

Den Boden nicht verlieren - So beurteile ich die Grünland-Bodenqualität im Gelände

Andreas Bohner^{1*}

Zusammenfassung

Klima und Boden sind für das Ertragspotenzial einer Grünlandfläche die entscheidenden Standortfaktoren. Eine hohe Bewirtschaftungsintensität oder eine Nutzungsintensivierung ist nur bei hohem oder steigendem Ertragspotenzial möglich. Für eine standortangepasste Grünlandbewirtschaftung sind daher gute Kenntnisse über den Boden und seine fruchtbarkeitsbestimmenden Merkmale und Eigenschaften notwendig. Wichtig ist eine ganzheitliche Betrachtung des Bodens, denn schlechte physikalische Eigenschaften wie mangelhafte Wasser-versickerung (Stauässe) und schlechte Bodendurchlüftung können nicht durch gute chemische Eigenschaften wie optimaler Boden-pH-Wert und hohe Kationenaustauschkapazität kompensiert werden. Dieser Artikel dient als Anleitung zur selbständigen Beurteilung und Bewertung von Dauergrünlandböden im Gelände. Bodenkundliche Spezialkenntnisse werden nicht vorausgesetzt.

Schlagwörter: Dauergrünlandböden, Bodenbeurteilung, Bodenfruchtbarkeit, Bodenbonität, Qualitätskriterien

Summary

Grassland productivity potential depends on climate and soil. A high grassland management intensity or an intensification of grassland management is possible only in the case of high or increasing productivity potential. For a site-adapted grassland management a good knowledge of the soil and his properties influencing soil fertility is necessary. Important is a holistic view of the soil, because bad soil physical properties such as insufficient water infiltration (waterlogging) and poor soil aeration cannot be compensated by good soil chemical properties such as optimum pH value and high cation exchange capacity. This paper serves as an instruction for the evaluation of permanent grassland soils in the field. Profound pedological knowledge is not a prerequisite.

Keywords: soils of permanent grassland, soil evaluation, soil fertility, soil quality, quality criteria

Einleitung

Nach dem Betriebskonzept der „Abgestufen Bewirtschaftung“ sollen innerhalb eines landwirtschaftlichen Betriebes Grünlandflächen mit hohem Ertragspotenzial intensiv bewirtschaftet werden. Grünlandflächen, die aufgrund ihrer Topografie und/oder Parzellenform schwer zu bewirtschaften sind und deren Standortbedingungen keine hohen Erträge zulassen, sollen hingegen extensiv bewirtschaftet werden. Unter dem Begriff Ertragspotenzial versteht man das nachhaltige, durchschnittliche Ertragsvermögen eines Standortes bei optimaler Grünlandbewirtschaftung. Daher ist ein unmittelbarer Rückschluss vom Ertrag einer Grünlandfläche auf das Ertragspotenzial nicht möglich. Klima und Boden sind für das Ertragspotenzial

¹ HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Institut für Pflanzenbau und Kulturlandschaft, Abteilung Umweltökologie,
Raumberg 38, A-8952 Irdning-Donnersbachtal

* Ansprechpartner: Dr. Andreas Bohner, email: andreas.bohner@raumberg-gumpenstein.at

die entscheidenden Standortfaktoren. Um das Ertragspotenzial und somit auch die optimale Bewirtschaftungsintensität für einen Standort abschätzen zu können, sind daher gute Kenntnisse über den Boden und seine wachstumsfördernden und -hemmenden Eigenschaften notwendig. Da die einzelnen Bodentypen vor allem hinsichtlich Ausgangsmaterial der Bodenbildung, Bodengründigkeit (Mächtigkeit des durchwurzelbaren Bodenraumes) und Bodenart (Korngrößenzusammensetzung des Feinbodens) häufig große Unterschiede aufweisen, liefert der Bodentyp isoliert betrachtet wenig Informationen über die Bodenfruchtbarkeit und das Ertragspotenzial einer Grünlandfläche. Braunerden beispielsweise können eine hohe oder niedrige Bodenfruchtbarkeit aufweisen, je nachdem ob sie tiefgründig und lehmig oder seichtgründig und sandreich sind. Daher sind nähere Informationen über Merkmale und Eigenschaften eines Bodentyps nötig, um seine Fruchtbarkeit und das standortspezifische Ertragspotenzial beurteilen zu können. Auch mittels chemischer Bodenanalyse (Routine-Bodenuntersuchung im Labor) können das Ertragspotenzial einer Grünlandfläche, ertragsbegrenzende Standortfaktoren, die Bodenfruchtbarkeit und Bodenqualität sowie der aktuelle Bodenzustand nicht festgestellt werden. Hierfür ist eine Bodenbeurteilung im Gelände notwendig. Wichtig ist eine ganzheitliche Betrachtung des Bodens, denn schlechte physikalische Eigenschaften wie mangelhafte Wasserversickerung (Staunässe) und schlechte Bodendurchlüftung können nicht durch gute chemische Eigenschaften wie optimaler Boden-pH-Wert und hohe Kationenaustauschkapazität kompensiert werden.

Bodenbeurteilung im Gelände

Die meisten Bodenmerkmale und -eigenschaften verändern sich mit der Bodentiefe. Daher muss das ganze Bodenprofil beurteilt werden. Dazu muss eine Profilgrube an einer repräsentativen Stelle innerhalb der Grünlandfläche angelegt werden. Die Profilgrube sollte bei tiefgründigen Böden ca. 1 m tief sein und die Länge sollte mindestens 80 cm betragen. Die Schauwand sollte nach der Sonne gerichtet sein. Die Bodenbeurteilung ist während der gesamten Vegetationszeit möglich. Nachdem sich die meisten fruchtbarkeitsbestimmenden Bodenmerkmale kaum oder nur mittel- bis langfristig verändern, genügt für die Feststellung der Bodenfruchtbarkeit und für die Ermittlung von ertragsbegrenzenden Bodenfaktoren eine einmalige Beurteilung. Eine Wiederholung ist nur im Falle einer deutlichen negativen Standortveränderung empfehlenswert. Die erforderlichen Materialien für die Bodenbeurteilung im Gelände sind Spaten, Schaufel und Krampen, Messer, Maßstab, Plastikflasche mit Wasser, Plastikflasche mit 10%iger Salzsäure, pH-Indikatorpapier oder Pehameter. Bei der Bodenbeurteilung sollte überprüft werden, ob Bodenfruchtbarkeit, aktueller Bodenzustand, Pflanzenbestand (Artenzusammensetzung der Vegetation) und Bewirtschaftungsintensität zusammenpassen. Ein Vergleich des jeweiligen Bodens mit benachbarten, anders bewirtschafteten Grünlandböden ist für die Beurteilung des aktuellen Bodenzustands empfehlenswert. Bewirtschaftungseinflüsse auf Bodenmerkmale und -eigenschaften (z.B. Struktur im Oberboden, Staunässe) werden dadurch erkennbar. Meist genügt hierfür eine Beurteilung des Oberbodens mittels Spatendiagnose. Bei der Bodenbeurteilung müssen auch Bodenmerkmale berücksichtigt werden, die aus technischen und/oder ökonomischen Gründen durch Bewirtschaftungsmaßnahmen nicht verändert werden können (z.B. Bodengründigkeit, Bodenart). Jede Grünlandfläche hat spezifische Standortbedingungen und eine eigene Bewirtschaftungsgeschichte (frühere Bewirtschaftungsform und -intensität). Daher ist eine individuelle Bodenbeurteilung und -bewertung notwendig. Dazu sind weder Mess- und Analysegeräte noch bodenkundliche Spezialkenntnisse erforderlich. Aufmerksame Beobachtung, praktische Erfahrung und vernetztes Denken sind die Basis für eine erfolgreiche Bodenbeurteilung und -bewertung im Gelände.

Nässemerkmale im Boden

Der Bodenwasserhaushalt beeinflusst sehr wesentlich den Ertrag, die Futterqualität, die Artenzusammensetzung der Vegetation und die Konkurrenzkraft einer Pflanzenart im Pflanzenbestand. Anhand der Bodenfarbe kann der Wasserhaushalt des Bodens beurteilt und bewertet werden. Eine gleichmäßig graue Farbe im Unterboden oder Untergrund zeigt eine ständige Vernässung durch Grund- oder Hangwasser an. Roströhren, Konkre-



Abbildung 1: Roströhren.
Foto: A. Bohner



Abbildung 2: Konkretionen.
Foto: BFW

tionen, Rost- und Bleichflecken sind Hinweise für eine zeitweilige Vernässung durch Stau-, Hang- oder Grundwasser. Roströhren sind durch Eisenanreicherung braunrote „Ringe“ um Pflanzenwurzeln. Konkretionen sind schwarz gefärbte, stecknadelkopf- bis erbsengroße „Körner“ im Boden. Sie dürfen nicht mit Holzkohlenresten verwechselt werden. Konkretionen sind rundlich und knirschen beim Zerdrücken zwischen den Fingernägeln. An der Profilwand sind sie häufig in Form von „Bleistiftstrichen“ erkennbar. Holzkohlenreste hingegen sind kantige, blockige Partikel. Sie resultieren aus einer ehemaligen Brandrodung. Rostflecken sind durch Eisenanreicherung rotbraun gefärbte, rundliche oder streifenförmige Flecken im Boden. Bleichflecken sind rundliche oder streifenförmige Aufhellungen im Boden infolge einer nässebedingten starken Eisenverarmung. Je deutlicher und häufiger diese Nässemerkmale im Boden auftreten, umso länger und intensiver ist die Bodenvernässung und der daraus resultierende Sauerstoffmangel im Boden. Nässemerkmale zeigen mitunter nicht mehr den aktuellen Bodenwasserhaushalt an. Daher sollten auch Zeigerpflanzen (Trockenheits-, Feuchte-, Nässe-, Wechselfeuchte- und Überflutungszeiger) für die Bodenbeurteilung und -bewertung herangezogen werden.

Abbildung 3: Rostflecken.
Foto: A. Bohner



Indikator für mangelnde Bodendurchlüftung

Über den Geruch des Bodens können Rückschlüsse auf den Bodenlufthaushalt gezogen werden. Eine gute Bodendurchlüftung fördert die biologische Aktivität im Boden und steigert somit die Bodenfruchtbarkeit. Ein gut durchlüfteter Boden hat einen typischen Erdgeruch. Ein Hinweis für mangelnde Bodendurchlüftung (Sauerstoffmangel) ist Fäulnisgeruch (Geruch nach faulen Eiern). Die Bodendurchlüftung ist umso besser, je sandreicher und lockerer der Boden und je geringer der Bodenwassergehalt ist.

Klima

Bei der Bodenbeurteilung und -bewertung muss das Klima berücksichtigt werden. Der Bodentyp und die Bodenart werden in ihrer Bonität entscheidend vom Klima beeinflusst. Generell sind in warmen, niederschlagsarmen Regionen (Jahresniederschlag unter 700 mm, Jahresmitteltemperatur über 10 °C) tonreiche Böden (z.B. Kalkbraunlehm) und in kühlen, niederschlagsreichen Gebieten (Jahresniederschlag über 1500 mm, Jahresmitteltemperatur unter 6 °C) sandreiche Böden (z.B. sandig-lehmige Braunerde) günstigere Standorte für eine intensive Grünlandbewirtschaftung. Grund- oder Hangwasser erhöhen



Abbildung 4: Konkretionen, Rost- und Bleichflecken in der Stauzone eines Pseudogleys.
Foto: A. Bohner

in Trockengebieten oft die Bodenfruchtbarkeit und steigern somit das Ertragspotenzial. In kühlen, niederschlagsreichen Gebieten hingegen vermindert ihr Einfluss die Bodenfruchtbarkeit, insbesondere in Geländevertiefungen und auf nordseitigen Hängen. Klimadaten von österreichischen Wetterstationen können unter <https://data.hub.zamg.ac.at> abgerufen werden.

Gesteinsuntergrund

Bei der Bodenbeurteilung und -bewertung muss der Gesteinsuntergrund (meist Ausgangsmaterial der Bodenbildung) berücksichtigt werden, denn er beeinflusst den Wasser- und Nährstoffhaushalt des Bodens. Durch Verwitterung von Festgesteinen und Lockersedimenten werden ständig Pflanzennährelemente (insbesondere Calcium, Magnesium, Kalium) freigesetzt. Lockersedimente mit hohem Schluff- oder Tongehalt (z.B. Lösslehm), stark verfestigte Lockersedimente (z.B. kompakte Grundmoräne) sowie ton-, schluff- oder glimmerreiche Gesteine (z.B. Tonschiefer, Mergel, Schlier) sind häufig Staukörper im Boden. Sie bewirken eine zeitweilige Vernässung des Bodens durch Stauwasser (Pseudovergleyung). Vor allem in seichtgründigen Böden (durchwurzelbarer Bodenraum < 30 cm) sinkt die Bodenfruchtbarkeit mit zunehmender Korngröße der Lockersedimente

im Untergrund (C-Horizont). Böden aus Flusssedimenten (Auböden, Augley) sind von Natur aus nährstoffreich, insbesondere wenn der Talboden mit einer mächtigen Aulehmdecke überdeckt ist. Sandreiche Auböden und Auböden mit einer mächtigen Kies- oder Schotterschicht im Untergrund sind allerdings trockenheitsgefährdet. Durch Verwitterung von dunklen Gesteinsarten (z.B. Basalt, Amphibolit) entstehen nährstoffreiche Böden. Bei der Verwitterung von Glimmer und Kalifeldspat werden beachtliche Mengen an Kalium freigesetzt. Böden aus glimmer- und/oder kalifeldspatreichem Gestein (Granit, Gneis, Glimmerschiefer) haben daher oft einen hohen Kaliumgehalt. Glimmerblättchen im Boden fördern allerdings eine Dichtlagerung und Staunässe. Böden aus Kalkstein und Mergel sind reich an Calcium, jene aus Dolomit enthalten auch viel Magnesium. Von Natur aus nährstoffarm sind Böden aus quarzreichem Ausgangsmaterial (Quarzsand, Quarzschotter, Quarzsandstein, Quarzit). Aus Gesteinen mit einseitiger Mineralzusammensetzung (z.B. reine Kalksteine und Dolomite) entstehen ebenfalls nährstoffarme Böden. Informationen über den Gesteinsuntergrund liefern die geologischen Karten der österreichischen Bundesländer (www.geologie.ac.at/onlineshop/karten).

Relief

Das Relief (insbesondere Hangneigung und Geländeform) hat einen großen Einfluss auf die Bodenfruchtbarkeit. Rasch fließendes Hangwasser ist sauerstoffreicher als langsam fließendes oder stagnierendes Grundwasser. Daher sind stark grundwasserbeeinflusste Böden (Gley, Anmoor, Niedermoor) in Hanglagen günstigere Pflanzenstandorte als in ebenen Lagen oder Geländevertiefungen. Außerdem findet durch Oberflächenabfluss und durch den ständigen Hangwassereinfluss ein Wasser- und Stofftransport von Oberhangböden in Unterhangböden und Talböden statt. Letztere sind somit natürliche Anreicherungsstandorte für Wasser (Zuschusswasser) und Pflanzennährelemente.

Sonstige Einflussfaktoren

Bei der Bodenbeurteilung und -bewertung müssen neben den natürlichen Standortfaktoren (Klima, Gesteinsuntergrund, Relief) auch noch kulturtechnische Maßnahmen (z.B. Entwässerung, Planierung) und die Bewirtschaftungsgeschichte der Grünlandfläche berücksichtigt werden, denn sie beeinflussen zahlreiche Merkmale und Eigenschaften des Bodens (z.B. Wasser- und Nährstoffhaushalt, Bodengründigkeit, Horizontmächtigkeit und Horizontübergang, Bodenstruktur).

Grund- und hangwasserbeeinflusste Böden

Entscheidendes Qualitätskriterium für grund- und hangwasserbeeinflusste Mineralböden (Gleye) ist die Obergrenze des Gr-Horizontes (einheitlich grau gefärbter Horizont). Generell sinkt die Eignung für eine intensive Grünlandbewirtschaftung mit abnehmender Tiefe des Gr-Horizontes. Ungünstig ist ein Hang- oder Grundwassereinfluss (Rost- und Bleichflecken) bis in den Oberboden (A-Horizont), insbesondere wenn dieser während der Vegetationszeit auftritt. In warmen, niederschlagsarmen Regionen sind Böden besonders fruchtbar, wenn Rost- und Bleichflecken ab ca. 50 cm Bodentiefe auftreten und der Gr-Horizont je nach Bodenart etwa 80 cm (sandreicher Boden) bis 150 cm (schluff- und tonreicher Boden) unter der Bodenoberfläche liegt. Unter diesen Voraussetzungen profitiert die Grünlandvegetation vom Hang- oder Grundwassereinfluss. Deshalb zählen vergleyte Braunerden, vergleyte Auböden und Braune Gleye in warmen, niederschlagsarmen Regionen zu den fruchtbarsten Böden. Informationen über die räumliche Verbreitung von Bodentypen auf landwirtschaftlich genutzten Flächen liefert die österreichische Bodenkarte eBOD (<https://bodenkarte.at>).

Stauwassergeprägte Böden

Entscheidendes Qualitätskriterium für stauwassergeprägte Böden (Pseudogley) ist die Tiefenlage des Staukörpers. Dabei handelt es sich um einen dicht gelagerten, schwer wasserdurchlässigen Horizont (S-Horizont) mit meist streifenförmigen Rost- und Bleichflecken. Ungünstig ist ein flachliegender Staukörper (ca. 30 cm unter der Bodenoberfläche), weil der Boden in nassen Jahren im Hauptwurzelraum unter Staunässe und in trockenen Jahren unter Wassermangel leidet. Die Bodenfruchtbarkeit steigt mit zunehmender Tiefe des Staukörpers, weil der Wasserspeicherraum größer wird. Die optimale Tiefe liegt bei ca. 50 cm unter der Bodenoberfläche. Stauwassergeprägte Böden weisen in kühlen, niederschlagsreichen Gebieten oder in nassen Jahren insbesondere in Geländevertiefungen wegen der langen Vernässung durch Stauwasser eine niedrige Bodenfruchtbarkeit auf. In Hanglagen ist die Bodenfruchtbarkeit unter diesen Bedingungen höher.

Wasserhaushaltsstufen

Der Bodenwasserhaushalt beeinflusst maßgeblich das Ertragspotenzial und die Bewirtschaftungsintensität einer Grünlandfläche. Häufige und lang anhaltende Trockenheit oder Nässe schließen eine hohe Bewirtschaftungsintensität aus, weil hochwertige Grünlandpflanzen keine optimalen Standortbedingungen vorfinden. Ertragreiches, intensiv nutzbares Grünland erfordert frische oder mäßig feuchte Standorte. In warmen, niederschlagsarmen Regionen weisen mäßig feuchte Standorte und in kühlen, niederschlagsreichen Regionen frische Standorte das höchste Ertragspotenzial und eine große Ertragsicherheit auf. Charakteristische Merkmale für frische Standorte sind einheitliche Bodenfarben (keine Nässemerkmale im Bodenprofil), keine Graufärbung im Unterboden oder Untergrund sowie Tiefgründigkeit des Bodens. Tiefgründige Braunerden beispielsweise repräsentieren frische Standorte. Mäßig feuchte Standorte weisen einzelne deutliche Rost- und Bleichflecken im Boden ab ca. 50 cm Bodentiefe auf. Vergleyte Braunerden sind ein Beispiel für mäßig feuchte Standorte.

Optimaler Dauergrünlandboden

Die Bodenfruchtbarkeit kann mit einer geringen Anzahl von Bodenmerkmalen und -eigenschaften beurteilt werden. Dazu ist ein Vergleich mit einem optimalen Dauergrünlandboden innerhalb eines Naturraumes notwendig. Je mehr fruchtbarkeitsbestimmende Bodenmerkmale und -eigenschaften sich vom Optimum entfernen und je ungünstiger sie für das Wachstum der Grünlandpflanzen sind, desto geringer ist die Bodenfruchtbarkeit auf der jeweiligen Grünlandfläche.

Der optimale Dauergrünlandboden hat einen typischen Erdgeruch und weist keine Nässemerkmale im Hauptwurzelraum auf. Charakteristisch sind eine hohe Anzahl an Regenwürmern (mehr als 4 in einem 20x20x20 cm großen Bodenziegel) im Oberboden während regenwurmaktiver Zeiten (Frühling, Herbst) sowie zahlreiche vertikale Regenwurmgänge bis in eine Tiefe von 100 cm. Dadurch werden die Durchwurzelung, Durchlüftung und Versickerung von Wasser im Boden verbessert und der Bodenwasservorrat wird schneller aufgefüllt. In einem fruchtbaren Dauergrünlandboden ist der dunkelbraun bis schwarz gefärbte Oberboden (A-Horizont) mehr als 10 cm mächtig, die Humusform ist Mull (keine Nässemerkmale) und der Übergang in den darunter befindlichen Horizont erfolgt undeutlich. Dies ist im Dauergrünland ein Hinweis für eine hohe biologische Aktivität im Boden. Günstig ist eine gleichmäßige, intensive und möglichst tiefreichende (bis etwa 100 cm) Durchwurzelung des Bodens, weil dadurch die vorhandenen Wasser- und Nährelementvorräte im Boden optimal genutzt werden können. Ein fruchtbarer Dauergrünlandboden ist tiefgründig (durchwurzelbarer Bodenraum > 70 cm), lehmig und weist einen geringen

Skelettgehalt (Gesteinsmaterial > 2 mm) auf. Günstig ist ein Skelettanteil von 10-20% vom Bodenvolumen. Je tiefgründiger, ton- oder schluffreicher der Boden, je kühler und niederschlagsreicher das Gebiet und je höher der Wassergehalt im Boden während der Vegetationszeit ist, desto höher kann der Bodenskelettgehalt sein. Ein lehmiger Boden ist bleistift dick ausrollbar, gut formbar, klebrig und haftet nicht in den Hautrillen. Günstig ist eine krümelige Struktur im Oberboden, weil Aufnahme, Speicherung und Versickerung von Wasser, Durchlüftung und Durchwurzelbarkeit optimal sind. In einem fruchtbaren Dauergrünlandboden liegt der pH-Wert im Wurzelraum zwischen 6.2 und 5.0. Die Wasserhaushaltsstufe ist in Abhängigkeit vom Klima frisch oder mäßig feucht.

Literaturverzeichnis

BLUM, W.E.H., H. SPIEGEL und W.W. WENZEL, 1996: Bodenzustandsinventur. Konzeption, Durchführung und Bewertung. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Wien, 102 S.

BOHNER, A., M. ENGLISCH, D. KESSLER, E. LEITGEB, R. REITER und S. SCHWARZ, 2022: Grünlandböden erkennen und verstehen. <http://www.bfw.ac.at/Webshop>, 161 S.

DUNGER, W. und H.J. FIEDLER (Hrsg.), 1997: Methoden der Bodenbiologie. Gustav Fischer Verlag, Jena, 539 S.

FRANZ, H., 1960: Feldbodenkunde. Verlag Georg Fromme & Co. Wien und München, 583 S.

MÜCKENHAUSEN, E., 1985: Bodenkunde. DLG-Verlag, Frankfurt, 579 S.

SCHEFFER, F. und P. SCHACHTSCHABEL, 2002: Lehrbuch der Bodenkunde. 15. Auflage, Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, 593 S.

SCHLICHTING, E., H.-P. BLUME und K. STAHR, 1995: Bodenkundliches Praktikum. 2. Auflage, Pareys Studentexte 81, Blackwell Wissenschafts-Verlag, Berlin, 295 S.

SOBOTIK, M., R.K. EBERWEIN, G. BODNER, R. STANGL und W. LOISKANDL, 2020: Pflanzenwurzeln. DLG Verlag, Frankfurt am Main, 314 S.

STAHR, K., E. KANDELER, L. HERRMANN und T. STRECK, 2008: Bodenkunde und Standortlehre. Ulmer UTB, Stuttgart, 318 S.