

Floristische Diversität im Spannungsfeld zwischen Landwirtschaft und Naturschutz

A. BOHNER

1. Einleitung

Natur- und Umweltschutz haben in den letzten Jahren eine große gesellschaftliche Bedeutung erlangt. Vor allem der Schutz der Lebensgrundlagen Boden, Wasser und Luft sowie die Erhaltung der Biodiversität stehen im Mittelpunkt des öffentlichen Interesses. Die floristische Diversität ist sehr wesentlich von der Art und Intensität der Störung am Standort abhängig. Die Störung umfaßt alle Faktoren, die zu einer teilweisen oder vollständigen Zerstörung der Biomasse führen (CRAWFORD, 1996); im Wirtschaftsgrünland zählen dazu Mahd, Beweidung und Tritteinfluss.

In Zeiten agrarischer Überproduktion und mit der allmählichen Rückbesinnung der Konsumenten auf qualitativ hochwertige Nahrungsmittel gewinnt eine umweltverträgliche, nachhaltige, kleinbäuerliche Grünlandwirtschaft zunehmend an Bedeutung. NIEMEYER et al., 2001 differenzieren zwischen einer ökonomischen und ökologischen Nachhaltigkeit. Ökonomisch nachhaltig ist die Bewirtschaftung dann, wenn sich der Futterertrag und die Futterqualität nicht negativ verändern. Ökologisch nachhaltig ist jene Bewirtschaftung, die zu keiner Verminderung der Artenvielfalt und der Anzahl an Rote Liste-Arten führt. Eine nachhaltige Grünlandwirtschaft ist somit die Grundvoraussetzung für die Erhaltung der hohen Biodiversität in unserer Kulturlandschaft.

Eine nachhaltige Grünlandwirtschaft trägt zur Erhaltung des Berggebietes als Lebensraum für Menschen, Tiere und Pflanzen bei, indem sie durch eine standortgerechte Bewirtschaftungsweise und Nutzungsintensität das naturräumliche Ertragspotential optimal ausnutzt. Dies gewährleistet im Berggebiet eine hohe Arten- und Biotopvielfalt und sichert das landwirtschaftliche Einkommen.

Die ökologische Nachhaltigkeit der Bewirtschaftung wird meistens anhand der

Artenvielfalt und der Anzahl an Rote Liste-Arten gemessen; allerdings reichen diese Kriterien nicht zur Beurteilung der ökologischen Nachhaltigkeit aus.

Mit der vorliegenden Arbeit sollen daher

- die Zusammenhänge zwischen Bodenzustand - Pflanzengesellschaft - Futterertrag und Futterqualität - floristische Artenvielfalt dokumentiert und
- Indikationskennwerte für eine umweltverträgliche, nachhaltige Grünlandwirtschaft aufgelistet werden.

2. Methoden

Die Vegetationsaufnahmen erfolgten nach der Methode von BRAUN-BLANQUET (BRAUN-BLANQUET, 1964). Die Größe der homogenen Aufnahme-fläche betrug je nach Pflanzengesellschaft 50 bis 100 m² und überschritt immer das Minimumareal. Es wurden nur Farn- und Blütenpflanzen erfasst. Die Benennung der Pflanzengesellschaften richtet sich nach MUCINA et al., 1993; BOHNER & SOBOTIK, 2000b; BOHNER et al., 2001 und BOHNER et al., 2003. Die Zuordnung der Gefäßpflanzen zu Lebensformen erfolgte nach ADLER et al., 1994.

Die Bodenansprache erfolgte aus dem Bohrstock. Die Bodenproben wurden im Herbst aus der Tiefenstufe 0-10 cm gezogen. Die Analysemethoden richten sich nach der jeweiligen ÖNORM (pH-Wert in einer 0.01 M CaCl₂-Lösung; elektrische Leitfähigkeit konduktometrisch; Carbonatgehalt nach SCHEIBLER; organische Substanz durch trockene Verbrennung; N_{tot} am CNS-Automaten; P im Wasserextrakt 1:20; P und K mit der CAL-Methode; Mg nach SCHACHTSCHABEL; effektive Kationenaustauschkapazität und austauschbare mineralische Kationenbasen mit einer 0.1 M BaCl₂-Lösung).

Ertrag und Futterqualität wurden nach den üblichen Methoden ermittelt (Rohfaser, Rohprotein, Rohfett und Rohasche mit NIRS; Mineralstoffe im Salpetersäure-Perchlorsäure-Auflösung und ICP-Messung; Verdaulichkeit der organischen Masse in vitro nach TILLEY & TERRY).

Durch die Angabe des Variabilitätskoeffizienten (* = >30%; ohne * = <30%) soll die zum Teil beträchtliche natürliche Variabilität einzelner Kenngrößen hervorgehoben werden.

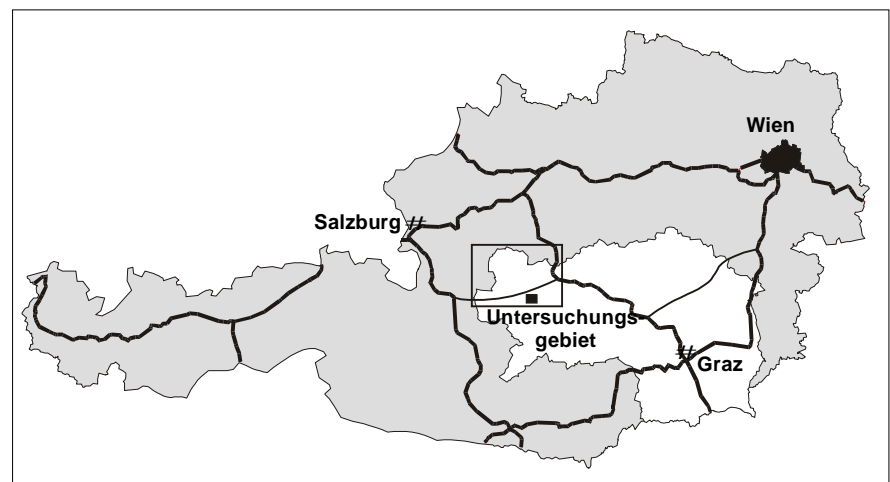


Abbildung 1: Das Untersuchungsgebiet

Autor: Dr. Andreas BOHNER, BAL Gumpenstein, Referat Botanik und Pflanzensoziologie, A-8952 IRDNING

Tabelle 1: Monats- und Jahresmittel der Lufttemperatur (in °C) in den Jahren 1981-1990; Quelle: HYDROGRAPHISCHER DIENST, 1994

Meßstation	See- höhe in m	Monate												Jahres- mittel	Mittel IV-IX
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII		
		Aigen i. Ennstal	640	-4,5	-2,8	2,5	6,9	11,7	14,4	17,0	15,9	12,6	7,7		
Liezen	670	-3,3	-1,7	3,1	7,4	12,3	14,5	17,2	16,4	13,3	8,8	2,2	-1,4	7,4	13,5
Bad Aussee	670	-3,4	-2,1	2,5	7,0	12,2	14,5	17,1	16,3	12,8	8,7	2,1	-1,2	7,2	13,3
Irdning	710	-3,5	-2,1	2,8	7,1	11,9	14,5	16,9	16,1	12,9	8,3	1,8	-1,7	7,1	13,2
Pürgg	790	-3,1	-1,8	2,9	7,1	12,0	14,4	17,3	16,3	13,0	8,5	2,0	-1,2	7,3	13,4
Bad Mitterndorf	804	-5,2	-3,9	1,0	5,5	10,8	13,3	16,1	15,1	11,7	7,1	0,5	-2,9	5,8	12,1
Donnersbachwald	985	-4,7	-3,9	0,3	4,4	9,1	11,6	14,3	13,5	10,4	6,2	0,0	-2,9	4,9	10,6
Oppenberg	1060	-2,8	-3,0	0,9	4,8	9,3	11,8	14,6	14,0	11,2	7,1	0,7	-1,8	5,6	11,0

Tabelle 2: Monats- und Jahressummen der Niederschläge (in mm) in den Jahren 1981-1990; Quelle: HYDROGRAPHISCHER DIENST, 1994

Meßstation	See- höhe in m	Monate												Jahres- mittel	Mittel IV-IX	Zahl d. Tage m. Schnee- bedeckung
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII			
		Aigen i. Ennstal	640	102	66	65	49	80	114	135	129	87	59			
Liezen	670	106	65	67	52	82	104	133	125	86	61	61	86	1028	582	100
Bad Aussee	670	134	86	81	65	110	167	190	186	127	77	84	113	1420	845	115
Irdning	710	89	58	56	49	87	113	145	140	98	65	57	73	1030	632	101
Pürgg	790	112	75	66	55	90	135	156	173	103	72	67	94	1198	712	79
Bad Mitterndorf	804	126	73	69	53	93	134	149	154	99	74	62	97	1183	682	127
Donnersbachwald	985	100	70	68	59	101	140	161	158	115	78	70	89	1209	734	125
Oppenberg	1060	135	84	85	72	106	139	160	135	107	75	75	108	1281	719	119

3. Untersuchungsgebiet: Lage, Geologie, Boden, Klima

Die Untersuchungen wurden im mittleren Steirischen Ennstal und im Steirischen Salzkammergut durchgeführt, weil hier klimatisch bedingt die Grünlandwirtschaft dominiert und dieser Landschaftsraum repräsentativ für das Grünland im Berggebiet Österreichs ist. Das Untersuchungsgebiet (*Abbildung 1*) hat Anteil an den Nördlichen Kalkalpen und an der Grauwackenzone. Die Nördlichen Kalkalpen sind aus mesozoischen Kalkgesteinen aufgebaut. Die Grauwackenzone besteht vorwiegend aus paläozoischen metamorphen Gesteinen; Phyllite herrschen im Untersuchungsgebiet vor (FLÜGEL & NEUBAUER, 1984).

Die Bodentypen sind im Untersuchungsgebiet sehr vielfältig und vor allem lithologisch sowie topographisch differenziert. Am Talboden der Enns (640 m Seehöhe) herrschen schluffreiche Augleye und vergleyte Graue Auböden vor. Im Bereich der Nördlichen Kalkalpen sind Braunlehme und Kalklehm-Rendsinen vorherrschend. In der Grauwack-

ckenzone dominieren Braunerden. Im Verlandungsbereich stehender Gewässer kommen Nieder- und Übergangsmoore vor. In Mulden, an Hangfüßen und Hangverebnungen sind Gleye und Anmoore weit verbreitet (BOHNER & SOBOTIK, 2000a).

Das Untersuchungsgebiet weist in den tieferen Lagen eine Juli-Temperatur von 16-17° C und eine Jahresmittel-Temperatur von 6-7° C auf (*Tabelle 1*). In rund 1000 m Seehöhe beträgt die Juli-Temperatur nur mehr 14-15° C und die Jahresmittel-Temperatur 5-6° C. Die Tallagen sind im Winter Kaltluftseen; die Jänner-Temperatur beträgt im langjährigen Mittel -3 bis -5° C. Die Lagen oberhalb von etwa 1000 m Seehöhe sind durch die winterliche Temperaturinversion wärmebegünstigt; die Jänner-Temperatur liegt im langjährigen Mittel unter -3° C. Der Jahresniederschlag beträgt 1000 bis 1400 mm (*Tabelle 2*). Für das Niederschlagsgeschehen haben im Untersuchungsgebiet die W-, NW- und N-Strömungen die größte Bedeutung (WAKONIGG, 1978). Die Nördlichen Kalkalpen sind die Hauptstaugebiete für diese Frontensysteme; im Steirischen Salzkammergut be-

trägt daher der Jahresniederschlag am Talboden gebietsweise über 2000 mm. In der Vegetationsperiode (April bis September) fallen ca. 60 % des Jahresniederschlags. Im langjährigen Mittel (1981-1990) werden etwa 80 bis 130 Tage mit Schneebedeckung pro Jahr gezählt; vor allem das Steirische Salzkammergut ist relativ schneereich. Das Untersuchungsgebiet kann klimatisch als relativ winter- und sommerkühl sowie mäßig niederschlags- und schneereich eingestuft werden. Für die Vegetation ist daher weniger der Niederschlag und die Niederschlagsverteilung, sondern vielmehr die Temperatur (Wärme) der begrenzende klimatische Faktor. Im Untersuchungsgebiet kommen auch mehrere Kühlezeiger (insbesondere *Persicaria bistorta* und *Juncus filiformis*) am Talboden vor. Nur an südexponierten, besonders wärmebegünstigten Standorten können sich trockenheitsertragende und wärmebedürftige Pflanzen halten. "Echte" Trockenheits- und Wärmezeiger fehlen im Untersuchungsgebiet weitgehend. Die wärmere Laubwaldstufe (Eichen-Hainbuchenwald) ist nicht vorhanden. Die Buche (*Fagus sylvatica*) hat ihren

Verbreitungsschwerpunkt auf südexponierten Berghängen; sie zeigt noch einen subozeanischen Klimaeinfluss an.

4. Ertragspotential und Standortbonität

Unter dem Ertragspotential eines Standortes versteht man sein nachhaltiges, durchschnittliches Ertragsvermögen bei optimaler Bewirtschaftungsweise (HARRACH, 1978). Das Ertragspotential ist primär vom Wärme-, Wasser- und Stoffhaushalt eines Standortes abhängig. Die lithologischen, geomorphologischen, klimatischen und pedologischen Rahmenbedingungen bestimmen die Bonität eines Standortes und somit auch die Art und Intensität der Bewirtschaftung und folglich die Artenzusammensetzung und Artenvielfalt des Pflanzenbestandes. Das Ertragspotential kennzeichnet den ökologischen und landwirtschaftlichen Wert des Grünlandes und hat daher eine große agrarökonomische und ökologische Bedeutung. Im Tiefland ist vor allem die Wasserversorgung der Pflanzen ein wesentlicher ertragsbegrenzender Faktor; dies soll anhand von Mähweiden dokumentiert werden.

Abbildung 2 zeigt die tägliche oberirdische Biomasseproduktion und den Jahresertrag von Mähweiden in Abhängigkeit vom Wasserhaushalt. Im Frühjahr weist der mäßig nasse Standort wegen der langsameren Bodenerwärmung einen geringeren oberirdischen Biomassezuwachs als der mäßig halbtrockene und mäßig feuchte Standort auf. Die Sommerdepression ist am stärksten auf dem mäßig halbtrockenen und am schwächsten auf dem mäßig nassen Standort ausgeprägt; sie wird demnach vom Wasserhaushalt des Standortes sehr wesentlich beeinflusst und durch Trockenheit verschärft (vgl. VOIGTLÄNDER & JACOB, 1987). Im Herbst sind die Unterschiede hinsichtlich oberirdischer Biomasseproduktion nur mehr gering. Im kühl-feuchten Untersuchungsgebiet ist somit die Temperatur (Wärme) vor allem im Frühjahr ein wesentlicher ertragsbegrenzender Faktor. Im Sommer hingegen gewinnt die Wasserversorgung noch mehr an Bedeutung. Im Herbst wird das Pflanzenwachstum hauptsächlich von den ungünstiger werdenden Strahlungsverhältnissen (abnehmende Tageslänge

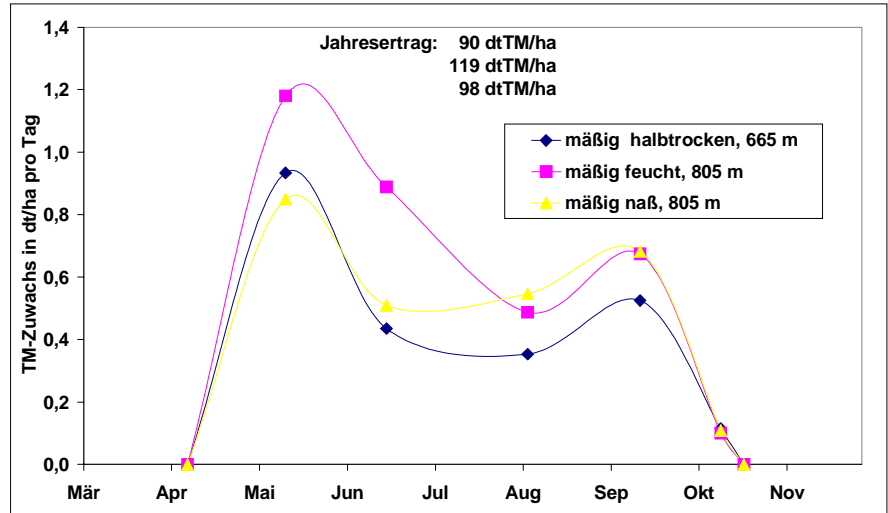


Abbildung 2: Tägliche oberirdische Biomasseproduktion und Jahresertrag von Mähweiden in Abhängigkeit vom Wasserhaushalt

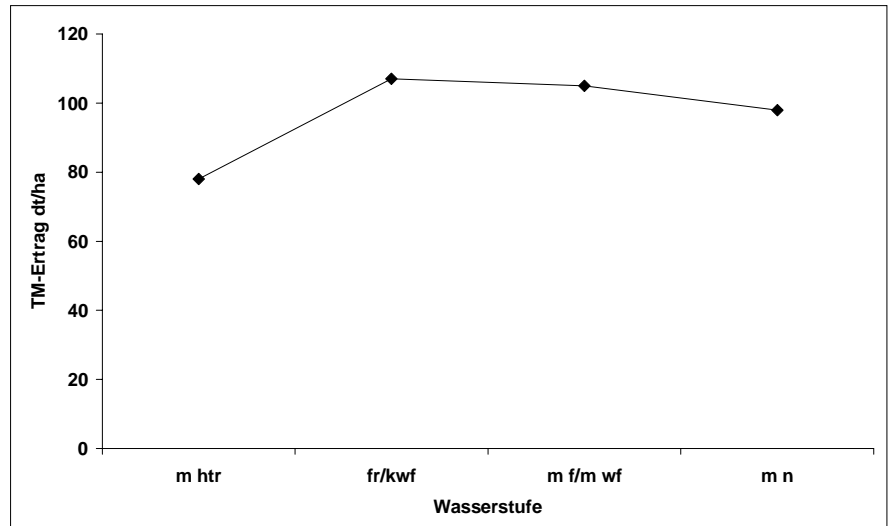


Abbildung 3: Durchschnittlicher TM-Ertrag (Jahresertrag) von Mähweiden in Abhängigkeit vom Wasserhaushalt (Seehöhe: 640-820 m); m htr = mäßig halbtrocken, fr/kwf = frisch/krumenwechselfeucht, m f/m wf = mäßig feucht/mäßig wechselfeucht, m n = mäßig nass

und Lichteinstrahlung) bestimmt (vgl. NÖSBERGER, 1977).

Abbildung 3 zeigt den durchschnittlichen Jahresertrag von Mähweiden in Abhängigkeit vom Wasserhaushalt. Die Jahreserträge steigen im kühl-feuchten Untersuchungsgebiet von mäßig halbtrocken bis frisch/krumenwechselfeucht deutlich an. Sie erreichen hier ihren Höhepunkt und fallen zu mäßig feucht/mäßig wechselfeucht und zu mäßig nass allmählich ab. Das Optimum hinsichtlich Futterertrag liegt somit im Grünland im Bereich der Wasserstufen frisch bis mäßig feucht gegenüber frisch bis halbtrocken im Acker (SOLAR, 1982).

Im kühl-feuchten Untersuchungsgebiet weisen frische, wärmebegünstigte, ba-

senreiche Standorte das höchste Ertragspotential auf. Diese Standorte können bei ausgewogener Düngung nachhaltig am intensivsten genutzt werden, weil "wertvolle" Futterpflanzen optimale Standortbedingungen vorfinden. Die gleichmäßige und ausreichende Wasserversorgung während der Vegetationsperiode (weder Wasserüberschuss noch Wassermangel) gewährleistet eine hohe Anlieferungsgeschwindigkeit der Nährstoffe zu den Pflanzenwurzeln, bewirkt eine große Nährstoff- und Wasseraufnahme der Pflanzen und ermöglicht dadurch hohe Ernteerträge bei bester Futterqualität. Frische Standorte weisen im kühl-feuchten Untersuchungsgebiet eine hohe

Ertragssicherheit auf und sie zeichnen sich durch eine relativ geringe Nutzungsempfindlichkeit und Bewirtschaftungsschwernis aus. Auf halbtrockenen Standorten ist wegen der zeitweise trockenheitsbedingten eingeschränkten Nährstoffanlieferung zur Pflanzenwurzel (gehemmter Massenfluss und kleinere effektive Diffusionskoeffizienten), wegen des relativ stärkeren Wurzelwachstums (höheres Wurzel-Spross-Verhältnis), wegen dem zeitweilig trockenheitsbedingten teilweisen oder völligen Stomata-Verschluss der Blätter (geringere CO_2 -Assimilation) und wegen der zeitweilig gehemmten Nährstoff-Mineralisation infolge trockenheitsbedingter geringerer mikrobieller Aktivität das Ertragspotential von Natur aus niedriger als auf frischen Standorten. Eine extensivere Nutzung ist notwendig, weil intensiv nutzbare Futtergräser keine optimalen Standortsbedingungen vorfinden. Auch die Ertragssicherheit ist im Vergleich zu frischen Standorten geringer. Auf Feucht- und Nass-Standorten setzt das Pflanzenwachstum wegen der nässebedingten langsameren Bodenerwärmung später ein. Die Pflanzenwurzeln leiden häufig unter Sauerstoffmangel. Die Wurzelatmung ist gehemmt, es kommt zur Unterversorgung der Wurzeln mit ATP, wodurch die Nährstoffaufnahme bei den meisten Pflanzenarten vermindert wird (MARSCHNER, 1998). In der Bodenluft können außerdem H_2S , CH_4 , C_2H_4 und volatile Fettsäuren in phytotoxischen Konzentrationen auftreten. In der

Bodenlösung kann vor allem die Aktivität von Mn^{2+} und Fe^{2+} während reduzierender Bedingungen relativ hoch sein. Die Nährstoff-Mineralisation im Boden ist wegen der geringeren biologischen Aktivität gehemmt. Viele ertragreiche, raschwüchsige, "wertvolle" Futterpflanzen ertragen diese spezifischen Zustandsbedingungen feuchter und nasser Standorte nicht. Daher weisen Feucht- und vor allem Nass-Standorte insbesondere in kühl-feuchten Gebieten von Natur aus ein niedrigeres Ertragspotential und eine höhere Nutzungsempfindlichkeit als frische Standorte auf. Die im Vergleich zu frischen Standorten geringere Ertragssicherheit, höhere Nutzungsempfindlichkeit, größere Bewirtschaftungsschwernis und höhere "Verunkrautungsgefahr" erfordern eine extensivere Nutzung und geringere Düngung. Außerdem kommen auf Feucht- und Nass-Standorten von Natur aus vermehrt Giftpflanzen und Arten mit geringem Futterwert vor; eine im Vergleich zu frischen und halbtrockenen Standorten deutlich niedrigere Futtermittelaufnahme der Milchkuhe ist die Folge. Frische Standorte sind bei ausreichender Wärme, ausgewogener Stoffzusammensetzung im Boden und günstigen Geländeverhältnissen optimale Grünlandstandorte. Sie werden deshalb in der Regel auch relativ intensiv genutzt; es sind Vorrangflächen für die Landwirtschaft. Vor allem halbtrockene und nasse Standorte hingegen sollten entsprechend ihrem geringeren Ertragspotential extensiv genutzt

werden; es sind Vorrangflächen für den Naturschutz.

5. Böden und Bodenkenwerte

Die bodenchemischen Kennwerte sind den *Tabellen 3* und *4* zu entnehmen. Die Variabilitätskoeffizienten sind zum Teil sehr hoch, weil die untersuchten Pflanzengesellschaften des Wirtschaftsgrünlandes häufig auf verschiedenen Bodentypen vorkommen und mehrere Subsoziationen ausbilden.

Die Oberböden des Wirtschaftsgrünlandes befinden sich meist im ökologisch günstigen Silikat-Pufferbereich (pH CaCl_2 : 6,2-5,0). Nur die Oberböden der Rotschwingel-Straußgras-Wiesen kommen bevorzugt im Austausch-Pufferbereich (pH CaCl_2 : 5,0-4,2) und jene der Trespen-Halbtrockenrasen im Carbonat-Pufferbereich (pH CaCl_2 : > 6,2) vor. Die Pflanzengesellschaften auf nährstoffarmen, sauren Böden (Rotschwingel-Straußgras-Wiesen, Rotschwingel-Weißklee-Weiden) weisen im Oberboden eine relativ niedrige elektrische Leitfähigkeit auf. Eine hohe elektrische Leitfähigkeit verzeichnen vor allem Oberböden im Carbonat-Pufferbereich; die hohe Ca- und HCO_3^- -Konzentration in der Bodenlösung ist dafür hauptverantwortlich. Grünlandböden weisen im allgemeinen einen relativ hohen Humusgehalt auf; sie sind wegen der größeren Menge an ober- und unterirdischen Bestandesauffällen und auf Grund der wärmebedingten niedrigeren Mineralisierungsrate in der Regel humusreicher als Ackerböden in ver-

Tabelle 3: Bodenkenwerte (0-10 cm Bodentiefe) ausgewählter Pflanzengesellschaften des Wirtschaftsgrünlandes

	n	CaCl_2 pH	$\mu\text{S/cm}$ eL	%	%	$\text{C}_{\text{org}}/\text{N}_{\text{tot}}$	mg/kg			mg/100 g CaCl_2 Mg
							CAL		H_2O	
							P	K	P	
Trespen-Halbtrockenrasen	22	6,9	181	5,8	0,6	10,5	14	104*	2*	14*
Iris-Wiesen	28	6,0	209*	9,7*	0,8*	11,8	15	115*	2*	32*
Narzissen-Wiesen	46	5,3	122*	8,1*	0,7	10,1	16*	107*	3*	17*
Rotschwingel-Weißklee-Weiden	13	5,5	97*	4,4	0,5	9,4	23*	73*	2*	10*
Rotschwingel-Straußgras-Wiesen	9	4,8	88	6,5	0,6	10,5	24*	90*	3*	9*
Kohldistel-Schlangen-Knöterich-Wiesen	19	5,8	164*	9,8*	1,1*	10,6	28*	88*	5*	28*
Schlankseggen-Ried	10	6,2	197*	11,4*	1,0*	12,2	31*	70*	3*	37*
Frauenmantel-Glatthafer-Wiesen	44	6,5	190	6,7*	1,0*	9,5	36*	91*	7*	26*
Feldfutterbestände	13	6,3	-	3,3	-	-	36*	49*	6*	20*
Kriech-Schaumkresse-Goldhafer-Wiesen	30	5,2	119*	5,7	0,7	10,1	38*	97*	10*	17
Wald-Storchschnabel-Goldhafer-Wiesen	46	6,0	147*	7,9*	0,8*	9,8	40*	103*	8*	25*
Weißklee-Gewöhnliches Rispengras-Mähweiden	51	6,0	150*	6,5*	0,7	9,3	44*	139*	5*	28*
Frauenmantel-Weidelgras-Weiden	23	6,0	156*	5,5*	0,6*	9,0	57*	161*	8*	19

n = Anzahl der Bodenanalysen; eL = elektrische Leitfähigkeit; * = Variabilitätskoeffizient > 30 %; Stand: März 2003

Tabelle 4: Bodenkennwerte (0-10 cm Bodentiefe) ausgewählter Pflanzengesellschaften des Wirtschaftsgrünlandes

	n	% (BaCl ₂ -Extrakt)					Σ	mval/100 g KAK _{eff}
		Ca	Mg	K	Na			
Trespen-Halbtrockenrasen	22	93,9	5,1*	0,7*	0,3*	100	33*	
Iris-Wiesen	28	83,5	15,2*	0,9*	0,3*	100	34*	
Narzissen-Wiesen	46	89,4	9,0	1,2	0,4	100	27*	
Rotschwingel-Weißklee-Weiden	13	85,7	11,3*	2,2*	0,8*	100	11*	
Rotschwingel-Straußgras-Wiesen	9	81,4	13,3*	4,4*	0,8*	100	8*	
Kohldistel-Schlangen-Knöterich-Wiesen	19	74,5*	23,5*	1,1*	1,00*	100	33*	
Schlankseggen-Ried	10	84,4	14,9*	0,4*	0,3*	100	38*	
Frauenmantel-Glatthafer-Wiesen	44	86,1	12,7*	0,8*	0,4*	100	29*	
Feldfutterbestände	13	85,2	13,6*	0,9*	0,4*	100	18*	
Kriech-Schaumkresse-Goldhafer-Wiesen	30	82,7	15,1	1,6*	0,6*	100	11	
Wald-Storchnabel-Goldhafer-Wiesen	46	88,3	10,6*	0,9*	0,2*	100	39*	
Weißklee-Gewöhnliches Rispengras-Mähweiden	51	85,8	12,4*	1,5*	0,4*	100	30*	
Frauenmantel-Weidelgras-Weiden	23	86,9	10,4*	2,2*	0,4*	100	24*	

n = Anzahl der Bodenanalysen; KAK_{eff} = effektive Kationenaustauschkapazität (Σ Ca, Mg, K, Na; BaCl₂-Extrakt); * = Variabilitätskoeffizient > 30 %; Stand: März 2003

gleichbarer Lage. Der C_{org}-Gehalt variiert in den Oberböden der Weide-, Mähweide- und Dauerwiesengesellschaften zwischen 4,4 und 8,1 %. In den hydromorphen Böden der Feucht- und Nasswiesengesellschaften beträgt die Variationsbreite 9,7 bis 11,4 %. In den Feldfutterbeständen ist der C_{org}-Gehalt mit durchschnittlich 3,3 % am niedrigsten; die zeitweilige Ackernutzung ist hauptverantwortlich dafür. Mit einem hohen Humusgehalt ist im allgemeinen auch ein hoher N_{tot}-Gehalt und damit ein hohes potentielles N-Nachlieferungspotential während der Vegetationsperiode verbunden. Ein hoher N_{tot}-Gehalt führt allerdings insbesondere in hydromorphen Böden nicht automatisch zu einer hohen mineralischen N-Konzentration in der Bodenlösung und somit zu einer hohen N-Verfügbarkeit für die Pflanzen, weil die N-Mineralisierung auf Grund der relativ geringen Bodenerwärmung und schlechten Bodendurchlüftung gehemmt ist. Das C_{org}/N_{tot}-Verhältnis ist ein Maß für die Humusqualität. Mit abnehmender natürlicher Standortbonität und verminderter Nutzungsintensität erweitert sich im allgemeinen das C_{org}/N_{tot}-Verhältnis, wodurch die Humusqualität sinkt. Das C_{org}/N_{tot}-Verhältnis variiert in den Oberböden der Weide-, Mähweide- und Dauerwiesengesellschaften zwischen 9,0 und 10,5, wobei der niedrigste (günstigste) Wert in den relativ intensiv genutzten Kulturweiden (Frauenmantel-Weidelgras-Weiden) und der höchste Wert in den extensiv genutzten Trespen-Halbtrockenrasen und Rotschwingel-Straußgras-Wiesen erzielt wird. In den hydromorphen Böden der Feucht- und Nass-

wiesengesellschaften variiert das C_{org}/N_{tot}-Verhältnis zwischen 10,6 und 12,2. Hydromorphe Böden sind auf Grund der geringeren Bodenerwärmung und schlechteren Bodendurchlüftung nicht nur humusreicher als terrestrische Böden in vergleichbarer Lage; auch das C_{org}/N_{tot}-Verhältnis ist wegen der langsameren Humusmineralisation infolge gehemmter biologischer Aktivität in der Regel etwas weiter. Der Gehalt an lactatlöslichem P ist in den Oberböden der relativ intensiv genutzten Kulturweiden (Frauenmantel-Weidelgras-Weiden) und Mähweiden (Weißklee-Gewöhnliches Rispengras-Mähweiden) im Durchschnitt am höchsten und in den Oberböden der extensiv genutzten Trespen-Halbtrockenrasen, Iris-Wiesen und Narzissen-Wiesen am niedrigsten. Beim lactatlöslichen K ist dieser bewirtschaftungs- und nutzungsbedingte Unterschied zwischen den einzelnen Pflanzengesellschaften nicht mehr so deutlich ausgeprägt; auch Streuwiesen wie beispielsweise Iris-Wiesen können relativ hohe Gehalte an lactatlöslichem K im Oberboden aufweisen. Die relativ geringen K-Entzüge und das relativ hohe K-Nachlieferungspotential der schluffreichen hydromorphen Mineralböden dürften dafür verantwortlich sein. Die Böden der Frauenmantel-Weidelgras-Weiden weisen im Durchschnitt den höchsten lactatlöslichen K-Gehalt im Oberboden auf; dies läßt sich mit den K-Bilanz-Überschüssen (K-Input > K-Output) in den relativ intensiv genutzten Kulturweiden erklären. Die Oberböden der relativ intensiv genutzten Mähweiden (Weißklee-Gewöhnliches Rispengras-Mähweiden) stehen hinsichtlich des

lactatlöslichen K-Gehaltes zwischen jenen der Kulturweiden und der Dauerwiesen. In den Oberböden der Kriech-Schaumkresse-Goldhafer-Wiesen ist der Gehalt an wasserlöslichem P im Durchschnitt am höchsten. Die regelmäßige Düngung, der relativ niedrige pH-Wert, die relativ geringe Ca-Sättigung und Ca-Aktivität in der Bodenlösung sowie die leichte Bodenart dürften hauptverantwortlich für die relativ gute Wasserlöslichkeit der Phosphate sein. Die Oberböden der extensiv genutzten Pflanzengesellschaften weisen im Durchschnitt den niedrigsten Gehalt an wasserlöslichem P auf. Die CaCl₂-extrahierbaren Mg-Gehalte sind in den Oberböden des Schlankseggen-Rieds und der Iris-Wiesen im Durchschnitt am höchsten. Diese Pflanzengesellschaften kommen sehr häufig auf Augleyen und vergleyten Grauen Auböden vor; diese Bodentypen weisen im allgemeinen hohe Mg-Gehalte auf. Die CaCl₂-extrahierbaren Mg-Gehalte sind in den sauren Braunerden der Rotschwingel-Straußgras-Wiesen und Rotschwingel-Weißklee-Weiden im Durchschnitt am niedrigsten; saure und leichte Böden weisen sehr häufig wenig CaCl₂-extrahierbares Mg auf. Die Kationenbelegung des Sorptionskomplexes ist ausschlaggebend für die Nährstoffnachlieferung an die Bodenlösung bei der Nährstoffaufnahme durch die Pflanzenwurzeln. Eine ungünstige Ionenkombination am Sorptionskomplex führt zu einer ungünstigen Ionenkombination in der Bodenlösung und beeinträchtigt damit die Nährstoffaufnahme der Pflanzen und das Bodengefüge. Vor allem die

Carbonat-gepufferten Braunlehme und Kalklehm-Rendsinen der Wald-Storchnabel-Goldhafer-Wiesen und Narzissen-Wiesen sowie die Carbonat-gepufferten Kalklehm-Rendsinen und Pararendsinen der Trespens-Halbtrockenrasen sind häufig mit Ca übersättigt. Eine Ca-Übersättigung ist ungünstig, weil der absolute und relative Ca-Überschuss im Boden eine starke individuelle Stoffdiskriminierung bei der Stoffaufnahme der Pflanzen bewirkt (Ionenantagonismus). Die Augleye und vergleyten Grauen Auböden der Feucht- und Nasswiesengesellschaften sind häufig mit Mg übersättigt (hydromorphe Mg-Übersättigung; vgl. SOLAR, 1978). Eine Mg-Übersättigung ist ungünstig, weil dies zu einer Gefügeverschlechterung und natürlichen Bodenverdichtung führt (SOLAR, 1978). Die Oberböden der Rotschwingel-Straußgras-Wiesen weisen auf Grund des niedrigen pH-Wertes eine ziemlich hohe K-Sättigung auf. Grünlandböden sind im Oberboden wegen der meist hohen Humusgehalte in der Regel durch eine große pH-abhängige Oberflächenladung charakterisiert. Deswegen ist die effektive Kationenaustauschkapazität (Σ Ca, Mg, K, Na; BaCl₂-Extrakt) vor allem in Carbonat-gepufferten, ton- und humusreichen Oberböden im Durchschnitt ziemlich hoch und in sauren, tonärmeren Oberböden (Rotschwingel-Straußgras-Wiesen, Rotschwingel-Weißklee-Weiden, Kriech-Schaumkresse-Goldhafer-Wiesen) besonders niedrig. Die effektive Kationenaustauschkapazität ist Ausdruck für die Speicher- und Nachlieferungskapazität des Bodens für kationische Nährstoffe (Ca, Mg, K, Na).

Zwischen den Pflanzengesellschaften und den angeführten Bodenkennwerten

bestehen relativ gute Beziehungen. Die Pflanzengesellschaften des extensiv genutzten Grünlandes weisen im Oberboden im Durchschnitt einen deutlich niedrigeren Gehalt an lactat- und wasserlöslichem P sowie ein weiteres C_{org}/N_{tot} -Verhältnis als die Pflanzengesellschaften des relativ intensiv genutzten Grünlandes auf. N und vor allem P sind somit die primär limitierenden Nährstoffe für das Pflanzenwachstum im Extensivgrünland (vgl. RICHLEY et al., 2002). Ein erhöhter P-Gehalt im Oberboden ist daher ein guter Indikator für eine intensive Grünlandwirtschaft in der Vergangenheit. Beim K ist der Zusammenhang nicht so eindeutig, denn auch ton- und glimmerreiche Böden können von Natur aus sehr K-reich sein.

6. Futterertrag und Futterqualität

Für die Landwirtschaft sind Futterertrag und Futterqualität entscheidend. Jede Pflanzengesellschaft besitzt ein charakteristisches Ertragspotential und eine spezifische Futterqualität. Das Ertragspotential ist primär vom Wärme-, Wasser- und Stoffhaushalt eines Standortes abhängig. Die Futterqualität wird von der floristischen Zusammensetzung des Pflanzenbestandes, vom physiologischen Alter der Pflanzen zum Zeitpunkt der Ernte, vom Bodenzustand sowie von der Art und Intensität der Düngung bestimmt und durch die Gehalte an Mineral- und Inhaltsstoffen, die Verdaulichkeit der organischen Masse und den Energiegehalt charakterisiert.

Aus Gründen der Vergleichbarkeit wurde bei den Futterqualitätsparametern in den Tabellen 5-7 jeweils nur der 1. Auf-

wuchs der einzelnen Pflanzengesellschaften berücksichtigt.

Der landwirtschaftlich nutzbare Ertrag ist in den Trespens-Halbtrockenrasen und Rotschwingel-Straußgras-Wiesen im Durchschnitt am niedrigsten und in den Mähweiden (Weißklee-Gewöhnliches Rispengras-Mähweiden) und Kulturweiden (Frauenmantel-Weidelgras-Weiden) am höchsten. Die Rohprotein-Gehalte sind in den leguminosenreichen Feldfutterbeständen und in den relativ intensiv genutzten, Weißklee-reichen Mäh- und Kulturweiden (Weißklee-Gewöhnliches Rispengras-Mähweiden, Frauenmantel-Weidelgras-Weiden) im Durchschnitt am höchsten und vor allem in den spät gemähten Streuwiesen (Iris-Wiesen) sehr niedrig. Die Gehalte an Rohfett und Rohasche, die Verdaulichkeit der organischen Masse und die NEL-Gehalte sind in den extensiv genutzten Trespens-Halbtrockenrasen, Iris-Wiesen und Rotschwingel-Straußgras-Wiesen im Durchschnitt am niedrigsten. Gemessen an diesen Qualitätsparametern liefern die Pflanzengesellschaften des Extensivgrünlandes eine vergleichsweise schlechtere Futterqualität als die Pflanzengesellschaften des regelmäßig gedüngten und relativ intensiv genutzten Wirtschaftsgrünlandes. Die nährstoffärmeren Böden, die fehlende oder nur geringe Düngung und der spätere Erntetermin sind dafür hauptverantwortlich.

Auch die N-, P- und K-Gehalte in der oberirdischen Phytomasse sind in den extensiv genutzten Iris-Wiesen, Trespens-Halbtrockenrasen und Rotschwingel-Straußgras-Wiesen im Durchschnitt am niedrigsten. Der besonders hohe Ca-Gehalt in den Iris-Wiesen resultiert aus der häufigen Ca-Übersättigung der Böden,

Tabelle 5: Futterertrag und Futterinhaltsstoffe (1. Aufwuchs) ausgewählter Pflanzengesellschaften des Wirtschaftsgrünlandes

Pflanzengesellschaft	n	dt/ha Ertrag	g/kg TM				% DOM	MJ NEL
			RFA	RP	RFE	RA		
Weißklee-Gewöhnliches Rispengras-Mähweiden	13	104	182	154	21	145	74	5,6
Frauenmantel-Weidelgras-Weiden	11	101	210	152	22	111	73	5,7
Feldfutterbestände	9	97	237	185	30	95	75	6,4
Frauenmantel-Glatthafer-Wiesen	25	90	267	144	26	93	70	5,8
Kriech-Schaumkresse-Goldhafer-Wiesen	23	68	264	128	24	76	66	5,5
Wald-Storchnabel-Goldhafer-Wiesen	18	67	251	142	26	85	70	5,9
Iris-Wiesen	5	56	304	71	20	83	48	3,2
Rotschwingel-Straußgras-Wiesen	10	30	278	134	18	58	60	4,8
Trespens-Halbtrockenrasen	7	17	276	121	19	72	54	3,9

n = Anzahl der untersuchten Futterproben; RFA = Rohfaser; RP = Rohprotein; RFE = Rohfett; RA = Rohasche; DOM = Verdaulichkeit der organischen Masse; NEL = Energiegehalt in MJ NEL; * = Variabilitätskoeffizient > 30 %; Stand: März 2003

Tabelle 6: Mineralstoffgehalte in der oberirdischen Phytomasse ausgewählter Pflanzengesellschaften des Wirtschaftsgrünlandes (1. Aufwuchs)

Pflanzengesellschaft	n	g/kg TM						mg/kg TM		
		N	P	K	Ca	Mg	Na	Mn	Cu	Zn
Weißklee-Gewöhnliches Rispengras-Mähweiden	13	24,6	3,5	28,0	11,7*	3,6*	0,2*	140*	11,4	56
Frauenmantel-Weidelgras-Weiden	8	24,3	3,5	26,2	8,3	2,3	0,2*	92*	8,7	42
Feldfutterbestände	9	29,5	3,3	26,2	9,6	2,5	0,3*	61*	7,7	32
Wald-Storchschnabel-Goldhafer-Wiesen	18	22,7	3,0	20,0	9,6	2,9	0,2*	84	7,5	34
Frauenmantel-Glatthafer-Wiesen	25	23,1	2,9	25,2	8,2	2,8	0,2*	62	7,1	32
Kriech-Schaumkresse-Goldhafer-Wiesen	23	20,5	2,8	18,9	7,7	2,9	0,2*	137*	6,9	43
Rotschwingel-Straußgras-Wiesen	10	21,7	2,5	15,2	5,9	2,5	0,05*	451	7,9	55
Trespen-Halbtrockenrasen	7	19,3	1,6	15,7	8,5	1,7	0,05	72*	4,7	30
Iris-Wiesen	5	11,3	0,9	11,9	12,3*	3,0	0,1*	126*	5,8	44

n = Anzahl der untersuchten Futterproben; * = Variabilitätskoeffizient > 30 %; Stand: März 2003

Tabelle 7: Mineralstoffrelationen und „utility indices“ (UI) in der oberirdischen Phytomasse ausgewählter Pflanzengesellschaften des Wirtschaftsgrünlandes (1. Aufwuchs)

Pflanzengesellschaft	n	N/P	N/K	N/Ca	N/Mg	N/Na	NUI	PUI	KUI
Iris-Wiesen	5	12,6	1,0	1,1	4,0	131	88	1137	87
Trespen-Halbtrockenrasen	7	12,5	1,2	2,4	12,0	438	52	679	65
Rotschwingel-Straußgras-Wiesen	10	8,8	1,5	3,9	8,9	441	47	407	69
Kriech-Schaumkresse-Goldhafer-Wiesen	23	7,4	1,1	2,8	7,3	153	49	365	56
Frauenmantel-Glatthafer-Wiesen	25	8,1	0,9	2,9	8,7	130	44	360	41
Wald-Storchschnabel-Goldhafer-Wiesen	16	7,6	1,2	2,4	8,3	147	45	342	52
Feldfutterbestände	9	9,3	1,2	3,1	12,5	144	35	320	39
Frauenmantel-Weidelgras-Weiden	11	7,2	1,0	2,9	10,3	135	42	303	43
Weißklee-Gewöhnliches Rispengras-Mähweiden	13	7,1	0,9	2,3	8,0	143	41	288	36

n = Anzahl der untersuchten Futterproben; NUI = NPP/N; PUI = NPP/P; KUI = NPP/K; NPP = Nettoprimärproduktion; Stand: März 2003

dem späten Erntetermin und dem kräuterreichen Pflanzenbestand. Der niedrige Ca-Gehalt in den Rotschwingel-Straußgras-Wiesen ist das Ergebnis eines niedrigen Boden-pH-Wertes und eines gräserreichen Pflanzenbestandes. Der niedrige Mg-Gehalt in den Trespen-Halbtrockenrasen läßt sich am plausibelsten mit einem ausgeprägten Ca-Mg-Antagonismus in den Ca-übersättigten Böden erklären. Die relativ hohen Gehalte an Mn, Zn und Cu in den Rotschwingel-Straußgras-Wiesen werden primär durch die niedrigen pH-Werte des Bodens und der daraus resultierenden hohen Löslichkeit und Pflanzenverfügbarkeit insbesondere von Mn und Zn verursacht. In den Trespen-Halbtrockenrasen sind vor allem der hohe pH-Wert des Bodens, die Ca-Übersättigung und der halbtrockene Standort hauptverantwortlich für den relativ niedrigen Gehalt an Mn, Cu und Zn. Die vergleichsweise niedrigen Mineralstoffgehalte und Ernteträge sind ein Indikator für eine relativ geringe Nährstoffverfügbarkeit an den Standorten der extensiv genutzten Iris-Wiesen, Trespen-Halbtrockenrasen und Rotschwingel-Straußgras-Wiesen. Das relativ weite N/P-Verhältnis in den Iris-Wiesen und Trespen-Halbtrockenra-

sen ist ein Hinweis dafür, dass die Pflanzen besonders wenig P aufnehmen; die geringe P-Verfügbarkeit im Boden dürfte in beiden Pflanzengesellschaften ein wesentlicher limitierender Faktor für das Pflanzenwachstum sein. Die Mineralstoffrelationen zeigen eine relativ gute N-Versorgung in den leguminosenreichen Feldfutterbeständen an. Die relativ weiten N/K-, N/Ca- und N/Na-Verhältnisse in den grasreichen Rotschwingel-Straußgras-Wiesen sind ein Indikator für eine relativ geringe Na-, Ca- und K-Pflanzenverfügbarkeit in den sauren Böden. Die relativ hohen NUI-, PUI- und KUI-Indizes insbesondere in den extensiv genutzten Iris-Wiesen und Trespen-Halbtrockenrasen zeigen an, dass die dort vorkommenden Magerwiesenpflanzen pro Gramm aufgenommenem N, P oder K relativ viel oberirdische Biomasse produzieren. Sie weisen demnach im Vergleich zu den Pflanzen des regelmäßig gedüngten und relativ intensiv genutzten Wirtschaftsgrünlandes eine höhere Effizienz der Nährstoffausnutzung auf. Die besonders hohe Nährstoffeffizienz der Streuwiesenpflanzen dürfte mit ihrer ausgeprägten pflanzeninternen Nährstoffverlagerung zusammenhängen. Eine hohe Effizienz der Nährstoffausnut-

zung ist eine wichtige Anpassung der Magerwiesenpflanzen an den Nährstoffstress in nährstoffarmen Böden (CHAPIN, 1980).

Das Extensivgrünland ist dem regelmäßig gedüngten und relativ intensiv genutzten Wirtschaftsgrünland hinsichtlich Futterertrag und der üblichen Futterqualitätsparameter deutlich unterlegen, hinsichtlich Effizienz der Nährstoffausnutzung allerdings überlegen. Vor allem die geringe P-Verfügbarkeit im Boden dürfte ein wesentlicher limitierender Faktor für das Pflanzenwachstum im Extensivgrünland sein.

7. Lebensformenspektren

In den untersuchten Grünlandgesellschaften dominieren Hemikryptophyten (Tabelle 8). Hohe Anteile an Therophyten sind im Wirtschaftsgrünland generell ein Zeichen für lückige Pflanzenbestände, Übernutzung oder falsche (nicht standortgemäße) Bewirtschaftung, denn Therophyten können sich nur in lückigen, frühzeitig und/oder häufig gestörten Pflanzenbeständen entwickeln. Der Therophyten-Anteil ist daher am höchsten in der häufig gestörten Trittpflanzengesellschaft (Vogel-Knöterich-Trittgengesellschaft), in den lückigen Feldfutter-

Tabelle 8: Lebensformenspektren ausgewählter Pflanzengesellschaften des Wirtschaftsgrünlandes (%-Anteile)

Pflanzengesellschaft	n	Th	He	Ge	Ch	Ph
Vogel-Knöterich-Trittgemeinschaft	6	32,5	59,8	3,4	3,4	0,9
Feldfutterbestände	16	18,2	74,2	2,6	4,9	0,2
Frauenmantel-Weidelgras-Weiden	24	7,8	81,5	4,8	5,1	0,7
Frauenmantel-Glatthafer-Wiesen	45	6,9	86,1	2,7	4,2	0,1
Weißklee-Gewöhnliches Rispengras-Mähweiden	52	6,0	85,6	3,5	4,3	0,4
Kriech-Schaumkresse-Goldhafer-Wiesen	30	5,7	88,3	2,3	3,3	0,4
Rotschwingel-Weißklee-Weiden	13	5,0	84,4	3,0	5,9	1,7
Trespen-Halbtrockenrasen	22	4,8	82,3	4,9	6,0	2,0
Kohldistel-Schlangen-Knöterich-Wiesen	19	4,0	84,7	6,9	4,1	0,2
Wald-Storchnabel-Goldhafer-Wiesen	46	3,9	86,2	4,6	4,8	0,5
Narzissen-Wiesen	46	3,1	81,3	9,2	4,6	1,8
Rotschwingel-Straußgras-Wiesen	15	2,2	83,4	6,9	5,0	2,5
Iris-Wiesen	28	2,2	78,6	14,8	2,5	1,9
Schlankseggen-Ried	12	1,9	83,1	9,4	4,1	1,3

n = Zahl der Vegetationsaufnahmen, Th = Therophyten, He = Hemikryptophyten, Ge = Geophyten, Ch = Chamaephyten, Ph = Phanerophyten-Sämlinge; Stand: März 2003

beständen und in den relativ intensiv genutzten Kulturweiden (Frauenmantel-Weidelgras-Weiden). Vergleichsweise gering ist der Anteil an Therophyten in den extensiv genutzten Narzissen-Wiesen, Rotschwingel-Straußgras-Wiesen, Iris-Wiesen und im Schlankseggen-Ried. Die häufigsten Therophyten im relativ intensiv genutzten Wirtschaftsgrünland sind Feld-Ehrenpreis (*Veronica arvensis*), Gewöhnliches Hirtentäschel (*Capsella bursa-pastoris*), Flaum-Trespe (*Bromus hordeaceus*), Einjahrs-Rispengras (*Poa annua*) und Vogelmiere (*Stellaria media*). Zu den Phanerophyten-Sämlingen zählen im Wirtschaftsgrünland vor allem Keimlinge von Berg-Ahorn (*Acer pseudoplatanus*) und Gewöhnlicher Esche (*Fraxinus excelsior*).

8. Sippen-Stetigkeit

Die floristische Zusammensetzung des Pflanzenbestandes hängt neben dem Standort vor allem von der Art der Bewirtschaftung und von der Intensität der Nutzung ab. Bestimmte Pflanzenarten haben spezielle Indikatoreigenschaften (Zeigerwert). Dadurch besteht die Möglichkeit, Pflanzenbestände und Pflanzengesellschaften hinsichtlich ihres Naturschutz- und Futterwertes zu charakterisieren sowie Überdüngung, Übernutzung, Bewirtschaftungsfehler und Verbesserungsmöglichkeiten aufzuzeigen; auch Aussagen über die ökologische Nachhaltigkeit der Grünlandwirtschaft werden möglich.

In der *Tabelle 9* ist die mittlere Sippen-Stetigkeit ausgewählter Überdüngungs- und Übernutzungszeiger einschließlich

Lückenfüller für einzelne Pflanzengesellschaften des Wirtschaftsgrünlandes zusammengestellt. Die angeführten Überdüngungs- und Übernutzungszeiger einschließlich Lückenfüller erreichen im allgemeinen sehr niedrige Stetigkeitswerte in den extensiv genutzten Iris-Wiesen, Trespen-Halbtrockenrasen, Narzissen-Wiesen und im Schlankseggen-Ried. Hohe Stetigkeitswerte hingegen werden in den relativ intensiv genutzten Kulturweiden (Frauenmantel-Weidelgras-Weiden) und Mähweiden (Weißklee-Gewöhnliches Rispengras-Mähweiden) sowie in den lückigen Feldfutterbeständen erzielt.

Tabelle 9: Mittlere Sippen-Stetigkeit (%) ausgewählter Pflanzenarten

Artname	Frauenmantel-Weidelgras-Weiden	Weißklee-Gewöhnliches Rispengras-Mähweiden	Feldfutterbestände	Frauenmantel-Glatthafer-Wiesen	Kriech-Schaumkresse-Goldhafer-Wiesen	Vogel-Knöterich-Trittgemeinschaft	Wald-Storchnabel-Goldhafer-Wiesen	Rotschwingel-Weißklee-Weiden	Kohldistel-Schlangen-Knöterich-Wiesen	Rotschwingel-Straußgras-Wiesen	Narzissen-Wiesen	Schlankseggen-Ried	Trespen-Halbtrockenrasen	Iris-Wiesen
<i>Rumex obtusifolius</i>	88	73	81	53	83	83	61	39	32	33	7	0	0	0
<i>Taraxacum officinale</i> agg.	100	100	100	98	100	100	98	92	74	22	63	33	77	50
<i>Aegopodium podagraria</i>	13	33	44	53	93	0	46	23	5	78	4	0	0	7
<i>Anthriscus sylvestris</i>	17	37	0	44	13	0	78	15	16	0	15	0	0	0
<i>Heracleum sphondylium</i>	8	44	0	89	90	0	91	23	11	11	67	0	18	7
<i>Ranunculus repens</i>	96	94	63	87	90	100	72	85	95	89	9	92	0	4
<i>Veronica arvensis</i>	63	65	100	73	83	0	65	39	47	22	17	0	0	0
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	71	46	75	42	53	83	28	8	21	0	2	0	0	0
<i>Stellaria media</i>	54	35	56	24	13	83	9	15	5	0	0	0	5	0
<i>Plantago major</i> ssp. <i>major</i>	100	96	94	56	47	100	63	77	42	0	9	8	9	0
<i>Elymus repens</i>	100	73	69	67	43	67	54	15	47	0	2	17	5	4
<i>Poa trivialis</i>	100	98	88	100	100	33	100	92	100	89	39	67	23	61
<i>Bromus hordeaceus</i>	25	14	19	49	13	17	2	8	16	0	2	0	0	0
<i>Poa annua</i>	21	46	81	27	40	100	41	39	11	0	4	0	0	0
<i>Agrostis stolonifera</i>	67	40	0	7	3	67	7	39	5	0	0	17	0	0
Summe	921	895	869	869	866	833	815	607	527	344	241	233	136	132

9. Floristische Artenvielfalt und Rote Liste-Arten

Für den Naturschutz ist die floristische Artenvielfalt von großer Bedeutung. Die floristische Artenvielfalt (α -Diversität oder Artenzahl pro Flächeneinheit) ist generell abhängig von der Intensität an Stress und Störung am Standort, von der Standortsheterogenität (Nischenvielfalt) und vom Ausmaß der interspezifischen Konkurrenz. In der Regel bewirkt eine frühzeitige und häufige Störung der Vegetation eine Verminderung der floristischen Artenvielfalt; daher besteht zwischen der Nutzungsintensität und der floristischen Artenvielfalt ein deutlicher Zusammenhang (*Tabelle 10*). Die Trespen-Halbtrockenrasen und Narzissen-Wiesen zählen im Untersuchungsgebiet hinsichtlich Gefäßpflanzen zu den artenreichsten und somit ökologisch wertvollsten Pflanzengesellschaften; im Durchschnitt kommen 67 bzw. 68 verschiedene Gefäßpflanzen vor. Auch die eher extensiv genutzten Rotschwingel-Weißklee-Weiden, Iris-Wiesen und Rotschwingel-Straußgras-Wiesen weisen eine hohe α -Diversität auf. Floristisch deutlich artenärmer sind im Vergleich dazu vor allem die relativ intensiv genutzten Kulturweiden (Frauenmantel-Weidelgras-Weiden), die Feldfutterbestände und die Trittpflanzengesellschaft

Tabelle 10: Floristische Artenvielfalt (Gefäßpflanzen) und Rote Liste-Arten ausgewählter Pflanzengesellschaften des Wirtschaftsgrünlandes

Pflanzengesellschaft	n	Ø	Min	Max	Anz. insg.	Rote Liste-Arten	
						Anzahl	%
Trespen-Halbtrockenrasen	22	68	50	84	187	19	10,2
Narzissen-Wiesen	46	67	29	93	293	38	13,0
Rotschwingel-Weißklee-Weiden	13	54	43	85	151	9	5,9
Iris-Wiesen	28	50	27	62	167	30	18,0
Rotschwingel-Straußgras-Wiesen	15	49	40	65	120	9	7,5
Wald-Storchnabel-Goldhafer-Wiesen	46	46	34	59	142	9	6,3
Kohldistel-Schlangen-Knöterich-Wiesen	19	44	25	59	135	18	13,3
Frauenmantel-Glatthafer-Wiesen	45	42	30	58	138	8	5,8
Kriech-Schaumkresse-Goldhafer-Wiesen	30	41	30	55	103	8	7,6
Weißklee-Gewöhnliches Rispengras-Mähweiden	52	40	29	55	151	10	6,6
Frauenmantel-Weidelgras-Weiden	24	36	25	44	101	3	3,0
Feldfutterbestände	16	36	23	48	117	5	4,3
Schlankseggen-Ried	12	27*	5	43	101	18	17,8
Vogel-Knöterich-Trittgesellschaft	6	20	16	25	42	1	2,4

n = Zahl der Vegetationsaufnahmen; Ø = durchschnittliche Artenzahl pro Pflanzengesellschaft; Min = niedrigste Artenzahl innerhalb der Pflanzengesellschaft; Max = höchste Artenzahl innerhalb der Pflanzengesellschaft; Anz. insg. = insgesamt vorkommende Arten innerhalb der Pflanzengesellschaft; Anzahl Rote Liste-Arten = Anzahl Rote Liste-Arten mit der Gefährdungsstufe 0-4 in der Steiermark; % Rote Liste-Arten = %-Anteil Rote Liste-Arten an der Gesamtartenzahl der Pflanzengesellschaft; * = Variabilitätskoeffizient > 30 %; Stand: März 2003

(Vogel-Knöterich-Trittgesellschaft). Von Natur aus relativ artenarm ist das Schlankseggen-Ried. Bei dieser Nasswiesengesellschaft sind die extremen Standortsverhältnisse (insbesondere der nässebedingte Sauerstoffmangel im Boden) hauptverantwortlich für die relativ niedrige floristische Artenvielfalt. Die Schlank-Segge (*Carex acuta*) erträgt den nässebedingten hohen Standortstress; sie gelangt daher zur Dominanz und bildet eine relativ artenarme Phytozönose. Dies entspricht dem ökologischen Grundprinzip, wonach unter extremen Umweltverhältnissen die Artenzahlen abnehmen, die Individuenzahlen der verbliebenen Arten aber steigen.

Die relativ intensiv genutzten Kulturweiden (Frauenmantel-Weidelgras-Weiden) sind floristisch etwas artenärmer als die Glatthafer- und Goldhafer-Wiesen, denn bei länger andauernder intensiver Beweidung verschwinden die Wiesen-Kennarten und an ihre Stelle treten nur einige wenige neue Arten (hauptsächlich Störzeiger). Meistens setzen sich einige wenige bereits im Pflanzenbestand vorhandene Arten wegen des Ausfalls weideempfindlicher Konkurrenten stärker durch; deshalb sinkt die floristische Artenvielfalt bei intensiver Kulturweidenutzung. Die relativ intensiv genutzten Mähweiden (Weißklee-Gewöhnliches Rispengras-Mähweiden) stehen hinsichtlich floristischer Artenvielfalt zwischen den Dauerwiesen und Kulturweiden.

Bei Nutzungsintensivierung (oftmaliger früher und häufiger Schnitt, stärkere Düngung, frühere und häufigere Beweidung) setzen generell nutzungsempfindliche Arten aus; es kommt dadurch sehr häufig zur Narbenauflockerung und Lückenbildung. In den Lücken können in erster Linie nährstoffliebende Acker- und Ruderalarten, Verdichtungs- und Krumenwechselfeuchtkeitszeiger aufkommen. Diese Arten verhindern bei Nutzungsintensivierung eine stärkere Abnahme der floristischen Artenvielfalt und sind Garant dafür, dass selbst im relativ intensiv genutzten Wirtschaftsgrünland die α -Diversität selten unter 25 Gefäßpflanzen absinkt. Lücken erhöhen die Standortheterogenität und tragen somit zur Aufrechterhaltung des floristischen Artenreichtums im Wirtschaftsgrünland bei. Allerdings kommen in diesen Lücken aus landwirtschaftlicher Sicht meist unerwünschte Arten und aus ökologischer Sicht in der Regel „Allerweltsarten“ auf.

Nährstoffarmut und extensive Nutzung sind kein Garant für eine hohe floristische Artenvielfalt in Grünlandökosystemen. Nur die Kombination Nährstoffarmut, minimaler Standortstress und mäßige periodische Störung gewährleistet ein Höchstmaß an α -Diversität (vgl. BOHNER, 2002).

Neben der α -Diversität ist auch das Vorkommen seltener bzw. gefährdeter Pflanzenarten entscheidend für den Natur-

schutzwert einer Pflanzengesellschaft (vgl. WILMANN, 1989). Rote Liste-Arten (NIKL FELD et al., 1999) sind im Untersuchungsgebiet bevorzugt in den extensiv genutzten Trespen-Halbtrockenrasen, Narzissen-Wiesen, Feucht- und Nasswiesengesellschaften (Iris-Wiesen, Schlankseggen-Ried, Kohldistel-, Schlangen-Knöterich-Wiesen) anzutreffen (Tabelle 10). In den frischen und krumenwechselfeuchten Wiesen-, Mähweide- und Weidegesellschaften des Wirtschaftsgrünlandes hingegen ist die Anzahl und der %-Anteil an Rote Liste-Arten wegen der meist höheren Nutzungsintensität deutlich niedriger. Halbtrockene, feuchte und nasse Standorte sind für eine intensive Grünlandbewirtschaftung nicht geeignet und daher bevorzugte Biotope für Rote Liste-Arten (vgl. KUNZMANN, 1989).

Neben der floristischen Artenvielfalt, der Anzahl und des %-Anteils an Rote Liste-Arten sind auch noch die Seltenheit und Nichtersetzbarkeit (KAULE, 1986) ein wichtiges Kriterium für den ökologischen Wert einer Pflanzengesellschaft. Auch relativ artenarme Pflanzengesellschaften können auf Grund ihrer Seltenheit und Nichtersetzbarkeit einen hohen Naturschutzwert besitzen.

10. Gefährdungsgrad von Pflanzengesellschaften

Ein Maß für den Gefährdungsgrad einer Pflanzengesellschaft ist neben der Seltenheit auch die Anzahl und der %-Anteil an Rote Liste-Arten, wobei im allgemeinen gilt: je mehr Rote Liste-Arten eine Phytozönose enthält, desto größer ist ihr Gefährdungsgrad. Allerdings reicht dieses Kriterium zur Beurteilung des Gefährdungsgrades von Pflanzengesellschaften nicht aus. Die Rotschwingel-Straußgras-Wiesen beispielsweise enthalten im Untersuchungsgebiet relativ wenige Rote Liste-Arten (Tabelle 10); trotzdem zählen sie aus sozioökonomischen Gründen zu den am meisten gefährdeten Wiesentypen. Es sind in der Regel schwer erreichbare, wenig spektakuläre, weil nicht bunte ein- bis zweischürige, ertragsarme Dauerwiesen. Die Gefahr der Flächenstilllegung mit nachfolgender Verwaldung oder Aufforstung insbesondere mit Fichten ist sehr groß. Neben den Rotschwingel-Straußgras-

Wiesen zählen im Untersuchungsgebiet auch noch die Trespen-Halbtrockenrasen, Narzissen-Wiesen und Iris-Wiesen zu den besonders gefährdeten und somit schutzbedürftigen Pflanzengesellschaften des Wirtschaftsgrünlandes. Sie erhöhen die Biodiversität und Gesellschaftsvielfalt der Landschaft, bereichern den regionalen floristischen Artenpool und tragen wesentlich zur Erhaltung genetischer Ressourcen bei.

11. Schlussfolgerung

Das Untersuchungsgebiet zählt auf Grund der eher ungünstigen klimatischen und topographischen Verhältnisse - nach europäischen Maßstäben gemessen - zu den mäßig intensiv bewirtschafteten Grünlandgebieten. Deswegen und auf Grund der kleinbäuerlichen Betriebsstrukturen ist die floristische Diversität und Gesellschaftsvielfalt noch ziemlich hoch.

Im Berggebiet zeichnen sich zur Zeit zwei gegenläufige Trends ab: Nutzungsintensivierung einerseits und Flächenstilllegung andererseits. Sowohl eine Nutzungsintensivierung als auch eine Flächenstilllegung führen zu einer floristischen Artenverarmung, zu einer Abnahme an Rote Liste-Arten, zu einer Uniformierung der Phytozönose, zu einem Rückgang von Pflanzengesellschaften des Extensivgrünlandes und zu einem Attraktivitätsverlust der Kulturlandschaft. Die Pflanzengesellschaften des Extensivgrünlandes zeichnen sich sehr häufig durch eine hohe α -Diversität und Blütenvielfalt sowie durch ein gehäuftes Vorkommen von Rote Liste-Arten und Heilpflanzen aus; sie besitzen somit einen hohen ökologischen und ästhetischen Wert und tragen wesentlich zur Erhaltung genetischer Ressourcen bei. Hinsichtlich Futterertrag und der üblichen Futterqualitätsparameter sind sie allerdings den regelmäßig gedüngten und relativ intensiv genutzten Pflanzengesellschaften des Wirtschaftsgrünlandes deutlich unterlegen.

Das Kennzeichen einer umweltgerechten, nachhaltigen Grünlandwirtschaft ist eine standortgerechte Bewirtschaftungsweise und Nutzungsintensität. Nachdem die Grünlandstandorte ein unterschiedliches Ertragspotential aufweisen und somit über eine unterschiedliche Bewirt-

schaffungs- und Nutzungseignung verfügen, muss es angesichts agrarischer Überproduktion im Sinne einer ökonomisch und ökologisch nachhaltigen Grünlandwirtschaft Vorrangflächen für den Naturschutz und Vorrangflächen für eine relativ intensive Grünlandbewirtschaftung geben. Dies gewährleistet ein Höchstmaß an Biodiversität und landwirtschaftlicher Produktivität und sichert den Lebensraum für Menschen, Tiere und Pflanzen im von Abwanderung und Verwaldung bedrohten Berggebiet. Frische Standorte sind bei ausreichender Wärme, ausgewogener Stoffzusammensetzung im Boden und günstigen Geländeverhältnissen optimale Grünlandstandorte. Sie werden deshalb auch relativ intensiv genutzt. Frische Standorte sind in diesem Fall floristisch artenärmer und sie weisen weniger Rote Liste-Arten als beispielsweise halbtrockene Standorte auf. Halbtrockene, feuchte und nasse Standorte sollten entsprechend ihres geringeren Ertragspotentials extensiv genutzt werden. Es sind Vorrangflächen für den Naturschutz, denn sie beherbergen bei standortgemäßer Bewirtschaftungsweise und Nutzungsintensität in der Regel zahlreiche Rote Liste-Arten.

Die Art der Bewirtschaftung und die Intensität der Nutzung sowie die Beurteilung des Nährstoffzustandes im Boden haben sich immer an der naturräumlichen Standortsbonität zu orientieren. Bei geringerer naturräumlicher Standortsbonität ist die Düngungs- und Nutzungsintensität entsprechend zu verringern. Die Grenzen der Intensivierung und die ökologische Nachhaltigkeit der Bewirtschaftung können mit Hilfe von Indikationskennwerten festgestellt werden. Dazu zählen insbesondere

- Krumenpseudovergleyung, Plattengefüge, pflanzenverfügbare Nährstoffgehalte und -relationen im Oberboden
- unterirdische Phytomasse und deren Tiefenverteilung
- Überdüngungszeiger (insbesondere *Rumex obtusifolius*, *Anthriscus sylvestris*, *Heracleum sphondylium* ssp. *sphondylium*, *Aegopodium podagraria*)
- nährstoffliebende Ackerunkräuter und Ruderalpflanzen (Therophyten wie beispielsweise *Capsella bursa-pastoris*, *Stellaria media*, *Poa annua*)

- Zeigerpflanzen für Oberbodenverdichtung und Krumenwechselfeuchtigkeitszeiger (insbesondere *Ranunculus repens*, *Agrostis stolonifera*, *Poa trivialis*)
- Rosettenpflanzen (beispielsweise *Belvis perennis*, *Plantago major* ssp. *major*) und Pflanzen mit oberirdischen Ausläufern (beispielsweise *Trifolium repens*, *Potentilla reptans*)
- Vielschnitt- und trittempfindliche Wiesen-Kennarten sowie rankende Grünlandleguminosen (*Lathyrus pratensis*, *Vicia cracca*, *Vicia sepium*)
- Dominanzverhältnisse im Pflanzenbestand
- α -Diversität und Rote Liste-Arten.

Literatur

- ADLER, W., K. OSWALD und R. FISCHER, 1994: Exkursionsflora von Österreich. Ulmer Verlag, 1180 S.
- BOHNER, A. und M. SOBOTIK, 2000a: Der Landschaftsraum und seine Rahmenbedingungen für die Grünlandwirtschaft im Mittleren Steirischen Ennstal. MAB-Forschungsbericht: Landschaft und Landwirtschaft im Wandel, Akademie der Wissenschaften, 22.-23.9.2000, Wien, 5-14
- BOHNER, A. und M. SOBOTIK, 2000b: Das Wirtschaftsgrünland im Mittleren Steirischen Ennstal aus vegetationsökologischer Sicht. MAB-Forschungsbericht: Landschaft und Landwirtschaft im Wandel, Akademie der Wissenschaften, 22.-23.9.2000, Wien, 15-50.
- BOHNER, A. und M. SOBOTIK, 2001: Vegetationstypen, Böden und Ertragspotential des Wirtschaftsgrünlandes im Mittleren Steirischen Ennstal und Steirischen Salzkammergut und Konsequenzen für die Bewirtschaftung. 45. Jahrestagung der Arbeitsgemeinschaft für Grünland und Futterbau in der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften, Band 3, 23.-25.8.2001 in Gumpenstein, 9-21.
- BOHNER, A., M. SOBOTIK und L. ZECHNER, 2001: Die Iris-Wiesen (*Iridetum sibiricae* Philippi 1960) im Mittleren Steirischen Ennstal (Steiermark, Österreich) - Ökologie, Soziologie und Naturschutz. *Tuexenia* 21: 133-151.
- BOHNER, A., 2002: Ökochemische Stresskennwerte im Boden. *Mitt. d. Österr. Bodenk. Ges.*, Heft 66, 149-155.
- BOHNER, A., F. GRIMS, M. SOBOTIK und L. ZECHNER, 2003: Die Trespen-Halbtrockenrasen (*Mesobrometum erecti* Koch 1926) im Mittleren Steirischen Ennstal (Steiermark, Österreich) - Ökologie, Soziologie und Naturschutz. *Tuexenia*. Im Druck.
- BRAUN-BLANQUET, J., 1964: Pflanzensoziologie. Springer Verlag, 865 S.
- CHAPIN, S., 1980: The mineral nutrition of wild plants. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 11, 233-260.
- CRAWFORD, R.M.M., 1996: Konkurrenz in Pflanzengesellschaften. In: Ch. Brunold, A. Ruegse-

- egger, R. Brändle (Hrsg.), Stress bei Pflanzen. UTB, Bern-Stuttgart-Wien, 269-294.
- CRITCHLEY, C.N.R., B.J. CHAMBERS, J.A. FOWBERT, A. BHOGAL, S.C. ROSE and R.A. SANDERSON, 2002: Plant species richness, functional type and soil properties of grasslands and allied vegetation in English Environmentally Sensitive Areas. Blackwell Science Ltd. Grass and Forage Science, 57, 82-92.
- FLÜGEL, H.W. und F. NEUBAUER, 1984: Geologie der österreichischen Bundesländer in kurzgefassten Einzeldarstellungen. Geologische Bundesanstalt, Wien, 127 S.
- HARRACH, T., 1978: Die Durchwurzelbarkeit von Böden als wichtiges Kriterium des Ertragspotentials. Kali-Briefe 14, 115-122.
- HYDROGRAPHISCHER DIENST in Österreich, 1994: Die Niederschläge, Schneeverhältnisse und Lufttemperaturen in Österreich im Zeitraum 1981-1990, 529 S.
- KAULE, G., 1986: Arten- und Biotopschutz. UTB Ulmer Verlag, 461 S.
- KUNZMANN, G., 1989: Der ökologische Feuchtegrad als Kriterium zur Beurteilung von Grünlandstandorten. Diss. Bot. 134, 254 S.
- MARSCHNER, H., 1988: Mineral nutrition of higher plants. Academic press, 889 S.
- MUCINA, L., G. GRABHERR und T. ELLMAUER (Hrsg.), 1993: Die Pflanzengesellschaften Österreichs. Teil I und II. Gustav Fischer Verlag. 578 und 523 S.
- NIEMEYER, L., S. BUHOLZER, J. NÖSBERGER, A. OBERSON, E. FROSSARD, J. TROXLER, B. JEANGROS, M. SCHÜTZ und A. LÜSCHER, 2001: Veränderung der botanischen Zusammensetzung von Wiesen im Alpenraum als Indikator für die Nachhaltigkeit der Bewirtschaftung. 45. Jahrestagung, Arbeitsgemeinschaft für Grünland und Futterbau in der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften, 23.-25.8.2001, Gumpenstein, 53-55.
- NIKL FELD, H. et al., 1999: Rote Listen gefährdeter Pflanzen Österreichs. Grüne Reihe des Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie. Band 10, 292 S.
- NÖSBERGER, J., 1977: Die Ertragssicherheit im Futterbau. Schweizer landw. Monatshefte 55, 313-324.
- SOLAR, F., 1978: Die Talböden, ein allgemeiner Überblick. Mitt. der Österr. Bodenk. Gesell., Heft 20, 9-21.
- SOLAR, F., 1982: Der Wasser- und Wärmehaushalt des Bodens als zonales Phänomen - Charakteristik und Parameter. Mitt. der Österr. Bodenk. Ges., Heft 25, 95-117.
- TILLEY, J.M.A. and R.A. TERRY, 1963: A two-stage technique for the in vitro digestion of forage crops. Journ. British Grassland Society 18:104-111.
- VOIGTLÄNDER, G. und H. JACOB, 1987: Grünlandwirtschaft und Futterbau. Ulmer Verlag, 480 S.
- WAKONIGG, H., 1978: Witterung und Klima in der Steiermark. Verlag Technische Universität Graz, 473 S.
- WILMANN, O., 1989: Ökologische Pflanzensoziologie. UTB, 378 S.

Dank

Diese Untersuchungen wurden im Rahmen des MaB-Projektes "Landschaft und Landwirtschaft im Wandel. Das Grünland im Berggebiet Österreichs" durchgeführt.

