbuschung, verringerte die Stabilität offener Grünlandgesellschaften und trug zur schrittweisen Verschlechterung des Weidezustands bei.

Nach der Verbesserung:

Klimafreundliche Schritte im Grünlandmanagement und dessen Verbesserung

2025-1-TR01-KA220-VET000349844





Co-funded by
the European Union

Heuproduktion:

Geschätzte nutzbare Futterbiomasse: 2,0–2,5 t TM/ha (+30–40 %)

Vegetationsveränderung:

Die Vegetationsstruktur verbesserte sich durch eine verringerte Verbuschung, eine bessere Bodenbedeckung und eine gleichmäßigere Biomasseverteilung über die Weidefläche. Der Anteil erwünschter Arten typischer xerothermer Offenstandorte, wie *Bromus erectus* und *Festuca valesiaca*, nahm um 25–35 % zu, während der Anteil weniger wertvoller Vegetation, einschließlich aggressiver Moose und Unkräuter, zurückging. Die Vegetationsstruktur wurde zudem vielfältiger: Die Bestandeshöhe stieg von 15–20 cm auf 40–50 cm, die Bodenbedeckung verbesserte sich von 65 % auf 85 %, und kahle Flächen reduzierten sich von 20 % auf unter 5 %. Dadurch blieb die Weide offen, funktional stabiler und besser für extensive Beweidung geeignet.

Biodiversität: Ein aktives Management verbesserte sowohl die Biodiversität als auch die Habitatstruktur. Ein saisonales, höhenstufenbasiertes Beweidungssystem in Kombination mit kontrollierten Besatzdichten von 0,25–0,4 GVE/ha (0,29 GVE/ha im Jahr 2021) trug dazu bei, den ökologischen Wert der Suva Planina zu erhalten und gleichzeitig die Produktivität des Grünlands zu steigern.

Nachhaltigkeit: Das umgesetzte Weidemanagement zeigt eine langfristige Nachhaltigkeit, da es ausschließlich auf dem natürlichen Nährstoffkreislauf durch Tierexkrementen basiert, externe Betriebsmittel vermeidet und gleichzeitig sowohl Produktivitätssteigerungen als auch eine Verbesserung der Biodiversität erreicht.

Die verbesserte Weideproduktivität ermöglichte eine schrittweise Erhöhung der Besatzdichte und unterstützte eine ausgewogenere ökologische und ökonomische Nutzung des 280 ha großen Weidesystems.

2.3.3.3. Ergebnisse und Bewertung

Erreichte Ergebnisse: Das umgesetzte Weidemanagement steigerte den Weideertrag um etwa 30–40 %, verbesserte die Vegetationsstruktur und Biodiversität und gewährleistete die Einhaltung der Schutzgebietsauflagen, da ausschließlich auf den natürlichen Nährstoffkreislauf ohne mineralische Düngung zurückgegriffen wurde

Klimafreundliche Schritte im Grünlandmanagement und dessen Verbesserung

2025-1-TR01-KA220-VET000349844



Nachhaltigkeitswirkung: Der optimierte Weidedruck (0,25–0,4 GVE/ha) verhindert wirksam die Verbuschung, fördert gleichzeitig die Vegetationsregeneration, erhält die xerotherme Biodiversität und sichert die langfristige Erhaltung halb-natürlicher Grünlandflächen auf empfindlichen Kalk- und Silikatstandorten.

Rolle der Verwaltung: Durch die Unterstützung lokaler Behörden und Subventionen zur Tierhaltung – insbesondere für einheimische Rassen – wurde die Anzahl der Nutztiere erhöht, während Beratungsdienste Schulungen zur optimalen Weidenutzung bereitgestellt haben. Dadurch wurde der Weidedruck näher an ein Niveau gebracht, das für die Erhaltung halb-natürlicher Grünländer und den Schutz der Biodiversität ideal ist.

2.3.3.4. Fotos





Weidezustand – vor der Verbesserung [48]



Weidezustand – nach der Verbesserung [48]



Co-funded by
the European Union



Verbesserungsmaßnahmen (währenddessen) [48]

2.3.4. Fall 3

2.3.4.1. Allgemeine Informationen

Sandige Grasländer sind ein spezieller Typ semi-natürlicher Lebensräume, der in der pannonischen biogeografischen Region Europas weit verbreitet ist. In Serbien kommen sie hauptsächlich in den sandigen Landschaften Nord-Vojvodinas vor, insbesondere in den Suboticaer und Deliblatska-Sanden, wo sie ein wertvolles Mosaik offener Lebensräume mit hoher biologischer Vielfalt bilden. Diese Ökosysteme beherbergen zahlreiche spezialisierte Pflanzen- und Tierarten und sind daher von hoher Bedeutung für den Naturschutz [49].

Das Gebiet weist ein gemäßigt-kontinentales Klima auf, mit warmen, trockenen Sommern und kalten Wintern. Die durchschnittliche Jahrestemperatur liegt bei etwa 11 °C, während der jährliche Niederschlag zwischen 550 und 600 mm beträgt [50].

In Teilen der Suboticaer Sandgebiete blieben einige Grünlandflächen etwa 20 Jahre lang ohne aktive Bewirtschaftung, was zu sekundärer Sukzession und der allmählichen Entwicklung von Strauch- und Waldsteppenvegetation führte. Um diese Prozesse umzukehren und die Wiederherstellung natürlicher Sandgrasländer zu unterstützen, wurden im Jahr 2002 Renaturierungsmaßnahmen eingeleitet, darunter die Entfernung von Sträuchern und Gehölzen sowie die Rückumwandlung einiger ehemaliger Obstgärten und Weinberge [51].

Die Managementmaßnahmen werden innerhalb des Schutzgebiets „Subotica Sands“ in Übereinstimmung mit dem offiziellen Managementplan und der nationalen Naturschutzgesetzgebung [51] unter Beteiligung relevanter Institutionen und Fachorganisationen umgesetzt [49].

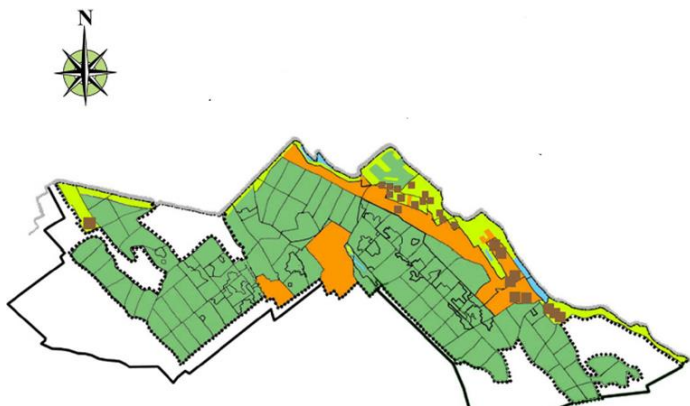


Abbildung 8. Grünlandflächen und Weiden (hellgrüne Bereiche) innerhalb des Schutzgebiets

Klimafreundliche Schritte im Grünlandmanagement und dessen Verbesserung

2025-1-TR01-KA220-VET000349844



Co-funded by
the European Union

Informationen zum verbesserten Grünland

Name / Lage des Weidelandschaftsgebiets:

Geschützte Landschaft von herausragenden Merkmalen „Subotica Sands“ / Stadt Subotica, Autonome Provinz Vojvodina, Republik Serbien

<https://maps.app.goo.gl/71JDHZJqQgYiqatB6>

Fläche unter aktiver Bewirtschaftung:

230 ha

Höhenlage:

102–132 m ü. M.

Jährlicher Niederschlag:

550–600 mm

Bodenstruktur:

Das Gebiet ist durch äolische Sandböden mit schwach entwickelten Humushorizonten gekennzeichnet. Diese Böden sind stark durchlässig, haben eine geringe Wasserspeicherkapazität, eine eingeschränkte natürliche Fruchtbarkeit und eine leichte mechanische Zusammensetzung. Infolgedessen sind sie empfindlich gegenüber Vegetationsdegradation, Verbuschung und Winderosion [49].

Vegetation vor der Verbesserung:

Vor der Einführung aktiver Bewirtschaftungsmaßnahmen befanden sich die Grasländer in Sukzession, mit einer deutlichen Verbuschung (z. B. *Crataegus monogyna*, *Prunus spinosa*, *Rosa canina*) und einem schrittweisen Übergang zu Waldsteppenvegetation. Die langfristige Aufgabe traditioneller Landnutzungspraktiken, insbesondere Beweidung und Mahd, trug zu einer Zunahme der Gehölzvegetation, zur Fragmentierung offener Graslandlebensräume und zum Rückgang typischer pannonischer Steppenarten bei. [49].

Klimafreundliche Schritte im Grünlandmanagement und dessen Verbesserung

2025-1-TR01-KA220-VET000349844





Co-funded by
the European Union

Nutzvieh im Weidegebiet

Schafe (Anzahl / GVE): vernachlässigbar

Gesamte GVE: vernachlässigbar

Besatzdichte: vernachlässigbar

Weidesaison: Nicht zutreffend

Vor der Umsetzung von Bewirtschaftungsmaßnahmen unterlag das Gebiet keiner systematischen Beweidung, was zu einer beschleunigten Sukzession und dem schrittweisen Verlust der offenen Graslandstruktur beitrug [49].

Angewandte Verbesserungsmethoden

Start- und Endjahr der Umsetzung der Verbesserungsmaßnahmen: 2002–heute
Die Wiederherstellung des Graslands wurde im Jahr 2002 eingeleitet, während periodische Mahd und kontrollierte Schafbeweidung 2017 eingeführt wurden und seither als Teil des aktiven Bewirtschaftungsregimes fortgeführt werden.

Es wurden Low-Input-Bewirtschaftungsmaßnahmen umgesetzt, um offene Graslandflächen wiederherzustellen und zu erhalten, die für die Schafbeweidung geeignet sind. Gleichzeitig wurde die kontrollierte Beweidung als Managementinstrument eingesetzt, um die langfristige Erhaltung offener Lebensräume zu unterstützen und eine weitere Verbuschung zu verhindern [49]. Die wichtigsten Maßnahmen umfassen:

Entfernung von Sträuchern: Sträucher und Gehölze wurden in überwachsenen Bereichen mechanisch entfernt, um offene Grasländer wiederherzustellen. Seit den frühen 2000er-Jahren umfasste dies auch ehemalige Obstgärten und Weinberge, die schrittweise in einen natürlicheren Habitatzustand zurückgeführt wurden. Der Prozess wurde durch periodische Mahd und kontrollierte Beweidung unterstützt [50].

Pflügen: Das Pflügen ehemaliger Obstgarten- und Weinbergflächen wurde im Jahr 2002 als erste technische Maßnahme durchgeführt, um diese Flächen auf die Wiederherstellung offener Graslandbedingungen vorzubereiten.

Mahd: Die periodische Mahd wurde als Low-Input-Bewirtschaftungsmaßnahme eingesetzt, um überschüssige Biomasse zu entfernen und die offene Graslandstruktur zu

Klimafreundliche Schritte im Grünlandmanagement und dessen Verbesserung

2025-1-TR01-KA220-VET000349844



erhalten. Sie wurde in der Regel zweimal jährlich durchgeführt, typischerweise im Juni und September.

Beweidung: Kontrollierte extensive Schafbeweidung wurde 2017 als zentrale Bewirtschaftungsmaßnahme eingeführt, um die Graslandvegetation zu erhalten und eine weitere Sukzession zu verhindern.

Rotationsweideplan

Da es sich bei diesen Weiden um landwirtschaftliche Flächen innerhalb eines Schutzgebiets handelt, erlaubt die nationale Gesetzgebung eine kontrollierte Beweidung ausschließlich durch Schafe (nicht durch Rinder) unter regulierten Bewirtschaftungsbedingungen [51]. Daher ist eine konventionelle Rotationsweide im Rahmen des Grasland-Restaurierungsprojekts nicht vorgesehen. Stattdessen wird seit 2017 während der Vegetationsperiode eine kontrollierte Beweidung unter Aufsicht eines Schäfers durchgeführt, mit räumlicher Rotation über festgelegte Weidezonen. Im Rahmen der Bewertung 2021 betrug die tatsächliche Besatzdichte 0,12 GVE/ha (270 Schafe, entsprechend 27 GVE, auf einer Fläche von 230 ha) [50].

Düngungsplan

Im Rahmen des Grasland-Restaurierungsprojekts ist keine Düngung vorgesehen, in Übereinstimmung mit der regionalen Gesetzgebung, die den Einsatz von Düngemitteln in geschützten Naturgebieten einschränkt [51].

2.3.4.2. Vorher-Nachher-Vergleich

Heuproduktion: Vor der Einführung von Wiederherstellungsmaßnahmen war die Produktivität des Graslands aufgrund langfristiger Nutzungsaufgabe und Verbuschung gering. Die Vegetation wurde zunehmend von Gehölzarten wie *Crataegus monogyna*, *Prunus spinosa*, *Rosa canina* und *Fraxinus ornus* dominiert, während typische Graslandarten zurückgingen [50].

Die Vegetationsbedeckung war heterogen und zunehmend von Sukzession geprägt. Im Zustand vor der Bewirtschaftung erreichte die Vegetationshöhe bis zu 80 cm, während eine dichte Strauchbedeckung den Anteil offener Graslandlebensräume verringerte [50].



Vegetationsqualität: Die Biodiversität und Habitatqualität des Graslands nahmen ab, da Strauch- und Waldarten zunehmend dominierten. Die Vegetationsstruktur verschob sich schrittweise von offenem pannonischem Sandgrasland hin zu Strauch- und Waldsteppen-Gesellschaften [50].

Beweidungsdruck: Traditionelle Beweidung war vor dem Wiederherstellungsprogramm weitgehend nicht vorhanden, wodurch die Sukzession und die Verbuschung im Gebiet fortschreiten konnten.

Nach der Verbesserung

Heuproduktion: Durch aktive Graslandbewirtschaftung wurde die offene Graslandstruktur wiederhergestellt und die verfügbare Biomasse für die Beweidung sowie gelegentliche Heuproduktion erhöht. In beweideten Bereichen wurde die Vegetationshöhe auf etwa 12–30 cm reduziert, was die Futterzugänglichkeit verbesserte [50].

Die Vegetationsbedeckung verbesserte sich deutlich auf den bewirtschafteten Standorten und reichte von 10 % bis 100 %, wobei in einigen Bereichen eine vollständige Deckung (100 %) erreicht wurde. Gleichzeitig wurde die offene Graslandstruktur durch Mahd und kontrollierte Beweidung erhalten, was die fortgesetzte produktive Nutzung des Gebiets unterstützte [50].

Veränderung der Vegetation: Felddaten bestätigten deutliche Unterschiede in der Vegetationsstruktur zwischen den Bewirtschaftungsregimen. Die maximale Vegetationshöhe (MVH) lag zwischen 12 und 80 cm, wobei die niedrigsten Werte an beweideten Standorten und die höchsten im Zustand vor der Bewirtschaftung gemessen wurden, was die fortschreitende Sukzession widerspiegelt [3]. Die höchste Pflanzenartenanzahl wurde an gemähten Standorten registriert (115 Arten), gefolgt von beweideten Standorten (85 Arten), während im Zustand vor der Bewirtschaftung nur 59 Pflanzenarten erfasst wurden. An allen Standorten, insbesondere den beweideten, dominierten Arten der Familie *Poaceae*, wobei die Gattung *Festuca* vorherrschend war [50].

Nachhaltigkeit: Die Einführung kontrollierter Beweidung und Mahd hat die Sukzessionsprozesse erfolgreich gestoppt und zur Wiederherstellung typischer pannonischer Sandgraslandhabitats beigetragen. Das Gebiet wird derzeit von etwa 270 Schafen auf rund



230 ha beweidet, was einer tatsächlichen Besatzdichte von 0,12 GVE/ha entspricht und die langfristige Erhaltung offener Sandgrasland-Ökosysteme unterstützt [50].

2.3.4.3. Ergebnisse und Bewertung

Erreichte Ergebnisse: Die Wiederherstellungsmaßnahmen führten zu einer verbesserten Vegetationsbedeckung, einer reduzierten Erosionsbelastung und einer besseren Verfügbarkeit von Futterressourcen. Gleichzeitig unterstützten sie die Regeneration offener Sandgraslandhabitats und trugen zur Aufrechterhaltung einer extensiven Schafhaltung im Schutzgebiet der Suboticaer Sandgebiete bei [48, 49]. Das aktive Management durch kontrollierte Beweidung, Mahd und Strauchentfernung führte zudem zu einer günstigeren Habitatstruktur und einer höheren Biodiversität im Vergleich zum Zustand vor der Bewirtschaftung.

Biodiversität: Die Kombination aus kontrollierter Beweidung und periodischer Mahd war besonders wichtig, um die Verbuschung zu begrenzen und die Vielfalt von Pflanzen und Tieren zu unterstützen. Insgesamt wurden im Untersuchungsgebiet 164 Gefäßpflanzenarten, 31 Bestäuberarten und 61 Vogelarten erfasst, was den positiven Effekt der aktiven Graslandbewirtschaftung bestätigt.

Nachhaltigkeitswirkung: Die Einführung kontrollierter Beweidung und Mahd hat die Sukzessionsprozesse erfolgreich gestoppt und zur Wiederherstellung typischer pannonischer Sandgraslandhabitats beigetragen.

Rolle der lokalen Verwaltung: Das Gebiet wird im Rahmen des Managementplans für das Schutzgebiet der Suboticaer Sandgebiete bewirtschaftet. Beweidung, Mahd und Strauchentfernung werden von den Schutzgebietsverwaltungen in Zusammenarbeit mit lokalen Viehhaltern koordiniert, im Einklang mit den Zielen des Biodiversitätsschutzes.



Co-funded by
the European Union

2.3.4.4. Fotos



Zustand des Weidelands – vor der Verbesserung [48]



Zustand des Weidelands – nach der Verbesserung [48]

Klimafreundliche Schritte im Grünlandmanagement und dessen Verbesserung

2025-1-TR01-KA220-VET000349844



Co-funded by
the European Union



Verbesserungsmaßnahmen (während der Umsetzung) [1]





Co-funded by
the European Union



Verbesserungsmaßnahmen (während der Umsetzung) [1]



Co-funded by
the European Union

2.4. Spanien

2.4.1. Grünlandverbesserungsmaßnahmen in Spanien

Mediterrane semiaride Grasländer in Extremadura, die typischerweise auf sauren, nährstoffarmen Cambisolen entwickelt sind, weisen strukturelle Phosphormängel auf, die das Wachstum hochwertiger Leguminosen einschränken [53]. Unter einem Klima mit ausgeprägter Sommertrockenheit und hoher interannueller Variabilität wird die Krautschicht von einjährigen Arten (*Therophyten*) dominiert, wodurch die Beständigkeit der Weiden von effektiven Selbst-aussaatmechanismen abhängt [54].

Zur Erhöhung der Ökosystemresilienz kombiniert die Maßnahme Phosphordüngung mit adaptiver Beweidung. Die P-Korrektur überwindet edaphische Einschränkungen und fördert die Entwicklung sowie Persistenz selbstaussäender einjähriger Leguminosen [55]. Ergänzendes adaptives Management, einschließlich Rotationsbeweidung und Nährstoffrecycling durch Schafpferchung (*majadeo*), ist entscheidend, um die Samenproduktion zu regulieren und eine gewünschte Artenzusammensetzung aufrechtzuerhalten [56]. Dieser synergetische Ansatz verringert die Biomasseschwankungen und stärkt die Nachhaltigkeit der Weiden durch ökologische Intensivierung.



Co-funded by
the European Union

2.4.2. Fall 1

2.4.2.1. Allgemeine Informationen

Name / Standort des Weidelandes:

Dehesa de Sijuela, Monterrubio de la Serena (Badajoz, Extremadura, Spanien)

Standort: <https://maps.app.goo.gl/xePHZv2AsdEdoNa87>

Fläche (ha): 250,54

Höhenlage (m): 460–570

Jahresniederschlag: ~550 mm

Bodenstruktur: Das Grasland liegt auf sauren Cambisolen, die aus paläozoischen Schiefern hervorgegangen sind und durch einen geringen Gehalt an organischer Substanz sowie strukturelle Phosphormängel gekennzeichnet sind, die die Persistenz von Leguminosen einschränken [53]. Wie in Tabelle 15 dargestellt, zeigen Bodenanalysen eine räumliche Heterogenität, wobei die Texturen überwiegend sandig-lehmig sind und die pH-Werte (Mittelwert 5,86) auf saure Bedingungen hinweisen. Die Phosphorgehalte reichen von defizitär (<15 ppm) bis moderat und bestätigen den Bedarf an gezielter Düngung.

Tabelle 15. Zusammenfassung der physikalischen und chemischen Bodeneigenschaften (12 Koppeln)

Parameter	Mittelwert	Spanne
Ton (%)	24.39	20.0 – 38.0
Schluff (%)	27.58	20.50 – 36.5
Sand (%)	48.03	31.57 – 55.57
USDA-Bodenart	Überwiegend sandiger Tonlehm; auch Lehm	—
pH (H₂O)	5.86	5.21 – 6.26
Elektrische Leitfähigkeit (dS/m)	0.08	0.03 – 0.13
Organische Substanz (%)	1.70	0.97 – 3.86
Verfügbares P (ppm)	22.82	8.78 – 53.06
Kationenaustauschkapazität (meq/100 g)	18.00	14.34 – 27.03

Vegetation vor der Verbesserung: Die Vegetationszusammensetzung wird durch die Bodentiefe bestimmt. Auf Böden mittlerer Tiefe dominieren einjährige Gräser, während ausdauernde Arten (*Dactylis glomerata*, *Phalaris* spp.) auf günstige Mikrostationen beschränkt sind [54]. Hochwertige einjährige Leguminosen (*Trifolium subterraneum*, *Medicago* spp., *Ornithopus* spp., *Biserrula pelecinus*) sind vorhanden, jedoch durch die geringe

Klimafreundliche Schritte im Grünlandmanagement und dessen Verbesserung

2025-1-TR01-KA220-VET000349844



Co-funded by
the European Union

Bodenfruchtbarkeit begrenzt [56, 57]. Nach regionalen technischen Standards wird dieser Leguminosenanteil als „verbesserungsfähig“ eingestuft, wobei Düngung und Bewirtschaftungsmaßnahmen als notwendige Interventionen gelten und nicht die Nachsaat [56]. Tiefgründigere Böden weisen eine höhere botanische Vielfalt auf. Vor der Verbesserung wurden keine Strauchentfernung oder Bodenbearbeitung durchgeführt.

Nutztiere auf der Weidefläche

Rinder (Anzahl / GVE): Keine.

Schafe (Anzahl / GVE): Vor der Verbesserung: 550 / 55.

Nach der Verbesserung: 750 / 75.

Ziegen (Anzahl / GVE): Keine.

Gesamt-GVE: Vor der Verbesserung: 55. Nach der Verbesserung: 75.

Weidesaison: Ganzjährige Beweidung mit saisonalen Anpassungen basierend auf der Phänologie der Weide [53]:

- Herbst: Geringer Beweidungsdruck wird aufrechterhalten, um die Etablierung von Keimlingen und die Wurzelentwicklung zu ermöglichen.
- Winter: Die Intensität wird erhöht, um konkurrenzstarke Gräser zu kontrollieren und die Verzweigung der Leguminosen zu fördern.
- Frühling: Die Besatzdichte wird zu Beginn der Blüte reduziert, um die Samenbank wieder aufzufüllen und die Persistenz zu sichern [55].
- Sommer: Hoher Beweidungsdruck wird eingesetzt, um trockene Biomasse zu verbrauchen (Brandschutz) und den Samen-Boden-Kontakt durch Trittwirkung zu fördern [54].

Dieses adaptive Management ist entscheidend für die Regulierung der botanischen Zusammensetzung unter mediterranen Bedingungen.

Angewandte Verbesserungsmethoden

Start- und Endjahr der Umsetzung der Verbesserungsmaßnahmen: 2019 – laufend

Strauchentfernung: Keine. Die bestehende Strauchschicht wird erhalten, um die strukturelle Vielfalt zu bewahren und den Boden zu schützen.

Klimafreundliche Schritte im Grünlandmanagement und dessen Verbesserung

2025-1-TR01-KA220-VET000349844



Co-funded by
the European Union

Bodenbearbeitung: Keine. Das Bodenprofil und die einheimische Samenbank werden ohne Pflügen erhalten.

Nachsaat: Keine. Der anfängliche Leguminosenanteil (23 %) stuft die Weide als „verbesserungsfähig“ statt „schlecht“ ein [56], sodass die Strategie darauf basiert, die einheimische Vegetation durch Nährstoffkorrektur zu fördern.

Düngung: Kontinuierliche Phosphorkorrektur mittels Kalksuperphosphat (18% P_2O_5) [3]:

- Jahr 1: 27 kg P_2O_5 ha⁻¹ (150 kg ha⁻¹), um die Entwicklung der Leguminosen anzuregen.
- Folgejahre: 18 kg P_2O_5 ha⁻¹ (100 kg ha⁻¹) zur Erhaltung.

Belüftung: Keine.

Eggen: Keine.

Walzen: Keine.

Schleppen: Keine.

Wassertrog: 12 schwimmergesteuerte Tränken gewährleisten eine kontinuierliche Wasserversorgung für die Rotationsbeweidung.

Einfriedung / Schatten: 12 eingezäunte Koppeln mit *Quercus ilex*-Bäumen, die natürlichen Schatten spenden.

Anlage von angesäten Weiden: Keine.

Sonstiges: *Majadeo* (Nährstoffrecycling). Schafe werden nachts in mobilen Pferchen gehalten, um die Gülle zu konzentrieren und durch Trittwirkung die Einbringung von Samen in den Boden zu fördern, wodurch die Bodenfruchtbarkeit verbessert wird [56].

Rotationsweideplan

Das System verwendet ein Rotationsschema über 12 Koppeln und passt die Besatzdichte an die Phänologie der Weide an [55, 58]. Die saisonale Strategie ist wie folgt definiert:

- Herbst (20. Sept – 20. Dez): Geringer Beweidungsdruck (~4 Tage pro Koppel) ermöglicht die Etablierung von Keimlingen („Ruhigstellung“).

Klimafreundliche Schritte im Grünlandmanagement und dessen Verbesserung

2025-1-TR01-KA220-VET000349844



- Winter (21. Dez – 21. Mär): Die Intensität wird erhöht (~8 Tage pro Koppel), um die Konkurrenz der Gräser gegenüber den Leguminosen zu kontrollieren [58].
- Frühling (22. Mär – 22. Jun): Reduzierter Beweidungsdruck (~4 Tage pro Koppel) fördert die Wiederauffüllung der Samenbank.
- Sommer (23. Jun – 19. Sep): Hohe Intensität (~8 Tage pro Koppel) entfernt trockene Biomasse und verbessert den Samen-Boden-Kontakt (*majadeo*).

Zusätzlich werden spezifische funktionale Unterperioden zur Feinsteuerung des Zyklus eingesetzt:

- Frühphase (30. Apr – 20. Jun): Kontrollierte Beweidung stellt Blüte und Samenbildung sicher.
- Mittelphase (20. Jun – 10. Aug): Intensive Beweidung reduziert die Ansammlung trockener Biomasse.
- Spätphase (10. Aug – 30. Sep): Regulierte Beweidung erhält die Bodenbedeckung vor den Herbstregen, um Erosion zu verhindern.

Düngungsplan

Zur Behebung struktureller Phosphormängel in sauren Schieferböden und zur Förderung der Persistenz von Leguminosen wurde eine Low-Input-Düngungsstrategie entwickelt [59]. Die Ausbringung erfolgt im Frühherbst, um die Nährstoffverfügbarkeit mit der Keimung einjähriger Leguminosen zu synchronisieren [55].

Die Strategie folgte regionalen technischen Empfehlungen in zwei Phasen [55]:

- Korrekturphase (2019): Gleichmäßige Ausbringung von 27 kg P_2O_5 ha⁻¹ (150 kg ha⁻¹ Superphosphat) über den gesamten Betrieb, um die Etablierung der Leguminosen zu fördern.
- Erhaltungsphase (2020–laufend): Jährliche rotierende Ausbringung von 18 kg P_2O_5 ha⁻¹ (100 kg ha⁻¹ Superphosphat) im Rahmen eines Dreijahreszyklus (Tabelle 16).

Klimafreundliche Schritte im Grünlandmanagement und dessen Verbesserung

2025-1-TR01-KA220-VET000349844



Tabelle 16. Phosphordüngungsplan nach Jahr und behandelter Fläche

Jahr	P ₂ O ₅ -Dosis (kg ha ⁻¹)	Behandelte Fläche (ha)	Anwendungsart
2019	27	250.54	Korrektur – gesamter Betrieb
2020	18	84.39	Rotationsgruppe A
2021	18	64.40	Rotationsgruppe B
2022	18	101.75	Rotationsgruppe C
2023	18	84.39	Rotation wiederholt (A)
2024	18	64.40	Rotation wiederholt (B)
2025	18	101.75	Rotation wiederholt (C)

Diese Rotationsstrategie optimiert den Düngemiteleinsatz und gewährleistet gleichzeitig eine nachhaltige Bodenfruchtbarkeit, was entscheidend für die Verbesserung der Weideresilienz gegenüber klimatischer Variabilität ist.

2.4.2.2. Vorher-Nachher-Vergleich

Die Wiederherstellung von Weideland in mediterranen Dehesas muss strukturelle Phosphordefizite sowie starke klimatische Variabilität berücksichtigen, die die Degradation beschleunigen [53]. Eine wirksame Restaurierung erfordert adaptives Management, um die Produktion gegenüber klimatischem Stress zu stabilisieren. Aktuelle Erkenntnisse bestätigen, dass Rotationsbeweidung die Auswirkungen der Erwärmung auf die Futterqualität abpuffert [59] und die Speicherung mineralassozierten organischen Kohlenstoffs (MAOC) erhöht [61].

Dementsprechend zielte die Verbesserungsstrategie darauf ab:

- **Erträge zu stabilisieren** und die Nutzung der Frühjahrsbiomasse gegenüber klimatischer Variabilität zu optimieren.
- **Proteindefizite zu beheben** indem produktive einjährige Leguminosen gefördert und deren langfristige Wirkung sichergestellt werden [54].



- **die Resilienz zu erhöhen** durch die Verschiebung der botanischen Zusammensetzung von degradierten Arten hin zu hochwertigen einheimischen Leguminosen [55].

Vor der Verbesserung:

Heuproduktion: 1.750 kg TM ha⁻¹ (Baseline 2018–2019). Die Produktivität war durch saisonale Niederschlagsvariabilität und Nährstoffbegrenzungen eingeschränkt [54].

Deckungsgrad 75%. Die heterogene Vegetationsbedeckung setzte den Boden der Erosion aus und begrenzte die Speicherung von partikulärem und mineralassoziertem organischem Kohlenstoff (POC und MAOC) [61].

Vegetationsqualität: Der Rohproteingehalt lag im Durchschnitt bei 10 %, der Leguminosenanteil bei 23 %. Hochwertige einjährige Arten (*Trifolium subterraneum*, *Medicago* spp.) waren jedoch aufgrund struktureller Phosphormängel und klimatischen Stresses nur in geringer Häufigkeit vorhanden [56,57,60].

Beweidungsdruck: Mittel, mit einer Basis-Besatzkapazität von 55 GVE. Allerdings verringerte das Fehlen strategischer Ruhephasen die Nutzungs-effizienz und behinderte die Selbstaussaat gewünschter Arten, was die langfristige Resilienz einschränkte [61].

Nach der Verbesserung:

Heuproduktion: 2.310 kg TM ha⁻¹ (Mittelwert 2024–2025). Dieser Anstieg bestätigt den kombinierten Effekt der Phosphorkorrektur und der adaptiven Beweidung auf die Ertragsstabilität unter hoher Niederschlagsvariabilität [54,60].

Deckungsgrad der Heuproduktion: 95%. Eine kontinuierliche Vegetationsbedeckung reduziert die Erosion und fördert die Speicherung von mineralassoziertem organischem Kohlenstoff (MAOC) durch pflanzen–mikrobielle Vermittlung [61].

Vegetationsveränderung: Der Rohproteingehalt stieg auf 13 %, der Leguminosenanteil auf 32 %. Die Verschiebung von Indikatoren degradierter Bedingungen hin zu



Co-funded by
the European Union

produktiven einjährigen Leguminosen bestätigt die Reaktion auf kontinuierliche Phosphorzufuhr und Rotationsmanagement [58]. Siehe Tabelle 17.

Nachhaltigkeit: Die Tragfähigkeit stieg von 55 auf 75 GVE (+36 %) ohne externe Intensivierung. Der höhere Leguminosenanteil stärkt die Resilienz und die Erholung nach Dürreperioden [61].

Table 17. Zeitliche Entwicklung der Leguminosenzusammensetzung (% der gesamten botanischen Zusammensetzung (Indikatorgruppierung nach [57] basierend auf [58])).

Arten	Indikatorgruppe	Jahr 2019 (Vorher) %	Jahr 2022 (Übergang) %	Jahr 2025 (Danach) %
<i>Trifolium arvense</i>	Indikator für degradierte Weide	7	3	1
<i>Trifolium campestre</i>	Indikator für degradierte Weide	5	2	1
<i>Trifolium cherleri</i>	Indikator der Verbesserungsphase	2	4	4
<i>Trifolium glomeratum</i>	Indikator der Verbesserungsphase	1	4	3
<i>Trifolium striatum</i>	Indikator der Verbesserungsphase	1	3	3
<i>Ornithopus</i> spp.	Indikator der Verbesserungsphase	3	2	3
<i>Trifolium subterraneum</i>	Verbesserte Weide (produktiv))	3	6	10
<i>Medicago polymorpha</i>	Verbesserte Weide (produktiv)	1	4	7
Gesamte Leguminosen		23%	28%	32%

2.4.2.3. Ergebnisse und Bewertung

Ergebnisse: Die Phosphorkorrektur und die adaptive Beweidung verbesserten die Ökosystemleistung deutlich. Die Heuproduktion stieg um 32 % (von 1.750 auf 2.310 kg TM ha⁻¹), was mit den Effekten eines erhöhten Leguminosenanteils in mediterranen Waldweiden übereinstimmt [54]. Die Bodenbedeckung nahm von 75 % auf 95 % zu, wodurch das Erosionsrisiko sank und die Stabilisierung von Bodenkohlenstoff (MAOC) gefördert wurde [61]. Die botanische Zusammensetzung verschob sich hin zu produktiven Leguminosen (Anstieg von 23 % auf 32 %; Tabelle 17), wobei Arten aus degradierten Zuständen ersetzt wurden [56] basierend auf [57]. Dadurch stieg der Rohproteingehalt von 10 % auf 13 %, begünstigt durch strategische Frühjahrsruhephasen [60, 62]. Insgesamt ermöglichten diese

Klimafreundliche Schritte im Grünlandmanagement und dessen Verbesserung

2025-1-TR01-KA220-VET000349844





Co-funded by
the European Union

Verbesserungen eine Erhöhung der Tragfähigkeit um 36 % (von 55 auf 75 GVE) und belegen damit eine erfolgreiche ökologische Intensivierung.

Nachhaltigkeit: Leguminosenreiche Bestände tragen zur biologischen Stickstofffixierung bei und verbessern die Dürretoleranz [54], während eine verbesserte Bodenbedeckung die Erosion reduziert und die Stabilisierung von mineralassoziertem organischem Kohlenstoff (MAOC) erhöht [60]. Produktiv wurden höhere Futtererträge und Proteingehalte ohne Bodenbearbeitung erzielt, im Einklang mit konservierenden Prinzipien, die die Bodenintegrität priorisieren [53]. In Bezug auf Resilienz puffert die adaptive Rotationsbeweidung die klimatische Variabilität ab, indem sie die Pflanzenkonkurrenz reguliert und die Erholung nach Dürreperioden verbessert [60, 61]. Darüber hinaus optimiert die phasenweise Phosphordüngungsstrategie die Nährstoffzufuhr, reduziert Umweltbelastungen und verbessert gleichzeitig die Bodenfruchtbarkeit [55]. Insgesamt zeigt die Intervention, dass ein effizientes Management natürlicher Ressourcen die Verbesserung mediterraner Grasländer ermöglicht, ihre Produktivität steigert und die biologische Resilienz gegenüber klimatischer Variabilität stärkt.

Rolle der lokalen Verwaltung: Das Verbesserungsmodell steht im Einklang mit regionalen Politiken für ein nachhaltiges Weidemanagement in Trockengebieten [55]. Lokale Governance-Mechanismen spielen eine zentrale Rolle, indem sie technische Beratungsdienste und die Einführung von Innovationen erleichtern [63] und gleichzeitig adaptive Beweidung zur Stärkung der Klimaresilienz fördern [64]. Entscheidend unterstützt die Intervention den Übergang zu ergebnisorientierten Agrarumweltprogrammen, die Kohlenstoffbindung und Brandschutz belohnen, anstatt sich ausschließlich auf Landbesitz zu konzentrieren [65, 66]. Durch die Sicherstellung der Koexistenz von Produktivität und ökologischer Integrität mittels störungsarmer Bewirtschaftung [53] dient diese Fallstudie als skalierbares Demonstrationsmodell für zukünftige Öko-Regelungen im Rahmen der Gemeinsamen Agrarpolitik (GAP).



Co-funded by
the European Union

2.4.2.4. Fotos



Zustand des Weidelands – vor der Verbesserung



Zustand des Weidelands – nach der Verbesserung



Klimafreundliche Schritte im Grünlandmanagement und dessen Verbesserung

2025-1-TR01-KA220-VET000349844



Co-funded by
the European Union



Verbesserungsmaßnahmen (während der Umsetzung)



Co-funded by
the European Union

2.4.3. Fall 2

2.4.3.1. Allgemeine Informationen

Das europäische Projekt LIFE MONTADO & CLIMATE – A NEED TO ADAPT (LIFE15 CCA/PT/000043) fördert die Anpassung von Dehesas und Montados auf der Iberischen Halbinsel durch innovative Managementstrategien auf Betriebsebene [67]. Sein zentraler Ansatz ist die Umsetzung integrierter Dehesa-Managementsysteme (SIGD), die darauf ausgelegt sind, die ökologische, soziale und wirtschaftliche Nachhaltigkeit dieser Ökosysteme auf integrierte Weise zu verbessern [68,69].

Die Dehesa ist ein multifunktionales agro-silvopastorales System, dessen Fortbestand vom Gleichgewicht zwischen Bäumen, Grasland, Boden und Beweidungsmanagement unter zunehmend ariden und klimatisch variablen mediterranen Bedingungen abhängt [70, 71]. In diesem Kontext dient die Dehesa del Guijo als relevantes Demonstrationsgebiet, in dem Maßnahmen zur Verbesserung der Weideproduktivität, zum Schutz von Boden und Wasser, zur Förderung der Baumverjüngung und zur Diversifizierung der landwirtschaftlichen Produktion umgesetzt wurden [69]. Die wirtschaftlich-finanzielle Bewertung ergab, dass das implementierte System eine langfristige strategische Investition darstellt, mit positiven Nettoergebnissen ab 2021, wodurch sein Wert als übertragbares Nachhaltigkeitsmodell gefestigt wird [72].

Informationen zum verbesserten Grasland

Name / Standort des Weidelands: Dehesa del Guijo de los Frailes (DDG), gelegen in der Gemeinde Malpartida de Plasencia, Provinz Cáceres, Extremadura, Spanien [69]. Der Betrieb ist Teil des Natura-2000-Netzwerks und der Biosphärenreserve Monfragüe, wobei ein Teil der Fläche im Nationalpark Monfragüe liegt.

Fläche (ha): Der Betrieb umfasst insgesamt 3.227 ha, davon wurden 100 ha für die Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen in das Projekt einbezogen [72].

Höhenlage (m): Die Dehesa weist ein welliges Relief mit einer maximalen Höhe von 379 m über dem Meeresspiegel auf [73].

Jahresniederschlag: Das Gebiet weist ein mediterranes Klima mit ausgeprägter interannueller Variabilität auf. Der mittlere Jahresniederschlag beträgt etwa 550 mm, der sich

Klimafreundliche Schritte im Grünlandmanagement und dessen Verbesserung

2025-1-TR01-KA220-VET000349844

hauptsächlich auf Herbst und Winter konzentriert, während der Vegetationsperiode treten kritische Wasserdefizitphasen auf [69].

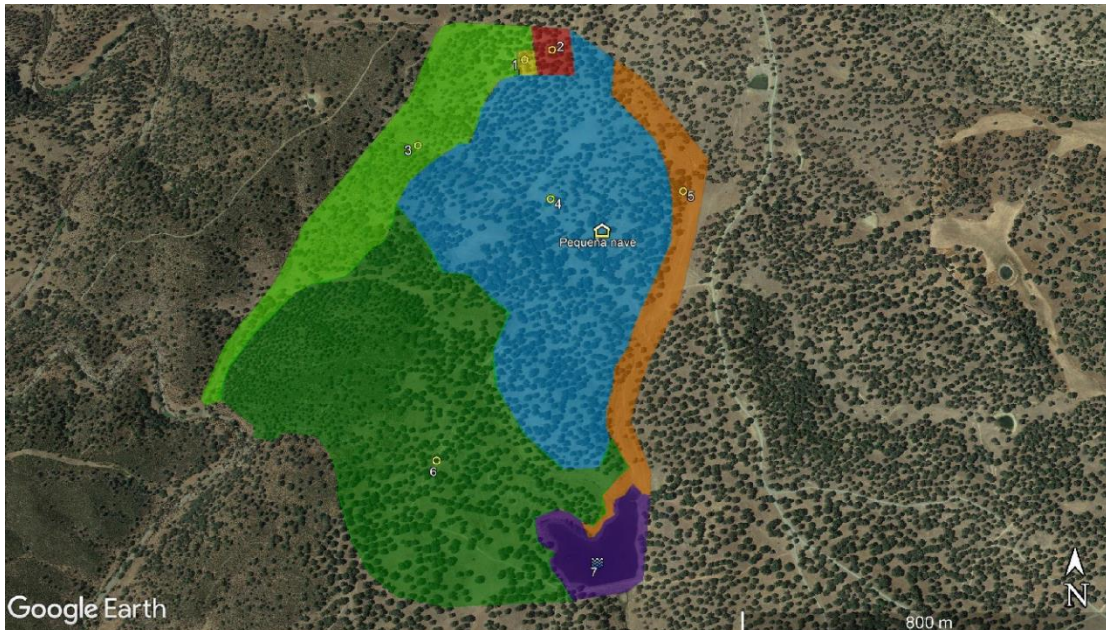


Abbildung 9. Karte des integrierten Dehesa-Managementsystems (SIGD) der Dehesa del Guijo [3].

Bodenstruktur: Die vorherrschenden Böden sind dystrische Regosole, die sich über Schiefern und Glimmerschiefern entwickelt haben und im Allgemeinen flach bis sehr flach sind, mit zahlreichen Gesteinsfragmenten an der Oberfläche und schluffiger bis schluffig-toniger Textur [73]. Es handelt sich um saure Böden mit geringer Kationenaustauschkapazität, sehr niedrigen Gehalten an verfügbarem Phosphor und deutlicher Verdichtung unterhalb von 5 cm Tiefe. Die Kaliumgehalte liegen im mittleren bis hohen Bereich, während Eisen hohe Werte aufweist und Mangan stark variabel ist, mit potenziell toxischen Auswirkungen auf die Vegetation [73].

Vegetation vor der Verbesserung: Der Betrieb wird von einer gemischten Dehesa aus Steineiche und Korkeiche dominiert, mit etwa 1.846 ha bewaldeter Weideflächen, darunter 1.398 ha Steineichen-Dehesa und 448 ha Korkeichen-Dehesa, mit Dichten von 30–40 Bäumen ha⁻¹ [3]. Im Untersuchungsgebiet entspricht die Formation einem reifen Steineichenbestand, mit nur etwa 2 % Korkeichen, sehr eingeschränkter natürlicher Verjüngung und deutlichen Anzeichen von Beweidungsdruck sowie früheren Eingriffen [73]. Die Ostseite weist eine gute Baumdeckung sowie Weide- und Viehnutzung auf, während die Westseite geringere Baumdeckung, dichte Strauchvegetation und steilere Hänge aufweist. Zusätzlich blieb die

Klimafreundliche Schritte im Grünlandmanagement und dessen Verbesserung



Co-funded by
the European Union

Weidebiomasse an mehreren Messpunkten unter ihrem Potenzial, was die Boden- und Wasserlimitierungen sowie den hohen Nutzungsdruck widerspiegelt [73].

Nutzung des Weidelands durch Nutztiere

Rinder (Anzahl / GVE): Der Betrieb hält dauerhaft 180 Mutterkühe, entsprechend etwa 180 GVE [69].

Schafe (Anzahl / GVE): Etwa 1.000 Fleischschafe beweiden den Betrieb dauerhaft, entsprechend ungefähr 150 GVE [69].

Ziegen (Anzahl / GVE): Ziegen werden derzeit auf dem Betrieb nicht gehalten. Allerdings gehörte die Ziegenbeweidung aufgrund der geringen Bodenfruchtbarkeit traditionell zur Nutzung des Grundstücks, wurde jedoch später durch Rinder und Schafe ersetzt [73].

Gesamt-GVE: Die permanente Besatzstärke des Betriebs beträgt ungefähr 330 GVE, entsprechend den auf dem Betrieb gehaltenen Rindern und Schafen [69].

Weidesaison: Rinder und Schafe beweiden den Betrieb ganzjährig. Zusätzlich nutzen zwischen 350 und 450 Iberische Schweine im Rahmen einer Pachtvereinbarung während der Montanera-Periode, die von November bis März dauert, das Grasland und die Eichen [68,69].

Angewandte Verbesserungsmethoden

Start- und Endjahr der Umsetzung der Verbesserungsmaßnahmen: Die Umsetzung der Verbesserungsmaßnahmen erfolgte zwischen Oktober 2018 und Januar 2022 [69].

Strauchentfernung: Es wurde keine flächendeckende Strauchentfernung durchgeführt. Die Eingriffe beschränkten sich auf spezifische Bereiche zur Diversifizierung oder Pflanzung, wobei die Vegetationsdecke erhalten blieb, um Bodenerosion zu verhindern [69].

Bodenbearbeitung: Es wurden diskontinuierliche Rillen mit einem Tiefenlockerer entlang der Höhenlinien angelegt, um die Wasserinfiltration zu verbessern, den Oberflächenabfluss zu reduzieren und Erosionsprozesse in Hanglagen zu begrenzen [69].

Klimafreundliche Schritte im Grünlandmanagement und dessen Verbesserung

2025-1-TR01-KA220-VET000349844



Nachsaat: Es wurden dauerhafte, biodiverse Weiden mit leguminosenbetonten Mischungen etabliert, mit dem Ziel, die Bodenbedeckung zu erhöhen und die Futterqualität zu verbessern [69].

Düngung: Phosphordüngung mit Superphosphat wurde durchgeführt, um Bodendefizite zu korrigieren und die Etablierung sowie Produktivität der Leguminosen zu fördern [69].

Belüftung: Nicht angegeben.

Eggen: Für die Weideflächen nicht spezifisch angegeben; lediglich geringfügige Bodenbearbeitung in Parzellen, die für Diversifizierungsmaßnahmen vorgesehen waren [69].

Walzen: Nicht angegeben.

Schleppen: Nicht angegeben.

Wassertrog: Das Wassermanagement wurde durch die Installation schwimmender Korkplattformen mit aquatischer Vegetation verbessert, wodurch die Wasserqualität erhöht und die Biodiversität gefördert wurde [69].

Einfriedung / Schatten: Mehr als 3.000 m Elektrozäune wurden installiert, um ein adaptives Beweidungsmanagement zu ermöglichen und verbesserte Flächen zu schützen. Die Beschattung blieb von der bestehenden Baumdeckung abhängig.



Abbildung 10. Elektrozäune zur Anwendung eines adaptiven Beweidungsmanagements in der Dehesa del Guijo.

Anlage von angesäten Weiden: Es wurden dauerhafte leguminosenreiche Weiden etabliert, um die Produktivität und Bodenfruchtbarkeit durch biologische Stickstofffixierung zu verbessern [73].

Klimafreundliche Schritte im Grünlandmanagement und dessen Verbesserung

2025-1-TR01-KA220-VET000349844

Sonstiges: Zusätzliche Maßnahmen umfassten die Installation von 50 Nistkästen zur Förderung insektenfressender Fauna sowie die Verwendung individueller Baumschutzvorrichtungen (PVC-Rohre und „Kaktus“-Systeme), um die Baumverjüngung unter Beweidungsdruck zu gewährleisten.



Abbildung 11. Nistkästen in der Dehesa del Guijo zur Förderung insektenfressender Fauna und biologischer Schädlingskontrolle.

Rotationsweideplan

Die adaptive Rotationsbeweidung wurde in der Dehesa del Guijo ab der Saison 2018–2019 eingeführt, unterstützt durch die Installation von mehr als 3.000 m mobilen Elektroäunen, wodurch die 100 ha große Interventionsfläche in mehrere Weideparzellen unterteilt werden konnte [69].

Jahr und Anzahl der Weideparzellen: Ab 2019 wurde das Beweidungssystem in temporäre Koppeln organisiert, die durch mobile Elektroäune abgegrenzt wurden, mit flexibler Unterteilung in Abhängigkeit von Futterverfügbarkeit und Managementanforderungen. Dieser Ansatz ermöglichte kurze Beweidungsperioden und ausreichende Erholungszeiten, wodurch die Weidenutzungseffizienz und die Bodenregenerationsprozesse verbessert wurden [68,69].

Weideperioden und Anzahl der Tage pro Parzelle: Das Beweidungsmanagement folgte der saisonalen Dynamik mediterraner Weiden mit kurzen Belegungszeiten (typischerweise 1–5 Tage pro Parzelle) und variablen Ruhezeiten in Abhängigkeit von klimatischen Bedingungen und Weidewachstum.

Frühphase (30. Apr – 20. Jun): Die Beweidung wurde sorgfältig reguliert, um übermäßigen Druck während der reproduktiven Phase wichtiger Arten zu vermeiden. Dadurch

Klimafreundliche Schritte im Grünlandmanagement und dessen Verbesserung

2025-1-TR01-KA220-VET000349844



Co-funded by
the European Union

konnten Gräser und Leguminosen zur Blüte und Samenbildung gelangen, was für die natürliche Wiederansaat und die Persistenz der Weide wesentlich ist [68].

Mittelphase (20. Jun–10. Aug): Es wurde eine hochdichte, kurzzeitige Beweidung angewendet, um trockene Biomasse zu entfernen und durch Tritt (Mist- und Hufwirkung) die Einbringung von Samen in den Boden zu fördern, was zur Bodenfruchtbarkeit und zu Regenerationsprozessen beiträgt [69].

Spätphase (10. Aug–30. Sep): Die Beweidungsintensität wurde reduziert und kontrolliert, um eine Mindestvegetationsbedeckung aufrechtzuerhalten, wodurch der Boden vor Sonneneinstrahlung und Erosion vor den Herbstregen geschützt wurde.



Abbildung 12. Elektrozäune zur Anwendung eines adaptiven Beweidungsmanagements in der Dehesa del Guijo.

Düngungsplan

Die Düngung in der Dehesa del Guijo wurde als Teil einer umfassenderen Bodenrestaurierungsstrategie konzipiert, die darauf abzielt, strukturelle Nährstoffdefizite zu korrigieren und biologische Prozesse zu fördern, anstatt auf intensive Inputnutzung zu setzen [68,69]. Die Hauptausbringung erfolgte während der Anfangsphase der Umsetzung (2018–2019), wobei die Erhaltungsstrategien auf der Bodenreaktion und der Vegetationsentwicklung basierten.



Parzellenfläche: Die Düngung wurde selektiv in Bereichen angewendet, die innerhalb der 100 ha großen Interventionszone für Weideverbesserungen vorgesehen waren, insbesondere in ehemals degradierten oder nährstoffarmen Parzellen.

Stickstoff (N): Es wurde keine direkte Stickstoffdüngung durchgeführt. Die Stickstoffzufuhr erfolgte hauptsächlich durch biologische Fixierung der angesäten Leguminosenarten, was zur langfristigen Verbesserung der Bodenfruchtbarkeit beitrug [69].

Phosphor (P_2O_5): Phosphor wurde durch die Ausbringung von Superphosphat zugeführt, um strukturelle Defizite, die für Dehesa-Böden typisch sind, zu korrigieren und die Etablierung von Leguminosen zu unterstützen.

Kalium (K_2O): Es wurde keine spezifische Kaliumdüngung durchgeführt, da die Bodengehalte als ausreichend bzw. nicht limitierend für die Weideentwicklung angesehen wurden.

Düngemitteltyp: Mineraldüngung (Superphosphat) in Kombination mit organischem Nährstoffrecycling durch Beweidung, einschließlich Mistanreicherung und Tritteinwirkung.

Zeitpunkt der Anwendung: Die Düngergaben wurden im Herbst vor Beginn der saisonalen Regenfälle durchgeführt, um die Nährstoffverfügbarkeit während der Weideetablierung und frühen Wachstumsphasen zu verbessern.

2.4.3.2. Vorher-Nachher-Vergleich

Vor der Verbesserung

Heuproduktion: Im Jahr 2018 wies das Untersuchungsgebiet relativ niedrige Weidebiomassewerte auf, die unter seinem Produktionspotenzial und unter den für dieses Dehesa-System erwarteten Referenzwerten lagen [72,73].

Vegetationsveränderung: Die Weidebedeckung und Produktivität waren durch geringe Bodenfruchtbarkeit, eingeschränkte Wasserverfügbarkeit und hohen Nutzungsdruck begrenzt. Das System zeigte einen schrittweisen Produktivitätsverlust im Zusammenhang mit Baumrückgang und Viehdruck [72,73].

Vegetationsqualität: Im Jahr 2018 wurden auf dem Betrieb 40 Taxa identifiziert. Die funktionale Qualität der Weide war jedoch durch geringe krautige Produktivität, intensiven

Klimafreundliche Schritte im Grünlandmanagement und dessen Verbesserung

2025-1-TR01-KA220-VET000349844



Beweidungsdruck und unzureichende Regeneration des Baumsystems eingeschränkt, was die gesamte ökologische Stabilität des Standorts verringerte [73].

Beweidungsdruck: Der Betrieb stand unter hohem Beweidungsdruck, verbunden mit der dauerhaften Präsenz von Rindern und Schafen sowie der insgesamt intensiven Nutzung der Dehesa. Diese Situation schränkte die Weideerneuerung und natürliche Regeneration ein und trug in einigen Bereichen zur Bodenverdichtung und -degradation bei [72,73].

Nach der Verbesserung

Heuproduktion: Nach der Umsetzung der Anpassungs- und Managementmaßnahmen erreichte die Weidebiomasse im Jahr 2021 Werte innerhalb des Referenzbereichs für diesen Ökosystemtyp, was eine funktionale Verbesserung im Vergleich zur Ausgangssituation anzeigt [73].

Deckungsgrad der Heuproduktion: Die umgesetzten Maßnahmen förderten die Aufrechterhaltung der Vegetationsbedeckung und einen besseren Bodenschutz, insbesondere durch die Etablierung dauerhafter, biodiverser Weiden, die Verringerung der Erosion sowie die verbesserte Wasserinfiltration und -speicherung [68,69].

Vegetationsveränderung: Das Monitoring zeigte 2021 eine Anreicherung der krautigen Schicht durch das Auftreten neuer Taxa im Vergleich zu 2018. Dieser Anstieg der Diversität bedeutete jedoch nicht zwangsläufig eine höhere Weidequalität, da einige der neu identifizierten Arten nitrophile Taxa waren, die mit Beweidung in Zusammenhang stehen [73].

Nachhaltigkeit: Die Intervention verbesserte die allgemeine Funktionsweise des Systems und konsolidierte ein wirtschaftlich tragfähiges Anpassungsmodell. Die wirtschaftlich-finanzielle Bewertung ergab, dass die umgesetzte Strategie als langfristige strategische Investition zu verstehen ist und dass der Betrieb ab 2021 positive Nettoergebnisse erzielte, was seinen Wert als übertragbares Beispiel für Nachhaltigkeit und Klimaresilienz stärkt [72].

2.4.3.3. Ergebnisse und Bewertung

Ergebnisse: Die Umsetzung des SIGD in der Dehesa del Guijo führte ab 2021 zu positiven betrieblichen Ergebnissen und bestätigte die anfängliche Tragfähigkeit des Modells [72]. Zu den wichtigsten Errungenschaften gehörten die produktive Diversifizierung durch die

Klimafreundliche Schritte im Grünlandmanagement und dessen Verbesserung

2025-1-TR01-KA220-VET000349844



Co-funded by
the European Union

Einführung aromatischer Kulturen und verbesserter Futterressourcen sowie die Gründung eines Spin-offs auf Basis einer während der Intervention entwickelten Phytosanierungstechnologie [69, 72]. Auch unterstützende Maßnahmen und Infrastrukturen wurden konsolidiert, darunter Trockensteinmauern zur Reduktion von Rillenerosion, Nistkästen für Nützlingsfauna sowie individuelle Schutzvorrichtungen zur Förderung der Baumverjüngung [69].

Nachhaltigkeitswirkung: Die wirtschaftlich-finanzielle Bewertung zeigt, dass das implementierte System als langfristige strategische Investition zu verstehen ist, mit positiven Perspektiven für den Betrieb [72]. Aus ökologischer Sicht trugen die Maßnahmen zur Verbesserung der Systemfunktion durch Boden- und Wasserschutz, zur Förderung der Biodiversität sowie zu einer erhöhten Resilienz gegenüber Dürre und extremen Temperaturen bei, trotz einiger beobachteter Einschränkungen bei Strauchpflanzungen [69].

Rolle der lokalen Governance: Der Fall Dehesa del Guijo basierte auf der Zusammenarbeit zwischen dem Betriebseigentümer, der Universität Extremadura und ADPM und kombinierte praxisorientiertes Management, technisches Monitoring und adaptive Planung [69]. Dieses Modell unterstreicht den Wert von Demonstrationsbetrieben als Orte zur Validierung und Übertragung von Klimaanpassungslösungen auf andere Dehesa-Besitzer und Landbewirtschafter [68].



Co-funded by
the European Union

2.4.3.4. Fotos

Zustand des Weidelands – vor der Verbesserung



Ausgangszustand des Grünlands in der Dehesa del Guijo (2017–2018), mit geringer krautiger Biomasse und sehr eingeschränkter junger Baumverjüngung.

Zustand des Weidelands – nach der Verbesserung



Ökosystemzustand im Jahr 2021 nach Umsetzung des SIGD, mit einer dichten krautigen Schicht und einem gut strukturierten Dehesa-System mit verbesserter Baumvitalität.



Co-funded by
the European Union

Verbesserungsmaßnahmen (während der Umsetzung)



Installation individueller Baumschutzvorrichtungen zur Unterstützung der Baumverjüngung unter
Beweidungsbedingungen.



Co-funded by
the European Union

2.4.4. Fall 3

2.4.4.1. Allgemeine Informationen

Das LIFE-Regenerate-Projekt (LIFE16 ENV/ES/000276) revitalisiert mediterrane agro-silvopastorale Systeme – Dehesas und Montados –, die derzeit aufgrund von Landflucht und geringer Produktivität rückläufig sind. Sein Hauptziel ist die Demonstration eines nachhaltigen Geschäftsmodells für kleine und mittlere Betriebe durch natürliche Regeneration, mehrstufige Rotationsbeweidung und Biomasse-Recycling [74]. Das Projekt wurde auf den Pilotbetrieben Muñovela (Spanien) und Elighes Uttiosos (Italien) umgesetzt und begann mit einer umfassenden Ausgangsstudie. Dieser Bericht beschreibt das agroökologische Monitoring in Muñovela, um die Auswirkungen der Rotationsbeweidung (Adaptive Multi-Paddock, AMP) im Vergleich zur Kontrollbewirtschaftung zu analysieren [75] und die Resilienz dieser Systeme mit hohem Naturwert gegenüber dem globalen Wandel sicherzustellen [76,77].

Informationen zum verbesserten Grünland

Name / Standort des Weidelands:

Die Farm Muñovela befindet sich in der Gemeinde Barbadillo, Provinz Salamanca, im Westen Spaniens (40°54'00''N, 5°45'30''W; Abbildung 13). Sie gehört zum Institut für Naturressourcen und Agrarbiologie von Salamanca (IRNASA-CSIC), das sie seit 1954 zu Versuchszwecken bewirtschaftet [78].

Fläche (ha): Im Jahr 2018 umfasste der Betrieb 72 ha, die hauptsächlich als Dauergrünland und Ackerland genutzt wurden (Abbildung 13) [78]. Höhenlage (m): Der Betrieb liegt auf 817 m über dem Meeresspiegel in einem Gebiet mit sanften Hängen. Die mittlere Hangneigung beträgt 3°, mit einem Bereich von 0° bis 20° [78].



Abbildung 13. Luftaufnahme der Pilotfarm Muñovela, aufgenommen mit UAV am 2. Februar 2018.

Jahresniederschlag: Die Klimadaten stammen von der meteorologischen Station auf dem Betrieb, auf 817 m über dem Meeresspiegel in einer flachen Zone nahe dem Bach. Für den Zeitraum 1976–2003 betrug der mittlere Jahresniederschlag 476,9 mm und die mittlere Jahrestemperatur 11,5 °C. Die mittleren Temperaturen lagen bei 20,6 °C im Juli und August sowie bei 3,4 °C im Januar (Abbildung 14) [78].

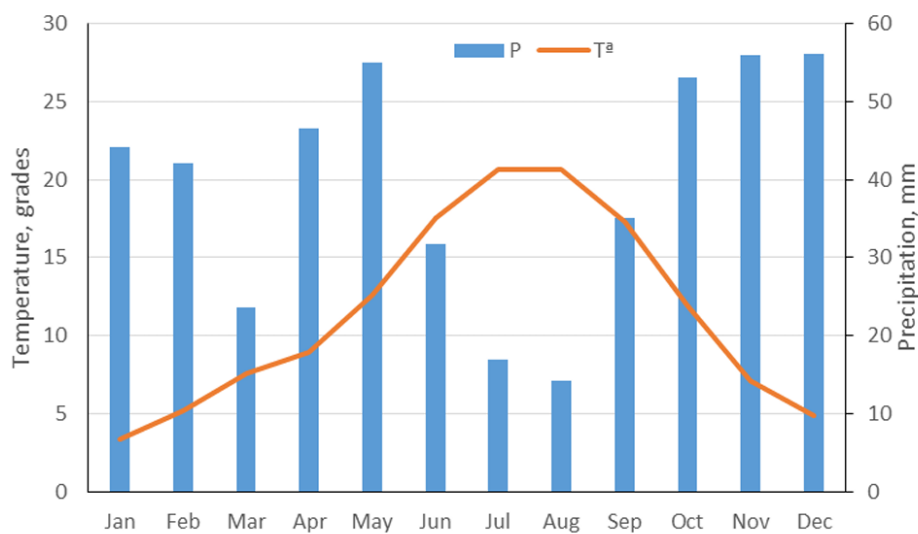


Abbildung 14. Klimadiagramm der Farm Muñovela für den Zeitraum 1976–2003.

Bodenstruktur: Die Böden haben sich hauptsächlich über miozänen Sedimenten mit roten Konglomeraten und einer tonreichen Matrix entwickelt. Auf dem Betrieb lassen sich vier Hauptbodeneinheiten unterscheiden: ein oberer Bereich, der von gleyischen chromischen Luvisolen dominiert wird; erodierte terrassierte Flächen mit sehr nährstoffarmen kalkhaltigen Regosolen; eine bewässerte Ebene mit eutri-chromischen Cambisolen; sowie untere offene

Klimafreundliche Schritte im Grünlandmanagement und dessen Verbesserung

Weiden auf einer alluvialen Terrasse, die von kalkhaltigen Fluvisolen und gleyischen Cambisolen dominiert werden (Abbildung 15) [78].

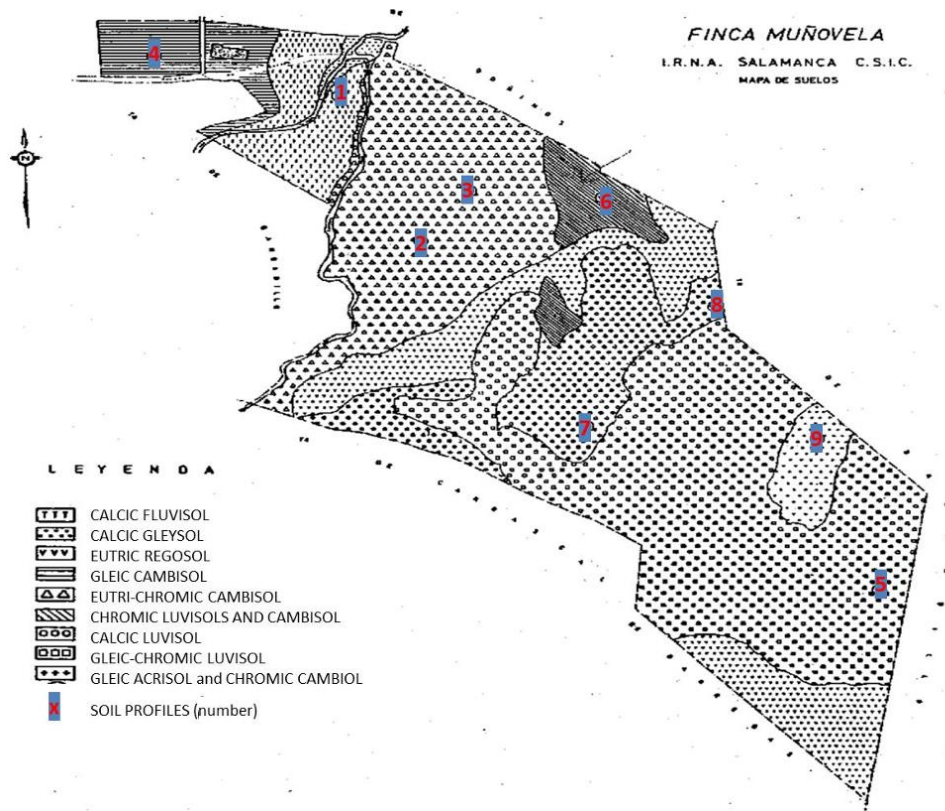


Abbildung 15. Bodenkarte der Farm Muñovela.

Vegetation vor der Verbesserung: Der Betrieb umfasst bewässerte Kulturen, hauptsächlich Futterpflanzen (12,4 ha), sowie unbewässertes Ackerland, überwiegend Getreide (30,0 ha), und Weideflächen, die von Schafen und Rindern des Betriebs genutzt werden. Diese Weideflächen bilden ein Mosaik aus offenen Wiesen (4,7 ha), Waldweiden bzw. Dehesa (18 ha) und Wald (2 ha). Zusätzlich ist eine kleine, nicht kommerzielle Obstbaumbestandsfläche vorhanden [78].

Nutzung des Weidelands durch Nutztiere

Rinder (Anzahl / GVE): Die AMP-Versuchseinheit bestand aus 1 Bullen, 16 Rindern und 16 Kälbern unter 6 Monaten und wurde auf 20,75 ha gehalten, die in 10 Hauptkoppeln unterteilt waren (Abbildung 17). Die Kontrollgruppe wurde auf 14,17 ha bewirtschaftet, verteilt auf zwei Bereiche: eine feuchte Uferwiese (4,67 ha) und eine Dehesa-Fläche (9,5 ha) unter



Co-funded by
the European Union

kontinuierlicher Beweidung. Laut der Viehbestandszusammensetzung umfasste die Kontrollgruppe 1 Bullen, 11 Rinder und 11 Kälber unter 6 Monaten [78].

Schafe (Anzahl / GVE): Die AMP-Gruppe umfasste außerdem 9 Schafe, 1 Widder und 9 Lämmer, die in das Rotationsweidesystem integriert waren [78].

Ziegen (Anzahl / GVE): Keine.

Gesamt-GVE: Die Gesamtbesatzstärke betrug 17,40 GVE in der AMP-Gruppe und 12,22 GVE in der Kontrollgruppe (Tabelle 18) [78].

Weidesaison: In mediterranen Ökosystemen lassen sich eine Vegetationsperiode und eine Ruhephase unterscheiden. In Muñovela erstreckt sich die Vegetationsperiode unter normalen Wetterbedingungen etwa von Mitte Oktober bis Mitte Juni, mit einer winterlichen Ruhephase von Anfang November bis Mitte Februar [78].

Tabelle 18. Gesamtzahl der GVE (Großvieheinheiten) in der AMP-Gruppe und der Kontrollgruppe.

AMP GRUPPE						KONTROLL-GRUPPE			
	Stier	Rinder	Kalb < 6 Monate	Widder	Schafe	Lamm	Stier	Rinder	Kalb < 6 Monate
Nummer	1	16	16	1	9	9	1	11	11
UGM-Wert	1	0.66	0.36	0.09	0.07	0.04	1	0.66	0.36
Gesamt UGM	1	10.56	5.76	0.09	0.63	0.36	1	7.26	3.96
GESAMT GRUPPE	17.40							12.22	

Angewandte Verbesserungsmethoden

Laufzeit des Förderantrags: November 2017 bis Juni 2022.

Entfernung von Sträuchern: Keine.

Klimafreundliche Schritte im Grünlandmanagement und dessen Verbesserung

2025-1-TR01-KA220-VET000349844

Bodenbearbeitung: ja; in den Parzellen 3 und 4 wurde die Keyline-Bodenbearbeitung angewendet [78].

Nachsaat: In den ersten Jahren des Projekts war die Futterproduktion auf Ackerflächen notwendig, da die Weideproduktion nicht ausreichte, um die Herde zu ernähren. Ein Teil dieser Ackerflächen wurde in Dauerweide umgewandelt und in die Fruchtfolge integriert. Die Parzellen P1, P2, P3, P4 und P9 entsprachen ehemaligen Ackerflächen, die in Weideland umgewandelt wurden (Abbildungen 17 und 18) [78].



Abbildung 16. Direktsaat von Wiesen in Muñovela, Oktober 2018.

Düngung: Die Verbesserung der Bodenfruchtbarkeit war Teil der Weideanlegung und umfasste Direktsaat, reduzierte Bodenbearbeitung sowie die Ausbringung von organischem Dünger und Kompost. Diese Maßnahmen zielten darauf ab, die Bodengesundheit und -produktivität zu verbessern und die Weideanlegung zu unterstützen [78].

Belüftung: Keine Angaben.

Eggen: Keine Angaben.

Walze: Sie wurde während der Weideanlegung ausschließlich in den Weideflächen 3 und 4 eingesetzt. Der Bewirtschaftungsplan enthält keine weiteren technischen Angaben. [78].

Ziehen: Keine Meldungen.

Wassertrog: Zur Trinkwasserversorgung des Viehs auf den AMP-Weiden wurden mobile Wassertanks eingesetzt. Das gleiche System wurde bei Bedarf im Sommer auch zur zusätzlichen Bewässerung einiger gepflanzter Bäume genutzt.

Umzäunung / Schatten: Das AMP-System wurde in 10 Hauptweiden unterteilt, die durch feste Zäune abgegrenzt und mittels beweglicher und/oder elektrischer Zäune weiter



Co-funded by
the European Union

unterteilt wurden. Auf ehemaligen Ackerflächen, die in das System integriert wurden, waren zudem Randbäume vorgesehen, um dem Vieh Schatten und Schutz zu bieten.

Anlage von Saatweiden: Ja. Dort, wo die vorhandene Samenbank als unzureichend erachtet wurde, war die Aussaat von krautigen Arten vorgesehen, wobei der Schwerpunkt auf leguminosenreichen Dauerweiden lag. Die Aussaat war auf den Parzellen 1, 2, 3 und 4 innerhalb des AMP-Gebiets sowie auf Parzelle 21 für die Kontrollherde geplant.

Sonstiges: Eine kleine Anfangsgruppe von 5 Dehesa-Puten (4 Weibchen und 1 Männchen) wurde ebenfalls in das AMP-System aufgenommen, um auf den Versuchsweiden zu grasen. Diese Maßnahme stand im Einklang mit dem im Plan vorgesehenen Ansatz der Mehrartenweidehaltung und ihrem potenziellen Beitrag zur biologischen Schädlingsbekämpfung sowie zur Rückführung von Gülle und Nährstoffen.

Plan für die Rotationsweidehaltung

Weideflächen, die nach dem AMP-System (Adaptive Multi-Paddock) bewirtschaftet wurden, wurden mit einer vergleichbaren Fläche verglichen, die im Dauerweidesystem bewirtschaftet wurde. Die AMP-Fläche umfasste 20,75 ha und war in 10 Hauptweideflächen unterteilt, während die Kontrollfläche 14,17 ha umfasste und sich in zwei Zonen gliederte: feuchte Flussuferwiesen (4,67 ha) und ein Dehesa-Gebiet (9.5 ha) [78].

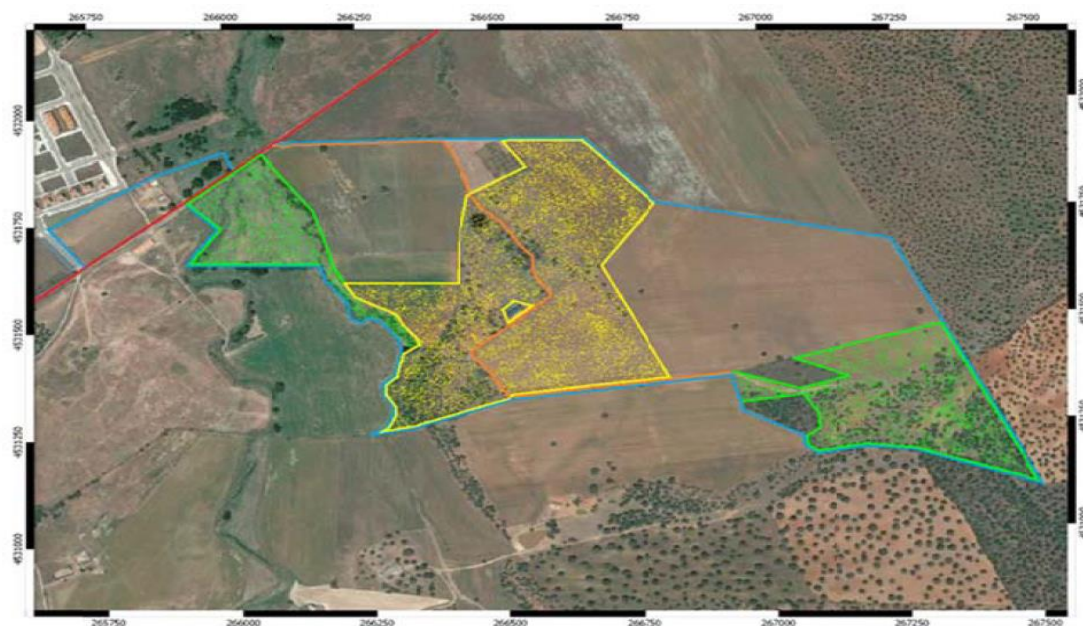


Abbildung 17. Der Betrieb Muñovela mit den Flächen, die im Wechselweidebetrieb bewirtschaftet werden (gelb), und den Flächen, die im Dauerweidebetrieb bewirtschaftet werden (grün).

Die AMP-Gruppe bestand aus 17 Rindern (16 Mutterkühe und 1 Zuchtbullen), während die Kontrollgruppe 12 Rinder umfasste (11 Mutterkühe und 1 Zuchtbulle). Die Hauptweiden der AMP-Gruppe wurden mithilfe von mobilen und/oder elektrischen Zäunen weiter unterteilt, um die Rotation und die Weidezeit anzupassen. [78].



Abbildung 18. Anordnung der 10 Hauptweiden im Weidegebiet des AMP.



Co-funded by
the European Union

Jede Teilweide wurde für kurze Zeit beweidet, worauf lange Ruhephasen folgten, damit sich die Weide nach kurzen Phasen intensiver Beweidung vollständig erholen konnte. Während der Vegetationsperiode (Weidezeit) lag die geschätzte Beweidungsdauer pro Teilweide je nach Anzahl der verfügbaren Abschnitte zwischen 2 und 10 Tagen [78].

Die Besatzdichten wurden von 2019 bis 2022 erfasst, und die monatlichen Durchschnittswerte zeigen, dass die jährlichen Besatzdichten in beiden Versuchsgruppen sehr ähnlich waren, wodurch die Vergleichbarkeit des Versuchs gewährleistet blieb (Tabelle 19) [78].

Tabelle 19. Durchschnittliche Besatzdichte in der AMP- und der Kontrollgruppe von 2019 bis 2022.

JAHR	BEHANDELT	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	GVE/Ha
19-20	AMP	17.4	18.8	18.7	18.7	18.3	15.8	15.8	16	16	16	16.4	19	0.85
19-20	Control	12.22	13	13	13	13.8	12.2	11	10.6	10.6	10.6	10.6	10.8	0.83
20-21	AMP	14.85	16.21	19.3	19.1	19.5	17.6	17.2	17.8	18.3	17.1	19.1	18.7	0.90
20-21	Control	16.7	12.1	12.1	10.5	10.6	9.4	10.7	10.7	10.7	10.7	13.1	13.9	0.83
21-22	AMP	19.4	19.2	19.6	21.1	19.9	18.3	15.6					0.91	
21-22	Control	14.8	15.8	15.8	15.4	10.6	7.4	7.4					0.91	

Die zeitliche Planung mithilfe von Diagrammen oder Tabellen war ein zentraler Bestandteil des Weidemanagements bei AMP [78].

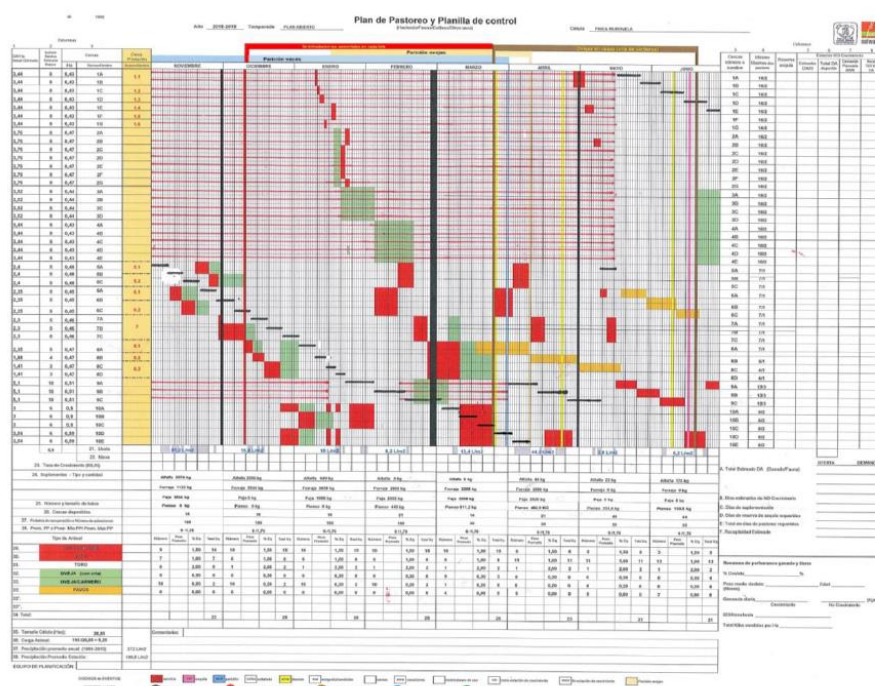


Abbildung 19. Diagramm zur offenen Weidezeit bei AMP.

Düngungsplan

Die Düngung erfolgte selektiv auf bestimmten AMP-Weideflächen und auf einer Kontrollparzelle, vor allem um die Etablierung und Produktivität neu angelegter Weiden auf ehemaligem Ackerland zu fördern. Die Ausbringungen variierten je nach Jahr, Monat, Parzelle und Düngemitteltyp, wobei NPK-Mischdünger mit Stickstoffquellen wie Calciumammoniumnitrat und Ammoniumnitrat kombiniert wurden. Der Ausbringungsplan ist in Tabelle 20 zusammengefasst.



Co-funded by
the European Union

Tabelle 20. Düngungsplan für die AMP-Weiden und die Kontrollparzelle in Muñovela.

JAHR	MONAT	AMP 1-2	AMP 3-4	AMP 9	Kontrollfeld 2
2017	Oktober		NPK 0-18-0		.
2018	Oktober			NPK 0-7-14; 1,000 kg/ha	3-16-7 NPK (with MgO and B); 350 kg/ha
2019	März	NPK 3-16-7 (mit MgO und B); 350 kg/ha	NPK 3-16-7 (mit MgO und B); 350 kg/ha	NH ₄ NO ₃ 27%; 220 kg/ha	.
2019	Oktober				8-15-15 NPK; 250 kg/ha
2020	Februar	NPK 8-18-0; 300 kg/ha	NPK 8-18-0; 300 kg/ha	Calcium ammonium nitrate (27% N); 250 kg/ha	Calcium ammonium nitrate (27% N); 125 kg/ha
2020	November	0-14-7 NPK; 690 kg/ha	0-14-7 NPK; 750 kg/ha	0-14-7 NPK; 750 kg/ha	0-14-7 NPK; 400 kg/ha
2021	Mai			NAC 27; 150 kg/ha	.
2021	August			NAC 27; 400 kg/ha	.
2022	März			Calcium ammonium nitrate (27% N); 190 kg/ha	.



Co-funded by
the European Union

2.4.4.2. Vorher-Nachher-Vergleich

Vor der Verbesserung:

Heuproduktion: Vor der Aufwertung lagen keine direkten Basisdaten zum Weideertrag oder zum Heuäquivalent vor. Nach einer anhaltenden Trockenperiode, die sich bis in den Herbst 2017 erstreckte, und einem späten Frühjahr war die Weidebiomasse am 5. April 2018 sehr gering.

Deckungsgrad der Heuproduktion (%): Es lag kein spezifischer Ausgangswert vor. Eine erste Begutachtung vor Ort ergab eine geringe Vegetationsbedeckung und einen schlechten Ausgangszustand.

Vegetationsqualität: Die am 5. April 2018 unter Verwendung des Rangeland Health Index (RHI) durchgeführte Ausgangsbewertung ergab an allen Messstellen negative Werte mit Gesamtwerten zwischen -10 und -25, was auf einen schlechten Ausgangszustand hindeutet. Die Verwendung des RHI steht im Einklang mit etablierten feldbasierten Ansätzen zur Interpretation des Weidelandzustands anhand qualitativer Indikatoren [6]. Die detaillierten Indikatorwerte sind in Tabelle 21 dargestellt, während die Gesamt-Ausgangswerte für die sechs Messpunkte in Abbildung 20 zusammengefasst sind [78].

Tabelle 21. Erstbewertung des Weidezustands an den Messstellen in Muñovela, April 2018.

Nr.	Prozess/Status	Indikator	1 Control 1	2 Control 2	3 Control 3	4 Trial 1	5 Trial 2	6 Trial 3
1	Boden ohne Vegetation	% Bodenbedeckung durch Pflanzen	0	-10	-10	0	0	-10
2	Bodenverdichtung	Bodenkruste	0	0	0	0	-5	0
3	Bodenerosion	Rinnen und Rinnen	0	0	0	0	0	0
4	Bodenleben	Aktivität (Ameisen, Regenwürmer)	0	0	0	0	0	0
5	Gülleabbau	Alter des Dungs	5	5	0	5	0	0
6	Mehrfährige Gräser	Bedeckung und Vitalität	0	0	0	0	0	0
7	Hülsenfrüchte	Bedeckung und Vitalität	0	0	0	0	0	0
8	Sträucher	Bedeckung und Vitalität	0	0	0	0	0	0
9	Bäume	Anteil gesunder Bäume	10	10	10	10	10	10

Klimafreundliche Schritte im Grünlandmanagement und dessen Verbesserung

2025-1-TR01-KA220-VET000349844





Co-funded by
the European Union

10	Baumverjüngung	Häufigkeit und Höhe	-20	-20	-20	-20	-20	-20
11	Plant Productivity	% Potenzial für drei Schichten	-5	-5	-5	-5	-5	-5
		Gesamtpunktzahl	-10	-20	-25	-10	-20	-25

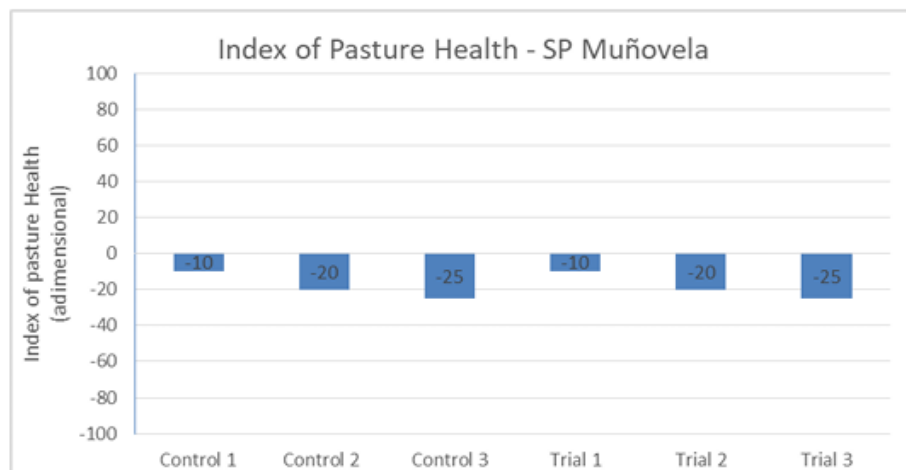


Abbildung 20. Anfängliche Werte des Rangeland Health Index (RHI) an sechs Messstellen auf dem Landgut Muñovela.

Weidedruck: Vor der Einführung von AMP wurde in den Kontrollgebieten die übliche Praxis der Dauerweidewirtschaft angewendet. Für die Bewertung im April 2018 lag kein spezifischer Referenzwert für den Weidedruck vor.

Nach der Verbesserung:

Heuproduktion: Die Weideerträge wurden im Frühjahr der Jahre 2018 bis 2022 erfasst und sind in Tabelle 22 zusammengefasst [78]. Insgesamt zeigte sich ein Trend zu höheren Erträgen unter der AMP-Behandlung als unter der Kontrollbehandlung, obwohl die Produktion in beiden Behandlungsgruppen in den Jahren 2021 und 2022 aufgrund der Wetterbedingungen gering ausfiel. Der Rückgang war jedoch unter der AMP-Behandlung weniger ausgeprägt als unter der Kontrollbehandlung.

Deckungsgrad der Heuproduktion: Es lag kein einzelner Indikator vor, der die spezifische Bedeckungsrate der Heuproduktion angibt. Die Vegetationsbedeckung blieb jedoch auf den überwachten Parzellen nach der Behandlung im Allgemeinen hoch. Dies steht im



Co-funded by
the European Union

Einklang mit der positiven Reaktion der Vegetation, die nach der Durchführung des AMP beobachtet wurde.

Tabelle 22. Weideertrag auf dem Versuchsbetrieb in Muñovela.

Trockensubstanz der Weide (t/ha)	Kontrolle	AMP Dehesa	AMP-Feldfrüchte (Regenfeldbau / Bewässerungsanbau)
Bezugszeitraum (1986–1993)	1.33		
Bezugszeitraum (2015)	1.50	1.52	
Frühjahr 2018	1.11	1.19	
Frühjahr 2019	0.44	0.62	
Frühjahr 2020	2.15	2.48	
Frühjahr 2021	1.62	2.20	6.48 / 12.18
Frühjahr 2022	0.62	1.05	2.78 / 11.14

Veränderungen in der Vegetation: Die Weidequalität, gemessen anhand des Rangeland Health Index (RHI), zeigte in Muñovela eine allgemeine Verbesserung. Die Durchschnittswerte stiegen von -15 in der Kontrollgruppe und -8,75 in der AMP-Gruppe im Jahr 2019 auf 13,33 bzw. 17,5 im Jahr 2022, was auf einen allgemeinen Trend zur Regeneration des Ökosystems hindeutet. Diese Interpretation steht im Einklang mit der Verwendung von Feldindikatoren zur Bewertung von Veränderungen der Weidelandgesundheit im Zeitverlauf [6]. Darüber hinaus zeigten die AMP-Parzellen auf ehemaligem Ackerland eine besonders positive NDVI-Reaktion mit einem stärkeren Anstieg als die Kontroll- und AMP-Dehesa-Parzellen (Abbildung 21) [78].

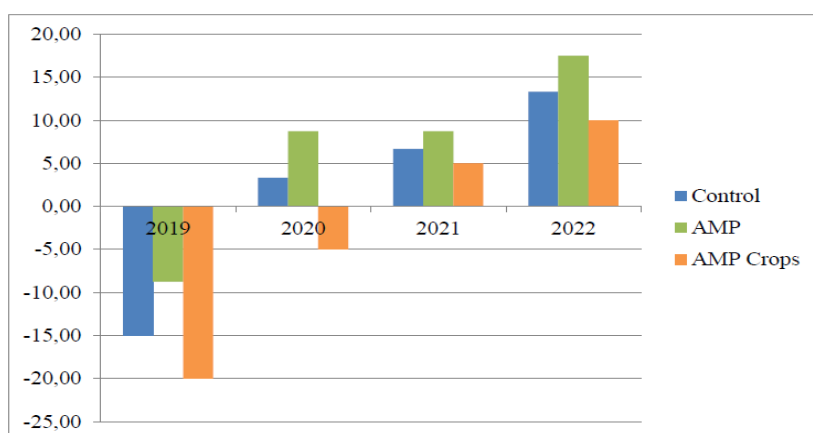


Abbildung 21. Ergebnisse für den RHI verschiedener Behandlungsmethoden im Zeitraum 2019–2022.

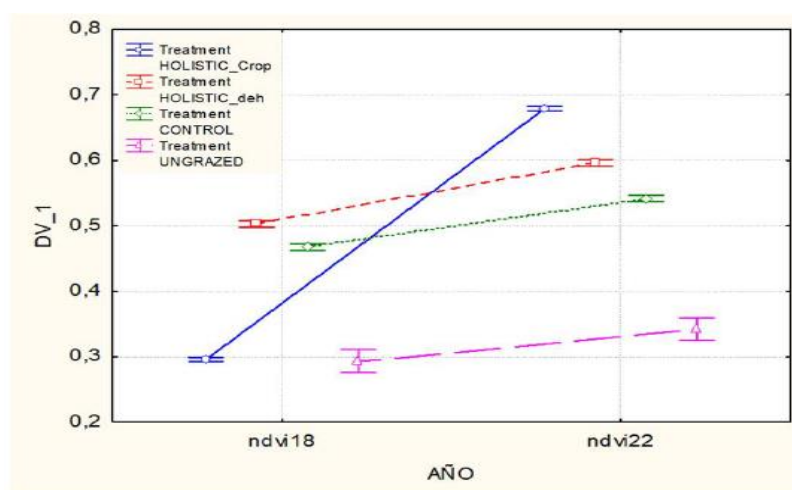


Abbildung 22. Mittlere NDVI-Werte von Weiden unter vier verschiedenen Bewirtschaftungsformen.

Nachhaltigkeit: Die Ergebnisse deuten auf eine verbesserte Funktionsweise des Systems unter AMP hin, mit höherer Produktionsstabilität, besserer Weidenutzung und Anzeichen einer ökologischen Erholung. Obwohl auch in der Kontrollgruppe einige Verbesserungen zu beobachten waren, zeigte das AMP-System eine günstigere Entwicklung hinsichtlich Produktivität und Weidenregeneration.



Co-funded by
the European Union

2.4.4.3. Ergebnisse und Auswertung

Erfolge: Die Weideproduktion schwankte von Jahr zu Jahr erheblich, war jedoch unter AMP tendenziell stabiler und höher als in der Kontrollgruppe. Insgesamt stieg die Weideproduktion unter ganzheitlicher Beweidung um 31 %. Auch die Weidequalität verbesserte sich, was sich im RHI und im NDVI widerspiegelte, und die Grünlandnutzung wurde effizienter, wobei die Grasverzehrrate unter AMP um 55 % höher war. Diese Ergebnisse bestätigen eine positive Reaktion des Systems sowohl hinsichtlich der Produktivität als auch der ökologischen Funktionsfähigkeit.

Auswirkungen auf die Nachhaltigkeit: Obwohl die Besatzdichte zu Vergleichszwecken in beiden Versuchsgruppen ähnlich gehalten wurde, reduzierte AMP im letzten Projektjahr den jährlichen Bedarf an Zusatzfutter pro Tier um 37 %. Zudem waren die Körperkondition und das Absetzgewicht unter AMP höher, mit einem Anstieg von 7,8 % bzw. 6,5 %. Insgesamt deuten diese Ergebnisse auf eine verbesserte Produktionseffizienz und eine höhere Regenerationsfähigkeit des Systems hin.

Rolle der Kommunalverwaltung: Der Fall Muñovela verdeutlicht den Wert von Demonstrationsbetrieben und einer kontinuierlichen technischen Überwachung für die Validierung übertragbarer regenerativer Praktiken. Der Vergleich zwischen AMP und der Kontrollgruppe bietet eine nützliche Grundlage für die Verbreitung, Schulung und Nachahmung adaptiver Weidestrategien in ähnlichen mediterranen Systemen. Dies steht im Einklang mit dem praktischen und demonstrativen Zweck des digitalen Leitfadens für bewährte Verfahren des Projekts.

2.4.4.4. Fotos



Zustand der Weideflächen – vor der Verbesserung, Mai 2018

Klimafreundliche Schritte im Grünlandmanagement und dessen Verbesserung

2025-1-TR01-KA220-VET000349844



Co-funded by
the European Union



Zustand der Weideflächen – nach der Verbesserung



Verbesserungsmaßnahmen (während)



Co-funded by
the European Union

2.5. Türkei

2.5.1. Maßnahmen zur Verbesserung von Grünland in der Türkei

Aufgrund ihrer vielfältigen klimatischen Gegebenheiten, Bodenbeschaffenheit und topografischen Struktur beherbergt die Türkei eine äußerst abwechslungsreiche und artenreiche Vegetation und damit Weideflächen mit unterschiedlichen ökologischen Merkmalen. Grasland und Weiden, die landesweit die wichtigste Raufutterquelle für die Viehzucht darstellen, erfüllen zudem eine entscheidende ökologische Funktion in Bezug auf Bodenschutz, Gewässerschutz und die Erhaltung der biologischen Vielfalt [80].

Die Grünland- und Weideflächen der Türkei haben im Laufe der Jahre erheblich abgenommen. In den 1950er Jahren gab es noch etwa 44 Millionen Hektar Grünland und Weideland, doch aufgrund der Ausweitung landwirtschaftlicher Flächen und verschiedener Veränderungen in der Landnutzung ist diese Fläche heute auf etwa 14,6 Millionen Hektar geschrumpft [81]. Zusätzlich zu diesem Rückgang sind die Qualität und Produktivität der Grün- und Weideflächen stark gesunken. Nur 1 % der Weideflächen in der Türkei befinden sich in sehr gutem Zustand. Von den verbleibenden Weideflächen sind 11,7 % in gutem Zustand, 52,56 % in mäßigem Zustand und 34,8 % in schlechtem Zustand [82].

Zu den Hauptursachen für die Verschlechterung von Weideland zählen falsche Weidepraktiken wie zu frühes Weiden ohne Berücksichtigung der Wachstumsstadien der Pflanzen, Überweidung, bei der die Anzahl der Tiere die Tragfähigkeit der Weide übersteigt, und zu spätes Weiden sowie Dürre und klimatische Ungleichgewichte [83]. Diese Situation führt zu einem Rückgang wertvoller Futterpflanzen in der botanischen Zusammensetzung der Weiden und deren Verdrängung durch invasive Pflanzen mit geringem Nährwert.

Auch die Weiden in der Türkei weisen je nach geografischer Region große Unterschiede auf. Während die Region Ostanatolien dank ihrer Höhenlage und ihres kühlen Klimas über die ertragreichsten Wiesen und Weiden der Türkei verfügt, sind die Weiden in den Regionen Zentralanatolien und Südostanatolien anfälliger für Trockenstress und weisen die Merkmale kurzer, weniger ertragreicher Steppenweiden auf [84]. Unregelmäßige Niederschlagsmuster und steigende Temperaturen infolge des Klimawandels stellen zudem einen zusätzlichen Stressfaktor für Weideökosysteme dar, insbesondere in ariden und semiariden Regionen.

Da das Hauptproblem bei Weideflächen der Weidedruck ist, erfordert eine nachhaltige Weidebewirtschaftung die Erstellung von Weideplänen, die den ökologischen Gegebenheiten
Klimafreundliche Schritte im Grünlandmanagement und dessen Verbesserung



2025-1-TR01-KA220-VET000349844



Co-funded by
the European Union

der jeweiligen Regionen Rechnung tragen, die Einbeziehung von Verbesserungsmaßnahmen wie Nachsaat oder Düngung sowie die Einführung von Ruhephasen, damit sich die Vegetation erholen kann.

Gemäß dem 1998 in der Türkei erlassenen Weidegesetz Nr. 4342 unterliegen Weiden der Kontrolle und dem Eigentum des Staates. Das Nutzungsrecht an diesen Flächen wird jedoch den Erzeugern zuerkannt, die in den Siedlungen ansässig sind, in denen sich die Weide befindet. Die Pflege- und Verbesserungsarbeiten an den Weiden werden von Dienststellen des Ministeriums für Landwirtschaft und Forstwirtschaft durchgeführt. Universitäten und Forschungsinstitute leisten zudem wissenschaftliche Unterstützung, indem sie als Berater für Verbesserungsprojekte fungieren. Zwischen 2000 und 2025 wurden in der gesamten Türkei 3.163 Projekte zur Weideverbesserung und -bewirtschaftung auf einer Fläche von 2.469.156 Hektar durchgeführt [98]. Die in dieser Quelle angeführten Beispiele wurden aus diesen in der Türkei durchgeführten Studien ausgewählt.



2.5.2. Fall 1

2.5.2.1. Allgemeine Informationen

Die Region, in der sich das Untersuchungsgebiet befindet, weist eine mergel-gipsartige Bodenstruktur auf. In dieser Region kommt Gips in der Regel zusammen mit Ton, Mergel und manchmal auch Kalksteinschichten vor [86].

Abgesehen von Gebieten mit Mikroklima herrschen in der gesamten Provinz kontinentale Klimamerkmale vor; die Sommer sind heiß und trocken, die Winter kalt und regnerisch [87]. Nach den Langzeitdaten der Generaldirektion für Meteorologie (1991–2024) beträgt die durchschnittliche jährliche Niederschlagsmenge 355,9 mm. Die durchschnittliche Jahrestemperatur beträgt 11 °C, die niedrigste Durchschnittstemperatur liegt bei 0,1 °C im Januar, und die höchsten Durchschnittstemperaturen werden mit 22,0 °C bzw. 22,1 °C im Juli und August verzeichnet [88]. Der Stadtteil Ertuğrul, in dem die Landgewinnungsarbeiten durchgeführt werden, liegt ebenfalls in der Region, in der kontinentale Klimamerkmale zu beobachten sind.

Das Verbesserungsprojekt für das Gebiet wurde vom Ministerium für Land- und Forstwirtschaft und dem Landwirtschaftlichen Forschungsinstitut Geçit Kuşığı geplant und durchgeführt.

Informationen über das verbesserte Grünland

Name / Lage des Weidelandes :

Eskişehir / Sivrihisar / Ertuğrul

Location: <https://maps.app.goo.gl/yY8JqtjZFvPriuiLA>

Fläche (ha): 25 ha

Höhe (m): 900 m

Jahresniederschlag: 355.9 mm

Bodenstruktur: Die Analyse der zu Beginn des Projekts auf der Weide entnommenen Bodenproben ergab, dass der Weideboden lehmig-tonig, nicht salzhaltig, leicht alkalisch, arm an verfügbarem Phosphor und mit geringem Gehalt an organischer Substanz ist. Zudem wurde festgestellt, dass er eine hohe Erosionsanfälligkeit aufweist, und es wurde eingeschätzt, dass

Klimafreundliche Schritte im Grünlandmanagement und dessen Verbesserung

2025-1-TR01-KA220-VET000349844



Co-funded by
the European Union

das Gebiet einer ernsthaften Erosionsgefahr ausgesetzt ist. Die Ergebnisse der Bodenanalyse für das Gebiet, in dem die Sanierungsmaßnahmen durchgeführt wurden, sind in Tabelle 23 aufgeführt [89].

Tabelle 23. Ergebnisse der Bodenanalyse

Gesamtsalzgehalt %	0.04
pH-Wert	7.94
Kalk (CaCO_3) %	48.96
Verfügbarer Phosphor (P_2O_5) (t ha^{-1})	2.02
Verfügbares Kalium (K_2O) (t ha^{-1})	2.76
Organische Substanz %	1.8
Sehr feiner Sand %	6.42
Sand %	28.98
Schluff %	29.17
Ton %	41.85
Feuchtigkeit %	4.64
Schüttdichte (g/cm^3)	1.34
Feldkapazität %	27.85
Welkpunkt %	16.2
Hydraulische Leitfähigkeit (cm/s)	1.04
Erodierbarkeit (K-Faktor)	0.032

Vegetation vor der Aufwertung: Vor Beginn der Studie wurde im Weidegebiet eine Untersuchung der Weidevegetation durchgeführt. Als Ergebnis der Untersuchung wurden in dem Gebiet *Koeleria cristata* (7 %), eine rückläufige Art, sowie *Hedysarum varium* (2 %) und *Festuca ovina* (6 %), beides zunehmende Arten, festgestellt. Es zeigte sich, dass invasive Arten in dem Gebiet recht dominant waren; unter diesen Arten wurden *Thymus sibthorpii* (22,25 %),

Klimafreundliche Schritte im Grünlandmanagement und dessen Verbesserung

2025-1-TR01-KA220-VET000349844



Salvia wiedemannii (14,75 %), *Alyssum pateri* (5,5 %), *Bromus tectorum* (3,75 %), *Adonis vernalis* (3,5 %) und *Astragalus strictispinis* (2,25 %) identifiziert. Es wurde festgestellt, dass 32 % der Weidefläche keine Vegetationsdecke aufwiesen und die Bodenoberfläche kahl war [89].



Abbildung 23. Anwendungsbereich Bodenprofil

Weidetiere

Rinder (Anzahl / GVE): 100

Schafe (Anzahl / GVE): 5000

GVE insgesamt: 508

Weidesaison: Es wurde festgestellt, dass vor Beginn der Sanierungsarbeiten auf der Weide unkontrollierte Beweidung stattfand.

Angewandte Verbesserungsmethoden

Beginn- und Endjahr des Antrags auf Verbesserung: 2015 - 2017

Das Gebiet, in dem das Verbesserungsprojekt durchgeführt wird, ist ein Randgebiet. Angesichts der geringen Bodentiefe, der mergelartigen Bodenbeschaffenheit, der geringen jährlichen Niederschlagsmenge sowie der trockenen und heißen Vegetationsperiode, die die Erfolgsaussichten anderer Renaturierungsmethoden verringern würden, wurde geplant, durch die Anpflanzung von Vierflügeligem Salzbusch (*Atriplex canescens* Pursh Nutt.) der Erosion entgegenzuwirken und die Raufutterproduktion in diesem Gebiet zu steigern



Atriplex canescens gehört zur Familie der Chenopodiaceae und ist eine C4-Pflanze. Sie weist eine hohe Widerstandsfähigkeit gegenüber Salzgehalt, Trockenheit, niedrigen Temperaturen, Schwermetallen und anderen abiotischen Stressfaktoren auf [90]. Sie wird häufig als Futterquelle für Rinder, Ziegen und Schafe genutzt. Darüber hinaus werden Plantagen zur Sanierung degradierter Böden, zur Reduzierung von Kohlenstoffemissionen und zur Erosionsprävention angelegt [91]. *Atriplex canescens* entwickelt sich im Allgemeinen zu einer rundlichen Form, hat eine stark verzweigte Struktur und kann eine Höhe von bis zu 3 Metern erreichen. Obwohl sie einen harten, verholzten Stängel hat, wird sie von Tieren aufgrund ihres üppigen Blattwerks bevorzugt. Die Art bleibt in warmen Klimazonen immergrün, während sie in kalten Klimazonen laubabwerfend ist [92].

Im Rahmen der Zuchtungsstudie wurde das Gelände zunächst durch tiefes Pflügen in den Reihen für die Bepflanzung vorbereitet. Sämlinge des Vierflügeligen Salzbuschs (*Atriplex canescens* Pursh Nutt.), die aus Kübeln stammten, wurden in einem Reihenabstand von 6 m und einem Pflanzenabstand von 3 m gesetzt, und der Boden wurde mit den Füßen festgedrückt, um sicherzustellen, dass die Wurzeln Kontakt mit dem Boden hatten. Nach der Pflanzung wurde gewässert, es wurden jedoch keine weiteren Bewässerungs- und Düngungsmaßnahmen durchgeführt. Die angelegten Pflanzungen wurden für den Weidegang gesperrt, bis sie eine durchschnittliche Höhe von 1–1,5 m erreicht hatten, um ein optimales Wachstum und eine gute Entwicklung zu gewährleisten.

Plan für die Rotationsweidehaltung

Um die gepflanzten Jungbäume zu schützen, wurde das renaturierte Gebiet für zwei Jahre für die Beweidung gesperrt. Nach Ablauf dieses Zeitraums wurde die Beweidung wieder aufgenommen, nachdem festgestellt worden war, dass sich im Gebiet ein ausreichendes Wurzelwerk gebildet hatte, um der Beweidung standzuhalten.

Anzahl der Weideflächen: 4

Weidezeiträume und Anzahl der Tage pro Fläche

Früher Zeitraum (15. Mai–25. Juni):

Jede Fläche wird 10 Tage lang beweidet, danach wird die Weide auf der nächsten Fläche fortgesetzt.

Klimafreundliche Schritte im Grünlandmanagement und dessen Verbesserung

2025-1-TR01-KA220-VET000349844





Co-funded by
the European Union

Mittlerer Zeitraum (25. Juni–20. August):

Jede Parzelle wird 7 Tage lang beweidet; danach wird die Beweidung auf der nächsten Parzelle fortgesetzt.

Späte Phase (20. August – 30. September):

Jede Parzelle wird 10 Tage lang beweidet; danach wird die Beweidung auf der nächsten Parzelle fortgesetzt.

Düngungsplan

Im Rahmen des Rekultivierungsprojekts ist keine Düngung vorgesehen.

2.5.2.2. Vorher-Nachher-Vergleich

Vor der Verbesserung:

Der Grasertrag wurde vor der Züchtung nicht ermittelt.

Nach der Verbesserung:

Es liegt keine Erhebung zum Futterertrag nach der Aufwertung des Gebiets vor. In einer 2012 an einem nahegelegenen Standort durchgeführten Studie wurde jedoch berichtet, dass bei einer Strecke von 3 m ein Grünfutterertrag von 631 g/Pflanze aus dem Vierflügeligen Salzbusch (*Atriplex canescens* Pursh Nutt.) erzielt wurde [93].

2.5.2.3. Ergebnisse und Auswertung

Ergebnisse: Durch die Renaturierungsmaßnahmen hat sich der Anteil der mit Pflanzen bewachsenen Fläche erhöht und die Erosion ist zurückgegangen. Die in diesem Gebiet gewonnene Futtermenge hat zugenommen, was zur Viehzucht in der Region beiträgt.

Vor Beginn des Projekts hatten die Dorfbewohner zahlreiche Beschwerden darüber, dass durch Winderosion Staub in das Siedlungsgebiet geweht wurde; diese Beschwerden nahmen jedoch nach Abschluss des Projekts deutlich ab. Die Renaturierungsmaßnahmen hatten auch soziale Vorteile, darunter eine gesteigerte Futterproduktion, die Schaffung von Einkommensmöglichkeiten und eine Verbesserung der Lebensqualität der Menschen in ländlichen Gebieten. Daher wurde das Projekt als erfolgreich bewertet und von der



Co-funded by
the European Union

Öffentlichkeit unterstützt. Diese Synergieeffekte lösten in der Region einen Multiplikatoreffekt aus, der die Umsetzung weiterer Renaturierungsprojekte ermöglichte.

Auswirkungen auf die Nachhaltigkeit: Im Anschluss an die Umsetzung dieses Projekts leitete das Ministerium für Land- und Forstwirtschaft neue Studien zum Vierflügeligen Salzbusch (*Atriplex canescens* Pursh Nutt.) und anderen strauchartigen Pflanzen mit Futterwert ein, die bei der Renaturierung von Randgebieten eingesetzt werden können. Im Jahr 2025 wurde ein umfassendes landesweites Projekt zur Verbesserung von Weideland durch den Einsatz strauchartiger Pflanzen in Randgebieten gestartet, in denen andere Renaturierungsmethoden erfolglos geblieben waren.

2.5.2.4. Fotos



Zustand der Weideflächen – vor der Verbesserung



Verbesserungsmaßnahmen (während)



Co-funded by
the European Union



Zustand der Weideflächen – nach der Verbesserung



Co-funded by
the European Union

2.5.3 Fall 2

2.5.3.1. Allgemeine Informationen

In vielen feuchten Regionen der Türkei haben sich Weidelandschaften aufgrund der zunehmenden Dominanz von Strauch- und Baumarten allmählich in bewaldete Landschaften verwandelt. Das Weideland des Dorfes Elifli im Bezirk Bafra der Provinz Samsun ist ein anschauliches Beispiel für diesen Prozess. Zwischen 2016 und 2018 wurde im Weideland des Dorfes Elifli ein erfolgreiches Weidelandverbesserungsprogramm durchgeführt, woraufhin ein Programm zur teilweisen Weidebewirtschaftung eingeführt wurde, um die nachhaltige Nutzung des Gebiets sicherzustellen. Das Weideland umfasst 88,1 Hektar, liegt auf einer Höhe von 50 m über dem Meeresspiegel und verzeichnet eine jährliche Niederschlagsmenge von etwa 800 mm. Vor der Renaturierung wurde fast 90 % der Fläche von Gehölzen und dornigen Arten wie Eiche, Christdorn, Brombeere, Ulme, Weißdorn und Hagebutte dominiert, was zu einem sehr geringen Anteil an hochwertigen Futterpflanzen führte. Darüber hinaus war das Gebiet vor dem Verbesserungsprogramm einer kontinuierlichen und unkontrollierten Beweidung ausgesetzt, ohne dass die empfohlene Weidesaison eingehalten wurde.

Das Programm zur Wiederherstellung von Weideland wurde vom Ministerium für Landwirtschaft und Forsten (Türkei) und dem Landwirtschaftlichen Forschungsinstitut am Schwarzen Meer (Samsun) geplant und durchgeführt.

Name und Lage: Samsun/Bafra/Dorf Elifli

Fläche (ha): 88,1 ha

Höhe (m): 50 m

Jährliche Niederschlagsmenge: 800 mm/Jahr

Die Weidefläche liegt in Südostlage und weist eine durchschnittliche Neigung zwischen 3 % und 10 % auf.

Zustand der Vegetation vor der Renaturierung: Vor Beginn der Maßnahme wurde im Untersuchungsgebiet eine Bestandsaufnahme der Weidevegetation durchgeführt. Die Untersuchung ergab, dass der Standort sowohl Arten mit rückläufigem Bestand (erwünschte Arten) wie *Trifolium pratense* (5 %), *Lotus corniculatus* (14 %) und *Sanguisorba minor* (1 %)

Klimafreundliche Schritte im Grünlandmanagement und dessen Verbesserung

2025-1-TR01-KA220-VET000349844





als auch Arten mit zunehmendem Bestand wie *Plantago lanceolata* (3 %) und *Hordeum violaceum* aufwies (1%).

Darüber hinaus wurden in diesem Gebiet mehrere Arten von geringer Qualität identifiziert: Vertreter der Familie der *Euphorbiaceae* (1.86%), *Plantago cretica* (6.82%), *Blymus compressus* (11.78%), *Carex pendula* (5.58%), *Trifolium tomentosum* (4.96%), *Hordeum murinum* (4.96%), und *Pilosella hoppeana* (26.04%).

Es wurde ferner festgestellt, dass etwa 90 % der Weideflächen von Gehölzen und dornigen Pflanzen wie Eichen, Christdorn, Brombeeren, Ulmen, Weißdorn und Hagebutten bedeckt waren.

Besatzdichte auf Weideland

Rinder (Anzahl / GVE): 115

Schafe (Anzahl / GVE): 0

GVE insgesamt: 115

Weidezeitraum: Vor Beginn des Renaturierungsprogramms wurde das Weideland unkontrolliert beweidet.

Angewandte Rehabilitationsmethode

Projektdauer: Das Projekt zur Wiederherstellung von Weideland wurde zwischen 2016 und 2018 durchgeführt.

Etwa 90 % der Weideflächen waren mit Sträuchern und Bäumen bewachsen, und es gab nicht genügend hochwertige Futterpflanzen; daher wurde eine gesäte Weide angelegt. Nach der Entfernung der Gehölze und Sträucher wurde eine Vorfrucht ausgesät, woraufhin die gesäte Weide angelegt wurde. Zu den in der Weidemischung verwendeten Arten gehörten Rohrschwingel, Knäulgras, mehrjähriges Weidelgras, Luzerne, Weißklee und italienisches Weidelgras.

Innerhalb der Weidefläche wurden bewusst einige Bäume stehen gelassen, um den Weidetieren Schatten zu spenden. Außerdem wurden in diesem Bereich insgesamt vier Tränken errichtet.

Klimafreundliche Schritte im Grünlandmanagement und dessen Verbesserung

2025-1-TR01-KA220-VET000349844





Co-funded by
the European Union

Weidemanagement

Vor der Renaturierung wurden alle Weideflächen kontinuierlich beweidet. Nach Abschluss der Renaturierung wurde unter Berücksichtigung der Tragfähigkeit der Parzellen ein Rotationsweidesystem geplant [94, 95]. Während der Umsetzungsphase wurde das Gebiet teilweise für die Beweidung gesperrt, um eine erfolgreiche Etablierung der verbesserten Vegetation zu gewährleisten. Die von der Weidefläche produzierte Futtermenge wurde berechnet, und anschließend wurde die Tragfähigkeit des Standorts ermittelt.

Da das Gebiet vor der Renaturierung stark von minderwertigen Arten dominiert war, wurde die Tragfähigkeit der Weidefläche zu diesem Zeitpunkt nicht berechnet. Im Rahmen des Renaturierungsprogramms wurde die gesamte Weidefläche in vier Parzellen unterteilt. Nach der Renaturierung erreichte die Weidekapazität 29,39 Tier-Einheiten (TE).

Weideflächen: 4

Tabelle 24. Umgesetzter Weideplan

Jahr	Paket	Weidezeiten		
		Frühe Weidezeit (30. April bis 20. Juni)	Hauptweidezeit (20. Juni bis 10. August)	Späte Weidezeit (10. August bis 30. September)
2016	A	Beweidung	Kurzrasenweide	Beweidung
	B	Selbstaussaatperiode		Beweidung
	C	Rehabilitationsperiode		
	D	Kurzrasenweide	Kurzrasenweide	Kurzrasenweide
2017	A	Beweidung	Kurzrasenweide	Beweidung
	B	Kurzrasenweide	Beweidung	Kurzrasenweide
	C	Selbstaussaatperiode		OTLAT
	D	Rehabilitationsperiode		
2018	A	Kurzrasenweide	Beweidung	Kurzrasenweide
	B	Beweidung	Kurzrasenweide	Beweidung
	C	Beweidung	Kurzrasenweide	Beweidung
	D	Selbstaussaatperiode		Beweidung

Weideperioden und -dauern

Klimafreundliche Schritte im Grünlandmanagement und dessen Verbesserung

2025-1-TR01-KA220-VET000349844





Co-funded by
the European Union

Frühe Beweidungsperiode (30. April–20. Juni):

Nach Abschluss der 10-tägigen Beweidung einer Parzelle wird die Beweidung in der nächsten Parzelle fortgesetzt.

Mittelspäte Beweidungsperiode (20. Juni–10. August):

Nach Abschluss der 7-tägigen Beweidung einer Parzelle wird die Beweidung in der nächsten Parzelle fortgesetzt.

Späte Beweidungsperiode (10. August–30. September):

Nach Abschluss der 10-tägigen Beweidung einer Parzelle wird die Beweidung in der nächsten Parzelle fortgesetzt.

Düngungsplan

Im Rahmen des Renaturierungsprojekts wurden zwischen 2016 und 2018 verschiedene Düngemaßnahmen auf den Flächen durchgeführt, auf denen die angesäten Weiden etabliert wurden.

Tabelle 25. Im Rahmen der Verbesserungsprojekte eingesetzte Düngemittel

Jahr	Anwendungsbereich (ha)	Zu applizierende Düngemittel und andere Pflanzennährstoffe (kg/ha)			
		Reinnährstoffbasis		Verwendeter Dünger	
		Nitrogen(N)	Phosphor (P ₂ O ₅)	Düngemitteltyp (kg/ha)	Menge (Ton)
2016	22,3	27	70	DAP 18-46 100 kg/ha	33500
	43,5	26		CAN %26 100 kg/ha	44000
2017	22,3	27	70	DAP 18-46 100 kg/ha	33500
	44	26		CAN %26 100 kg/ha	44000
2018	44,6	26		CAN %26 100 kg/ha	44500

2.5.3.2 Vorher-Nachher-Vergleich

Vor der Renaturierung:

Es wurde festgestellt, dass die Weideparzellen vor der Renaturierung keine nutzbare Trockenmasseproduktion aufwiesen. Aus diesem Grund wurde die Tragfähigkeit der Beweidung mit null berechnet.

Nach der Renaturierung:

Klimafreundliche Schritte im Grünlandmanagement und dessen Verbesserung

2025-1-TR01-KA220-VET000349844





Co-funded by
the European Union

Nach der Renaturierung stieg die nutzbare Futterertragsmenge der Weideparzellen auf insgesamt 220,42 Tonnen. Zudem wurde das Weideland, das vor der Maßnahme als „schlecht“ eingestuft war, nach der Renaturierung in die Kategorie „gut“ hochgestuft.

2.5.3.3. Ergebnisse und Bewertung

Als Ergebnis der Renaturierungsmaßnahmen wurden Sträucher und Bäume im Weidegebiet entfernt und von der Fläche beseitigt. Durch die Anlage einer angesäten Weide innerhalb der Weideparzellen wurde das Weideland in die Kategorie „gut“ eingestuft und die Menge an nutzbarer Trockenmasse deutlich erhöht. Infolgedessen leistete die Maßnahme einen positiven Beitrag zur Viehproduktion in der Region.

Im Rahmen des Projekts wurden Maßnahmen zur Weideflächenrenaturierung wie die Kontrolle unerwünschter Pflanzenarten, Düngung sowie die Anlage einer angesäten Weide umgesetzt, um die botanische Zusammensetzung der Weiden zu verbessern und den Futterertrag zu steigern [96, 97]. Bis zum Ende des dreijährigen Umsetzungszeitraums erreichte der Trockenmasseertrag in den renaturierten Flächen etwa 220 kg pro Hektar. Parallel zu dieser Verbesserung stieg die Tragfähigkeit der Weide von 0 LU auf 29,39 LU, wodurch Überweidung verhindert und ein ausgewogenes Verhältnis zwischen Weidefläche und Viehbestand sichergestellt wurde.

Aus Sicht des Weidemanagements stellt das im Projekt umgesetzte Rotations- und Ruheweidesystem ein wichtiges Ergebnis dar, das die Verbesserung der Wuchskraft der Weidevegetation unterstützt. Der zeitweise Ausschluss des Viehs aus den renaturierten Flächen, die Begrenzung der Beweidung auf den Zeitraum vom 30. April bis 1. Oktober sowie die Regulierung der Tierzahlen entsprechend der berechneten Tragfähigkeit wurden als entscheidende Maßnahmen hervorgehoben, um die effektive Regeneration des Weideökosystems zu ermöglichen.

Insgesamt lässt sich das Projekt zur Renaturierung und Bewirtschaftung der Weideflächen im Dorf Elifli wie folgt charakterisieren:

- Es schafft einen Rahmen, der die Erhaltung natürlicher Ressourcen priorisiert,
- Es entwickelt ein Viehmanagementmodell, das an die Tragfähigkeit des Weideökosystems angepasst ist, und

Klimafreundliche Schritte im Grünlandmanagement und dessen Verbesserung

2025-1-TR01-KA220-VET000349844



Co-funded by
the European Union

- zielt darauf ab, die Abhängigkeit der Produzenten von externen Futtermittelquellen zu verringern.

Mit diesen Eigenschaften erzeugt das Projekt eine Wirkung, die die ökologische, produktionsorientierte und betriebliche Nachhaltigkeit mittel- und langfristig stärkt. Insbesondere die Wiederherstellung der Weideproduktivität und die Einführung eines kontrollierten Beweidungsrahmens gelten als die bedeutendsten Errungenschaften des Projekts.

2.5.3.4. Fotos



Zustand des Weidelands – vor der Verbesserung



Klimafreundliche Schritte im Grünlandmanagement und dessen Verbesserung

2025-1-TR01-KA220-VET000349844



Co-funded by
the European Union



Zustand des Weidelands – während der Verbesserung



Zustand des Weidelands – nach der Verbesserung



Co-funded by
the European Union

2.5.4. Fall 3

2.5.4.1. Allgemeine Informationen

Das Weideland des Dorfes Epçeli liegt innerhalb der Grenzen des Bezirks Çarşamba in der Provinz Samsun und befindet sich unter den gemäßigten und relativ feuchten Klimabedingungen der Schwarzmeerregion. Die Weidefläche war über viele Jahre hinweg einer unkontrollierten und über der Tragfähigkeit liegenden Beweidung ausgesetzt, was zur Degradation der natürlichen Vegetation und zu einem erheblichen Rückgang ihres Produktionspotenzials geführt hat.

In der Phase vor der Renaturierung zeigte das Weideland im Untersuchungsgebiet eine schwache Struktur hinsichtlich der Vegetationsbedeckung und gehörte zur niedrigen Weidezustandsklasse. Eine Analyse der botanischen Zusammensetzung zeigte das Vorkommen von Arten aus den Familien der Leguminosen, Gräser und anderer Familien; die Vegetation wurde jedoch von Arten niedriger Qualität dominiert. Vor der Renaturierung erreichte der Anteil an minderwertigen Arten in der Vegetation einen hohen Wert von 63 Prozent. Diese Situation spiegelt einen ungünstigen Zustand sowohl für den Nährwert des den Tieren verfügbaren Futters als auch für das ökologische Gleichgewicht des Weideökosystems wider.

Das Renaturierungsprogramm für das Weideland wurde vom Ministerium für Land- und Forstwirtschaft (Türkiye) sowie dem Schwarzen Meer Agrarforschungsinstitut (Samsun) geplant und umgesetzt.

Name und Standort: Samsun / Çarşamba / Dorf Epçeli

Fläche (ha): 66,5 ha

Höhenlage (m): 10 m

Jahresniederschlag: 849 mm/Jahr

Basierend auf der Bodenanalyse sind die Böden des Weidelands in Epçeli Köyü tonig, leicht kalkhaltig, nicht salzhaltig und neutral im pH-Wert. Im Untersuchungsgebiet wurden sehr niedrige Phosphorgehalte, hohe Kaliumgehalte sowie ein ausreichender Gehalt an organischer Substanz festgestellt.

Klimafreundliche Schritte im Grünlandmanagement und dessen Verbesserung

2025-1-TR01-KA220-VET000349844



Winter- und Frühlingsüberschwemmungen im Gebiet deuten auf das Fehlen von Versalzung hin und zeigen, dass die Staunässe nicht durch einen ansteigenden Grundwasserspiegel, sondern vielmehr durch Niederschläge und Schneeschmelze verursacht wird. Das Vorhandensein einer undurchlässigen Tonschicht führt dazu, dass sich das Wasser an der Bodenoberfläche sammelt und dort verbleibt.

Vegetationszustand vor der Renaturierung: Vor Beginn der Renaturierungsarbeiten wurde eine Vegetationsaufnahme des Weidelands durchgeführt. Die Bewertung ergab das Vorkommen abnehmender (wünschenswerter) Arten im Gebiet, darunter *Lolium perenne* (2 %), *Lotus corniculatus* (4 %), *Trifolium pannonicum* (3 %), *Trifolium physodes* (2 %), *Trifolium pratense* (6 %) und *Trifolium repens* (6 %). Zunehmende Arten wurden durch *Catabrosella parviflora* (3 %), *Cynodon dactylon* (7 %), *Cynosurus cristatus* (1 %) und *Plantago lanceolata* (3 %) repräsentiert.

Zu den minderwertigen Arten, die im Weideland identifiziert wurden, gehörten *Bellis perennis* (3 %), *Centaurea iberica* (4 %), *Crepis armena* (2 %), *Eryngium creticum* (3 %), *Galium verum* (3 %), *Lotus angustissimus* (3 %), *Medicago lupulina* (21 %), *Ononis spinosa* (3 %), *Prunella vulgaris* (2 %), *Rubus discolor* (6 %), *Taraxacum scaturiginosum* (6 %), *Trifolium dubium* (2 %), *Trifolium scabrum* (1 %) und *Ulmus minor* (4 %).

Es wurde außerdem festgestellt, dass 10 % der Weidefläche von Bäumen, Sträuchern und dorniger Vegetation bedeckt waren.

Weidebesatz auf dem Weideland

Rinder (Anzahl / AU): 685,4

Schafe (Anzahl / AU): –

Gesamt-AU: 685,4

Beweidungszeitraum: Vor dem Renaturierungsprogramm war das Weideland einer unkontrollierten Beweidung ausgesetzt.

Angewandte Renaturierungsmethode

Projektdauer: Das Weideland-Renaturierungsprojekt wurde zwischen 2015 und 2018 durchgeführt.

Klimafreundliche Schritte im Grünlandmanagement und dessen Verbesserung

2025-1-TR01-KA220-VET000349844





Co-funded by
the European Union

Die im Weideland des Dorfes Epçeli durchgeführten Renaturierungs- und Bewirtschaftungsmaßnahmen wurden im Rahmen eines ganzheitlichen Weideverbesserungsansatzes umgesetzt, der darauf abzielt, die degradierte Struktur des Standorts wiederherzustellen und seine nachhaltige Nutzung zu gewährleisten. Während des Renaturierungsprozesses wurden Methoden zur Steigerung der Produktivität der Weidevegetation, zur Reduzierung der Dominanz minderwertiger Arten sowie zur Wiederherstellung des Gleichgewichts zwischen Weideland und Viehbestand integriert bewertet und angewendet.

Der Kernbestandteil der Renaturierungsmaßnahmen war die Bekämpfung unerwünschter und minderwertiger Pflanzenarten. Um den Einfluss der die Weide dominierenden, vom Vieh wenig bevorzugten und nur begrenzt nutzbaren Arten zu verringern, wurden mechanische Kontrollmaßnahmen wie Strauchschnitt und Unkrautmähen durchgeführt. Ziel dieser Intervention war es, die Wettbewerbsbedingungen zugunsten wünschenswerter Futterpflanzen zu verbessern und deren Entwicklung innerhalb des Weideökosystems zu fördern.

Zur Unterstützung der Vegetationsentwicklung und zur Verbesserung der physikalischen Bodeneigenschaften wurde im Weideland eine Bodenbelüftung (Lockerung) durchgeführt. Diese Maßnahme zielte darauf ab, die durch jahrelange intensive Beweidung verursachte Bodenverdichtung zu verringern, die Wurzelentwicklung zu fördern und die Versickerung von Niederschlägen in den Boden zu verbessern.

Die Düngestrategie wurde entwickelt, um das Wachstum der Grasarten zu fördern, den Trockenmasseertrag zu erhöhen und das allgemeine Produktionspotenzial der Vegetation zu verbessern. Als Ergebnis dieser Maßnahmen wurden deutliche Verbesserungen erzielt, insbesondere hinsichtlich des Trockenmasseertrags und der damit verbundenen Erhöhung der Tragfähigkeit der Beweidung.

Um die Wirksamkeit der Renaturierungsmaßnahmen zu erhöhen und langfristige Vorteile sicherzustellen, wurden Strukturen und Einrichtungen zur Regulierung der Beweidung geschaffen. In diesem Zusammenhang wurden Tränken, beschattete Ruhebereiche sowie

Klimafreundliche Schritte im Grünlandmanagement und dessen Verbesserung

2025-1-TR01-KA220-VET000349844



Co-funded by
the European Union

Einrichtungen zur Steuerung der Viehbewegung installiert, mit dem Ziel, eine ausgewogenere und nachhaltigere Nutzung des Weidelandes durch die Weidetiere zu fördern.

Als ergänzender Bestandteil der angewandten Renaturierungsmethoden wurde im Weideland ein geplantes und kontrolliertes Beweidungssystem eingeführt. Die Weidesaison wurde begrenzt, spezifische Ruhezeiten wurden festgelegt, und die Tragfähigkeit der Beweidung wurde auf Grundlage wissenschaftlicher Berechnungen bestimmt. Dieser Ansatz steigerte nicht nur die kurzfristige Futterproduktivität, sondern ermöglichte auch eine langfristig wirksame Regeneration der Vegetation.

Weidemanagement

Der Weideplan für das Weideland von Epçeli Köyü wurde innerhalb eines geplanten, kontrollierten und kapazitätsbasierten Rahmens entwickelt, um das Weideökosystem zu schützen und die langfristige Nachhaltigkeit der durch die Renaturierungsmaßnahmen erzielten Verbesserungen sicherzustellen. Die zentralen Prinzipien des Weideplans umfassen die Einhaltung der Tragfähigkeit des Weidelandes, die Begrenzung der Weidesaison sowie die Umsetzung einer ruhebasierten Beweidungsstrategie. Aufgrund der zuvor langjährigen und unkontrollierten Beweidung hatte sich das Gleichgewicht zwischen Weide und Viehbestand verschlechtert. Nach der Renaturierung wurde daher eine auf wissenschaftlichen Berechnungen basierende Tragfähigkeit festgelegt. Demnach wurde die Beweidungskapazität nach der Renaturierung mit 124,3 Vieheinheiten (AU) berechnet, und es wurde festgelegt, dass die Viehbestände diese Kapazität nicht überschreiten dürfen. Zudem wurde ein ruhebasiertes und kontrolliertes Beweidungssystem eingeführt. Im Rahmen dieses Ansatzes wurde das Weideland in bestimmten Zeiträumen vollständig ruhen gelassen und eine Beweidungsstruktur umgesetzt, die eine gleichmäßige Verteilung der Tiere über die gesamte Fläche gewährleistet. Dadurch wurde die Konzentration der Tiere auf begrenzte Flächen und damit verbundene Überweidung verhindert, während eine ausgewogene Nutzung der Vegetation im gesamten Weideland angestrebt wurde.

Anzahl der Weidekoppeln im Weideplan: 5

Klimafreundliche Schritte im Grünlandmanagement und dessen Verbesserung

2025-1-TR01-KA220-VET000349844

Tabelle 26. Weideplan

Jahr	Parzellen	Weidesaisonen		
		Frühbeweidung (30. April–20. Juni)	Mittelbeweidung (20. Juni–10. August)	Spätbeweidung (10. August–30. September)
2015	A	-	-	Beweidung
	B	-	-	Beweidung
	C	-	-	-
	D	-	-	-
	E	-	-	-
2016	A	Beweidung	-	Beweidung
	B	-	Beweidung	Beweidung
	C	-	Beweidung	-
	D	Beweidung	-	Beweidung
	E	Beweidung	-	Beweidung
2017	A	Beweidung	-	Beweidung
	B	-	Beweidung	-
	C	-	Beweidung	Beweidung
	D	Beweidung	-	Beweidung
	E	-	Beweidung	-
2018	A	-	Beweidung	-
	B	Beweidung	-	Beweidung
	C	Beweidung	-	Beweidung
	D	-	Beweidung	-
	E	Beweidung	-	Beweidung

Weideperioden und Beweidungsdauer in jeder Parzelle.

Frühperiode (30. April–20. Juni):

Jede Parzelle wird 10 Tage lang beweidet; nach Abschluss dieser Periode wird die Beweidung in der nächsten Parzelle fortgesetzt.

Mittelperiode (20. Juni–10. August):

Jede Parzelle wird 7 Tage lang beweidet; nach Abschluss dieser Periode wird die Beweidung in der nächsten Parzelle fortgesetzt.

Spätperiode (10. August–30. September):

Jede Parzelle wird 10 Tage lang beweidet; nach Abschluss dieser Periode wird die Beweidung in der nächsten Parzelle fortgesetzt.

Düngungsplan

Die Düngemaßnahmen im Weideland des Dorfes Epçeli wurden kontrolliert und schrittweise geplant, um die Produktivität der Weidevegetation zu steigern, insbesondere die Entwicklung von Gräserarten zu fördern und die langfristige Wirksamkeit der Renaturierungsmaßnahmen sicherzustellen. Das Düngungsprogramm wurde unter **Klimafreundliche Schritte im Grünlandmanagement und dessen Verbesserung**

2025-1-TR01-KA220-VET000349844



Co-funded by
the European Union

Berücksichtigung der vorhandenen Bodeneigenschaften, des Vegetationszustands und des Weidemanagements umgesetzt, wobei eine übermäßige Düngung vermieden wurde, um das ökologische Gleichgewicht des Weideökosystems zu erhalten.

Düngemitteltyp	Ausgebrachte Menge
----------------	--------------------

TSP	≈ 190–200 kg/ha
-----	-----------------

Ammoniumnitrat	≈ 70 kg/ha
----------------	------------

Die Düngung wurde im zeitigen Frühjahr (Ende März–Anfang April) vor Beginn der Weidesaison durchgeführt. Nach der Düngung wurden die Koppeln für einen kurzen Zeitraum geschont bzw. nicht beweidet.

2.5.4.2. Vorher-Nachher-Vergleich

Vor der Renaturierung:

Vor der Renaturierung wurde der nutzbare Trockenfutterertrag der Weidekoppeln mit 1350 kg ha⁻¹ ermittelt, entsprechend insgesamt 89,16 Tonnen. Die Tragfähigkeit der Beweidung wurde mit 39,6 Vieheinheiten (AU) angegeben

Nach der Renaturierung:

Nach der Renaturierung stieg der nutzbare Futterertrag der Weidekoppeln auf 4233 kg ha⁻¹ und erreichte insgesamt 279,56 Tonnen. Darüber hinaus wurde das Weideland, das zuvor als mittlere Qualität eingestuft war, infolge der Renaturierungsmaßnahmen in die Qualitätsklasse „gut“ hochgestuft.

Vor der Renaturierung betrug die Tragfähigkeit des Weidelands 39,6 Vieheinheiten (AU). Nach den Renaturierungsmaßnahmen wurde die Tragfähigkeit mit 124,3 Vieheinheiten (AU) berechnet.

2.5.4.3. Ergebnisse und Bewertung

Die im Weideland des Dorfes Epçeli zwischen 2015 und 2018 durchgeführten Renaturierungs- und Bewirtschaftungsmaßnahmen zielten darauf ab, die produktiven Funktionen des durch jahrelange unkontrollierte Beweidung degradierten Weideökosystems wiederherzustellen. In diesem Zusammenhang bildeten die umgesetzten Maßnahmen –

Klimafreundliche Schritte im Grünlandmanagement und dessen Verbesserung

2025-1-TR01-KA220-VET000349844



Co-funded by
the European Union

einschließlich der Entfernung von Bäumen und Sträuchern, der Verbesserung der Bodenoberfläche, der kontrollierten Düngung sowie eines ruhebasierten Beweidungsmanagements – einen integrierten Ansatz zur Steigerung der Produktionskapazität des Weidelandes.

Als Ergebnis der Renaturierungsmaßnahmen wurde ein deutlicher und statistisch signifikanter Anstieg des nutzbaren Trockenfutterertrags des Weidelandes erzielt. Infolgedessen stieg die Tragfähigkeit von 39,6 Vieheinheiten (AU) auf 124,3 AU, was eine erhebliche Verbesserung zur Wiederherstellung des Gleichgewichts zwischen Weideland und Viehbestand darstellt. Dieser Anstieg ist vor allem auf die eingesetzte stickstoffbasierte Düngung und die ausgewogene Verteilung der Beweidungsintensität über die Koppeln und Jahre hinweg zurückzuführen. In Bezug auf die botanische Zusammensetzung führten die Renaturierungspraktiken zu einer Verringerung des Anteils minderwertiger Arten und stärkten die Wettbewerbsfähigkeit von ausdauernden und gräserreichen Arten innerhalb des Weidelandes. Im Gegensatz dazu wurden kurzfristig keine statistisch signifikanten Veränderungen im Weidezustand, in der Zustandsklasse des Weidelandes oder im Vegetationsbedeckungsgrad festgestellt. Dieses Ergebnis zeigt, dass die ökologische Erholungsdimension der Weideflächenrenaturierung längerfristige und kontinuierliche Managementmaßnahmen erfordert.

Zusammenfassend führten die im Weideland des Dorfes Epçeli umgesetzten Renaturierungs- und Bewirtschaftungsmaßnahmen zu positiven Ergebnissen, indem sie die produktive Leistungsfähigkeit kurz- und mittelfristig verbesserten, eine geplante und geregelte Weidenutzung förderten und zur Entwicklung eines nachhaltigen Weidemanagements beitrugen. Um jedoch dauerhafte Verbesserungen der Weidezustandsklasse und der Vegetationsstruktur zu erreichen, müssen sowohl der Weideplan als auch das Düngungsprogramm langfristig konsequent fortgeführt werden. In dieser Hinsicht stellt die Studie ein wichtiges und beispielhaftes Referenzprojekt für ähnliche Weidelandrenaturierungen unter den Bedingungen der Schwarzmeerregion dar [20].



Co-funded by
the European Union

2.5.4.4. Fotos



Zustand des Weidelands – vor der Verbesserung



Zustand des Weidelands – während der Verbesserung



Co-funded by
the European Union



Zustand des Weidelands – nach der Verbesserung



REFERENZEN

1. Bardgett, R. D., Bullock, J. M., Lavorel, S., Manning, P., Schaffner, U., Ostle, N., Chomel, M., Durigan, G., Fry, E. L., Johnson, D., Lavallee, J. M., Le Provost, G., Luo, S., Png, G. K., Sankaran, M., Hou, X., Zhou, H., & Ma, L. (2021). Combatting global grassland degradation. *Nature Reviews Earth & Environment*, 2(10), 720–735. <https://doi.org/10.1038/s43017-021-00207-2>
2. O'Mara, F. P. (2012). The role of grasslands in food security and climate change. *Annals of Botany*, 110(6), 1263–1270. <https://doi.org/10.1093/aob/mcs209>
3. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2020). Global forest resources assessment 2020: Main report. FAO.
4. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2019). Climate change and land: An IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems. IPCC.
5. Eurostat. (2022). Agricultural statistics: Utilised agricultural area (UAA) and permanent grassland. European Commission.
6. Huyghe, C., De Vlieghe, A., Van Gils, B., & Peeters, A. (2014). Grasslands and herbivore production in Europe and effects of common policies. Éditions Quae.
7. Peeters, A., Beaufoy, G., Canals, R. M., De Vlieghe, A., Huyghe, C., Isselstein, J., Jones, G., Kessler, W., Kirilov, A., & Mosquera-Losada, M. R. (2014). Grassland term definitions and classifications adapted to the diversity of European grassland-based systems. *Grassland Science in Europe*, 19, 743–750.
8. Pötsch, E. M., & Resch, R. (2005). Einfluss unterschiedlicher Bewirtschaftungsmaßnahmen auf den Nährstoffgehalt von Grünlandfutter.
9. Dujakovic, A., Watzig, C., Schaumberger, A., Klingler, A., Atzberger, C. & Vuolo, F. (2025): Enhancing grassland cut detection using Sentinel-2 time series through integration of Sentinel-1 SAR and weather data. *Remote Sensing Applications: Society and Environment* 37 (2025), 101453.



10. Watzig, C., Schaumberger, A., Klingler, A., Dujakovic, A., Atzberger, C. & Vuolo, F. (2023): Grassland cut detection based on Sentinel-2 time series to respond to the environmental and technical challenges of the Austrian fodder production for livestock feeding. *Remote Sensing of Environment* 292.
11. Peratoner, G. & Pötsch, E.M. (2019): Methods to describe the botanical composition of vegetation in grassland research. *Die Bodenkultur: Journal of Land Management, Food and Environment* 70 (1), 1–18.
12. Bareth, G. & Schellberg, J. (2018): Replacing Manual Rising Plate Meter Measurements with Low-cost UAV-Derived Sward Height Data in Grasslands for Spatial Monitoring. *PFG – Journal of Photogrammetry, Remote Sensing and Geoinformation Science* 86 (3), 157–168.
13. Borra-Serrano, I., De Swaef, T., Muylle, H., Nuytens, D., Vangeyte, J., Mertens, K., Saeys, W., Somers, B., Roldán-Ruiz, I. & Lootens, P. (2019): Canopy height measurements and non-destructive biomass estimation of *Lolium perenne* swards using UAV imagery. *Grass and Forage Science* 74 (3), 356–369.
14. Fricke, T., Richter, F. & Wachendorf, M. (2011): Assessment of forage mass from grassland swards by height measurement using an ultrasonic sensor. *Computers and Electronics in Agriculture* 79 (2), 142–152.
15. Hakl, J., Hrevušová, Z., Hejzman, M. & Fuksa, P. (2012): The use of a rising plate meter to evaluate lucerne (*Medicago sativa* L.) height as an important agronomic trait enabling yield estimation. *Grass and Forage Science* 67 (4), 589–596.
16. Murphy, D.J., O’ Brien, B., Hennessy, D., Hurley, M. & Murphy, M.D. (2021): Evaluation of the precision of the rising plate meter for measuring compressed sward height on heterogeneous grassland swards. *Precision Agriculture* 22 (3), 922–946.
17. Klingler, A., Dujakovic, A., Vuolo, F., Mayer, K., Gaier, L., Pötsch, E.M. & Schaumberger, A. (2025): Prediction of grassland yield in Austria: A machine learning approach based on satellite, weather, and extensive in situ data. *European Journal of Agronomy* 170, 127701.



18. Krautzer, B., & Graiss, W. (2015). Wissenschaftliche Grundlagen für die Entwicklung technischer Richtlinien Begrünung mit Wildpflanzensaatgut, Irdning.
19. Steinwider, A., Starz, W., & Kreuzer, J. (2022). Einstieg in die Weidehaltung. Tipps und Tricks für den Erfolg. ÖAG-Info 1/2022. Österreichische Arbeitsgemeinschaft für Grünland und Viehwirtschaft (ÖAG), Irdning-Donnersbachtal, 24 pages.
20. İspirli, K., (2020). Samsun İli Çarşamba İlçesi Epçeli Köyü Mera Islah Projesi Etkinliğinin Belirlenmesi. Y. Lisans Tezi.
21. Cameron, D. D., White, A., & Antonovics, J. (2009). Parasite–grass–forb interactions and rock–paper–scissor dynamics: predicting the effects of the parasitic plant *Rhinanthus minor* on host plant communities. *Journal of Ecology*, 97(6), 1311-1319. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/j.1365-2745.2009.01568.x>
22. Westbury, D. B. (2004). *Rhinanthus minor* L. *Journal of Ecology*, 92(5), 906-927. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/j.0022-0477.2004.00929.x>
23. Mudrák, O., & Lepš, J. (2010). Interactions of the Hemiparasitic Species *Rhinanthus minor* with its Host Plant Community at Two Nutrient Levels. *Folia Geobotanica*, 45, 407-424. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s12224-010-9078-1>
24. Haslgrübler, P., Krautzer, B., Tamegger, C., Secvcikova, M., Tischew, S., Rieger, E., . . . Scotton, M. (2011). SALVERE – Semi natural grassland as a source of biodiversity improvement – a Central Europe Project 16th EGF Symposium, Grassland Farming and Land Management Systems in Mountainous Regions, Gumpenstein, Austria.
25. Schaumberger, S., Blaschka, A., Krautzer, B., Graiss, W., Klingler, A., & Pötsch, E. M. (2021). Successful transfer of species-rich grassland by means of green hay or threshing material: Does the method matter in the long term? *Applied Vegetation Science*, 24(3), e12606. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/avsc.12606>
26. Meter, (2018): AccuPAR PAR/LAI Ceptometer Model LP-80: Operator's Manual, Pullman, WA, 81 S.
27. Klingler, A., Schaumberger, A., Vuolo, F., Kalmár, L.B. & Pötsch, E.M. (2020): Comparison of Direct and Indirect Determination of Leaf Area Index in Permanent Grassland.



Co-funded by
the European Union

PFG – Journal of Photogrammetry, Remote Sensing and Geoinformation Science 88 (5), 369–378.

28. Barszczewski, J. (2015). Stan trwałych użytków zielonych i ich wykorzystanie w kraju. W: Racjonalne wykorzystanie potencjału produkcyjnego trwałych użytków zielonych w Polsce w różnych warunkach glebowych i systemach gospodarowania. red. J. Barszczewski. Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie, Rozprawy naukowe i monografie, Falenty, Wydaw. ITP, 40, 16–35.

29. Barszczewski, J., Jankowska-Huflejt, H., & Twardy, S. (2015). Metody odnawiania łąk i pastwisk. W: Racjonalne wykorzystanie potencjału produkcyjnego trwałych użytków zielonych w Polsce w różnych warunkach glebowych i systemach gospodarowania. red. J. Barszczewski. Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie, Rozprawy naukowe i monografie, Falenty, Wydaw. ITP, 40, 127–150.

30. Barszczewski, J., Terlikowski, J. & Wróbel, B. (2016). Efekty podsiewu łąk gąrowych w zróżnicowanych warunkach siedliskowych. Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie, 16, 3(55), 5–22.

31. Barszczewski, J., Terlikowski, J. & Wróbel B. (2017). Ocena skuteczności metod poprawy składu florystycznego trwałych użytków zielonych w gospodarstwach północnego oraz wschodniego regionu Polski. Polish Journal of Agronomy, 29, 12–27.

32. Filipek, J. (1973). Projekt klasyfikacji roślin łąkowych i pastwiskowych na podstawie liczb wartości użytkowej. Postępy Nauk Rolniczych, 1973, 4, 59–68.

33. Goliński, P. (2008). Aktualne trendy w technologiach produkcji roślinnych surowców paszowych. Pamiętnik Puławski, 147, 67–82.

34. Selyaninov, G.T. (1930). Methods of Agricultural Climatology. Agric. Meteorol., 22L, 4–20.

35. Statistical Office of the Republic of Serbia. (2025). Statistical yearbook of the Republic of Serbia 2025.

36. Zornić, V. (2019). Effects of fertilization, liming, and vegetation development stage on floristic composition, yield, and biomass quality of *Danthonietum calycinae* grasslands [Doctoral dissertation, University of Kragujevac, Faculty of Agronomy, Čačak].

Klimafreundliche Schritte im Grünlandmanagement und dessen Verbesserung

2025-1-TR01-KA220-VET000349844





37. Simić, A., Dželetović, Ž., Vučković, S., Krga, I., & Andrejić, G. (2016a). Plodnost tla pod livadama i pašnjacima zapadne Srbije. In Zbornik radova, Međunarodni simpozij agronoma (pp. 251–255), Opatija, Hrvatska, February 15–18
38. Vučković, S., Popović, V., Radić, V., & Terzić, D. (2022). Productivity of natural grassland and pastures of Serbia and Srpska. In XI International Symposium of Agricultural Sciences "AgroReS 2022" – Book of Abstracts (Trebinje, Bosnia and Herzegovina, 26–28 May 2022). University of Banja Luka, Faculty of Agriculture.
39. Cincović, T., & Kojić, M. (1962). O livadskoj asocijaciji *Danthonietum calycinae* u zapadnoj Srbiji. Arhiv za poljoprivredne nauke, 15(47), 100–109
40. Kojić, M., Mrfat Vukelić, S., Dajić, Z., & Milošević, S. (2004). Livade i pašnjaci Srbije.
41. Dajić Stevanović, Z., Lazarević, D., Petrović, M., & Ačić, S. (2010). Biodiversity of natural grasslands of Serbia: State and prospects of utilization. Biotechnology in Animal Husbandry, 26(1), 235–247.
42. Mrfat Vukelić, S., Kojić, M., & Stošić, M. (1991). Inventory of weed species in the meadow communities of Serbia (Yugoslavia). In Proceedings of the "Grassland renovation and weed control in Europe" (pp. 179–181). European Grassland Federation.
43. Mijatović, M. (1971). Application of mineral fertilizers on meadows and pastures in hilly–mountain areas. Poljoprivreda, 234, 49–61.
44. Mišić, V., Jovanović-Dunjić, R., Popović, M., Borisavljević, Lj., Antić, M., Dinić, A., Danon, J., & Blaženčić, Ž. (1978). Plant communities and habitats of Stara Planina (Vol. 49, pp. 1–389). Serbian Academy of Sciences and Arts.
45. Vučković, S. (2004). Grasslands. University of Belgrade – Faculty of Agriculture.
46. Ocokoljić, S., Mijatović, M., Čolić, D., Bošnjak, D., & Milošević, P. (1983). Natural and sown grasslands. Nolit.
47. Institute for Nature Conservation of Serbia. Management Plan for the Suva Planina Protected Area (2025).





Co-funded by
the European Union

48. PSSS Niš. (2024). Godišnji izveštaj 2024. Poljoprivredna savetodavna i stručna služba Srbije – Niš.

49. HabiProt – Association for Sustainable Development and Conservation of Natural Habitats in Serbia, & Hungarian Applied Ecology Lab. (2024). Save Pannonian sands! The importance of conservation of sandy grasslands in the Pannonian region [Brochure].

50. Plan upravljanja PIO (2011). Subotička peščara“ za period 2011–2020.

51. Milić, D., Rat, M., Bokić, B., Mudri-Stojnić, S., Milošević, N., Sukur, N., Jakovetić, D., Radak, B., Tot, T., Vujanović, D., Anačkov, G., & Radišić, D. (2024). Exploring the effects of habitat management on grassland biodiversity: A case study from northern Serbia. PLOS ONE, 19(3), e0301391. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0301391>

52. Skupština Grada Subotice. (2017). Rešenje o donošenju Programa zaštite, uređenja i korišćenja poljoprivrednog zemljišta Grada Subotice u 2017. godini (Broj I-00-320-81/2017). Službeni list Grada Subotice, (24). https://www.eupropisi.com/dokumenti/poljoSU24_17.pdf

53. Olea, L., & San Miguel-Ayanz, A. (2006). The Spanish dehesa. A traditional Mediterranean silvopastoral system linking production and nature conservation. Grassland Science in Europe, 11, 3–13.

54. Pulina, A., Rolo, V., Hernández-Esteban, A., Seddaiu, G., Roggero, P. P., & Moreno, G. (2023). Long-term legacy of sowing legume-rich mixtures in Mediterranean wooded grasslands. Agriculture, Ecosystems and Environment, 348, 108397. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2023.108397>

55. González-López, F., & Maya-Blanco, V. (2015). Mejora de pastos de secano en Extremadura. Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de Extremadura (CICYTEX).

56. Llera, F., Galea-Gragera, F. A., & Pardo, M. S. (2023). ¿De qué nos hablan los pastos? Revista Mundo Ganadero, 30–36.

57. Granda, M., Moreno, V., & Prieto, P. M. (1991). Pastos naturales en la dehesa extremeña. Información Técnica Agraria. Serie: Ganadería. Nº 4. Consejería de Agricultura y Comercio. Junta de Extremadura.

Klimafreundliche Schritte im Grünlandmanagement und dessen Verbesserung

2025-1-TR01-KA220-VET000349844





58. San Miguel, A. (2008). Pasture management in Mediterranean oak woodlands. *Options Méditerranéennes, Series A*, 85, 107–112.
59. Olea, L., & Viguera, F. J. (1999). Dehesa ecosystem: Production and preservation. In M. Etienne (Ed.), *Dynamics and sustainability of Mediterranean pastoral systems* (pp. 239–246). CIHEAM.
60. Hidalgo-Galvez, M. D., Matías, L., Cambrollé, J., Gutiérrez, E., & Pérez-Ramos, I. M. (2023). Impact of climate change on pasture quality in Mediterranean dehesas subjected to different grazing histories. *Plant and Soil*. <https://doi.org/10.1007/s11104-023-05986-9>
61. Carrascosa, A., Moreno, G., Cotrufo, M. F., Frade, C., Rodrigo, S., & Rolo, V. (2025). Improved management increases soil mineral-protected organic carbon storage via plant-microbial-nutrient mediation in semi-arid grasslands. *SOIL*, 11, 911–937. <https://doi.org/10.5194/soil-11-911-2025>
62. Hernández-Esteban, A., López-Díaz, M. L., Cáceres, Y., & Moreno, G. (2019). Are sown legume-rich pastures effective allies for the profitability and sustainability of Mediterranean dehesas? *Agroforestry Systems*, 93, 2047–2065. <https://doi.org/10.1007/s10457-018-0307-6>
63. Lecegui, A., Olaizola, A. M., Kok, K., & Varela, E. (2024). What shapes silvopastoralism in Mediterranean mid-mountain areas? Understanding factors, drivers, and dynamics using fuzzy cognitive mapping. *Ecology and Society*, 29(4), art27. <https://doi.org/10.5751/ES-15605-290427>
64. Mosquera-Losada, M. R., Santos, M. G. S., Gonçalves, B., Ferreira-Domínguez, N., Castro, M., Rigueiro-Rodríguez, A., ... & Santiago-Freijanes, J. J. (2023). Policy challenges for agroforestry implementation in Europe. *Frontiers in Forests and Global Change*, 6, 1127601. <https://doi.org/10.3389/ffgc.2023.1127601>
65. Pinto-Correia, T., Ferraz-de-Oliveira, I., Guimarães, M. H., Sales-Baptista, E., Pinto-Cruz, C., Godinho, C., & Santos, R. V. (2022). Result-based payments as a tool to preserve the High Nature Value of complex silvo-pastoral systems: Progress toward farm-based indicators. *Ecology and Society*, 27(1), art39. <https://doi.org/10.5751/ES-12973-270139>



66. Varela, E., Olaizola, A. M., Blasco, I., Capdevila, C., Lecegui, A., Casasús, I., Bernués, A., & Martín-Collado, D. (2022). Unravelling opportunities, synergies, and barriers for enhancing silvopastoralism in the Mediterranean. *Land Use Policy*, 118, 106140. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2022.106140>

67. LIFE Montado-Adapt. (2022). LIFE MONTADO & CLIMATE - A NEED TO ADAPT. <https://lifemontadoadapt.com/?l=EN>

68. Associação de Defesa do Património de Mértola (ADPM). (2022). Manual para la adaptación de las dehesas al cambio climático. <https://lifemontadoadapt.com/fl/041023151219LIFE%20Montado-Adapt%20-%20Manual%20Digital%20%5BES%5D.pdf>

69. Universidad de Extremadura (UEX), & Associação de Defesa do Património de Mértola (ADPM). (2022). Sistema Integrado de Gestión de Dehesas (SIGD) final. Área piloto L3 - Dehesa del Guijo [LIFE Montado-Adapt project]. <https://lifemontadoadapt.com/fl/042423103613L03%20Dehesa%20del%20Guijo%20-%20SIGD%20final.pdf>

70. Olea, L., & San Miguel-Ayanz, A. (2006). The Spanish dehesa: A traditional Mediterranean silvopastoral system linking production and nature conservation. *Grassland Science in Europe*, 11, 3-13.

71. Vizinho, A., Avelar, D., Branquinho, C., Lourenço, T. C., Carvalho, S., Nunes, A., Sucena-Paiva, L., Oliveira, H., Fonseca, A. L., Duarte Santos, F., Roxo, M. J., & Penha-Lopes, G. (2021). Framework for climate change adaptation of agriculture and forestry in Mediterranean climate regions. *Land*, 10(2), 161. <https://doi.org/10.3390/land10020161>

72. Alenprojectos, & Associação de Defesa do Património de Mértola (ADPM). (2021). Estudo económico da intervenção, área demonstrativa L3 - Dehesa del Guijo [Action C7, LIFE Montado-Adapt project]. https://lifemontadoadapt.com/fl/101722151531Estudo%20econ%C3%B3mico_L3%20El%20Guijo.pdf



73. Universidade de Évora, & INIAV. (2021). Evaluación de la implementación. Área piloto L3 - Dehesa del Guijo [Action D1, LIFE Montado-Adapt project]. https://lifemontadoadapt.com/fl/042423103708D1_L3DehesadelGuijo_FINAL.pdf

74. Revitalizing multifunctional Mediterranean agrosilvopastoral systems using dynamic and profitable operational practices: Project Summary. Retrieved from <https://regenerate.eu/upload/file/life-regenerate-summary-and-contact-details.pdf>

75. Teague, R., Provenza, F., Kreuter, U., Steffens, T., & Barnes, M. (2013). Multi-paddock grazing on rangelands: why the perceptual dichotomy between research results and rancher experience?. *Journal of environmental management*, 128, 699–717. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2013.05.064>

76. Molina, E., Jiménez, P., Majadas, J., Llorente, M., Herrera, P. M., Gutiérrez, M. R., García, J., Turiño, M., & Ruiz-Mirazo, J. (2025). Ganadería extensiva y cambio climático: Manual para la aplicación de una estrategia integrada de adaptación y mitigación en el sur de Europa (P. M. Herrera, Ed.). Fundación Entretantos.

77. Pulina, A., Rolo, V., Hernández-Esteban, A., Seddaiu, G., Roggero, P. P., & Moreno, G. (2023). Long-term legacy of sowing legume-rich mixtures in Mediterranean wooded grasslands. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 348, 108397. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2023.108397>

78. Moreno, G., Santa Regina, I., Péix, Á., Arroyo, R., Pérez, C., Elena, M., Sonneveld, E., Martín, I., Kallen, S., Mesías, F. J., Escribano, M., Pulido, F. J., González, G., Romero, M. del P., Gaspar, P., Catalán, M., Olaizola, J., & Hernández Mulas, J. L. (2019, July). Management plan for demonstration farm in Spain (Action A.3): Muñovela Farm (IRNASA-CSIC) [Project report, Version 2, LIFE Regenerate, LIFE16 ENV/ES/000276]. <https://regenerate.eu/upload/file/management-plan-for-demonstration-farm-in-spain-updated-on-july-2019.pdf>

79. Pellant, M., Shaver, P., Pyke, D. A., & Herrick, J. E. (2005). Interpreting indicators of rangeland health (Version 4, Technical Reference 1734-6). U.S. Department of the Interior, Bureau of Land Management, National Science and Technology Center.



Co-funded by
the European Union

https://www.blm.gov/sites/default/files/documents/files/Library_BLMTechnicalReference1734-06.pdf

80. Altın, M., Gökkuş A. & Koç, A. (2025). Çayır Mera Yönetimi. Tarım ve Orman Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, İkinci Baskı, ISBN: 978-625-5548-39-9.

81. TÜİK, (2025). Bitkisel Üretim İstatistikleri / Tarım Alanları ve Çayır-Mera Varlığı Verileri. Ankara.

82. Hatipoğlu, R., Çınar, S. & Avcı, M. (2021). Sustainable Rangeland Improvement Possibilities in Turkey. Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology, 9(9): 1714 – 1719. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v9i9.1714-1719.4496>

83. Aktaş, H. & Severoğlu, S. (2025). The Status, Causes of Decline, and Conservation Strategies of Biodiversity in Rangeland Ecosystems. Black Sea Journal of Engineering and Science, 8(6): 2022 – 2034.

84. Zaman, C. İ. & Aydın, E. (2025). Türkiye’de Mera Varlığının Hayvancılık Sektörüne Ekonomik Katkıları. Türkiye’de Mera Yetiştiriciliğine Ekonomik Bakış, s: 3 – 26, Ankara. ISBN: 978-625-378-325-9

86. Bahadır, Y. N., & Duman, H. (2021). Aşağı Kepen-Ertuğrul-Kurtşeyh-Buzluca (Sivrihisar-Eskişehir, Türkiye) Köyleri Arasının Florası. Bağbahçe Bilim Dergisi, 8(1), 239-258.

87. Menteşe, S., & Koca, S. (2025). Eskişehir İlinin Biyoklimatik Konfor Özelliklerinin Değerlendirilmesi. Turkish Studies, 20(1), 469.

88. MGM, (2025). İllerimize Ait Genel İstatistik Verileri. [Erişim: 06.01.2026, <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?k=A&m=ESKISEHIR>

89. Atalay, A., Sever, A., L., Aydoğdu, İ. & Aygün, C. (2018). Dört Kanatlı Tuz Çalışının (Atriplex canescens Pursh Nutt.) Sivrihisar Ertuğrul Köyü’nün Mera Islah Çalışmalarında Kullanımı Uygulama Projesi Sonuç Raporu.

Klimafreundliche Schritte im Grünlandmanagement und dessen Verbesserung

2025-1-TR01-KA220-VET000349844





Co-funded by
the European Union

90. Bhatt, A., & Santo, A. (2016). Germination and recovery of heteromorphic seeds of *Atriplex canescens* (Amaranthaceae) under increasing salinity. *Plant ecology*, 217(9), 1069-1079.

91. Quiroz, D. C., Luna, R. G., Flores, D. Y. Á., Reyes, F. C., & Ceja, J. E. S. (2021). *Atriplex canescens* (Pursh) Nutt. una especie multifuncional de las zonas semiáridas de Norteamérica: una revisión *Atriplex canescens* (Pursh) Nutt. a multifunctional species of the semi-arid zones of north America: a review. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 12, 67.

92. Ma, D., He, Z., Bai, X., Wang, W., Zhao, P., Lin, P., & Zhou, H. (2022). *Atriplex canescens*, a valuable plant in soil rehabilitation and forage production. A review. *Science of the Total Environment*, 804, 150287.

93. Erdoğan, İ., Sever, A. L., Atalay, A. K., Aygün, C., Akkaya, S., Işık, Ş., & Kirtiş, F. (2013). Eskişehir ve Konya'daki Üç Lokasyonda Farklı Dikim Mesafelerinin Dört Kanatlı Tuz Çalışımın (*Atriplex canescens* Pursh Nutt.) Bazı Yem Verim ve Kalite Özelliklerine Etkisi. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 27(1), 55-63.

94. Ayan, İ. (1997). Samsun yöresi engebeli meralarında değişik ıslah yöntemlerinin etkileri üzerinde bir araştırma. OMÜ Fen Bil. Enst. Doktora Tezi, 134 s.

95. Mut, H. (2009). Sürölüp terkedilen bir merada farklı ıslah yöntemlerinin etkinliklerinin belirlenmesi. Doktora Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, 164, Samsun.

96. Ayan, I., Acar, Z., Mut, H., Basaran, U. & Ascı, O. (2006). Morphological, chemical and nutritional properties of forage plants in a natural rangeland in Turkey. *Bangladesh Journal of Botany*, 35:2, 133-142.

97. Töngel, M.Ö. (2018). Gübrelenen Taban Bir Merada Farklı Biçim Zamanlarının Botanik Kompozisyon, Ot Verimi ve Besin Değeri Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi, Doktora Tezi, , Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, 800, Samsun.

98. Anon. (2025). 2000-2025 Yılları Arasında Türkiye Geneli Mera Islah ve Amenajman Projeleri Çalışmaları. <https://www.tarimorman.gov.tr/Konular/Bitkisel-Uretim/Cayir-Mera-ve-Yem-Bitkileri>

Klimafreundliche Schritte im Grünlandmanagement und dessen Verbesserung

2025-1-TR01-KA220-VET000349844





99. Schaumberger, A. (2024). Grassland regions in Austria. In: 78th ALVA Annual Conference, Salzburg. Working Group for Food, Veterinary and Agricultural Affairs (ALVA), pp. 94–198.

100. AMA. 2026. Support for the Maintenance of Our Mountains and Alpine Pastures. Available at: <https://www.ama.at/fachliche-informationen/almen-gemeinschaftsweiden>. Accessed 01.04.2026.

101. BML. (2020). Green Report 2020. Report on the Situation of Austrian Agriculture and Forestry. Vienna.

102. BML. (2023). Green Report 2023. Report on the Situation of Austrian Agriculture and Forestry. Vienna.

103. Klingler, A. (2023). Bracken Encroachment: Regulation of Ferns on Alpine Pastures for the Conservation and Recultivation of Alpine Grazing Areas. Available at: <https://dafne.at/projekte/verfarnung>.

104. European Union. (2018). Regulation (EU) 2018/848 of the European Parliament and of the Council of 30 May 2018 on organic production and labelling of organic products and repealing Council Regulation (EC) No 834/2007. Official Journal of the European Union, L 150, 14.06.2018, pp. 1–92.



Co-funded by
the European Union



SMART STEP

**Climate-Smart Steps in
Grassland Management and Improvement**



Finanziert von der Europäischen Union. Die geäußerten Ansichten und Meinungen sind jedoch ausschließlich die der Autorinnen und Autoren und spiegeln nicht zwingend die der Europäischen Union oder der Europäischen Exekutivagentur für Bildung und Kultur (EACEA) wider. Weder die Europäische Union noch die EACEA können für diese verantwortlich gemacht werden.



Klimafreundliche Schritte im Grünlandmanagement und dessen Verbesserung

2025-1-TR01-KA220-VET000349844