



Tom Krüger, *1996

Schule:
Realschule Pindel e.V.,
Regensburg

Eingang der Arbeit:
März 2011

Zur Veröffentlichung angenommen:
Mai 2011

Rinder- und Pferdebeweidung ist gut für die Natur

Extensive Beweidung als nachhaltiges Konzept für Artenvielfalt, Bodenqualität und Klimaschutz

Die extensive Beweidung ist eine optimale Nutzungsform für eine Bergregion wie die Abruzzen. Hierbei kommt es nur zu geringer Bodenverdichtung und Kohlendioxid Freisetzung. Daher scheint die extensive Beweidung günstig für das Klima zu sein. Gleichzeitig ist sie für den Erhalt des Artenreichtums wichtig, da schützenswerte Arten von der kurzen Vegetation profitieren, und Nahrungsketten über das ganzjährige Angebot von Insekten stabilisiert werden.

1 Einleitung

In dieser Arbeit beschäftigte ich mich damit, ob eine extensive Dauerbeweidung mit Kühen und Pferden im Vergleich zu anderen Landnutzungsformen sowohl vorteilhaft für Flora und Fauna als auch für den Klimaschutz ist. Wenig gestörte Böden stellen in der Regel eine Senke für Kohlenstoff dar, da dort abgestorbenes organisches Material in organische Bodensubstanz (Humus) überführt wird und vor weiterem mikrobiellen Abbau durch verschiedene Prozesse geschützt ist. Durch starken Tritt bei intensiver Beweidung und durch Pflügen, sowie der damit verbundenen Verdichtung der Böden durch landwirtschaftliche Maschinen, werden Bodenaggregate, in denen die organische Substanz vor dem Abbau bewahrt wird, zerstört. Es kommt zu einer Mineralisation dieser Stoffe, wodurch

das Treibhausgas CO₂ frei wird. Neben dem Kohlenstoffgehalt reduziert sich bei zunehmender Lagerungsdichte auch der Stickstoff- und Schwefelgehalt ([9], [19], [23]). Mit meiner Arbeit möchte ich untersuchen, ob extensive Dauerbeweidung eine Möglichkeit darstellt, den im Boden gespeicherten Kohlenstoff dort zu belassen.

Neben dem diskutierten Klimaschutz wird als weiterer Vorteil der extensiven Dauerweide die Erhaltung der Artenvielfalt für Tiere und Pflanzen genannt ([16], [15], [8], [2]). Besonders die extensive Weidehaltung von Rindern und Pferden entspräche der natürlichen Beweidung durch Wildtiere in Europa, und das ganzjährige Angebot von Rinder- und Pferdekot würde eine wertvolle Grundlage für vielfältige Nahrungsketten im

Pflanzen- und Tierreich darstellen ([1], [14], [20], [2], [[7])). So fressen etliche Insektenarten Kot, die Insekten werden von Käfern gefressen und beide dienen mehreren vom Aussterben bedrohter Arten als ganzjährige Lebensgrundlage. Besonders Insekten fressende Vögel profitieren, wie z.B. der Wiedehopf und der Neuntöter sowie Fledermausarten, wie z.B. die Große Hufeisennase und der kleine Abendsegler, von dieser Nahrungskette [3]. So stieg zum Beispiel die Anzahl der Fledermausarten von fünf Arten ohne Weidenutzung auf elf Arten im ganzjährigen Weidegebiet der Nesse (Thüringen) an [17].

Schließlich kann das Überleben etlicher bereits auf der Rote Liste gefährdeter Arten stehenden Insekten auf den vom Tritt der Großsäuger verursachte Freiflächen

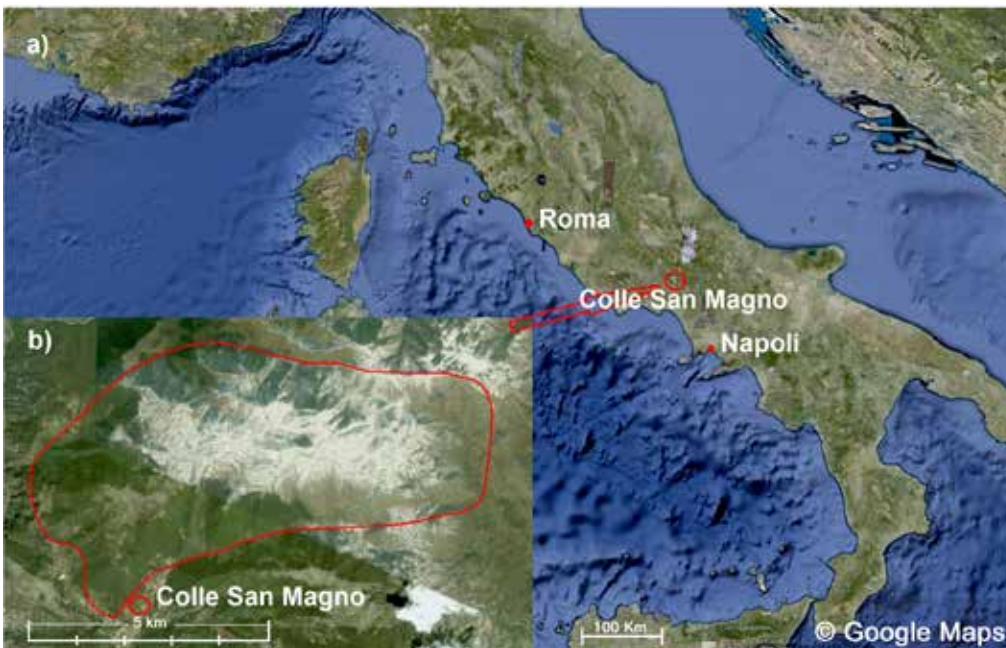


Abb. 1: Geographische Lage der untersuchten Weiden: Vorgebirgszug bei Colle San Magno, Regierungsbezirk Frosinone, Italien. Das Übersichtsbild a) zeigt die Lage des Untersuchungsgebietes (Kreis) in Italien. Auf dem Ausschnittfoto b) ist das Untersuchungsgebiet mit einer roten Umrandung gekennzeichnet.

(z. B. die blauflügelige Sandschrecke, Tenenlohe, Franken), oder durch die Kurzhaltung der Vegetation durch Verbiss (z. B. der Bläuling, Frosinone, Italien) gesichert werden. Auch schützenswerte Pflanzen (z.B. Orchideen) profitieren von den Freiflächen und der kurz gehaltenen Vegetation. Bei intensiverer Beweidung oder Düngung der Flächen würden solche Arten verschwinden [3].

Die beschriebene Artenvielfalt trägt zum parkähnlichen Charakter extensiv beweideter Gebiete bei und macht diese, trotz der Nutzbarkeit der Flächen durch die regionale Bevölkerung, interessant für den sanften Tourismus [21], [3].

2 Material und Methoden

2.1 Untersuchte Weideflächen

Die von mir untersuchte Fläche befindet sich auf einer Vorgebirgskette der italienischen Abruzzen bei Frosinone zwischen Rom und Neapel (siehe Abb. 1). Hier werden auf einer ca. 18km² großen Hochalm seit Jahrzehnten Pferde und Rinder in ganzjähriger, extensiver Dauerbeweidung gehalten. In der Hauptsache halten sich die derzeit 300 Pferde und 300 Kühe auf Hochweiden, jedoch manchmal auch in Buchen- und in Ilexwäldern auf. Die Tiere werden einmal pro Jahr zur Kennzeichnung der Jungtiere und zur Aussonderung von männlichen Jungtieren zusammengetrieben. Ansonsten gibt es außer gelegentlichem

Tränken der Tiere im Sommer keine weiteren menschlichen Eingriffe. Junge und alte Rinder und Pferde werden von Wölfen gerissen und gefressen. Das liegen gebliebene Aas dient Füchsen, Raben und großen Greifvögeln als Nahrung.

Oberhalb von 1500 Höhenmetern gibt es nur noch wenig Wald, bestehend aus Buchen- oder Mischwald. Die übrigen Flächen wurden bis vor ca. 40 Jahren von

den Bauern vor Ort terrassiert und als Ackerfläche genutzt. Heute sieht man nur noch die Terrassierungen sowie zerfallene Steinhütten und ehemalige Dreschkreise (Abb. 2), auf denen die Bauern ihr Getreide gedroschen haben.

Im November 2007 habe ich bei einer Begehung des Geländes große Unterschiede im Bewuchs festgestellt. In Tälern, unter Bäumen und auf ehemaligen

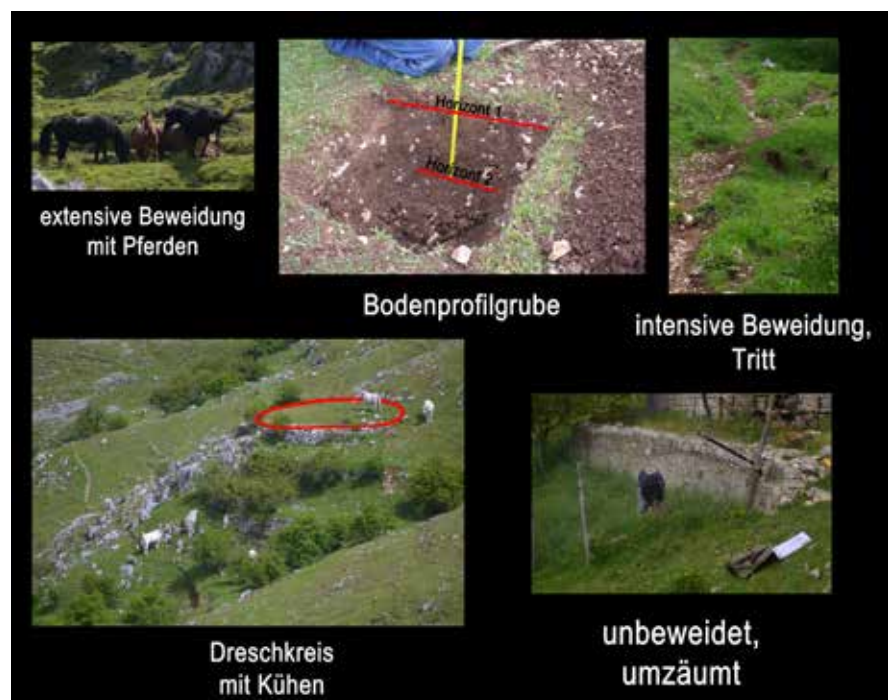


Abb. 2: Unterschiedliche Beweidungsintensitäten, ein ehemaliger Dreschkreis und eine Bodenprofilgrube.

Ackerflächen schien die Vegetation höher, aber artenärmer zu sein. Wegen dieser optischen Auffälligkeit habe ich mich für unterschiedliche Beprobungsstellen mit unterschiedlichem Bewuchs und mit unterschiedlicher Trittbelastung durch Weidetiere entschieden (Abb. 2). Hierbei unterschied ich zwischen unbeweideten Böden (u), wenig beweideten Böden (extensiv, e), stark beweideten Böden (intensiv, i) und Dreschkreisen (d). Dreschkreise stellen sich durch ihre kreisrunde, eben Fläche, ihre Begrenzung mit Steinen und ihren dichten, aber kurz abgeweideten Bewuchs dar. Unbeweidete Böden sind abgeäunzt und nach Aussage der Bauern seit vier Jahrzehnten nicht mehr beweidet worden. Sie weisen einen gleichmäßig, hohen Bewuchs auf. Extensiv und intensiv beweidete Böden sind kurz abgegrast, jedoch weisen extensiv beweidete Böden eine gleichmäßige, geschlossene Vegetationsnarbe auf, wohingegen intensiv beweidete Böden einen Flächenanteil von mindestens 20% vegetationsloser Bereiche mit Trittschritten zeigen (Abb. 2).

Die gesamte Fläche der Untersuchungs-gegend besteht zu ca. 88% aus extensiv beweideter Fläche, zu ca. 10% aus intensiv beweideter Fläche, zu unter 1% aus unbeweideter Fläche und zu unter 1% aus Dreschkreisen.

2.2 Bodenanalysen

Für die Probenentnahme im Mai 2010 habe ich eine ca. 20cm x 20cm große Fläche der Grasnarbe vorsichtig abgetragen und beiseite gelegt. Danach habe ich ein etwa 20cm tiefes Loch ausgehoben (Abb. 2), doch bei sehr steinigem Boden war es nicht möglich, so tief zu graben. Die Wände der Grube wurden glatt abgestochen, sodass die Bodenhorizonte klar sichtbar waren.

Bei den Böden handelt es sich um relativ flachgründige Rendzinen und Pararendzinen, die sich aus dem verwitterten Muschelkalkgestein der Abruzzen gebildet haben. Sie wiesen zwei Horizonte auf: 1. den humosen Ah Horizont, bzw. humoser terrestrischer Oberbodenhorizont und 2. den steinreichen Cv Horizont, bzw. verwitterter, verbraunter oder verlehmteter Terrestrischer Untergrundhorizont. Horizont 1 war maximal 20 cm mächtig. Zwischen Horizont 1

und 2 konnte anhand ihres Steinanteils (auch „Skelett“ genannt) unterschieden werden. Die Schätzung des Steinanteils wurde mit einer üblichen Flächen-Schätztafel vorgenommen[4]. Weiterhin habe ich die folgenden Parameter zur Bestimmung des Bodens untersucht. Für die Lagerungsdichte wurde die so genannte Einstichprobe mit einem Messer gemacht. Die Durchwurzelungstiefe habe ich mit einem Maßband gemessen. Für die Analyse des Humusanteils wurde die Quetschprobe durchgeführt. Bei der Quetschprobe nimmt man eine Handvoll Erde und durchnässt sie mit Wasser, dann quetscht man die nasse Erde in der Hand und schätzt die Menge des austretenden Wassers. Für die Bestimmung der Bodenart, also der Anteile von Sand, Schluff und Ton, macht man die Fingerprobe. Dabei rollt man eine angefeuchtete Bodenprobe zwischen den Handflächen und verreibt etwas Boden zwischen den Fingern und bestimmt anhand der Dicke der dabei entstehenden Rolle, sowie anhand an-

derer optischer Merkmale die Bodenart. Als letztes erfolgte die Carbonatgehalt-Messung mit 10%ger HCl (Salzsäure). Ist der Carbonatanteil groß, schäumt es, wenn man einen Tropfen auf die Probe träufelt.

2.3 Bodenentnahmen

Von jedem der zwei Horizonte habe ich drei Proben genommen. Für jede Probe habe ich einen gesäuberten Stechzylinder mit einem Volumen von 100 cm³ in die Erde geschlagen. Daraufhin habe ich ihn mit einem scharfen Spachtel glatt heraus gestochen, auf ein Brett gestülpt und die Bodenprobe in einen unbenutzten Gefrierbeutel gefüllt. Die fertigen Proben wurden beschriftet und zum Trocknen in die Sonne gestellt.

2.4 Laboranalyse

Die Proben aus dem Ah-Horizont (humoser terrestrischer Oberbodenhorizont) wurden auf ihre Lagerungsdichte (LD) und ihren Gehalt an organischem Kohlenstoff (SOC), Stickstoff (N) und

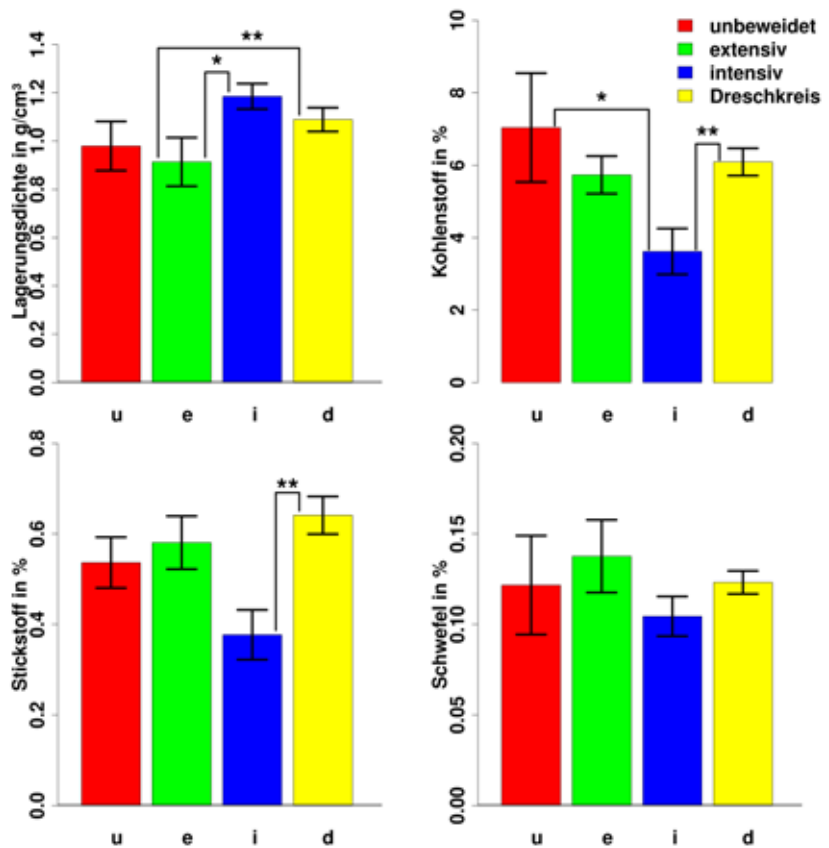


Abb. 3: In diesen Säulendiagrammen sind die Mittelwerte der Lagerungsdichte, des Kohlenstoff-, Stickstoff- und Schwefelgehalts für unbeweidete (u; N = 11), extensiv (e; N = 12), intensiv (i; N = 4) beweidete, und ehemalige Dreschkreis (d; N = 9) Böden aufgetragen. Schwarze Fehlerbalken stellen die Standardabweichung (SD) der jeweiligen Mittelwerte dar, und signifikante Unterschiede zwischen den Mittelwerten sind mit einem Stern für $p < 0,05$ bis $0,009$ und zwei Sternen für $p < 0,009$ bis $0,001$ angegeben.

Paare Nutzungsformen	Lagerungs- dichte	Kohlenstoff	Stickstoff
unbeweidet - extensiv	0,29	0,35	0,55
unbeweidet - intensiv	0,04	0,01	0,03
unbeweidet - Dreschkreis	0,17	0,6	0,05
extensiv - intensiv	0,01	0,03	0,03
extensiv - Dreschkreis	0,003	0,19	0,08
intensiv - Dreschkreis	0,2	0,006	0,006

Tab. 1: Wahrscheinlichkeitswerte (p) für den paarweisen Vergleich verschiedener Nutzungsformen zum Unterschied in ihrer Lagerungsdichte ihrem Kohlenstoff- und Stickstoffgehalt, Mann-WhitneyUExakt-Test (signifikante Werte nach Bonferroni Korrektur sind fett gedruckt).

Schwefel (S) bestimmt. Die Lagerungsdichte der Böden berechneten wir, indem wir die Masse der bei 105°C getrockneten Probe durch das Volumen der Stechzylinder teilten. Vor der chemischen Analyse wurden die Proben auf eine Partikelgröße von < 2mm gesiebt. Dann untersuchten wir den Gesamtgehalt an C, N und S der jeweiligen Proben mit einer Doppelbestimmung nach einer Trockenverbrennung in einem Vario Max CNS Elementar Analysator (Elementar Analysensysteme GmbH, Hanau). Da alle Proben frei von Carbonaten waren, entspricht der Gesamtgehalt an C der organischen C-Konzentration (SOC).

2.5 Pflanzen- und Tierbestimmung

Im Mai 2010 und im Juni 2011 habe ich auf den gesamten extensiv beweideten Flächen Pflanzen fotografiert. Anhand ihrer Blätter, Stiele und Blüten wurden sie mit Hilfe von regionalen Bestimmungsbüchern [12], [13] bestimmt und ihren Familien zugeordnet.

Tiere wurden in beiden Untersuchungszeiträumen nicht systematisch katalogisiert, sondern nur Hinweise auf das Vorkommen schützenswerter Tiere im Untersuchungsgebiet notiert. Die Tiere waren entweder sichtbar oder ihre Lautäußerungen, wie z. B. Vogelrufe, konnten eindeutig identifiziert werden. Einige Schmetterlinge wurden anhand eines Bestimmungsbuches zugeordnet [22].

2.6 Statistik

Für die Analyse meiner Bodenproben habe ich die Statistik Software SPSS 17 verwendet. Zunächst habe ich meine Daten mit Hilfe eines KS Tests auf Normalverteilung überprüft. Einige Daten wichen signifikant von einer Normalverteilung ab. Deshalb habe ich non-

parametrische Tests verwendet, und zwar den Kruskal-Wallis Test für den Vergleich mehrer Stichproben und den Mann-WhitneyU Test für Paarvergleiche. Die Tests wurden wegen der kleinen Datensätze mit Exakt Prozeduren ausgeführt. Alle Tests waren zweiseitig und das Signifikanzniveau wurde auf 0,05 festgesetzt. Bei mehrfacher Analyse der Daten wurde das Signifikanzniveau mit einer Bonferroni Prozedur nach Holms [10] angepasst.

3 Ergebnisse

3.1 Ergebnisse der Bodenproben

Für die Analysen standen folgende Proben zur Verfügung: von den unbeweideten Böden elf, von den extensiv beweideten zwölf, von den intensiv beweideten vier und den Dreschkreisen neun. Die Werte der verschiedenen Böden wichen in Bezug auf ihre Lagerungsdichte (LD) (Kruskal-WallisExakt-Test: N = 36, df =3, $\chi^2 = 11,8$, p = 0,008) ihren Kohlenstoffgehalt (Kruskal-WallisExakt-Test: N = 36, df =3, $\chi^2 = 9,08$, p = 0,03) und ihren Stickstoffgehalt (Kruskal-WallisExakt-Test: N = 36, df =3, $\chi^2 = 11,11$, p = 0,01) voneinander ab. Ihr Schwefelgehalt unterschied sich jedoch nicht (Kruskal-WallisExakt-Test: N = 36, df =3, $\chi^2 = 2,96$, p = 0,4). Deswegen berücksichtige ich den Schwefelgehalt für den folgenden Vergleich der Böden nicht weiter. Weiterhin beschreibe ich in der Folge nur die signifikanten Unterschiede, die vollständigen Analysergebnisse sind in Tabelle 1 und Abbildung 3 enthalten.

3.1.1 Unbeweidete Böden

Die Proben unbeweideter Böden (N = 11) wiesen Werte für LD im Mittel von 0,98g/cm³ (Standardabweichung SD = 0,2),



Abb. 4: Orchideen und ein Bläuling, die auf den extensiv beweideten Flächen gefunden wurden

für SOC im Mittel von 7,04% (SD = 3) und für N im Mittel von 0,54% (SD = 0,11) auf. Ihre Lagerungsdichte war geringer als die der intensiv beweideten Böden (Mann-WhitneyUExakt-Test: $N_u = 11$, $N_i = 4$, $Z = -2,09$, $p = 0,04$), dies hebt sich jedoch durch die Bonferroni Korrektur auf. Unbeweidete Böden zeigten höhere Konzentrationen an SOC als intensiv beweidete Böden (Mann-WhitneyUExakt-Test: $N_u = 11$, $N_i = 4$, $Z = -2,48$, $p = 0,01$). Sie hatten auch mehr Stickstoff als intensiv beweidete Böden (Mann-WhitneyUExakt-Test: $N_u = 11$, $N_i = 4$, $Z = -2,22$, $p = 0,03$), jedoch hebt sich dies ebenfalls nach einer Bonferroni Korrektur auf.

3.1.2 Extensiv beweidete Böden

Die Proben extensiv beweideter Böden ($N = 12$) zeigten Werte für LD im Mittel von $0,91\text{g/cm}^3$ (SD = 0,2), ein SOC im Mittel von 5,73% (SD = 1,04) und für N im Mittel von 0,58% (SD = 0,12). Ihre Lagerungsdichte war signifikant geringer als die der intensiv beweideten Böden (Mann-WhitneyUExakt-Test: $N_c = 12$, $N_i = 4$, $Z = -2,43$, $p = 0,01$) und der Dreschkreise (Mann-WhitneyUExakt-Test: $N_c = 12$, $N_d = 9$, $Z = -2,84$, $p = 0,003$). Ihr Kohlenstoff- und Stickstoffgehalt ist höher als bei intensiver Beweidung, beides ist jedoch nach einer Bonferroni Korrektur nicht mehr signifikant (Mann-WhitneyUExakt-Test: $N_c = 12$, $N_i = 4$; SOC: $Z = -2,18$, $p = 0,03$; N: $Z = -2,18$, $p = 0,03$).

3.1.3 Intensiv beweidete Böden

Proben intensiv beweideter Böden ($N = 4$) wichen in ihren Werten am meisten von den anderen Nutzungsarten ab. Sie wiesen für LD Werte im Mittel von $1,19\text{g/cm}^3$ (SD = 0,11), für SOC im Mittel von 3,62% (SD = 1,26) und für N im Mittel von 0,38% (SD = 0,11) auf. Die Lagerungsdichte war höher als die der unbeweideten und extensiv beweideten Böden (Mann-WhitneyUExakt-Test: $N_i = 4$, $N_u = 11$, $Z = -2,09$, $p = 0,04$ (nicht signifikant nach Bonferroni Korrektur); $N_i = 4$, $N_u = 12$, $Z = -2,43$, $p = 0,01$). Intensiv beweidete Böden zeigten weniger Kohlenstoff und weniger Stickstoff als alle drei anderen Nutzungsformen. (Mann-WhitneyUExakt-Test: $N_i = 4$, $N_u = 11$, SOC: $Z = -2,48$, $p = 0,01$, N: $Z = -2,22$, $p = 0,03$ (N nicht signifikant nach Bonferroni Korrektur); $N_i = 4$, $N_c = 12$, ; SOC: $Z = -2,18$, $p = 0,03$; N: $Z = -2,18$, $p = 0,03$ (SOC und N nicht signifikant nach Bonferroni Korrektur); $N_i = 4$, $N_d = 9$, SOC: $Z = -2,62$, $p = 0,006$; N: $Z = -2,62$, $p = 0,006$).

3.1.4 Dreschkreise

Die Proben der Dreschkreise ($N = 9$) wiesen eine hohe LD im Mittel von $1,09\text{g/cm}^3$ (SD = 0,1) aber auch einen hohen SOC im Mittel von 6,09% (SD = 0,75) und N Gehalt im Mittel von 0,64% (SD = 0,08) auf. Ihre Lagerungsdichte war höher als die der extensiv beweideten Böden (Mann-WhitneyUExakt-Test: $N_d = 9$, $N_c = 12$, $Z = -2,84$, $p = 0,003$), und ihr Kohlenstoff- sowie Stickstoffgehalt war größer als bei intensiver Beweidung (Mann-WhitneyUExakt-Test: $N_d = 9$, $N_i = 4$, SOC: $Z = -2,62$, $p = 0,006$; N: $Z = -2,62$, $p = 0,006$).

3.2 Pflanzen

Im Mai 2010 und Juni 2011 konnte ich 117 Pflanzen aus 42 Pflanzenfamilien auf den extensiv beweideten Flächen der Untersuchungsgegend zuordnen ([12], [13]). Besonders erwähnenswert sind 11 verschiedene Orchideen (siehe Abb. 4), sowie der Kreuz-Enzian (*Gentiana cruciata*) aus der Familie der Enziangewächse (*Gentianaceae*), die Feuer-Lilie (*Lilium bulbiferum*) aus der Familie der Liliengewächse (*Liliaceae*) und der Apennin Fingerhut (*Digitalis micrantha*) aus der Familie der Wegerichgewächse (*Plantaginaceae*), welche nach dem Washingtoner Artenschutzabkommen zu den schützenswerten Arten gehören. Die komplette Tabelle der identifizierten Pflanzenarten kann unter www.Tom-Krueger.eu/Pflanzen-Abruzzo geladen werden.

3.3 Tiere

Im Untersuchungszeitraum habe ich folgende schützenswerte Tieren beobachtet: den Wolf (*Canis lupus*), den Kolkrahen (*Corvus corax*), den Wiedehopf (*Upupa epops*), das Rebhuhn (*Perdix perdix*), die Waldschnepfe (*Scolopax rusticola*), sowie verschiedene Schmetterlinge [22] der Familie der Edelfalter (*Nymphanidae*) [Großes Ochsenauge (*Maniola jurtina*), Schachbrett (*Melanargia galathea*), Mauerfuchs (*Lasiommata megera*), Waldbrettspiel (*Pararge aegeria*), C-Falter (*Polygonia c-album*), Tagpfauenauge (*Inachis io*)], der

Familie der Glucken (*Lasiocampidae*) [Wolfsmilch-Ringelspinner (*Malacosoma castrensis*)], der Familie der Widderchen (*Zygaenidae*) [Sechsfleck-Widderchen (*Zygaena filipendulae*)] und drei Vertreter der schützenswerten Familie der Bläulinge (*Lycaenidae*) [Großer Feuerfalter (*Lycaena dispar*), Himmelblauer Bläuling (*Lysandra bellargus*) Geisklee-Bläuling (*Plebejus argus*)] (siehe auch Abb. 4).

4 Diskussion

Intensiv beweidete Böden weisen die höchste Lagerungsdichte und den niedrigsten Kohlenstoff-, Stickstoff- und Schwefelgehalt auf. Dies stimmt mit Untersuchungen in ähnlich intensiv beweideten Grasländern in der Inneren Mongolei überein [23]. Andererseits unterscheiden sich ähnlich wie in der Studie von Hamza und Anderson [9] extensiv beweidete Böden bezüglich der untersuchten Bodenparameter kaum von unbeweideten Böden. Dreschkreise haben zwar auch eine hohe Lagerungsdichte, aber sie weisen im Gegensatz zu intensiv beweideten Flächen wesentlich mehr Kohlenstoff, Stickstoff und Schwefel auf. Meine Werte zeigen eindeutig, dass starker Tritt bei intensiver Beweidung Böden verdichtet und dadurch Bodenaggregate, in denen organischer Kohlenstoff eingekapselt ist, aufgebrochen werden. Dadurch wird Kohlenstoff von Mikroorganismen verstoffwechselt und CO_2 wird frei. Mit anderen Worten, die org. Bodensubstanz nimmt ab, was zu einer Freisetzung von Kohlendioxid in die Atmosphäre, zu einem Rückgang der Bodenfruchtbarkeit und zu einer geringeren Wasserspeicherkapazität führt [9]. Bei extensiv beweideten Böden tritt dieser Effekt kaum auf, d.h., obwohl die Flächen genutzt werden, ist keine Verschlechterung des Bodens erkennbar. Es handelt sich also bei der extensiven Beweidung um ein nachhaltiges Nutzungssystem.

Es bleibt zu berücksichtigen, das Kohlendioxid nur eines der klimawirksamen Gase ist. Zum Beispiel wurden in dieser Studie die von großen Weidetieren produzierten klimawirksamen Gase wie Lachgas und Methan nicht berücksichtigt. Allerdings kommt es bei der Landnutzung durch reine Weidewirtschaft nicht zum Ausstoß von Kohlendioxid durch etwaige maschinell-

le Bearbeitung der Flächen. Außerdem sollte berücksichtigt werden, dass für die Ernährung von Stalltieren ebenfalls Flächen benötigt werden. Es käme bei der Stallhaltung zur Lachgas- und Methan-Emission durch die Tiere, sowie zum Kohlendioxidausstoß der Flächen bearbeitenden Maschinen. Eine vergleichende Bilanz der gebundenen und ausgestoßenen klimawirksamen Gase für extensive Weidewirtschaften im Vergleich zur maschinellen Landnutzung und der damit verbundenen Stallhaltung von Tieren wäre für die Zukunft lohnenswert. Solch eine Bilanz könnte ähnlich wie ein „CarbonFootprint Modell“, in welchem die gesamte CO₂ Emission und Bindung im Umfeld des Menschen bilanziert wird (z.B. [5]), aufgebaut sein und Ergebnisse aus Studien zur Treibhausgas Emission verschiedener Landnutzungsformen (z. B. [18]) einbeziehen.

Dreschkreise wurden von intensiv beweideten Flächen abgesondert, da es sich hier um eine sehr spezielle Situation handelt. Der Boden von Dreschkreisen wurde zwar durch starken Tritt ebenfalls verdichtet, jedoch ist so viel organische Substanz beim Dreschen eingearbeitet worden, dass trotz der hohen Lagerungsdichte viel Kohlenstoff und Stickstoff nachweisbar waren. Obwohl die Dreschkreise seit ca. 50 Jahren nicht mehr benutzt werden, ist dieser Effekt immer noch offensichtlich.

Durch die Jahrzehnte lange Beweidung entstand in der Vorgebirgskette der Abruzzen eine beeindruckende Landschaft mit einer großen Artenvielfalt, welche von den Ortsansässigen zur Erholung (z.B. zur Jagd und für Ausflüge) genutzt wird. Ähnlich wie in vergleichbaren, langjährig extensiv genutzten Weidelandschaften ([11], [8], [15]; [2]) konnten sich auf den extensiv beweideten Flächen der Abruzzen eine Vielzahl verschiedener Pflanzenarten ansiedeln, darunter elf verschiedene, schützenswerte Orchideen. Allerdings wurde die Artenvielfalt auf den intensiv beweideten Flächen nicht erhoben und zur extensiv beweideten Flächen verglichen. Der optische Eindruck und die Tatsache, dass es sich bei vielen der bestimmten Pflanzen um empfindliche Arten handelt, welche bei starkem Tritt und bei Düngung verschwinden würden ([3])

legt den Schluss nahe, dass die intensiv beweideten Bereiche im Bezug auf ihren Bewuchs wesentlich Arten armer sind. Eine Vergleichsbestimmung zwischen intensiv und extensiv beweideten Bereichen sollte diese Annahme jedoch in der Zukunft untersuchen.

Seltene Insekten nutzen die vielen verschiedenen Blüten und die Freiflächen intensiv beweideter Areale. So habe ich zum Beispiel mehrere Arten schützenswerter Bläulinge (*Lycaenidae*) im Untersuchungsgebiet vorgefunden. Einige schützenswerte Vögel (Kolkraben (*Corvuscorax*), Wiedehopf (*Upupaepops*), Rebhuhn (*Perdixperdix*) und Waldschnepfe (*Scolopaxrusticola*) und Säugetiere (der Wolf, *Canis lupus*) profitieren vom ganzjährigen Angebot an fressbaren Insekten und Beutetieren.

Da dieses Gebiet überregional jedoch kaum bekannt ist, ist es touristisch nur wenig erschlossen. Lokale Verbände denken jedoch darüber nach, wie man das Gebiet einer breiten Öffentlichkeit zugänglich machen und dadurch auf Dauer erhalten kann. Eine wichtige Schlussfolgerung meiner Arbeit ist, dass extensive Beweidung besser für das Klima als intensive Beweidung zu sein scheint, da weniger Kohlendioxid freigesetzt wird. Zugleich ist die extensive Beweidung eine optimale Managementoption für eine großflächige Bergregion wie die Abruzzen. Die Vorteile liegen auf der Hand:

- 1) In einer schlecht erschlossenen, steinigen und somit nicht besonders produktiven, aber artenreichen Bergregion, wie den Abruzzen, ist eine intensive Landnutzung großflächig nicht möglich.
- 2) Bei extensiver Flächennutzung kommt es nur zu geringer Bodenverdichtung, welche bei regelmäßig maschinellen Schnitt der Flächen ähnlich auch durch das Gewicht der Maschinen auftreten würde [9].
- 3) Gleichzeitig ist für den Erhalt des Artenreichtums einer seit Jahrhunderten geformten Kulturlandschaft eine extensive Nutzung unabdingbar, da viele der Licht liebenden, seltenen Arten von der Kurzhaltung der Vegetation durch die Beweidung profitieren. Im Gegensatz zum vierteljährlichen maschinellen

Schnitt wird die Vegetation gleichmäßig kurz gehalten, so dass Licht liebende Arten ganzjährig davon profitieren [3]

- 4) Nahrungsketten für empfindliche, schützenswerte Vögel und Säuger können über das ganzjährige Angebot von Insekten stabilisiert werden ([1], [14], [20], [2], [7]).

Daher ist eine extensive Beweidung mit geeigneten Weidetieren, z.B. mit Pferden, Kühen und Schafen, eine optimale Strategie, um den Artenreichtum, die Landschaft und ihre Ressourcen (Böden) zu erhalten und trotzdem einen Nutzen für die ansässige Bevölkerung zu ermöglichen. Diese profitieren sowohl von der Verwertung der Nutztiere, als auch eventuell von einem touristischen Anreiz zum Beispiel durch die Beobachtung von Wildpferden oder Wanderungen durch die beeindruckende Natur.

Danksagung

Vielen Dank für die wissenschaftliche Unterstützung an Martin Wiesmeier, für die Organisation der Beprobungsorte an Paolo Baragli und Emilio Sighieri, für die Bereitstellung von Land, Unterkunft und Verpflegung an Amerigo und Maria Nota, für die Hilfe mit der praktischen Durchführung an Knut Krüger, und für die Übersetzung englischer und italienischer Texte an Konstanze Krüger. Die Erlaubnis Bodenproben zu entnehmen wurde vom Corpo Forestale, Frosinone, Italien erteilt.

Literatur

- [1] Beutler A. (1992). Die Großtierfauna Mitteleuropas und ihr Einfluss auf die Landschaft. *Landschaftsökologie* Weihenstephan 6:49-69.
- [2] Brunzel-Drüke M. & Scharf M. (2003). Naturentwicklung mit Rindern und Pferden in der Lippeaue. In: *Natur – und Umweltschutz-Akademie des Landes Nordrhein-Westfalen (Hrsg.): NUA Seminarbericht Band 9: Lippe: Entwicklung, Vision – Flusskonferenz* Lippe:81-87. NUA, Recklinghausen.
- [3] Brunzel-Drüke M., Böhm C., Finck P., Kämmer G., Luick R., Reisinger E., Riecken U., Riedl J., Scharf M. & Zimball O. (2008). Praxisleitfaden für Ganzjahresbeweidung in Naturschutz und Landschaftsentwicklung – „Wilde Weiden“-Arbeitsgemeinschaft Biologischer Umweltschutz im Kreis Soest e.V., Bad Sassendorf-Lohne.
- [4] Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGL) (2005). Bodenkundliche Kartieranleitung. Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Hannover.
- [5] Druckmann A. und Jackson T. (2009) The carbon footprint of UK households 1990–2004: A socio-economically disaggregated, quasi-multi-regional input–output model. *Ecological Economics* 68:2066-2077.
- [6] Finck P, Härdtle W., Redecker B. & Riecken U. (2004). Weidelandschaften und Wildnisgebiete – Vom Experiment zur Praxis. *Schr.-R. f. Landschaftspf. u. Natursch.* 78 Bundesamt für Naturschutz, Bonn.
- [7] Gerken B. (2006). Auen und große Weidetiere – Über einen grundlegenden entwicklungsgeschichtlichen Zusammenhang und praktische Konsequenzen für Naturschutz und Landschaftsentwicklung. *Artenschutzreport* 20:35-44.
- [8] Gerken B., Krannich R., Krawczynski R., Sonnenburg H. & Wagner G. (2008). Hutelandchaftspflege und Artenschutz mit großen Weidetieren im Naturpark Solling-Vogler. – *Schriftreihe Naturschutz und biologische Vielfalt* 57, Bundesamt für Naturschutz Bonn.
- [9] Hamza M.A. & Anderson W.K. (2005). Soil compaction in cropping systems. A review of the nature, cause and possible solutions. *Soil and Tillage Research* 82: 121-145.
- [10] Holm, S. (1979). A simple sequentially rejective multiple test procedure. *Scandinavian Journal of Statistics* 6:65–70.
- [11] Klein M., Riecken U. & Schröder E. (1997). Alternative Konzepte des Naturschutzes für extensiv genutzte Kulturlandschaften. – *Schr.-R. f. Landschaftspf. u. Natursch.* 54 Bundesamt für Naturschutz, Bonn.
- [12] Lastoria M. (1988). *Orchidee in Abruzzo – Regione Abruzzo 2° Dipartimento Agricoltura Foreste e Alimentazione.* Edizione Delta grafica, Teramo.
- [13] Lastoria M. (2000). *Flora D’Abruzzo.* Edizione Delta grafica, Teramo.
- [14] May T. (1993). Beeinflussten Großsäuger die Waldvegetation der pleistozänen Warmzeit Mitteleuropas? Ein Diskussionsbeitrag. *Natur und Museum* 123:157-170.
- [15] Oheimb G.v., Eischeid I., Finck P., Grell H., Härdtle W., Mierwald U., Riecken U. & Sandkühler J. (2006). Halboffene Weidelandschaft Holtingbaum – Perspektiven für den Erhalt und die naturverträgliche Nutzung von Offenlebensräumen. *Naturschutz und Biologische Vielfalt* 36, Bundesamt für Naturschutz, Bonn.
- [16] Schley L. & Leytem M. (2004). Extensive Beweidung mit Rindern im Naturschutz: Eine kurze Literaturlauswertung hinsichtlich der Einflüsse auf die Biodiversität. *Bull. Soc. Nat. Luxemb.* 105:65-85.
- [17] Schorcht W., Biedermann M., Meyer I. & Reisinger E. (2003). „Extensives Weideland“ – auch Lebensräume für Fledermäuse? – *Landschaftspflege und Naturschutz in Thüringen* 40:41-47.
- [18] Soussana J.F. et al. (2007). Full accounting of the greenhouse gas (CO₂, N₂O, CH₄) budget of nine European grassland sites Agriculture, *Ecosystems & Environment* 121:121-134
- [19] Steffens M., Kölbl A., Totsche K.U. & Kögel-Knabner I. (2008). Grazing effects on soil chemical and physical properties in a semiarid steppe of Inner Mongolia (P.R. China). *Geoderma* 143:63-72.
- [20] Vera F.W.M. (1999). Ohne Pferd und Rind wird die Eiche nicht überleben. *Natur- und Kulturlandschaft* 3:404-425.
- [21] Vera F.W.M. (2000). *Grazing ecology and forest history.* CABI Publishing, Oxon.
- [22] Von Berkstein G. (2011). *Europäische Schmetterlinge: Enzyklopädie der Europäischen Schmetterlinge.* Books on Demand Verlag, Norderstedt.
- [23] Wiesmeier M., Steffens M., Kölbl A. & Kögel-Knabner I. (2009). Degradation and small-scale spatial homogenization of topsoils in intensively-grazed steppes of Northern China. *Soil and Tillage Research* 104:299-310.