

Schriftenreihe für Vegetationskunde	H. 38	2002	203–225	Bundesamt für Naturschutz, Bonn
-------------------------------------	-------	------	---------	---------------------------------

Nutzungswertzahlen für Gefäßpflanzen des Grünlandes

GOTTFRIED BRIEMLE, SIEGLINDE NITSCHKE und LOTHAR NITSCHKE

Summary: Grassland utilization indicator values for vascular plant species

Like Ellenberg's indicator values, we propose a set of grassland utilization indicator values for vascular plant species. The indicator values derive from almost 20 years of experience in grassland habitats and were validated since. Taking life and growth form of the plants as well as different land uses and browsing livestock into account, we discuss how these land utilization indicator values were deduced. The span of values ranges from 1 to 9 (least appropriate to most appropriate). Namely, the indicator values cover mowing tolerance, grazing tolerance, trampling tolerance, forage value for livestock, forage value for deer. Additionally we provide categories of main habitat structure types in which the plant species occur and functional groups (guilds). Finally, we suggest applications and give words of caution for calculating with these numbers.

1 Einleitung und räumliche Abgrenzung

In der heutigen Zeit fallen große Teile des Grünlandes auf Grenzertragsstandorten aus wirtschaftlichen Gründen brach oder werden gar aufgeforstet. Dagegen steht das gesellschaftliche Bestreben, durch eine relativ preisgünstige Mindestpflege wie etwa durch extensive Beweidung mit Fleischrinder-Rassen die überkommenen Kulturlandschaften offen zu halten. Vor diesem agrar- und gesellschaftspolitischen Hintergrund hat die Nutzungsverträglichkeit von Grünlandpflanzen eine neue Bedeutung erlangt. Sie vermag Hinweise auf das Ausmaß und die Art des nutzungsbezogenen Pflegeaufwandes zu liefern.

Unter dem Überbegriff „ökologische Wertzahlen“ lassen sich analog zu den standortbezogenen Wertzahlen (Zeigerwerte) den Wildpflanzen auch „Nutzungswertzahlen“ zuweisen. Sie geben zum einen Hinweise auf die Toleranz gegenüber mechanischer Beeinflussung wie Schnitt, Tritt oder Fraß zum anderen auch auf die Akzeptanz und Beliebtheit bei landwirtschaftlichen Nutztieren oder beim Wild. Ihren Ausdruck finden diese Wertzahlen einerseits in der Mahd-, Tritt- und Weideverträglichkeit, andererseits im Futterwert. Für die bearbeiteten Taxa werden folgende Kategorien angegeben:

- 1) V = Vorkommen (Verbreitungsschwerpunkt): GE = Extensivgrünland, GW = Wirtschaftsgrünland, A = Äcker und Gärten, N = Nichtkulturland und Brachen, W = Waldrand und Säume.
- 2) G = (funktionelle) Gruppe oder Gilde: G = Gras, GS = Sauergras, K = Kraut, Lk = krautige Leguminose, Lh = holzige Leguminose, H = Holzgewächs.
- 3) M = Mahdverträglichkeitszahl (1–9)
- 4) W = Weideverträglichkeitszahl (1–9)
- 5) TV = Trittverträglichkeitszahl (1–9)
- 6) FW = Futterwertzahl (1–9)
- 7) FWD = Futterwert für Damwild (1–9)

Die Artenliste enthält insgesamt 660 Arten von den planaren Tieflagen Mitteleuropas bis zur hochmontanen (borealen) Höhenstufe. Arten, die ihr Hauptvorkommen in den alpinen Urwäldern (*Caricetalia corvulae*, *Elyno-Seslerietea*) haben, blieben ebenso unberücksichtigt, wie solche, die im Waldesinneren vorkommen. Auch sehr seltene Spezies wurden weggelassen. Von den Pflanzenformationen wurden jene berücksichtigt, die mit dem Grünland im engeren Sinne in räumlichem Kontakt stehen; also die Übergänge zu Waldrändern, Saumgesellschaften, Brachen, Nichtkulturland, Äckern und Gärten.

2 Futterwertzahlen (FW)

Die älteste Nutzungswertzahl ist die Futterwertzahl nach KLAPP et al. (1953) für **landwirtschaftliche Nutztiere**, insbesondere das Rindvieh. Zur Beurteilung der Futterqualität einzelner Pflanzen wie auch ganzer Pflanzenbestände wurde von den Autoren eine 10-stufige Skala der so genannten „Wertzahlen“ (WZ) entwickelt. Sie reicht von -1 = giftig bis 8 = höchster Futterwert und wurde damals für 374 Arten erstellt. Die Kriterien für den Futterwert der *lebenden Pflanze* sind:

- Eiweiß- und Mineralstoffgehalte (nach chemischen Inhaltsstoff-Analysen)
- Schmackhaftigkeit und Beliebtheit beim Nutztier
- Anteil wertvoller Pflanzenteile (Blätter, Stängel, Blüten, Früchte)
- Zeitdauer der Vollwertigkeit als Futterpflanze
- Nutzbarkeit und Aberntbarkeit der Art
- Schädlichkeit, Giftigkeit und Schmarotzertum
- Zulässiger Anteil im Pflanzenbestand (z. B. bei Giftpflanzen mit maximal 3 % Massenanteil).

Tab. 1: Transformation der 10-stufigen Wertzahl (alt) in die 9-stufige Futterwertzahl (FW)

WZ (alt) (nach KLAPP et al. 1953)	FW (neu) (nach BRIEMLE 1996)	Futterwert
-1	1	giftig für Nutztier (und Mensch)
0	2	kein Futterwert
1	2	sehr geringer Futterwert
2	3	geringer Futterwert
3	4	zwischen 3 und 5 stehend
4	5	mittlerer Futterwert
5	6	zwischen 5 und 7 stehend
6	7	hoher Futterwert
7	8	zwischen 7 und 9 stehend
8	9	bester Futterwert

Aus den einzelnen Wertzahlen der in einem Bestand enthaltenen Arten lässt sich unter Berücksichtigung der Massenprozent (Ertragsanteile) die Bestandeswertzahl errechnen. Die

Summe der Produkte aus der Wertzahl (WZ) jeder Art, multipliziert mit dem ermittelten prozentualen Massenanteil (Ertrag), und dividiert durch die Gesamt-Prozentzahl (immer 100 %) ergibt die Bestandeswertzahl. Zur Angleichung an das neunteilige Bewertungssystem von ELLENBERG et al. (1992) und damit zur einheitlichen Handhabung wurde die ursprüngliche 10-teilige Futterwertskala erstmalig von NITSCHKE (1993) in eine 9-teilige transformiert und von BRIEMLE (1996) in modifizierter Form in „**Futterwert (FW)**“ umbenannt (siehe Tab. 1). Angesichts der veränderten Nutzungsbedingungen in der Landwirtschaft, nämlich des vermehrten Übergangs von einer Heu- zu einer Silagewirtschaft, wurde das Zahlenwerk leicht korrigiert. Über eine zweckdienliche Modifizierung der Futterwerte bei Massenvorkommen einzelner Unkräuter informieren VOIGTLÄNDER & VOSS (1979).

Das gesamte Fressmenü und damit auch die bevorzugt aufgenommene Nahrung ist bei den einzelnen Tierarten und teilweise auch bei den Rassen recht unterschiedlich. Die Weidetiere lassen sich nach (HOFMANN 1998: 308) in folgende Pflanzenfresser-Ernährungstypen unterscheiden (siehe Abb. 1):

Laub- und Kräuterfresser (Konzentratselektierer)	Mischäser Intermediärtypen	Gras- und Raufutterfresser
<div data-bbox="203 820 441 879" style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: auto;">Reh</div>	<div data-bbox="458 851 696 910" style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: auto;">Rotwild</div> <div data-bbox="604 948 860 997" style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: auto;">Damwild</div> <div data-bbox="494 1026 770 1075" style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: auto;">Ziege</div> <div data-bbox="477 1112 709 1161" style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: auto;">Wildschwein</div>	<div data-bbox="806 760 1098 809" style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: auto;">Pferd</div> <div data-bbox="790 857 1079 906" style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: auto;">Schaf</div> <div data-bbox="842 1112 1098 1161" style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: auto;">Rind</div>

Abb. 1: Pflanzenfresser-Ernährungstypen der häufigsten Huftiere in Deutschland (nach HOFMANN 1998). Je weiter die Tierart nach rechts gestellt ist, umso besser wird die Fähigkeit, Zellulose zu verdauen und umso eher sind diese Arten auf grasbewachsene, offene Flächen angewiesen.

Entscheidend bei der Futterauswahl ist die anteilmäßige Zusammensetzung des Pflanzenbestandes, der zur Verfügung steht. Bei der Futterauswahl werden in der Regel die seltenen Arten, die einen hohen Futterwert aufweisen, zuerst verbissen. Eine ganzjährige extensive Beweidung zwingt die Tiere, mit dem Futterangebot, das zur betreffenden Jahreszeit vorhanden ist, auszukommen. Hierdurch kommt es zu einer jahreszeitlichen Verschiebung der Fressgewohnheiten. So werden beispielsweise Gehölze im Winterhalbjahr mehr verbissen, da die Triebspitzen mit den Knospen eine wichtige Nahrungsquelle darstellen. Schafe nehmen bei Schneeauflage im Winter und nach der Schneeschmelze im Frühjahr durchaus

Altgras an, das im Herbst gemieden wurde. Bei Arten, die nur in geringen Prozentanteilen auf den Weideflächen vorkommen, kann ein stärkeres Abäsen stattfinden, als es die niedrige Futterwertzahl erwarten lässt. So wird z. B. die Besenheide (*Calluna vulgaris*) bei geringen Mengenanteilen im Futterangebot von Rindern, Robustpferderassen und Rotwild intensiv abgefressen. Bei allen Haustierarten gibt es Rassen, so genannte Robust- oder Landrassen, die sich unter anderem durch Futtergenügsamkeit auszeichnen. Sie sind vielfach in der Lage, ihren Energiebedarf durch größere Mengen energiearmen Futters zu decken.

Bei den **Schafen** haben sich im Lauf der Jahrhunderte regional verschiedene Rassen gebildet, die eine Anpassung an den jeweiligen Futteraufwuchs zeigen (KORN 1996: 81). Bei den Heidschnucken z. B. sind Verdauungstrakt und Volumen der Pansenflüssigkeit größer als bei den meisten anderen Schafrassen (RAHMANN 1998: 42). Die Weiße Hornlose Heidschnucke (Moorschnucke) beispielsweise frisst und ernährt sich in gestörten Moorflächen bevorzugt von Pfeifengras, Scheiden-Wollgras, Brombeerblättern, Heidekraut und Blättern und Trieben aufkommender Gehölze. Für die Schafe sind die in der Tabelle angegebenen Futterwertzahlen daher zu niedrig angesetzt. Der **Stumpflättrige Ampfer** (*Rumex obtusifolius*), ein sehr lästiges und widerstandsfähiges Weideunkraut auf Rinderweiden, wird nach Beobachtungen von FRITZ (mündliche Mitteilung) von Merino-Schafen der Schwäbischen Alb im jungen Zustand gefressen und nach einiger Zeit von den Weideflächen verdrängt. Die oben genannte Moorschnucke bringt auch ausgewachsene Pflanzen zum Absterben, indem sie neben den Blättern den Wurzelansatz so tief verbeißt und aushöhlt, dass sie allmählich keine Austriebskraft mehr besitzt (eigene Beobachtung NITSCHKE).

Untersuchungen zur Beweidung von Extensivgrünland mit **Islandpferden** (BECKER & SCHMIDT 1999) zeigen, dass diese Rasse auf Flächen mit Pfeifengras-Beständen, Adlerfarn-Dominanzbeständen und Borstgrasrasen (mittlerer Futterwert zwischen 2 und 3 = sehr gering bis gering) noch genügend Nährstoffe aufnehmen kann. Einschränkend muss allerdings gesagt werden, dass nur eine bestimmte Altersgruppe, nämlich die der 3- bis 4-jährigen, einen zufrieden stellenden Ernährungszustand halten konnten. Weniger geeignet sind einjährige oder auch zweijährige Hengste (RAHMANN 1999: 370). Nach MAGNUSSON & MAGNUSSON 1990 (zit. in RAHMANN 1999) fressen Islandpferde in Island sogar bevorzugt den bei KLAPP (1953) als giftig eingestuften Sumpf-Schachtelhalm (*Equisetum palustre*).

Ziegen weichen in ihrem Fressverhalten von den anderen landwirtschaftlichen Nutztierarten ab. Neben Gräsern und Kräutern haben sie eine Vorliebe für Strauchweiden. Auch Dornen und Stacheln sind beim Fressen kein Hindernis. Lediglich bei dichtbestachelten Rosen (z. B. Wein-Rose) wurde beobachtet, dass diese an den verholzten Ästen nicht geschält wurden. Von Ziegen wird auch Baumrinde abgeschält und gefressen (RIEHL 1996: 36).

Ähnlich wie die landwirtschaftlichen Nutztiere zeigen auch die pflanzenfressenden **Wildtiere** hinsichtlich ihrer Futteraufnahme und -auswahl Unterschiede. Je nach Ernährungstyp (Abb. 1) zählen sie zu den Gras- und Raufutterfressern, den Mischäsern oder – wie das Reh – zu den Laub- und Kräuterfressern (sog. Konzentratselktierern). Die qualitative und quantitative Erfassung des Nahrungsspektrums ist bei Wildtieren wesentlich schwieriger zu erforschen als bei den landwirtschaftlichen Nutztieren. Genügend umfangreiche Erfassungsdaten aus den verschiedenen Lebensräumen der Wildtiere in Deutschland sind für diese Arten noch nicht veröffentlicht.

Lediglich beim **Damwild** liegen repräsentative und differenzierte Untersuchungen über die Beliebtheit von Nahrungspflanzen vor (PETRAK 1987). Zum Zweck der Vereinheitlichung wurde das „Beliebtheitsmaß“ für heimische Gräser und Kräuter nach PETRAK (1987) durch Transformation an die hier eingeführte neunteilige Skala angepasst und als „Futterwert für das Damwild (FWD)“ separat aufgeführt (BRIEMLE 1996). Die derzeitige Anzahl der Ein-

träge beträgt 136. Das Damwild gehört als so genannter „Mischäser“ zu den Wiederkäuern mit Tendenz zum Grasfresser und hat ähnliche Nahrungsansprüche wie das Hausrind. Unterschiede in der Beäusungsintensität liegen vor allem bei Gräsern mit niedrigem Futterwert für das Rind vor, die vom Damwild intensiv beäust werden (PETRAK 1987). Da auch die als giftig eingestuften Pflanzen durchaus geäust werden, bildet der Futterwert „2“ (= kein Futterwert) in diesem Fall die untere Grenze der Skala. Des Weiteren existieren Listen über Pflanzen, die vom Rotwild und/oder Reh gefressen oder gemieden werden (z. B. FLÖRCKE 1967, THOR 1995). Eine Einstufung in die im vorliegenden Beitrag angewendete 9-teilige Skala der Futterwerte ist mit diesen Daten jedoch nicht möglich.

3 Mahdverträglichkeitszahl (M)

Die Mahdverträglichkeit (Schnittverträglichkeit) nach BRIEMLE & ELLENBERG (1994) ist ein individuelles, morphologisch-ökophysiologisches Merkmal grüner Gefäßpflanzen. Sie steht mit dem Regenerationsvermögen und der Wachstumsgeschwindigkeit in enger Beziehung, ist aber auch davon abhängig, ob die Pflanzen in der Lage sind, vor dem Schnitt genügend Assimilate zu speichern. Wie bei den Zeigerwerten sind auch diese Vergleichszahlen gemäß Tab. 2 in eine 9-stufige Skala gefasst. Bei der Einstufung der M-Zahl wird von einer durchschnittlichen Schnitthöhe von 5 bis 7 cm ausgegangen.

3.1 Gesichtspunkte bei der Einstufung der Mahdverträglichkeitszahl (M-Zahl)

- Gemäß Tab. 2 wurden die **M-Zahlen von 7 bis 9** solchen Arten zugeordnet, die
- rasch wieder austreiben, sei es direkt aus dem abgeschnittenen Spross oder aus Nebenknospen;
 - es vermögen, ihre Blätter (z.T. auch Blüten und Früchte) unter einer Schnitthöhe von weniger als 4 cm zu halten (z. B. typische Parkrasenpflanzen wie Faden-Ehrenpreis [*Veronica filiformis*], Gewöhnliche Brunelle [*Prunella vulgaris*], Gundelrebe [*Glechoma hederacea*] und Einjähriges Rispengras [*Poa annua*]) oder
 - eine bodenanliegende Blattrosette bilden und bei denen die Vermehrung nicht ausschließlich generativ erfolgt.

Eine **M-Zahl zwischen 4 und 6** erhielten Sippen des extensiv bis mäßig intensiv genutzten Grünlandes, bei denen der 1. Schnitt nicht vor Mitte Juni, oft sogar nicht vor Mitte Juli erfolgt. Zu dieser Gruppe gehören vor allem die Arten der farbenfrohen und hochwüchsigen Heuwiesen wie auch der Halbtrockenrasen.

Eine **M-Zahl von 3 und darunter** wurde schließlich jenen Arten zugewiesen, die nur Herbstschnitt vertragen oder die ihre Konkurrenzkraft erst dann entfalten können, wenn der Bestand nur episodisch gepflegt oder freigeschnitten wird. Dazu gehören beispielsweise die ehemaligen Streuwiesen des Alpenvorlandes, noch nicht zu stark verbuschte Sukzessionsflächen, aber auch die relativ stabilen Bestände der Klasse der Saumgesellschaften und Staudenfluren (*Trifolio-Geranietea*).

Angesichts der Brachlegung großer Teile der landwirtschaftlichen Flur, vor allem des Grünlandes auf Grenzertragsstandorten, und dem Bestreben, durch Mindestpflege die überkommenen Kulturlandschaften offen zu halten, hat die Mahdverträglichkeit Bedeutung erlangt. Sie vermag Hinweise auf das Ausmaß und die Art des Pflegeaufwandes zu liefern. Von der Maxime ausgehend, dass brachfallendes, aber naturschutzwürdiges Grünland aus welchen Gründen auch immer durch Mahd oder Mulchen offen gehalten werden soll, kann man das Pflegebedürfnis aus der mittleren M-Zahl des Pflanzenbestandes ersehen.

Tab. 2: Zuordnung der Mahdverträglichkeitszahl (M) zu Schnitzzahl und Vegetationstyp (BRIEMLE & ELLENBERG 1994)

Vorkommen	M-Zahl	Mahdverträglichkeit	Schnittzahl pro Jahr	Bemerkung zur Verwertung
Sukzessionsflächen Säume alte Brachen Streuwiesen	1	völlig schnittunverträglich (i. d. R. holzige Pflanzen ohne unterirdische Ausläufer)	0	Aufwüchse nicht futterbaulich nutzbar
	2	zwischen 1 und 3 stehend schnittempfindlich (nur Herbstschnitt vertragend)	1	
	3		1	
extensiv bis mäßig intensiv genutztes Grünland	4	zwischen 3 und 5 stehend (1. Schnitt nicht vor Mitte <i>Juli</i>)*	1 bis 2	Aufwüchse sind futterbaulich nutzbar
	5	mäßig schnittverträglich (1. Schnitt nicht vor Anfang <i>Juli</i>)	2	
	6	zwischen 5 und 7 stehend (1. Schnitt nicht vor Mitte <i>Juni</i>)	2 bis 3	
Intensivgrünland bzw. Parkrasen	7	gut schnittverträglich	3 bis 4	futterbaulich nutzbar
	8	zwischen 7 und 9 stehend	4 bis 6	
	9	überaus schnitt- oder weideverträglich, bzw. nur durch häufigen Schnitt und/oder Tritt konkurrenzfähig (Parkrasenpflanzen)	> 6	

Anmerkungen: Bei der Berechnung der mittleren M-Zahl sollte mit den Massen- bzw. Deckungsprozenten gewichtet werden (bessere Interpretierbarkeit)

* In den ein- bis zweischürigen Wiesen sind heutzutage (Übergang vom 20. zum 21. Jahrhundert) nur noch solche Pflanzenbestände als Viehfutter verwertbar, in denen der Massenanteil an krautigen Pflanzen mehr als 50 % beträgt (in der Regel artenreiche Magerrasen mit hoher Nutzungselastizität).

Bei der Arbeit mit Nutzungswerten sollte man sich bewusst sein, dass es sich hierbei – analog den Zeigerwerten – um eine *relative* Abstufung unter Konkurrenzbedingungen im Gelände handelt. Das heißt, die Mahdverträglichkeitszahl gilt nicht absolut und unter allen denkbaren Standortbedingungen. Langjährige Freilandversuche haben nämlich gezeigt, dass beispielsweise der Glatthafer (*Arrhenatherum elatius*) in normal gedüngten Heuwiesen jährlich nur bis zu drei Schnitte erträgt. Wird die Schnitffrequenz durch Intensivieren erhöht (Überführung in Vielschnittwiesen oder Mähweiden), kommt dieses Obergras nur mehr in Spuren vor. Anders verhält es sich dagegen, wenn die Wiese unter Null-Düngung „ausgemagert“ wird, so dass sich das Nährstoffpotential im Boden allmählich erschöpft: Infolge abnehmender Dichte des Pflanzenbestandes und damit auch abnehmenden Konkurrenzdruckes durch andere Arten nimmt die Mahdverträglichkeit des Glatthafers dann wieder zu (BRIEMLE 1999).

4 Trittverträglichkeit und Weideverträglichkeit

4.1 Trittverträglichkeitszahl (TV)

Eine bisher wenig beachtete Eigenschaft ist die Trittverträglichkeit von Pflanzen der Kulturrasen. Wegen ihrer großen Bedeutung für das soziologische Gefüge der Grünlandvegetation wurde schon von ELLENBERG (1952) der Versuch unternommen, diese Eigenschaft für die wichtigsten Arten als „Trittfestigkeitszahl“ in einer 5-teiligen Skala auszudrücken. Sie reichte von „trittfliehend“ (t 1) bis „Trittpflanzen“ (t 5). Die im Folgenden vorgestellte 9-stufige Skala wurde aus dieser 5-stufigen entwickelt und ergänzt. Wie damals geht auch heute die Einteilung auf empirisch gewonnene Erfahrungen vor dem Hintergrund jahrzehntelanger Naturbeobachtung und Versuchsauswertung zurück. Da der gedankliche Ansatz für die Einführung dieser Nutzungswertzahl bislang noch nicht öffentlich diskutiert wurde, soll dies hiermit geschehen.

4.1.1 Wichtige morphologische Merkmale trittverträglicher Pflanzen

Die Trittverträglichkeit ist – ähnlich wie die Mahdverträglichkeit – ein individuelles, morphologisch-ökophysiologisches Merkmal grüner Gefäßpflanzen. Besonders relevant für dieses Merkmal sind *Wuchshöhe*, *Wuchsform* und *Lebensform*. Grundsätzlich gilt: Je höher eine *krautige* Pflanze wächst, umso empfindlicher ist sie gegen mechanische Verletzungen (Quetschungen) die durch die Trittbelastung entstehen; je niedriger sie bleibt, desto robuster ist sie. So kommen beispielsweise auf Intensivweiden fast ausschließlich Untergräser (Arten von niedrigem Wuchs und reich an „Bodenblättern“) und niedrige, bodenanliegende Kräuter vor.

In diesem Zusammenhang ist zunächst einmal die **Lebensform** in Sinne von RAUNKIAER (1937) bedeutsam. Sie bezieht sich auf die Lage der Erneuerungsknospen zur Erdoberfläche während der winterlichen Ruheperiode und ist nicht nur wichtig beispielsweise zur Beschreibung und Interpretation von Sukzessionsabläufen, sondern auch bedeutsam im Hinblick auf die Verletzbarkeit durch den Tritt. Eine ausführliche Darstellung findet sich bei KRUMBIEGEL (2002, in diesem Band).

- **Hemiphanerophyten** oder Zwergsträucher haben meist elastische Zweige, die nicht so leicht bei Tritteinwirkung abbrechen (z. B. Heidelbeere *Vaccinium myrtillus*, Preiselbeere *Vaccinium vitis-idaea*, Gewöhnliches Sonnenröschen *Helianthemum nummularia*).
- **Chamaephyten** oder Polsterpflanzen, die im extensiv genutzten Grünland vorkommen sind hinsichtlich ihrer Trittverträglichkeit unterschiedlich einzustufen: Die Kriechstauden sind mäßig trittverträglich (z. B. Gewöhnlicher Ehrenpreis *Veronica officinalis*). Die eigentlichen Polsterpflanzen sind trittempfindlich (wie auch die meisten Steinbrecharten *Saxifraga spec.*).
- **Geophyten** oder Kryptophyten (Erdpflanzen) werden durch Tritt nur in der Zeit geschädigt, in der sie ihre oberirdischen Organe ausgebildet haben. Da viele Geophyten zu den Frühblüheren zählen und ihre Entwicklung schon vor der üblichen Beweidungszeit durch Nutztiere abgeschlossen haben, ist eine Berücksichtigung der Trittverträglichkeit nur im Frühjahr und Frühsommer notwendig.
- Zu den **Hemikryptophyten** oder Erdschürfepflanzen zählen die meisten Grünlandpflanzen.
- **Therophyten** oder Annuelle benötigen zur Ansiedlung offenen Boden, der durch Tritt oder anderweitig entstandene Lücken in der Vegetation verfügbar wird.

Die Lebensformtypen beinhalten unterschiedliche **Wuchsformen**, die noch ausschlaggebender für die Trittverträglichkeit sein können (vgl. SCHIEFER 1981). Eine systematische Gliederung der Lebens- und Wuchsformen ist bei DIERSCHKE (1994: 88 ff) aufgeführt.

- **Rosettenpflanzen** sind meist niedrigwüchsige Arten mit *bodenanliegender Blattrosette*, z. B. Wiesen-Löwenzahn (*Taraxacum* Sect. *Ruderalia*), Wegericharten (*Plantago spec.*), Gänseblümchen (*Bellis perennis*), Herbst-Löwenzahn (*Leontodon hispidus*) und Gewöhnliches Ferkelkraut (*Hypochoeris radicata*). Rosettenpflanzen weisen meist eine relativ hohe Trittsverträglichkeit auf, da die Blätter durch ihr Anliegen am Boden weniger von der Pflanze abgetreten oder abgeknickt werden als über den Boden aufragende Blätter und Triebe. Pflanzen mit unempfindlichen Leitbündeln wie beim Breit-Wegerich sind sehr trittverträglich. Unterschiede bei der Trittsverträglichkeit von Rosettenpflanzen ergeben sich zusätzlich durch eine derbe oder zarte Blattstruktur.
- **Wurzelkriecher** sind Pflanzen mit langen *unterirdischen* Ausläufern, Wurzelsprossen oder -stöcken (Rhizomen), die nach Verletzung durch Tritt schnell regenerieren, z. B. Ausläufer-Rotschwingel (*Festuca rubra*), Kriechende Quecke (*Elymus repens*), Wiesen-Rispe (*Poa pratensis*), Giersch (*Aegopodium podagraria*), Schafgarbe (*Achillea millefolium*). Handelt es sich zudem um niedrigwüchsige Pflanzen, so sind sie besonders robust gegenüber mechanischen Verletzungen durch Tritt.
- **Sprosskriecher** sind meist niedrigwüchsige Pflanzen mit langen *oberirdischen* Ausläufern (Stolonen), die nach Verletzung durch Tritt schnell regenerieren und an abgetrennten bewurzelten Ausläufern wieder neue Pflanzen bilden, z. B. Weißklee (*Trifolium repens*), Gewöhnliche Rispe (*Poa trivialis*), Flecht-Straußgras (*Agrostis stolonifera*), Kriechender Hahnenfuß (*Ranunculus repens*), Kriechender Günsel (*Ajuga reptans*), Gundermann (*Glechoma hederacea*), Gänse-Fingerkraut (*Potentilla anserina*).
- **Horstpflanzen** sind oft dichtbuschige Arten mit *deutlicher oder starker Verzweigung an der Sprossbasis*. Viele Horstgräser zählen wegen ihrer relativen Hochwüchsigkeit und den zahlreichen Halmtrieben zu den Obergräsern und haben nur wenig Blattwerk an der Basis. Sie gehen bei intensiver Beweidung zurück und sind nur mäßig trittverträglich. Beispiele: Glatthafer (*Arrhenatherum elatius*), Goldhafer (*Trisetum flavescens*), Knautgras (*Dactylis glomerata*), Wiesen-Schwingel (*Festuca pratensis*), Rot-Klee (*Trifolium pratense*). Einige Horstgräser bilden bei extensiver Beweidung oder Brache erhabene, dichte und zähe Horste. Sie werden von VOIGTLÄNDER & VOSS (1987: 267) als „Bülten“ bezeichnet. Durch ihre Höhe werden sie kaum von Tritteinwirkungen betroffen. Beispiele: Rasenschmiele (*Deschampsia caespitosa*) und Rohr-Schwingel (*Festuca arundinacea*). Bei intensiverer Beweidung geht der bültige Wuchs allmählich zurück.
- **Schaftpflanzen** sind ausläuferlose, krautige Pflanzen *ohne Verzweigung an der Sprossbasis* und mit *einem* (oft wenig beblätterten) blütentragenden Stängel. Sie sind trittempfindlich bis trittverträglich, z. B. Wiesen-Bärenklau (*Heracleum sphondylium*), Wiesen-Kerbel (*Anthriscus sylvestris*), Wiesen-Pippau (*Crepis biennis*), Sauer-Ampfer (*Rumex acetosa*), Margerite (*Leucanthemum vulgare*), Wiesen-Bocksbart (*Tragopogon pratense*).
- **Klimmpflanzen** sind aufrecht wachsende Pflanzen mit schwachem Stützgewebe, die sich an anderen Arten abstützen sind trittempfindlich oder trittunverträglich, z. B. hochwüchsige Leguminosen wie Zaun-Wicke (*Vicia sepium*), Vogel-Wicke (*Vicia cracca*), Wiesen-Platterbse (*Lathyrus pratensis*) und Wiesen-Labkraut (*Galium album = molugo*).

Der (Weide-)Tritt bewirkt in der Regel, dass das Sonnenlicht bis auf den Boden gelangt sowie generell eine Verminderung der Bodenbedeckung durch Phytomasse. Dadurch werden einerseits die niedrigwüchsigen Pflanzen, andererseits aber auch solche Arten gefördert, welche die freiwerdenden Bestandslücken schnell besiedeln können. Dazu gehören vor allem *Therophyten* sowie die mit oberirdischen Ausläufern (Stolonen) ausgestatteten

Tab. 3: Definition der Trittsverträglichkeitszahl (TV)

Grünlandtyp	TV-Zahl	Trittsverträglichkeit und Wuchsformen	Trittfrequenz
Hochwüchsige Mähwiesen (Heuwiesen) Hutungen, Triftweiden, Waldränder, Säume, Brachen	1	• völlig trittunverträglich: hochwüchsige, krautige Schaft-, Horst- und Klimmpflanzen	Nicht oder nur gelegentlich (1–2 mal) während der Vegetationsperiode betreten, beweidet oder befahren
	2	• zwischen 1 und 3 stehend	
	3	• trittempfindlich: hochwüchsige grasartige und mittelwüchsige krautige Horstpflanzen	
Standweiden, Koppelweiden, Vielschnittwiesen, Fußwege, Pfade	4	• zwischen 3 und 5 stehend	Regelmäßig während der Vegetationsperiode betreten, beweidet oder befahren
	5	• mäßig trittverträglich: mittelhohe Gräser, niedrigwüchsige Kräuter, Halbrosetten-Pflanzen, höherwüchsige Einjährige, sowie verdichtete Böden ertragende Arten	
	6	• zwischen 5 und 7 stehend	
Umtriebs- und Portionsweiden, erdgebundene Fahrwege, Parkrasen, Golffrasen, Parkplätze, Pflasterfugen	7	• trittverträglich: Untergräser und niedrigwüchsige Kräuter mit Kriechsprossen	Mehr oder weniger ständig (täglich, sogar stündlich) während der Vegetationsperiode betreten oder befahren
	8	• zwischen 7 und 9 stehend	
	9	• überaus trittverträglich, bzw. erst durch häufigen Tritt und/oder Schnitt konkurrenzfähig; niedrigwüchsige Einjährige und Rosettenpflanzen, z. B. Parkrasenpflanzen	

Hemikryptophyten. Begünstigt werden auch besonders lichtbedürftige Arten. Durch die Trittwirkung und die damit zusammenhängende Verdichtung des Oberbodens resultiert des Weiteren eine geringere Belüftung desselben. Dadurch haben die Pflanzen erhöhte Schwefelwasserstoff-, Mangan- (Mn^{2+}) und Eisengehalte (Fe^{2+}) zu ertragen (SCHERFOSE 1993).

Ähnliche Wirkungen wie der Tritt durch Tiere kann der menschliche Tritt auf die Pflanzen und den Boden haben. Untersuchungen über die Trittsbelastung auf Halbtrockenrasen durch Besucher (anhand von Transekten) liegen von OBERGFÖLL (1984) vor. 19 Arten wurden in seinen Untersuchungsgebieten bei Stuttgart als Trittpflanzen oder mit Trittpflanzen vergesellschaftete Arten bezeichnet. Bei seiner Literaturschau hat er von 117 in den Untersuchungsgebieten vorkommenden Arten 42 als trittverträglich – bezogen auf den menschlichen Tritt – aufgeführt gefunden. Die Trittsverträglichkeit ist in Tab. 3 definiert; die Wirkungen des Tritts auf die Grünlandvegetation sind in Abb. 2 verdeutlicht.

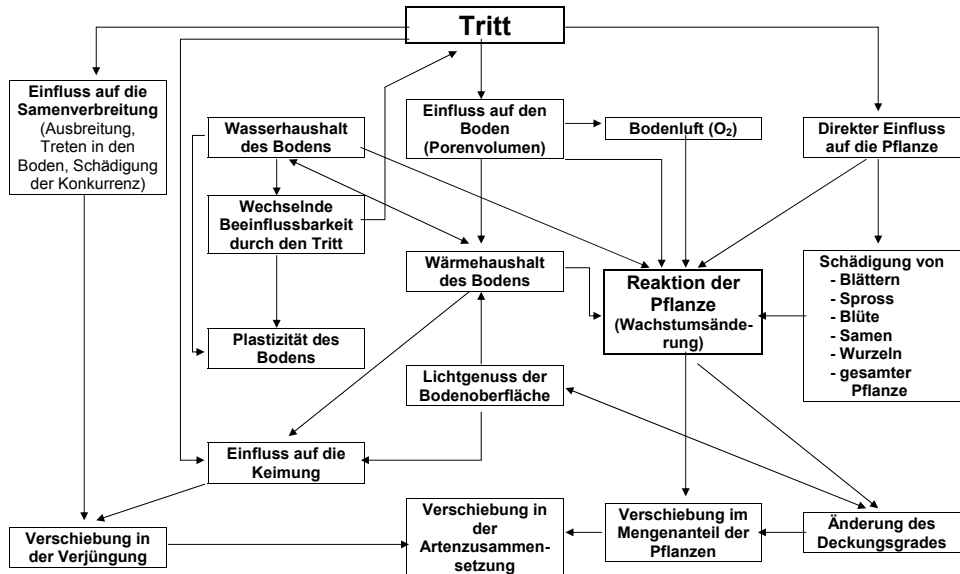


Abb. 2: Auswirkungen des Tritts auf Vegetation und ökologische Faktoren bei Weidenutzung (S. NITSCHKE, nach KNAUER 1981, verändert)

4.2 Weideverträglichkeitszahl (W)

4.2.1 Tritt- und Fraß als Faktoren der Weideverträglichkeit

Trittverträglichkeit ist keinesfalls gleichzusetzen mit der Weideverträglichkeit von Grünlandpflanzen. Während sich Erstere gewissermaßen „nutzungstypenfrei“ an den Merkmalen Wuchshöhe und Lebensform orientiert, stellt letztere einen sehr komplexen Begriff dar. Dies liegt einmal daran, dass sich die Beweidung je nach ihrer Intensität und Dauer und je nach der Tierart und -rasse qualitativ ganz verschieden auswirkt. Auf den Portions- und Kurzzeitweiden kommt die Weideverträglichkeit der Trittverträglichkeit am nächsten, weil sie hier das Ergebnis aus Tritt- und Mahdverträglichkeit der Arten darstellt: Das gleichmäßige Abweiden in kurzer Zeit bei geringem Futterangebot wirkt fast wie eine Mahd. Ist die Widerstandskraft gegen Mahd und Tritt groß, so kann sich die betreffende Pflanze auf Intensivweiden durchsetzen. Ist das Gegenteil der Fall, unterliegt sie hier bald dem Konkurrenzkampf.

Anders verhält es sich bei extensiveren Weidesystemen, wo das Kriterium der *Schmackhaftigkeit* und *Akzeptanz* zum ausschlaggebenden Merkmal wird. In Standweiden etwa ist die Weideverträglichkeit weniger eine Funktion mechanischer Wirkungen, als vielmehr eine solche des Futterwertes, die das Vieh zur Auslese (Selektion) veranlassen. Daher wirkt sich hier auch die unterschiedliche Bevorzugung und das ungleiche Verbissverhalten der einzelnen Nutztierarten viel deutlicher aus als auf intensiver beweidetem Grünland. Hier kommen fast ausschließlich Untergräser und niedrige, bodenanliegende Kräuter vor. Problematisch (weil paradox) wird es also bei hochwüchsigen und an sich trittempfindlichen Arten, die aber vom Vieh verschmäht werden. Damit sind sog. „**Weidezeiger**“ gemeint wie beispielsweise Kratzdisteln, Brennesseln, Krauser- und Stumpfbältriger Ampfer, Herbstzeitlose, Rasen-Schmiele und Binsen. Um sie macht das Weidevieh einen so großen Bogen, dass sie

oft nicht einmal zufällig zertreten werden. Bei ihnen weicht also die Weideverträglichkeit von der Trittsverträglichkeit ab und bekommt daher auch eine andere (höhere) W-Zahl. Würde der Landwirt nicht ab und zu einen Säuberungsschnitt durchführen, breiteten sich solche Arten auf Weiden sogar sehr stark aus. So haben also beispielsweise die trittempfindlichen Disteln und Brennnesseln deswegen eine hohe W-Zahl, weil die Akzeptanz beim Vieh sehr gering ist, und auf einer Weide – unbehelligt vom Tritt der Tiere – besonders ungestört gedeihen können. Solche Arten besitzen somit eine hohe Weideverträglichkeitszahl, die reziprok zu Futterwert- und Trittsverträglichkeitszahl ist. Eine hohe Weideverträglichkeitszahl (7–9) gibt somit Auskunft über das wahrscheinliche oder mögliche Vorkommen der Art bei Beweidung, ganz gleich, ob sie die Beweidung gut verträgt oder bei der Beweidung ausgespart wird.

Auswirkungen des Fraßes auf die Grünlandvegetation und verschiedene ökologische Faktoren stellt Abb. 3 schematisch dar.

Messungen haben ergeben, dass ein Rind beim täglichen Weidegang zwischen 10 und 15 km zurücklegt und dabei zwischen 150 und 350 m² Bodenfläche berührt. Wird ein Durchschnitt von 200 m² Bodenberührung angesetzt, werden bei einer normal besetzten Umtriebsweide täglich etwa 30 bis 60 % der Koppelfläche von Viehklauen betreten. Während einer Auftriebsperiode von 2–3 Tagen wird jede Stelle der Weide mindestens 1-mal von Tierfüßen belastet, im Laufe des Jahres rund 5- bis 10-mal (ELLENBERG 1952). Bei extensivem Weidegang lässt sich die Trittdichte dagegen nur schwer abschätzen, weil das Vieh meistens bestimmte Pfade benutzt und diese im Vergleich zur übrigen Fläche übermäßig beansprucht. Verschärfend zu obiger Überlegung kommt hinzu, dass die Klauen nicht etwa nur flach aufgesetzt werden, sondern vielmehr schneiden deren Spitzen und Ränder tiefer ein und verletzen dadurch die Narbe in weit stärkerem Maße, als die Zahlen vermuten lassen. Immerhin geben sie uns eine Vorstellung von der mechanischen Beanspruchung der Weidepflanzen und

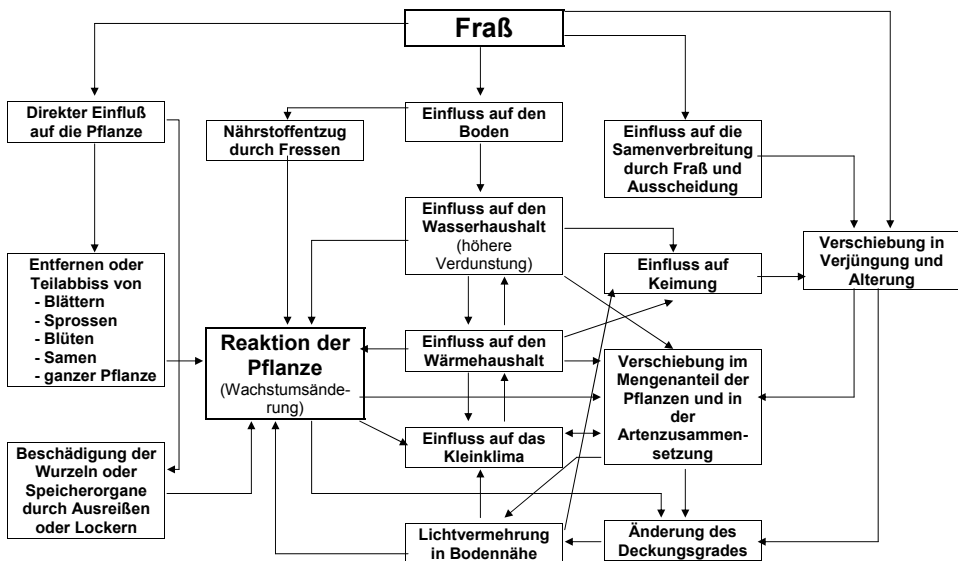


Abb. 3: Wirkungen des Fraßes auf die Grünlandvegetation und ökologische Faktoren bei der Bewertung (S. NITSCHKE)

machen es verständlich, dass nur wenige von ihnen dieser Belastung auf die Dauer gewachsen sind.

Ein weiterer Faktor für die Weideverträglichkeit sind die unterschiedlichen Auswirkungen der Tritte der Tierarten. Die Hufe / Klauen von Schafen und Ziegen üben in Ruheposition

Tab. 4: Zuordnung der Weideverträglichkeitszahl (W) zu verschiedenen Parametern

W-Zahl	Weideverträglichkeit	jährliche Auftriebe	Weideintensität bzw. Effekte auf den Pflanzenbestand	Beweidungsart
1	völlig weideunverträglich	0 bis 1, oder alle 2 Jahre	Pflanzenbestand nicht oder nur für eine sehr extensive Beweidung geeignet	Hutegang mit Schafen nur zu vorgegebenen Zeiten, oder kurzzeitig extensive Koppelbeweidung
2	zwischen 1 und 3 stehend	s. o.	s. o.	s. o.
3	Weideempfindlich	1	Pflanzenbestand nur mäßig für die Beweidung geeignet	s. o.
4	zwischen 3 und 5 stehend	1 bis 2	Weidegänge mit teilweisem Abfressen der nutzbaren Pflanzenteile bzw. des Aufwuchses	Extensivweide
5	mäßig weideverträglich	2	s. o.	s. o.
6	zwischen 5 und 7 stehend	2 bis 3	Weidegänge mit Abfressen der nutzbaren Pflanzenteile	Umtriebsweide
7	gut weideverträglich	3	mehrmaliges Abfressen der nutzbaren Pflanzenteile – oder aber gänzlich gemieden	Umtriebsweide
8	zwischen 7 und 9 stehend	3 bis 4	s. o.	intensive Standweide
9	überaus weideverträglich	4 und mehr	mehrmaliges, vollständiges Abfressen der nutzbaren Pflanzenteile – oder aber gänzlich gemieden	Intensivweide, Portionsweide

bereits einen Druck von 0,7 bis 1,0, Rinder und Pferde von 1,3 bis 1,6 kp/cm² auf den Boden aus; der Mensch dagegen nur 0,3 bis 0,5 und ein Schlepper mit Normalbereifung 2 kp/cm². Beim Gehen erreicht der Bodendruck von Rindern bereits 3 bis 4 kp/cm². Die damit verbundene so genannte „Druckzwibel“ reicht bei Schafen bis in 4 cm, bei Rindern bis zu 15 cm weit in den trittfesten Boden hinein und führt dort zu Bodenverdichtungen. Die Druckzwibel reicht umso tiefer, je feuchter der Boden ist (MEISEL 1977).

Tritt und Fraß bewirken als Folge der Schädigung der Sprosse eine Änderung in der Vegetationsstruktur, dem Blütenangebot und der Dichte des Pflanzenbestandes. Durch eine Beweidung ehemaligen Brachlandes vermindert sich auch die Ansammlung von Streu. Dies führt zusammen mit der Trittwirkung zu Stellen unbedeckten Bodens und verhilft kleinwüchsigen, konkurrenzschwächeren Arten sowie Rohbodenkeimern zu Konkurrenzvorteilen. Die Beweidung führt weiterhin zu größeren täglichen Temperaturschwankungen im Pflanzenbestand, verbunden mit erhöhten Bodentemperaturen. Dabei kommt es auch zu vermehrter Verdunstung der Pflanzen. Einjährige Arten sind häufig anpassungsfähiger als ausdauernde und können offene Bodenstellen verletzter Rasennarben oft besser besiedeln. Auch durch die fraßbedingte Auflichtung bekommen niedrigwüchsige einjährige Arten einen Konkurrenzvorteil. Ähnliches gilt für frühblühende Arten, also solche, die schon im Mai vor dem Weideauftrieb blühen oder fruchten. Die Frühblüher sind hinsichtlich der Weideverträglichkeit somit höher, Mittel- und Spätblüher dagegen geringer zu bewerten (SCHERFOSE 1993).

Die hier nun vorgenommene Zuordnung der W-Zahl ist ebenfalls ein erster Versuch. Eine Zuordnung der Weideverträglichkeitszahl erfolgt gemäß Tab. 4 und Tab. 5).

Tab. 5: Definition der Weideverträglichkeit

W-Zahl	Gesichtspunkte bei der Einstufung
1 bis 3	Pflanzenarten, die jährlich höchstens <i>ein einmaliges</i> Abfressen oder Zertreten ihrer Assimilationsorgane zu einem späten Entwicklungsstadium vertragen.
4 bis 6	Pflanzen die eine <i>ein- bis zweimalige Schädigung in Teilen</i> vertragen, oder die bei extensiver bis mäßig intensiver Nutzung nicht sofort beim Auftrieb abgefressen werden (z. B. bei ausreichendem Futterangebot), da zunächst die schmackhaftesten selektiert werden.
7 bis 9	Pflanzenarten, die <ol style="list-style-type: none"> 1. nach dem Abfressen oder Zertreten schnell wieder austreiben, oder 2. vom Viehmaul kaum erfassbar sind (wegen Niedrigwüchsigkeit), oder 3. beim Fressen nur im Sprossbereich erfasst werden, wobei die Blattrosette verschont bleibt, oder 4. nicht auf eine jährliche generative Vermehrung angewiesen sind, oder 5. durch den Tritt nur wenig Schaden erleiden (derbe Blattstruktur), oder 6. beim Weiden gemieden werden, da sie giftig, dornig stachelig, sehr haarig, ledrig oder wegen ihrer Duftstoffe oder ihres Geschmacks beim Vieh nicht beliebt sind, oder 7. aufgrund Punkt 6 meist umgangen und nicht betreten werden, oder 8. ihre phänologische Entwicklung vor dem Weideauftrieb schon weitgehend abgeschlossen haben

4.2.2 Zusätzlich zu berücksichtigende Faktoren

Die Vergabe von Weideverträglichkeitszahlen ist von weiteren Faktoren abhängig, welche bei der Beurteilung der jeweiligen Weidebedingungen zu berücksichtigen sind. Ein wesentlicher Faktor sind die **unterschiedlichen Fressweisen** der Tierarten.

Das **Rind** ergreift den Aufwuchs mit der Zunge, drückt ihn gegen den Oberkiefer und reißt oder quetscht ihn ab. Durch das wiederholte Hineingreifen des Mauls in den Aufwuchs entsteht ein ungleichmäßiges Abweiden der Vegetation in verschiedenen Höhen. Bei sehr kurzem Aufwuchs kann das Rind jedoch auch ohne Zuhilfenahme der Zunge den Aufwuchs abweiden.

Schaf, Ziege, Pferd, Reh, Rothirsch, Damwild beißen dagegen den Aufwuchs mit den Zähnen unmittelbar an der Bodenoberfläche ab (Hase und Kaninchen auch höher). Daher haben solchermaßen häufig befressene Flächen ein teppichartiges Aussehen.

Vögel, wie **Gänse, Enten, Haushühner** und **Rebhuhn**, zupfen Gräser und Kräuter mit dem Schnabel sehr kurz über dem Boden ab.

Schweine (Haus- wie Wildschwein) beißen den Aufwuchs ab und suchen außerdem durch Wühlen im Boden nach fressbaren Wurzeln oder Tieren. Beim Wühlen wird die Pflanzendecke zusammen mit der oberen Bodenschicht abgerissen und umgedreht. Es entstehen offene Bodenstellen, die der Flora neue Ansamungs- und Keimmöglichkeiten bieten.

Die Weideverträglichkeit richtet sich auch nach der **Bewurzelung** der Pflanzen. Jungpflanzen, deren Wurzelsystem noch nicht voll ausgebildet ist, haben eine geringere Weidefestigkeit als Altpflanzen. Flachwurzler oder Stolonenbildner leiden mehr unter dem mechanischen Druck der Klauen und Hufe als Tiefwurzler und Rhizombildner.

Das Regenerationsvermögen der Pflanzen nach dem Abweiden, Betreten oder Zertreten ist – ähnlich wie nach der Mahd – artspezifisch. Die **Auswirkungen des Weideeinflusses** sind abhängig vom:

- Zeitpunkt der Beweidung (Jahreszeit, Entwicklungsstadium der Pflanzen)
- Dauer und Intensität der Beweidung: Besatzdichte, Standweide (ganzjährig), Umtriebsweide (tageweise) oder Portionsweide (tage- bis stundenweise)
- Tierart und -rasse.

Die Beweidung hat auf die verschiedenen **Entwicklungsstadien der Aufwüchse** unterschiedliche Auswirkungen. Junger Aufwuchs wird wegen des höheren Nährwertes generell bevorzugt aufgenommen, alte oder gar überständige (verholzte) Pflanzen werden dagegen gemieden. Die hier vorgestellte Weideverträglichkeitszahl bezieht sich auf ein Entwicklungsstadium der Pflanze, welches mittlere Bedingungen hinsichtlich Alter und Blühzeit aufweist. Fraß- und Trittbelastungen können bei jungen Pflanzen zur Ausbildung eines widerstandsfähigen niederen Wuchses führen. Unbeweidete alte Pflanzen, die der Beweidung zugänglich gemacht werden, werden durch Abknicken oder höhere Blatt- und Sprossverluste geschädigt. So können z. B. regelmäßig bestoßene Besenheidebestände einen niedrigen Wuchs ausbilden, der eine Vergeisung der Besenheide wesentlich verzögert.

Die Beweidung hat auch **Auswirkungen auf den Nährstoffhaushalt** des Standortes. Durch das Abfressen der Pflanzen erfolgt ein Nährstoffentzug und damit eine Ausmagerung des Bodens. Wenn durch Düngung keine neuen Nährstoffe zugeführt werden, passt sich der Pflanzenbestand an diese ärmeren Wuchsbedingungen an. Eine Beweidung kann aber auch an den Stellen, an denen Kot und Urin abgegeben werden, zu einer Nährstoffanreicherung führen. Dies führt in der Regel zu Änderungen im Pflanzenbestand, da hierdurch die nährstoffliebenden Pflanzen Konkurrenzvorteile vor solchen Arten haben, die Nährstoffarmut ertragen. Bedeutsam ist die Wirkung von Ausscheidungen der Weidetiere aber nur, wenn

diese fortlaufend die gleichen Stellen zum Abkoten benutzen. Diese Anreicherung ist in der Regel nicht gleichmäßig über die Fläche verteilt. An den Stellen, an denen fortlaufend abgekotet wird – den so genannten Geilstellen – entwickeln sich Pflanzenbestände, welche Arten enthalten, die eine hohe Nährstoffzahl (N-Zahl) haben. Da der Aufwuchs an Kotstellen von der gleichen Tierart über einen längeren Zeitraum gemieden wird, können sich hier die nährstoffliebenden Pflanzen voll entwickeln und ausbreiten, wenn sie nicht durch eine andere Tierart, die gleichzeitig zur Beweidung eingesetzt ist, abgeweidet werden. Aus der Sicht des Naturschutzes wird die Hütelhaltung mit Schafen als besonders geeignet für die Steuerung der Nährstoffbilanzen der Weideflächen angesehen. Da die Schafe ihre Exkremente vorwiegend in den Nachtpferchen abgeben, wird der Nährstoffeintrag auf den Weideflächen bei Tag so stark reduziert, dass durch das Abweiden der Pflanzen eine Ausmagerung des Bodens erfolgt (NITSCHKE & NITSCHKE 1994: 182).

4.2.3 Verhalten der Pflanzenbestände des Grünlandes nach Nutzungsaufgabe

Nicht mehr genutztes, d. h. aufgelassenes Grasland wird als Grünlandbrache bezeichnet. Ihr Artenspektrum ändert sich im Lauf der Zeit. Ausgehend vom vorausgegangenen Nutzungsregime und Arteninventar bilden sich standortangepasste Bestände, in denen bestimmte Arten zu einer zeitlich relativ stabilen Dominanz gelangen können. Hochwüchsige verdrängen die auf Mahd oder Beweidung angewiesenen Niedrigwüchsigen. Es setzt nicht in jedem Fall eine sofortige Wiederbewaldung der aufgelassenen Flächen ein.

Haupthindernis hierfür sind meist dichte Massen aus abgestorbenen Halmen und Blättern oder das Vordringen von Kräutern, die gegen mechanische Beschädigung empfindlich sind und bei Beweidung oder Mahd zurückgedrängt wurden (M- und W-Zahl sind bei diesen Arten meist niedrig). Sie verhindern ein Keimen von Gehölzen, die hierzu offenen Boden benötigen. Die zur Dominanzbildung neigenden Gräser und Kräuter sind meist Wurzelkriecher oder Horstpflanzen (Beispiele hierzu in Tab. 6). Sie gelten als typische Brachezeiger des Grünlandes.

4.2.4 Pflanzensoziologischer Bezug

Die Liste der Tritt- und Weideverträglichkeitszahlen enthält Arten von Grünlandformationen im weiteren Sinne. Hierzu zählen in Anlehnung an die Nomenklatur und Nummerierung nach ELLENBERG et al. (1992) folgende Klassen:

- 1.5 Röhrichte und Seggenriede (*Phragmitetea*)
- 1.7 Kleinseggenriede (*Scheuchzerio-Caricetea fuscae*)
- 2.6 Salzmarsch-Rasen (*Asteretea tripolii*)
- 3.8 Flutrasen und Feuchtweiden (*Agrostietea stoloniferae*)
- 4.6 Alpine Sauerbodenrasen (*Juncetea trifidi*)
- 4.7 Alpine Kalkrasen (*Seslerietea albicantis*)
- 5.1 Borstgrasrasen und Zwergstrauchheiden (*Nardo-Callunetea*)
- 5.2 Lockere Sand- und Felsrasen (*Sedo-Scleranthetea*)
- 5.3 Kalk-Magerrasen (*Festuco-Brometea*)
- 5.4 Mähwiesen- u. Weidegesellschaften (*Molinio-Arrhenatheretea*).

Grünlandgesellschaften, in denen Beweidung und Tritt eine Rolle spielen, sind im Wesentlichen folgenden pflanzensoziologischen Einheiten zuzuordnen:

- Weidegesellschaften innerhalb der Klasse *Molinio-Arrhenatheretea*: Weidelgras-Kammgrasweiden (*Cynosurion cristati*) und Alpine Milkrautweiden (*Poion alpinae*)

Tab. 6: Beispiele für Arten, die bei Nutzungsaufgabe (junges Brachestadium) zur Dominanz neigen.

Wissenschaftliches Artnamen	Deutscher Artnamen	Bevorzugtes Vorkommen
<i>Arrhenatherum elatius</i>	Glatthafer	Nährstoffreiche Böden, wüchsige Heuwiesen
<i>Avenella flexuosa</i>	Draht-Schmiele	saure Magerstandorte, Heiden
<i>Brachypodium pinnatum</i>	Fieder-Zwenke	Kalk-Magerrasen
<i>Bromus erectus</i>	Aufrechte Trespe	Kalk-Magerrasen, magere Weiden
<i>Calamagrostis epigeios</i>	Land-Reitgras	sandig-kiesige Lehm Böden, oberflächlich trocken, in der Tiefe feucht
<i>Deschampsia caespitosa</i>	Rasen-Schmiele	feuchte bis nasse Wiesen und Feuchtweiden
<i>Carex acutiformis</i>	Sumpf-Segge	Naßstandorte, Nieder- und Anmoore
<i>Filipendula ulmaria</i>	Echtes Mädesüß	Feuchtstandorte, Nieder- und Anmoore
<i>Holcus lanatus</i>	Wolliges Honiggras	feuchte Wiesen und Weiden
<i>Molinia caerulea</i>	Pfeifengras	Streuwiesen, Heiden, Übergangs- moore, entwässerte Hochmoore
<i>Poa chaixii</i>	Berg-Rispengras	Bergwiesen und -weiden
<i>Polygonum bistorta</i>	Schlangenknoterich	feuchte bis nasse, humose Standorte
<i>Pteridium aquilinum</i>	Adlerfarn	saure, modrig-humose Böden, Weiden auf Silikatböden
<i>Urtica dioica</i>	Große Brennnessel	nährstoffreiche, humose Böden, breite standortökologische Amplitude

- Klasse der Borstgrasrasen- und Zwergstrauchheiden (*Nardo-Callunetea*): alle Gesellschaften
- Klasse der Kalk-Magerrasen (*Festuco-Brometea*); die Verbände: Kalk-Halbtrockenrasen (*Mesobromion*), Kontinentale Trockenrasen (*Festucion valesiacae*) und kontinentale Halbtrockenrasen (*Cirsio-Brachypodion*)
- Klasse der Flutrasen und Feuchtweiden (*Agrostietea stoloniferae*): Quecken-Krausampferassen (*Elymo-[Agropyro]-Rumicion*)

5 Das Rechnen mit Wertzahlen

Mathematisch gesehen gehören die ökologischen Wertzahlen – ähnlich wie die Schulnoten – zu den „ordinalen“, nicht zu den „kardinalen“ Zahlen, und die Statistik verbietet streng

genommen deren Mittelwertbildung. Doch wie jeder weiß, werden selbst die Noten im Fach Mathematik gemittelt, obwohl es sich hierbei um keine kardinale Zahlenreihe handelt. Andererseits kann man Wertzahlen auch nicht einfach als *ordinale* Zahlen ansehen, da sie nicht nur „eine Folge von Ziffern“ darstellen. Es handelt sich vielmehr um eine *relative Abstufung* nach dem Schwergewicht des Auftretens im Gelände (BRIEMLE 1997). Obwohl also Wertzahlen keine „Grundzahlen“ mit „kardinalen“ Charakter sind, die durch Summierung entstehen, wird das Rechnen mit ihnen in der Praxis durchgeführt. In der Landschaftsökologie werden durchschnittliche Wertzahlen gern verwendet und Korrelationen zwischen gemessenen Werten und ökologischen Wertzahlen gerechnet. Dies ist in der Vergangenheit jedoch meist unter Missachtung phylogenetischer Zusammenhänge geschehen (vgl. PRINZING 2002; in diesem Band). Die Mittelwertbildung wird inzwischen sogar von vielen ehemaligen Kritikern toleriert und für die Praxis empfohlen (DURWEN 1982, 1983, KOWARIK & SEIDLING 1989). Es gehen aber viele Autoren davon aus, dass die Wertzahlen als „quasi kardinal“ betrachtet werden können (ELLENBERG et al. 1992). Die Frage, ob parametrische Statistiken zur Auswertung ordinaler Werte genutzt werden, ist daher weit weniger relevant, als die Auswirkungen, die eine Vernachlässigung phylogenetischer Zusammenhänge auf das Ergebnis von Korrelationen oder anderen vergleichenden Analysen haben können (PRINZING 2002).

Bei den Zeigerwerten wird es meist genügen, sie *nicht* mit den Massenprozenten oder Deckungsgraden zu gewichten. Dies gilt besonders für einmalige oder gelegentlich durchgeführte Vegetationsaufnahmen. Handelt es sich aber, wie es beispielsweise im Feldversuchswesen der Fall ist, um langjährige vegetationskundliche Beobachtungsreihen auf jeweils ein und derselben Fläche, so sind gewichtete Wertzahlen (vor allem die N-Zahl) erfahrungsgemäß aussagekräftiger, da sich Tendenzen in der Entwicklung der Pflanzenbestände besser erkennen lassen (BRIEMLE 1988). In Jahresreihen ergeben sie deutlichere Unterschiede und machen die Untersuchungsergebnisse besser interpretierbar. Bei den *Nutzungswertzahlen* allerdings ist eine diesbezügliche Gewichtung immer erforderlich. Dies gilt in erster Linie für die Futterwertzahl (vergl. KLAPP et al. 1953) aber auch für die Mahdverträglichkeitszahl (M). Was letztere betrifft kommt es bei Fragestellungen zur Mindestpflege von Grünlandtypen nämlich entscheidend auf den Grad der Entmischung der Pflanzenbestände durch Faziesbildung an. Hierbei ist eine Wichtung mit Deckungs- oder Masseprozenten besser, als der auf die bloße Präsenz zurückgehende Mittelwert. Schließlich sei noch empfohlen, das bei Vegetationsaufnahmen übliche Zeichen „+“ für Deckungsgrade/Massenprozente unter 1 % mit 0,2 %, das „r“ für Spezies, die nur als Einzelpflanze oder in Spuren vorkommen, mit 0,05 % zu verrechnen. Im Übrigen liegt bei allen ökologischen Wertzahlen die untere Interpretationsschwelle bei einer Differenz von 0,2 Punkten (BRIEMLE 1988, 1992).

Seit die elektronische Datenverarbeitung auch in der Geobotanik eingesetzt wird, muss sich keiner mehr der sehr mühseligen und zeitaufwendigen Tabellenarbeit unterziehen, um von einer Roh-tabelle bis zur fertigen Gesellschaftstabelle zu gelangen. Dies kann man am Rechner mit einem entsprechenden Vegetationsprogramm viel rationeller erledigen.

5.1 Möglichkeiten und Grenzen der Anwendung

Die Möglichkeiten und Grenzen der Verwendung von ökologischen Wertzahlen sei am Beispiel einer aufgelassenen Nasswiese demonstriert, die nach 15 Jahren Brachedauer im Jahre 1980 wieder in „Kultur“ genommen wurde (vergl. BRIEMLE, 1997). Die etwas hängige Fläche liegt auf tonigen Mergeln der oberen Süßwassermolasse des südwestdeutschen Alpenvorlandes. Das Ziel der wiederaufgenommenen Mindestpflege war unter anderem, die einstige Artenvielfalt wiederherzustellen. Der bereits völlig verschilfte Kalk-Quellsumpf (eine *Equi-*

setum maximum-Phragmites australis-Gesellschaft) wurde durch jährlich 1-maligen Schnitt (Mähen mit Abräumen des Mähgutes jeweils Mitte September) in noch artenreichere Pflanzbestände der Ordnung *Molinietalia* (*Equisetum telmateja-Carex davalliana-Ges.*) zurückverwandelt. Die Artenzahl stieg von 40 auf 72 pro 25 qm in einem Zeitraum von 16 Jahren.

Laut Abb. 4 ist die **Feuchtezahl** von 6,6 auf 6,3 gesunken (gewichtet von 8,0 auf 7,2), obwohl die Fläche nicht entwässert wurde und 16 Jahre später mit Sicherheit dieselben Bodenwasserverhältnisse vorherrschen, wie damals. Die mittlere Feuchtezahl suggeriert in diesem Fall also nur eine *scheinbare* Austrocknung des Standorts.

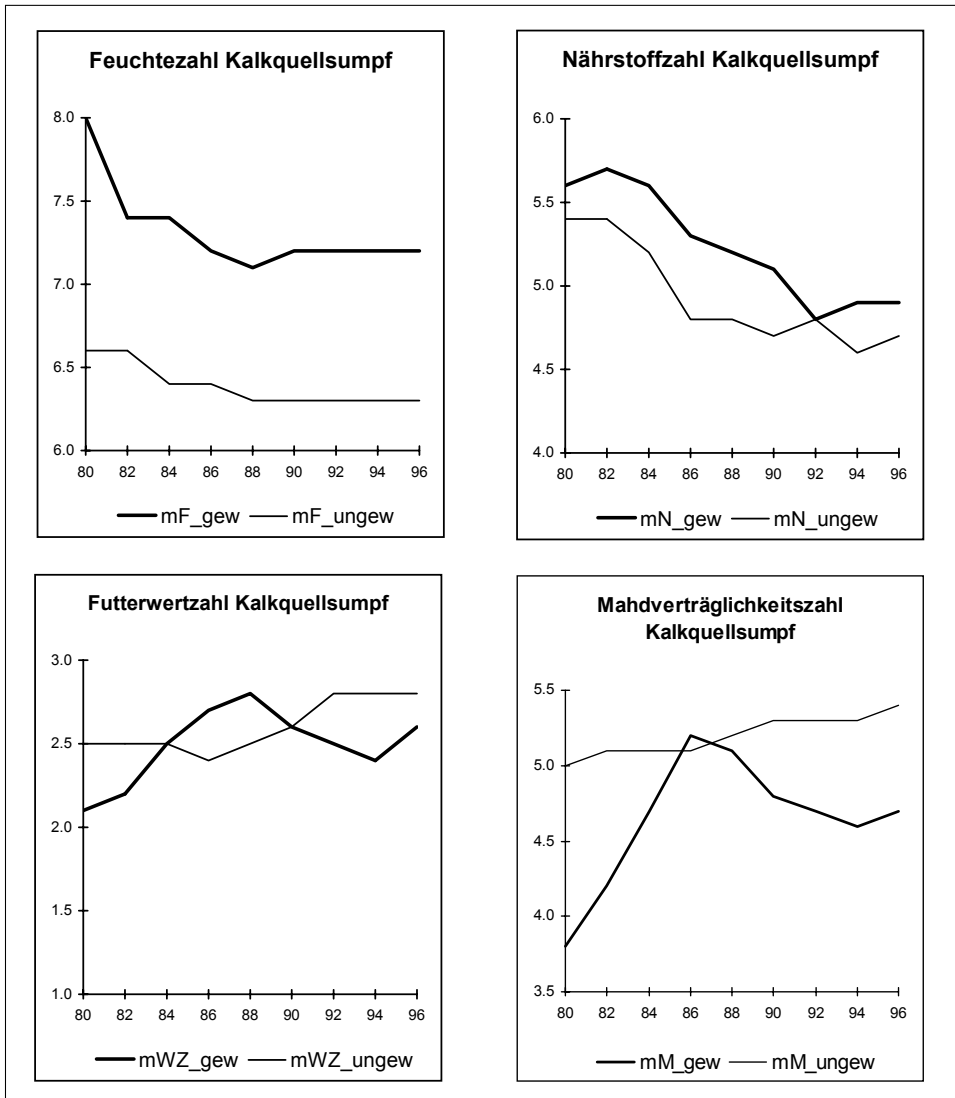


Abb. 4: Die Entwicklung der Feuchte-, Nährstoff-, Futterwert-, und Mahdverträglichkeitszahl bei einem rekultivierten Kalkquellsumpf.

Dies liegt daran, dass schnittverträglichere Pflanzenarten mit der Zeit die Brachezeiger abgelöst haben. Da Erstere jedoch gleichzeitig eine niedrigere Feuchtezahl besitzen (vergl. nachfolgendes Beispiel eines Wertzahlen-Vergleichs), muss zwangsläufig auch die Bestandes-Feuchtezahl (mF) absinken. Die Zeigerwerte von Grünlandpflanzen gelten also nicht absolut, sondern sind an eine bestimmte Nutzung gebunden.

Das von BRIEMLE (1997) beobachtete kontinuierliche Absinken der F-Zahlen kann also nur von der Umschichtung im Pflanzenbestand – verursacht durch die Pflegeschnitte – herühren. Bekanntlich haben alle hochwüchsigen und schnittempfindliche Arten (Schilf, Mädelsüß, Gilbweiderich und Sumpfesegge) gleichzeitig sehr hohe F-Zahlen. Gerade diese Nässezeiger wurden aber durch die Pflegegänge besonders stark zurückgedrängt und durch schnittverträglichere Arten wie z. B. Gemeine Risppe, Giersch, Gundelrebe, und Quecke (alles Arten mit scheinbar geringerer Nässeverträglichkeit) ersetzt. Somit wird – vor allem durch den relativ frühen ersten Schnitt Ende Juni – ein Austrocknen der Flächen vorgetäuscht; im Übrigen eine Tatsache, durch die die Kriterien Schnittverträglichkeit und Schnittzeitpunkt größte Bedeutung bei der Biotoppflege bekommen!

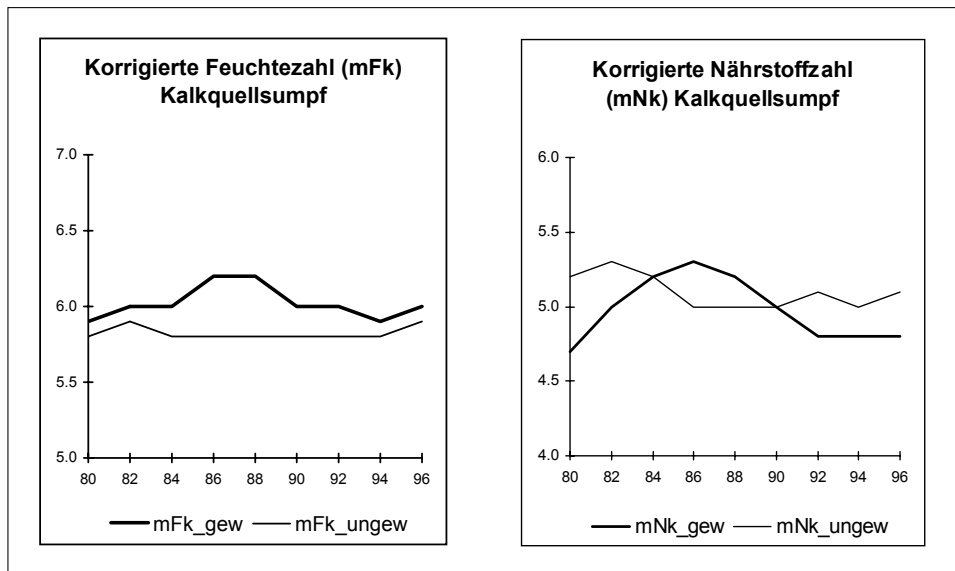


Abb. 5: Die Entwicklung der mittels M-Zahl „korrigierten“ Feuchte- und Nährstoffzahl bei einem rekultivierten Kalkquellsumpf.

Fazit: Der Pflegeschnitt greift derartig stark in die standortgegebenen, natürlichen Konkurrenzbedingungen eines über längere Zeit sich selbst überlassenen Pflanzenbestandes ein, dass der Zeigerwert für die Bodenfeuchte bis zur Bedeutungslosigkeit zurückgehen kann!

	F-Zahl	M-Zahl	L-Zahl
Phragmites australis	10	3	7
Colchicum autumnale	6~	5	6

An dieser Stelle wird verständlich, dass eine kritiklose Übernahme von Bestands-Wertzahlen zu fatalen Missverständnissen führen muss, wenn die Interpretation nicht sachverständig vorgenommen wird. Hier greift die Bemerkung von SCHMIDT (1985), der damals schon feststellte: „Eine uneingeschränkte Anwendung von Zeigerwerten scheint nur dann möglich, wenn die übrigen Standortfaktoren im üblichen Rahmen der betreffenden Pflanzengesellschaft bleiben. Für wenig oder sehr oft gemähte Flächen, aber auch für Pflanzenbestände, die sich in einer raschen Sukzession befinden, steht eine differenzierte Bewertung der Arten in Hinblick auf ihren ökologischen Indikatorwert noch aus“. Wir möchten diese Aussage noch etwas mehr präzisieren:

Bestandes-Zeigerwerte (z. B. die Feuchtezahl mF), die von zeitlich auseinander liegenden Vegetationsaufnahmen stammen, können nur dann Veränderungen des Standorts anzeigen, wenn nach wie vor dieselbe Nutzungs- oder Pflegeintensität vorliegt. Diese Feststellung ist umso zwingender, je geringer die Nutzungsintensität damals war oder heute ist.

Außerdem wird in Abb. 4 durch eine scheinbar absinkende Nährstoffzahl von mN 5,4 auf 4,7 (gewichtet sogar von 5,6 auf 4,9) eine starke Ausmagerung suggeriert. Eine Korrektur über die M-Zahl zeigt aber, dass nach einer anfänglichen leichten „Eutrophierung“ die allgemeine Nährstoffverfügbarkeit nur sehr geringfügig bis gar nicht abgesunken ist (von 5,2 auf 5,1 bzw. gewichtet von 4,7 sogar auf 4,8). Diese trophische Konstanz (s. Abb. 5) war im Übrigen auch zu erwarten, da dem Standort durch die Herbstmahd im langjährigen Mittel jährlich nur 51 kg N, 5 kg P und 53 kg K pro ha entzogen wurde. Somit bekommt die Mahdverträglichkeitszahl als Korrekturfaktor für Zeigerwerte eine zusätzliche Funktion in der standortsbezogenen Geobotanik.

6 Anwendung der Nutzungswertzahlen

Die Nutzungswertzahlen sollten bei der Begutachtung von Pflanzenbeständen und Nutzungsmöglichkeiten nicht isoliert gesehen werden. Vielmehr kann gerade eine Kombination der Wertzahlen zu mehr Erkenntnissen über die Möglichkeit der Steuerung von Pflanzenbeständen führen.

Bei der Betrachtung von extensiv genutzten Weiden fällt auf, dass viele Arten mit einer geringen Trittschadensverträglichkeit (TV 1 bis TV 3) in größeren Beständen vorkommen (z. B. Disteln, Brennesseln, Binsen, Goldrute u. ä.), obgleich sie doch beweidet werden. Bei gleichzeitiger Berücksichtigung der Futterwertzahl kann dieser scheinbare Widerspruch geklärt werden: die trittempfindlichen Pflanzen werden vielfach nicht niedergedrückt, da sie beim Weiden gemieden werden (Futterwertzahl 1 bis 3), besonders wenn es sich um bewehrte Arten handelt. Eine hohe Weideverträglichkeitszahl (W7–W9) berücksichtigt diesen Zusammenhang. Wenn ein Zurückdrängen dieser Arten aus Gründen der Weidepflege oder des Naturschutzes erfolgen soll, können die Arten, die gleichzeitig eine geringe Mahdverträglichkeitszahl (M1–M3) haben, durch eine ein- oder zweimalige Mahd in einem frühen Entwicklungsstadium geschwächt und verdrängt werden, bei einer hohen Mahdverträglichkeitszahl (M7–M9) durch mehrmaligen Schnitt in mehreren aufeinander folgenden Jahren (punktuelle Pflegemahd auf Weiden).

6.1 Verknüpfung der standortbezogenen Zeigerwerte mit den Nutzungswertzahlen

Die mittleren ökologischen Zeigerwerte auf ein und demselben Standort können bei zeitlich auseinanderliegenden Vegetationsaufnahmen unterschiedliche Werte aufweisen, ohne dass Änderungen an den Standortbedingungen vorgenommen wurden. Unterschiedliche

Nutzungsarten oder -intensitäten können hierfür die Ursache sein. So wurde nachgewiesen, dass bei einer aufgelassenen Nasswiese (Brache), die wieder in „Kultur“ genommen wurde, um die ehemalige Artenvielfalt wieder herzustellen, im Lauf von 16 Jahren aus einem stark verschilften Kalkquellsumpf (mit 41 Arten pro 25 m²) eine Pfeifengrassgesellschaft (mit 72 Arten pro 25 m²) durch jährlich 1-maligen Schnitt entwickelt werden konnte. Die mittlere Feuchtezahl des Bestandes sank in diesem Zeitraum erheblich ab, obgleich keine Änderungen der Bodenwasserhältnisse vorgenommen wurden. Die scheinbare Austrocknung des Bestandes ist damit zu begründen, dass die Brachezeiger des Ausgangsbestandes durch schnittverträgliche Pflanzenarten abgelöst wurden. Letztere haben im Bestandsmittelwert geringere Feuchtezahlen. Die Änderung der Bestandsfeuchtezahlen bei Umwandlung von Brache zu genutztem Grünland (oder umgekehrt) hängt auch mit der Bewurzelungstiefe der einzelnen Arten oder des Bestandes zusammen. Die offensichtliche Abhängigkeit der Zeigerwerte von der Nutzungsverträglichkeit legt deren rechnerische Verknüpfung über die Mittelwertbildung nahe. Daraus entsteht eine neue Zahl, die als „korrigierter mittlerer Zeigerwert“ oder „nutzungsabhängiger mittlerer Zeigerwert“ bezeichnet werden kann. Bei der Feuchtezahl also: $(mF + mM) : 2 = mF_{KM}$ (BRIEMLE 1997). Mit letztgenannter Bezeichnung wird sichtbar gemacht, *womit* eine Korrektur erfolgte. Analog ist es auch denkbar, einen korrigierten Wert bei Beweidung anzuwenden. Dann könnte der mittlere nutzungsabhängige Feuchtwert bei Mahd mF_{KM} oder bei Weidenutzung mF_{KW} heißen.

Auch hier ließe sich diskutieren, ob ordinale Werte unterschiedlicher Herkunft miteinander multipliziert werden dürfen. Die Praxis hat jedoch gezeigt, dass dieses Vorgehen gut interpretierbare Ergebnisse liefert. Inwieweit dies bei Berücksichtigung phylogenetischer Verhältnisse noch zutrifft, müssen weitere Untersuchungen zeigen.

7 Zusammenfassung

Neben den bereits veröffentlichten und in der geobotanischen Praxis bewährten Zahlen für den Futterwert und die Mahdverträglichkeit werden hier mit der Tritt- und Weideverträglichkeit weitere Nutzungswertzahlen vorgestellt, und zwar vorerst für 680 Arten. Somit sind nunmehr alle Wertzahlen dieser Kategorie in einheitlichen 9-stufigen Skalen zusammengefasst. Damit sind Vergleiche und Verknüpfungen mit den (standortbezogenen) Zeigerwerten nach ELLENBERG et al. (1992) möglich. Die Arbeit mit ökologischen Wertzahlen für die Nutzbarkeit als Viehfutter sowie ihre Verträglichkeit hinsichtlich Mahd, Tritt und Beweidung liefert bei der Beurteilung von Pflanzenbeständen nützliche Hinweise auf die Intensität einer künftig angepassten Nutzung und Pflege. Die Verknüpfung von Zeigerwerten mit Nutzungswerten ermöglicht es ferner, das Erscheinungsbild der Grünlandvegetation besser zu interpretieren, als es mit den Zeigerwerten allein möglich ist.

Literatur:

- BECKER, C. & SCHMIDT, M. (1999): Beweidung von Extensivgrünland mit Islandpferden. – Natur- und Kulturlandschaft **3**: S. 354-361
- BRIEMLE, G. & ELLENBERG, H. 1994: Zur Mahdverträglichkeit von Grünlandpflanzen. Möglichkeiten der praktischen Anwendung von Zeigerwerten. – Natur und Landschaft **69**: S. 139-147
- BRIEMLE, G. (1988): Erfolge und Misserfolge bei der Pflege eines Feuchtbiotops. Anwendbarkeit ökologischer Wertzahlen. – Telma **18**: S. 311-322
- BRIEMLE, G. (1992): Methodik der quantitativen Vegetationsaufnahme im Grünland. – Naturschutz und Landschaftsplanung **24**: S. 31-34
- BRIEMLE, G. (1996): Farbatlas Kräuter und Gräser in Feld und Wald. – Stuttgart (Ulmer) 288 S.

- BRIEMLE, G. (1997): Möglichkeiten und Grenzen der Anwendbarkeit von Wertzahlen im Grünland. – Das wirtschaftseigene Futter **43** (2): S. 141-164
- BRIEMLE, G. (1997): Zur Anwendbarkeit ökologischer Wertzahlen im Grünland. – Angewandte Botanik **71**: S. 219-228
- BRIEMLE, G. (1999): Aulendorfer Extensivierungsversuch: Ergebnisse aus 10 Jahren Grünland-Ausmauerung. – Naturschutz und Landschaftspflege Baden-Württemberg **73**: S. 63-94
- DIERSCHKE, H. (1994): Pflanzensoziologie. Grundlagen und Methoden. – Stuttgart (Ulmer) 683 S.
- DURWEN, K.-J. (1982): Zur Nutzung von Zeigerwerten und artspezifischen Merkmalen der Gefäßpflanzen Mitteleuropas für Zwecke der Landschaftsökologie und -planung mit Hilfe der EDV. Voraussetzungen, Instrumentarien, Methoden und Möglichkeiten. – Arbeitsberichte Lehrstuhl für Landschaftsökologie Münster **5**: 138 S. mit Anhang
- ELLENBERG, H. (1952): Wiesen und Weiden und ihre standörtliche Bewertung. – Landwirtschaftliche Pflanzensoziologie **2**: 143 S.
- ELLENBERG, H., WEBER, H.E., DÜLL, R., WIRTH, V., WERNER, W. & PAULISSEN, D. [Hrsg.] (1992): Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. (2. Aufl.) – Scripta Geobotanica **18**: 258 S.
- FLÖRCKE, E. (1967): Vegetation und Wild bei der Sababurg in Vergangenheit und Gegenwart. – Geobotanische Mitteilungen **48**: 120 S.
- HOFMANN, R. et al. (1998): Wiedererstehen des postglazialen Großsäuger – Spektrums als landschaftsgestaltendes Multi-Spezies-System: ein Pilotversuch zur „Redynamisierung“ halb offener Landschaften. – Schriftenreihe Landschaftspflege und Naturschutz **56**: S. 301-315
- KLAPP, E., BOEKER, P. KÖNIG F. & STÄHLIN, A. (1953): Wertzahlen der Grünlandpflanzen. – Das Grünland. – Hannover (Schaper).
- KNAUER, N. (1981): Vegetationskunde und Landschaftsökologie. – Heidelberg (Quelle & Meyer) 315 S.
- KORN, S. v. (1996): Pflegeleistung und Produktivität von Schafen in der Kulturlandschaftspflege. – Schriftenreihe Angewandter Naturschutz **13**: S. 80-89
- KOWARIK, I. & SEIDLING, W. (1989): Zeigerwertberechnungen nach Ellenberg. Zu Problemen und Einschränkungen einer sinnvollen Methode. – Landschaft und Stadt **21**: S. 132-143
- KRUMBIEGEL, A. (2002): Morphologie der vegetativen Organe (außer Blätter). In: KLOTZ S, KÜHN I & DURKA W (Hrsg.): BIOLFLORE – Eine Datenbank zu biologisch-ökologischen Merkmalen der Gefäßpflanzen in Deutschland. Schriftenreihe für Vegetationskunde. Bonn (Bundesamt für Naturschutz); in diesem Band
- MEISEL, K. (1977): Die Grünlandvegetation der nordwestdeutschen Flusstäler und die Eignung der von ihr besiedelten Standorte für einige wesentliche Nutzungsansprüche. – Schriftenreihe für Vegetationskunde **11**: 121 S.
- NITSCHKE, L. (1993): Vegetations-Bestandserfassungen nach dem hessischen Biotoppflugesystem für Magerrasen, Heiden, Grünland und Sukzessionsflächen. – Naturschutz und Landschaftsplanung **25**: S. 17-23.
- NITSCHKE, S. & NITSCHKE, L. (1994): Extensive Grünlandnutzung. – Radebeul (Neumann) 247 S.
- OBBERG, F. J. (1984): Trittbelastung auf Halbtrockenrasen im Ballungsraum Stuttgart und Möglichkeiten der Renaturierung. – Dissertationes Botanicae **76**: 169 S.
- PETRAK, M. (1987): Futterwertzahl und Beäusungsintensität ausgewählter Nahrungspflanzen des Damhirsches (*Cervus dama* L.). – Zeitschrift für Jagdwissenschaften **33**: S. 98-105
- PRINZING, A. (2002): Phylogenie: Informations- und Fehlerquelle bei der Auswertung von biologischen Datenbanken. – In: KLOTZ S, KÜHN I & DURKA W (Hrsg.): BIOLFLORE – Eine Datenbank zu biologisch-ökologischen Merkmalen der Gefäßpflanzen in Deutschland. Schriftenreihe für Vegetationskunde. Bonn (Bundesamt für Naturschutz); in diesem Band
- RAHMANN, G. (1998): Praktische Anleitung für eine Biotoppflege mit Nutztieren. – Schriftenreihe Angewandter Naturschutz **14**: 112 S.
- RAHMANN, G. (1999): Biotoppflege mit Pferden – Möglichkeiten und Grenzen der Pflege von Streuwiesen (mit Dominanz Pfeifengras und Adlerfarn) durch Islandpferde. – Natur- und Kulturlandschaft **3**: S. 362-376
- RAUNKIAER, C. 1937: Plant life forms.- Oxford (Clarendon)
- RIEHL, G. (1996): Versuche zur Kalkmagerrasenpflege mit Ziegen und Heidschnucken. – Schriftenreihe Angewandter Naturschutz **13**: S. 36-47
- SCHERFOSE V. (1993): Zum Einfluss der Beweidung auf das Gefäßpflanzen-Artengefüge von Salz- und Brackmarschen. – Zeitschrift Ökologie und Naturschutz **2**: S. 201-211

- SCHIEFER, J. (1981): Bracheversuche in Baden-Württemberg. Vegetations- und Standortentwicklung auf 16 verschiedenen Versuchsflächen mit unterschiedlichen Behandlungen. – Veröffentlichungen Naturschutz und Landschaftspflege Baden-Württ., Beihefte **22**: 328 S.
- SCHMIDT, W. (1985): Mahd ohne Düngung – Vegetationskundliche und ökologische Ergebnisse aus Dauerflächenuntersuchungen zur Pflege von Brachflächen. – Münst. Geogr. Arbeiten, Sukz. auf Grünlandbrachen, **5**: S. 81-99, Schöningh-Verlag, Paderborn.
- THOR, G. (1995): Bei Rothirsch (*Cervus elaphus* L.) und Reh (*Capreolus capreolus* L.) als Äsung beliebte Pflanzenarten. – Unveröffentlichtes Manuskript
- VOIGTLÄNDER, G. & VOSS, N. (1979): Methoden der Grünlanduntersuchung und -bewertung. – Stuttgart (Ulmer) 207 S.

Herrn Prof. Dr. Hartmut DIERSCHKE, Universität Göttingen sei für die Manuskript-Durchsicht und die vielen Anregungen und Ergänzungen zum Tabellenwerk herzlich gedankt!

Anschriften der Verfasser:

Dipl.-Ing. Dr. Gottfried Briemle
Referat Grünlandbotanik und -ökologie
Staatliche Lehr- und Versuchsanstalt für Viehhaltung und Grünlandwirtschaft
Atzenberger Weg 99
88326 Aulendorf

Sieglinde und Lothar Nitsche
Danziger Str. 11
34289 Zierenberg