Zeitschrift: Veröffentlichungen des Geobotanischen Institutes der Eidg. Tech. Hochschule, Stiftung Rübel, in Zürich

Herausgeber: Geobotanisches Institut, Stiftung Rübel (Zürich)

Band: 128 (1997)

Artikel: Wiesen und Weiden in der Stadt Zürich : Untersuchungen zur Erhaltung und Förderung der Pflanzenvielfalt = The maintenance and enhancement of plant species diversity in hay meadows and pastures in the city of Zurich

Autor: Wilhelm, Markus

Kapitel: 4: Ergebnisse

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-308992

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 05.12.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

4 ERGEBNISSE

4.1 VEGETATIONS- UND STANDORTSKUNDLICHE ERGEBNISSE

4.1.1 Vegetation

Auf den insgesamt 241 Untersuchungsflächen wurden 446 Pflanzenarten gefunden (Anhang Tab. A.3). Es handelt sich dabei um 415 Gefässpflanzen und 31 Moose.

Klassifikation:
Die Klassifikation der Arten und Vegetationsaufnahmen erfolgte mittels multivariater Ähnlichkeitsanalysen und wurde in Form eines Vegetationsschlüssels dargestellt. In dieser Form ist die Gesamtstruktur des Datenmaterials besonders gut ersichtlich (Fig. 7). Es zeigt sich, dass sich insbesondere die Aufnahmegruppen der Nummern 1 – 3, 6 – 8, und 13 – 15 gut von allen andern trennen liessen. Um sicherzustellen, dass die Klassifikation nicht durch Ausreisser verfälscht wurde, musste eine entsprechende Ausreisseranalyse durchgeführt werden. Von den 241 Aufnahmen wiesen 17 einen Van der Maarels-Ähnlichkeitskoeffizienten zwischen 0.3 und 0.4 auf. Sie lagen demzufolge alle erst im Grenzbereich der als Ausreisser zu bezeichnenden Aufnahmen. Der Datensatz durfte als in sich konsistent betrachtet werden. Deshalb wurden die 17 in der ersten Phase vorsichtshalber nicht berücksichtigten Aufnahmen in die nachfolgenden Auswertungen miteinbezogen und mittels einer Clusteranalyse in vier Gruppen Nr. 21 – 24 getrennt.

Ordination:
Die syntaxonomische Zuordnung der Aufnahmegruppen erfolgte mittels vier Ordinationen (Fig. 8). Dazu wurden zehn soziologisch, standörtlich oder regional vergleichbare Vegetationstypen verschiedener Autoren ausgewählt und zusammen mit den 19 in dieser Arbeit festgestellten Aufnahmegruppen in Beziehung gebracht.
Die Ordinationsvariante a1 in Fig. 8 berücksichtigt alle Stetigkeitsklassen mit entsprechender Gewichtung. Da bei der Vergleichsvegetation (Nummern zwischen 51 und 92) die Artenlisten der Stetigkeitsklassen I und II zum Teil nicht vollständig wiedergegeben wurden, könnte dies zu starken Abtrennungen ge-

Laufnummer	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	21 – 24
Anzahl Aufnahmen	10	10	5	6	8	13	30	15	28	20	21	29	13	8	8	17
Artengruppen																
a	x	.														
b	.		.													
c	x															
d	●	.														
e	.		.													
f	x	x														
g			x													.
h	x	.	x													
i		x					.	.								
j			x			.										
k	x	x	■		●	x		.						.		.
l	.	.			■	.	x	.								
m	.	.			x											
n				x												
o	x	x	x	.		x	x	x		.	.	.	.	.	.	
p				.	.				x	.		.				
q							x									
r		.	.	x	x		.	.	x	x	x	.	x	x	.	x
s	.	.	x	.	.	x	x	●	x	■	x	■	x	x	x	x
t	.						●	x			x		.		x	
u				.		x	.	x	.	x	.	x	.	x	x	
v							x								x	
w						.						.	.			x
x													.			.
y						.							x	x		.
z						.									x	
ä															x	
ö															.	

Fig. 7. Klassifikation der Aufnahmen und Arten mittels Ähnlichkeitsanalyse; Darstellung als Vegetationsschlüssel:
Classification of the relevés, figured as a vegetation key:

leer: Präsenz < 15 %
. Präsenz 16 – 35 %
x Präsenz 36 – 75 %
● Präsenz > 75 %
■ Präsenz > 75 % sowie mind. eine Art zu > 50 % mit Deckungsgrad 2, 3, 4 oder 5

Laufnummern: **1-15**) klassierte Aufnahmegruppen, **21-24**) Ausreissergruppen
*Numbers: **1-15**) classified relevé groups, **21-24**) outlayer groups*

Artengruppen – *species groups*: **a**) *Leontodon autumnalis, Pimpinella saxifraga, Centaurium pulchellum;* **b**) *Pulicaria dysenterica;* **c**) *Carex tomentosa;* **d**) *Centaurea angustifolia, Cichorium intybus, Carex distans, Trifolium fragiferum, Agrimonia eupatoria, Potentilla anserina, Lotus tenuis,* **e**) *Juncus inflexus, Juncus articulatus;* **f**) *Euphrasia rostkoviana, Ononis repens;* **g**) *Phalaris arundinacea, Juncus effusus, Succisa pratensis, Silene flos-cuculi, Lythrum salicaria;* **h**) *Briza media, Cynosurus cristatus;* **i**) *Thymus pulegioides, Silene vulgaris, Echium vulgare;* **j**) *Rhinanthus alectorolophus, Primula veris;* **k**) *Carex flacca, Sanguisorba minor, Leontodon hispidus, Linum catharticum;* **l**) *Verbena officinalis;* **m**) *Poa annua, Capsella bursa-pastoris, Plantago major;* **n**) *Polygonum aviculare* s.l., *Echinochloa crus-galli, Diplotaxis muralis, Barbarea vulgaris;* **o**) *Prunella vulgaris, Medicago lupulina, Ranunculus bulbosus, Achillea millefolium, Chrysanthemum leucanthemum, Centaurea jacea, Knautia arvensis, Satureja vulgaris, Salvia pratensis, Viola hirta, Lotus corniculatus, Potentilla reptans, Daucus carota, Bromus erectus;* **p**) *Lolium multiflorum, Alopecurus pratensis;* **q**) *Geranium molle, Arenaria serpyllifolia;* **r**) *Veronica filiformis, Ranunculus repens, Rumex obtusifolius;* **s**) *Arrhenatherum elatius, Ranunculus frieseanus, Galium album, Glechoma hederaceum, Ajuga reptans, Trisetum flavescens, Veronica chamaedrys, Vicia sepium, Holcus lanatus, Cardamine pratensis, Ranunculus ficaria, Plantago lanceolata, Poa pratensis* s.l., *Poa trivialis, Festuca rubra* s.l.; **t**) *Cardamine hirsuta, Trifolium dubium;* **u**) *Rumex acetosa, Crepis capillaris, Potentilla sterilis, Lysimachia nummularia, Anthoxanthum odoratum;* **v**) *Erigeron annuus* s.l., *Muscari racemosum* s.l.; **w**) *Fragaria vesca;* **x**) *Brachypodium silvaticum, Hedera helix;* **y**) *Primula vulgaris, Viola odorata;* **z**) *Luzula campestris, Bromus sterilis;* **ä**) *Galanthus nivalis, Chionodoxa luciliae;* **ö**) *Aquilegia vulgaris* s.l.

genüber den Aufnahmegruppen '1' – '15' und '21' – '24' führen. Durch die zusätzliche Wurzeltransformation (b1) werden die Gewichtungen der Stetigkeitsklassen nivelliert, die Stetigkeitsklassen I und II werden also noch stärker gewichtet. Die Ordinationsvarianten a1 und b1 tragen demzufolge insbesondere zur Aufdeckung von Verwandtschaften zwischen den Aufnahmegruppen bei. Die Ordinationsvarianten a2 und b2, welche auf die zum Teil unvollständigen Stetigkeitsklassen I und II verzichten, können zur Klärung der Verwandtschaft zwischen den Aufnahmegruppen und den Vergleichsvegetationen herangezogen werden. Hierbei fällt auf, dass die Wurzeltransformation keinen Einfluss mehr auf die Gruppierung hat.
Die Aufnahmegruppen '1', '2' und '24' präsentieren sich bei allen vier Ordinationsvarianten als eigenständige Vegetationseinheiten. Die Ordinationen lassen eine relativ nahe Verwandtschaft mit der Vergleichsvegetation Wegrain-Glatthaferwiese und Ruderale Wiese (91 und 92) vermuten. Eine Sonderstellung nimmt die selbständig auftretende Aufnahmegruppe '23' ein, die durchwegs in der Nähe der beiden zuvor besprochenen Einheiten liegt.
Bei allen andern Vegetationseinheiten bzw. Aufnahmegruppen treten je nach Ordination leichte Verschiebungen bei der Zusammensetzung der Einheiten auf. Die Ordinationen a2 und b2 zeigen eine Verwandtschaft der Aufnahmegruppen '4' und '5' zu den Tieflagenfettweiden Süddeutschlands (82), wie auch eine Verwandtschaft der Aufnahmegruppen '3' und '21' mit den Gedüngten Trespenwiesen (71) bzw. den Mager-Fettweiden (81). Schliesslich kann auf eine Verwandtschaft zwischen der Feuchten Glatthaferwiese (54) mit den Aufnahmegruppen '9', '10', '11', '12', '13', '14', '15' und '22' geschlossen werden. Die Aufnahmegruppen '6', '7' und '8' erweisen sich als eigenständige Vegetationseinheit.

Es zeigt sich, dass alle vier Ordinations-Varianten eine ähnliche Struktur aufweisen. Eine syntaxonomische Zuordnung (Kap. 5.1) der Aufnahmegruppen aufgrund der durchgeführten Ordinationsmethode ist somit zulässig (Fig. 9).

Fig. 8. *Ordination of the relevé groups of Zürich (1 – 15 and 21 – 24) and of similar, well known relevé groups (51 – 54, 61, 71, 81 – 82 and 91 – 92).*
a1) *Ordination with all available constancy classes, not root-transformed,*
b1) *Ordination with all available constancy classes, root-transformed,*
a2) *Ordination with the constancy classes III, IV und V, not root-transformed,*
b2) *Ordination with the constancy classes III, IV und V, root-transformed,*
Relationship between relevé groups according to the cluster analysis (see Fig. 9.):
First main branch: dark hatched. Second main branch: white and bright hatched.

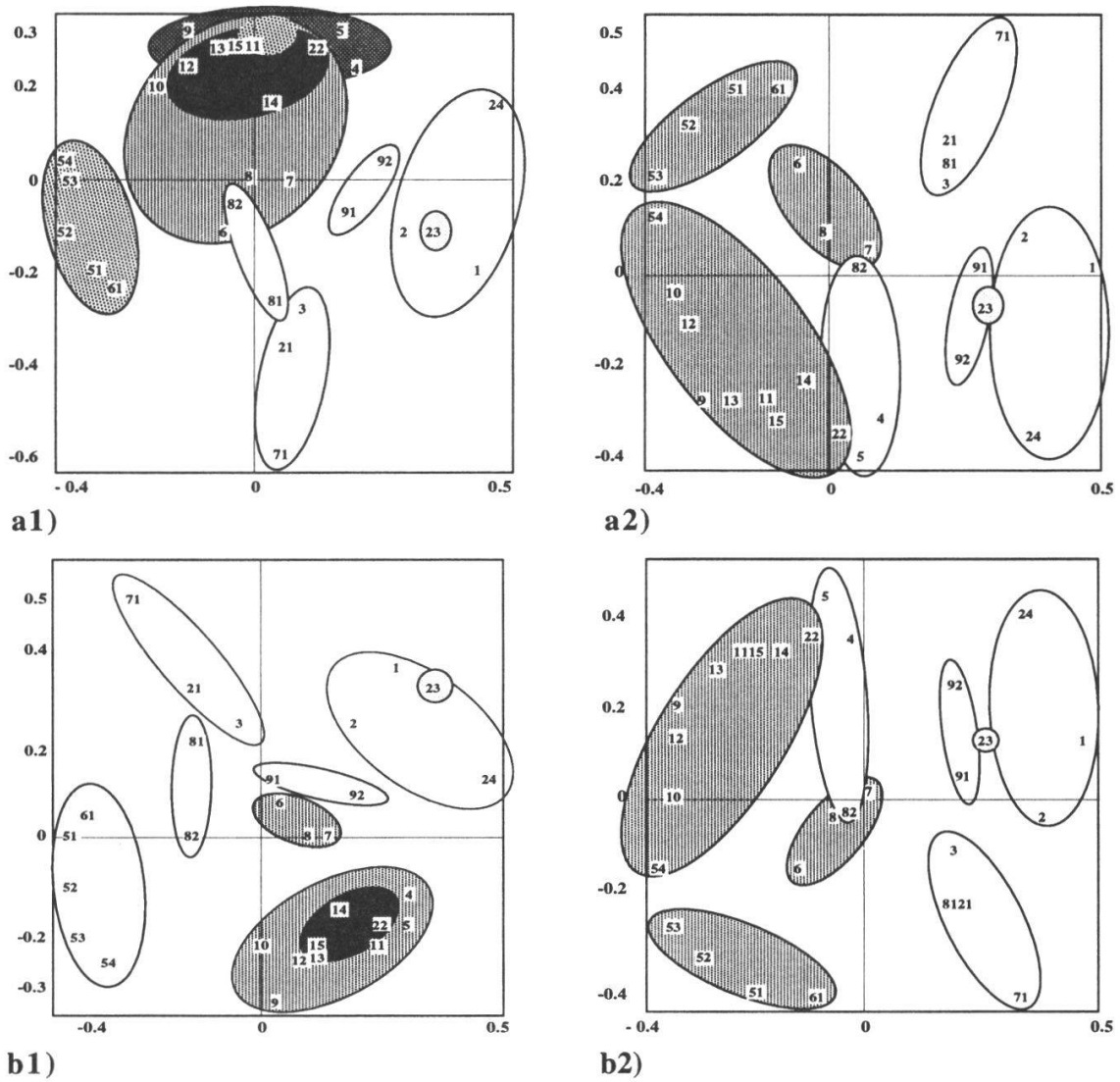


Fig. 8. Ordination der durch die Ähnlichkeitsanalyse erhaltenen Aufnahmegruppen (1-15 und 21-24) zusammen mit vergleichbaren Vegetationstypen:

51	Thermophile Glatthaferwiese	Stadt/Region Zürich	(SCHNEIDER 1954)
52	Trockene Glatthaferwiese	Stadt/Region Zürich	(SCHNEIDER 1954)
53	Typische Glatthaferwiese	Stadt/Region Zürich	(SCHNEIDER 1954)
54	Feuchte Glatthaferwiese	Stadt/Region Zürich	(SCHNEIDER 1954)
61	Glatthaferwiese	Stadt/Region Zürich	(SCHERRER 1925)
71	Möhren-Salbei-Trespenwiese	Nordschweiz	(ZOLLER 1954)
81	Magere Fettweide	Süddeutschland	(OBERDORFER 1993)
82	Tieflagen-Fettweide	Süddeutschland	(OBERDORFER 1993)
91	Wegrain-Glatthaferwiese	Halle (D)	(KNAPP 1963 zit. in FISCHER 1985)
92	Ruderale Wiesen	Hessen (D)	(FISCHER 1985)

a1) Ordination mit allen vorhandenen Stetigkeitsklassen, nicht wurzeltransformiert,
b1) Ordination mit allen vorhandenen Stetigkeitsklassen, wurzeltransformiert,
a2) Ordination mit den Stetigkeitsklassen III, IV und V, nicht wurzeltransformiert,
b2) Ordination mit den Stetigkeitsklassen III, IV und V, wurzeltransformiert,
Verwandtschaft aufgrund der Clusteranalyse (vgl. Fig. 9.):
1. Hauptast: dunkle Schraffuren, 2. Hauptast: weiss und helle Schraffur.

Hierarchie:

Fig. 9 zeigt neben der syntaxonomischen Zuordnung auch die mittels Clusteranalyse errechnete hierarchische Gliederung der vorgefundenen Pflanzengesellschaften. Die hierarchisch erste Auftrennung ergibt sich zwischen den anthropogen beeinflussten Magerwiesen und den Fettwiesen/-weiden im engeren Sinne. Die anthropogen beeinflussten Magerwiesen trennen sich auf den nächst tieferen Ebenen in die Nassen Spezialstandorte, die Trespenreichen Odermennigwiesen und die Gedüngten Trespenwiesen; die Fettwiesen/-weiden in die Tieflagen-Fettweiden sowie in die Trespenreichen bzw. in die Feuchten Glatthaferwiesen.

Die Wiesen der Stadt Zürich lassen sich also in sechs Vegetationstypen (Haupttypen) unterteilen.

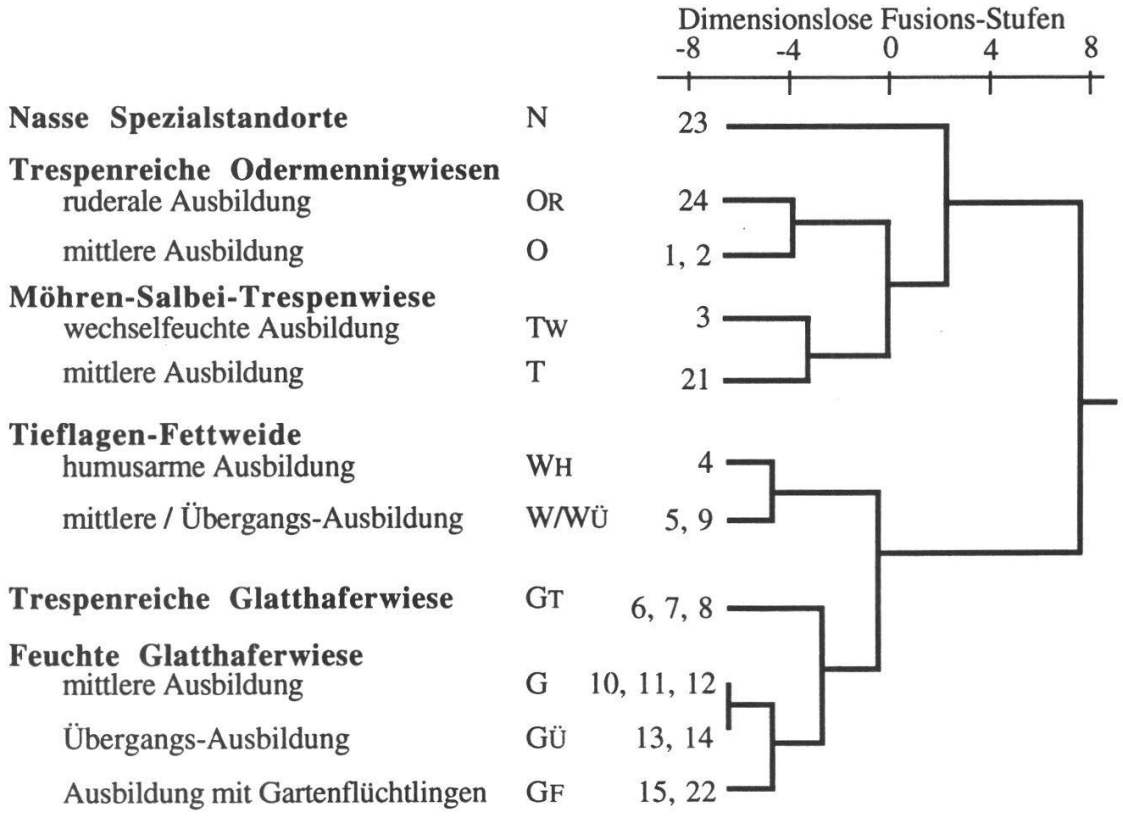


Fig. 9. Die Gliederung der Vegetationseinheiten entspricht der hierarchischen Struktur der Clusteranalyse über alle Aufnahmegruppen (dimensionslose Fusions-Stufen).
The structure of vegetation units corresponds to the cluster analysis.

Stetigkeitsanalyse:
Die oben beschriebenen Vegetationseinheiten konnten in einer Stetigkeitstabelle (Tab. 10) zusammengefasst werden, welche die 19 Aufnahmegruppen mit 26 Artengruppen beschreibt. Die Artengruppen enthalten die – mittels Varianzrangierung nach Jancey berechneten – 106 best-trennenden Pflanzenarten (inkl. Moose). Ihre Gruppen-Benennung erfolgte aufgrund entsprechender Zeigereigenschaften und Vegetationstypeneinteilungen. Es war möglich, die Artengruppen grob in sechs Blöcke zusammenzufassen. Der Block Magerwiesenpflanzen mit zehn Artengruppen stellte sich als umfangreichster heraus. Etwas weniger umfangreich präsentieren sich die Blöcke der Fettwiesenpflanzen mit sechs Artengruppen bzw. der Pflanzen trockener Standorte mit deren vier. Nur sehr kleine Blöcke mit zwei und drei Artengruppen bilden die Weideunkräuter, die Waldpflanzen und die Pflanzen städtischer Standorte. Sie tragen jedoch hauptsächlich zur Differenzierung der Fettwiesen und -weiden im engeren Sinne bei.
Als zentrale Wiesentypen der Stadt Zürich kristallisierten sich die Tiefland-Fettweiden (WH, W, WÜ) und Feuchten Glatthaferwiesen (G, GÜ, GF) heraus. Ihre gegenseitige Abgrenzung gelang durch die Weideunkräuter nährstoffreicher (un) und humusarmer (uh) Standorte. Der Übergang von der Feuchten Glatthaferwiese (G) zur Übergangs-Ausbildung (GÜ) bis hin zur Ausbildung mit Gartenflüchtlingen (GF) ist fliessend. Er ist hauptsächlich geprägt durch die Zunahme der Pflanzen städtischer Parks (s) mit gleichzeitigem Rückgang der Fettwiesenpflanzen intensiv genutzter, nährstoffreicher Standorte (fn).
Die drei nährstoffärmeren Wiesentypen Trespenreiche Glatthaferwiese (GT), Möhren-Salbei-Trespenwiese (T) und Trespenreiche Odermennigwiese (O) liessen in der genannten Reihenfolge eine zunehmende Artenzahl der Magerwiesenpflanzen erkennen, parallel dazu nahmen die Vertreter der Fettwiesenpflanzen (f, fn, fa) ab.
Bezüglich der Abtrennung der Odermennigwiesen ruderaler Ausbildung und der Nassen Spezialstandorte gibt die Stetigkeitstabelle (Tab. 10) keine gesicherte Auskunft, da zu wenig Vegetationsaufnahmen zur Verfügung standen.

Mittels der Stetigkeitsanalyse können fünf der sechs erfassten Vegetationstypen bestätigt und besser abgegrenzt werden: Trespenreiche Odermennigwiese, Möhren-Salbei-Trespenwiese, Tieflagen-Fettweide, Trespenreiche Glatthaferwiese und Feuchte Glatthaferwiese. Der als Nasser Spezialstandort bezeichnete Vegetationstyp hingegen darf in den folgenden Analysen vernachlässigt werden.

Tab. 10. Stetigkeitstabelle der Wiesen der Stadt Zürich.
Constancy table of the meadows in the City of Zurich.

Vegetationseinheiten – *vegetation units*:

N **Nasse Spezialstandorte** (Einzelaufnahmen) – ***Wet sites*** *(few relevés)*

O **Trespenreiche Odermennigwiese**
Trifolio-Agrimonietum eupatoriae, Übergang zum Mesobrometum
Trifolio-Agrimonietum eupatoriae, in transition to Mesobrometum
OR ruderale Ausbildung (Einzelaufnahmen) – *ruderal variant*
O mittlere Ausbildung – *typical variant*

T **Möhren-Salbei-Trespenwiese**
Dauco-Salvio-Mesobrometum
TW wechselfeuchte Ausbildung – *variant of variable humidity*
T mittlere Ausbildung (Einzelaufnahmen) – *typical variant*

W **Tieflagen-Fettweide**
Lolio-Cynosuretum
WH humusarme Ausbildung – *variant poor in humus*
W mittlere Ausbildung – *typical variant*
WÜ im Übergang zu Glatthaferwiese – *in change to* Arrhenatheretum

G **Glatthaferwiese**
Arrhenatheretum elatioris
GT Trespenreiche Glatthaferwiese – *rich in individuals of* Bromus erectus
G Feuchte Glatthaferwiese – *wet variant*
GÜ Feuchte Glatthaferwiese Übergangs-Ausbildung – *wet transmition variant*
GF Feuchte Glatthaferwiese Ausbildung mit Gartenflüchtlingen – *urban type*

Artengruppen – *species groups*:

m **Magerwiesenpflanzen – *plants of nutrient-poor meadows***
mw wechselfeuchte Standorte – *sites of varying humidity*
mf feuchte Standorte – *wet sites*
mb basenreiche Standorte – *base-rich sites*
mh humusreiche, exponierte Standorte – *humus-rich sites*
ml Standorte mit lückiger Vegetation – *sites with partly open vegetation*
mt trockene Standorte – *dry sites*
mf' feuchte, basenarme Standorte – *wet sites poor in bases*
mb' basenreiche, wechseltrockene Standorte – *sites rich in bases*
m mesische Standorte – *mesic sites*
mh' basenreiche, humusarme Standorte – *humus-poor sites*

u **Weideunkräuter – *plants of pastures***
un nährstoffreiche Standorte – *nutrient-rich sites*
uh humusarme, nährstoffreiche Standorte – *nutrient-rich sites, poor in humus*

t **Pflanzen trockener Standorte – *plants of dry sites***
tm magere, basenreiche Standorte – *base-poor sites*
tr ruderale, durchlüftete Böden – *ruderal sites of well aired soil*
tm' magere Standorte – *nutrient-poor sites*
tb basenreiche Standorte – *base-rich sites*

f **Fettwiesenpflanzen – *plants of nutrient-rich meadows***
fm magere Standorte – *nutrient-poor sites*
fr ruderale Standorte – *ruderal sites*
f mesische Standorte – *mesic sites*
fn nährstoffreiche, intensiv genutzte Standorte – *sites of an intensive management*
fa basenarme Standorte – *base-poor sites*

w **Waldpflanzen – *forest plants***
w halbschattige Standorte – *half-shaded sites*
w' halbschattige Standorte – *half-shaded sites*

s **Pflanzen städtischer Parks – *plants of urban parks***
sg Standorte mit Gartenflüchtlingen – *sites with garden plants*
sg' Standorte mit Gartenflüchtlingen – *sites with garden plants*
s mesische Standorte – *mesic sites*

Tab. 10. (Forts. – *continued*)

			Trespereiche Oderm.-w.			Möhre-Tres.-w.		Tieflagen-Fettweide			Trespenreiche Glatth.-w.			Feuchte Glatthaferwiese						
		Vegetationseinheiten	N	OR	O	O'	TW	T	WH	W	WÜ	GT	GT'	GT''	G	G'	G''	GÜ	GÜ'	GF	GF'
		Vegetationsnummer	23	24	1	2	3	21	4	5	9	6	7	8	10	11	12	13	14	22	15
		Anzahl Aufnahmen	2	4	10	10	5	2	6	8	15	28	13	30	20	21	29	13	8	9	8
		mittlere Artenzahl (ohne Moose)	41	21	37	37	45	41	37	22	24	46	42	46	36	34	33	34	38	28	35
	Artengruppen																				
Magerwiesenpflanzen	mw	*Pulicaria dysenterica*			II		II														
	mf	*Juncus inflexus*			II		III									I					
		Juncus articulatus	III		II							I									
	mb	*Carex tomentosa*			III							I	I								
		Campylium chrysophyllum			II							I									
	mh	*Leontodon autumnalis*			III	II															
		Pimpinella saxifraga			II	III						I									
		Centaurium pulchellum			II	II															
	ml	*Centaurea angustifolia*			V	II						I									
		Cichorium intybus			V	II															
		Carex distans			V																
		Trifolium fragiferum			IV																
		Agrimonia eupatoria		IV	V	III				II		II	I	I	I		I				
		Potentilla anserina		III	IV	II				II					I	I	I			I	
		Lotus tenuis		II	V	III															
	mt	*Thymus pulegioides*			II	V		III				II	II	II				I			
		Ononis repens			III	IV			I			I		I							
		Echium vulgare				II															
	mf'	*Phalaris arundinacea*		IV		I	V							I	I					I	
		Juncus effusus					III				I					I					
		Succisa pratensis					IV					I									
		Silene flos-cuculi					V													II	
		Lythrum salicaria	V				IV														
	mb'	*Rhinanthus alectorolophus*					IV		I			II		I							
		Primula veris					III					I									
	m	*Briza media*			III	II	V	III				I		I	I						
		Cynosurus cristatus		II	V	IV	V	III			I	I	I	I	I	I	I	II		I	
		Euphrasia rostkoviana			II			III				I									
	mh'	*Carex flacca*	V	III	V	III	V	III	I			III		III	I	I	I	I	V	II	I
		Sanguisorba minor				IV	IV	III	I			III	I	III	I		I		II	I	
		Leontodon hispidus	III		IV	III	V	III	I			III		II	I		I	I	I		I
		Linum catharticum			I	I	V	III				I		I		I			I		
Weideunkräuter	un	*Verbena officinalis*			II	II			V			II	III	II		I					
		Poa annua			III	II			V	IV	II	I		I		I				II	II
		Capsella bursa-pastoris				I			V	II			II	I		I				II	
		Plantago major			III	II			V	III	I	I		I		I	I		I	II	
	uh	*Polygonum aviculare* s.l.							V	I				I	I	I					
		Echinochloa crus-galli							IV												
		Diplotaxis muralis							III												
		Barbarea vulgaris							II												
Pflanzen trockener Standorte	tm	*Entodon concinnus*				I	II	III				I	II	I			I				
		Thuidium delicatulum						III	I			I	I	I		I	I		I		
	tr	*Geranium molle*										I	II	I		I					
		Arenaria serpyllifolia					II						II	I					I		
	tm'	*Trifolium dubium*				I						I	IV	III	I	II	I	II		I	
		Barbula unguiculata				II			I				IV	I	I	I	I	II		II	I
		Silene vulgaris				III	II					I	III	II						I	
		Erigeron annuus s.l.					II					I	V	I	I	I				I	II
	tb	*Homalothecium lutescens*				I						I	III	II		I		I	I		II
		Muscari racemosum						III					III	I		I		I		I	III

Tab. 10. (Forts. – *continued*)

			N 23	Or 24	O 1	O' 2	Tw 3	T 21	Wh 4	W 5	Wü 9	Gt 6	Gt 7	Gt'' 8	G 10	G' 11	G'' 12	Gü 13	Gü' 14	Gf 22	Gf' 15
Fettwiesenpflanzen	fm	*Ranunculus bulbosus*			IV	III	III					IV	III	V	I	I	I		I	I	II
		Achillea millefolium			II	III	II		I	IV	I	II	V	IV	I	I	I	II	I	II	
		Centaurea jacea				III	IV	III	I			III	IV	III	I		I	II		I	
		Knautia arvensis				I	II	III	I			IV	II	III	II		I	I		I	
		Satureja vulgaris					II	III	I			II	IV	III		I	I	II			II
		Salvia pratensis			II	IV	II	III				II	IV	II				I		I	I
		Viola hirta						V				II	II	III		I		I	I		II
		Daucus carota		II	IV	III	II	III	I	I	II	III	IV	IV	I	II	I			II	
		Bromus erectus	III	II	V	V	V	III		II		V	III	IV	I		I	I	III	I	
		Prunella vulgaris	III	II	IV	IV	V		III	II	I	IV	IV	V	IV	II	III	IV	II	II	II
		Medicago lupulina			IV	V	IV	V	V	I		V	V	V	II	IV	II	IV	II	II	III
		Lotus corniculatus	III		V	V	V	V	II			V	V	V	III	II	II	I	II	I	
		Chrysanthemum leucanth.			I	II	III	III				IV	II	III	I	II	I	III	II	II	II
	fr	*Poa trivialis*		III	IV	IV	II			V	III	I	II	III	V	IV	II	III		II	V
		Eurhynchium hians	III	III	III	V			II	IV	III	II	IV	III	II	IV	II	II	II	III	IV
		Potentilla reptans		II	IV	V			II	III		II	V	IV	II	III	II	III	I	II	II
		Cardamine hirsuta			III			III	I	II	I	I	IV	III	I	III	I	II		III	V
	f	*Arrhenatherum elatius*	III	II		III	V	V	II	II	IV	V	V	V	V	V	V	IV	IV	III	V
		Ranunculus friesianus	V		II	II	V		V	IV	V	V	III	V	V	V	V	IV	IV	I	IV
		Galium album	III	II	I	II	V		II	I	III	V	IV	V	V	IV	V	V	V	II	II
		Glechoma hederaceum	III	III	II	II	II		I	III	III	IV	V	V	V	V	V	V	V	V	IV
		Calliergonella cuspidata	III	II	III	III	V	III	I	I	I	II	II	III	IV	II	III	IV	V	II	IV
		Ajuga reptans	V			I	IV	III	III	I	III	V	II	IV	V	II	V	V	V	II	IV
		Trisetum flavescens	III		I	II	III	V	I	I	III	V	V	V	IV	IV	IV	II	IV	II	II
		Plantago lanceolata			V	V	V	III	V	III	III	V	V	V	V	V	V	IV	V	III	III
		Poa pratensis s.l.		II	IV	IV	V	III	II	IV	III	V	V	V	IV	V	IV	IV	V	V	V
		Festuca rubra s.l.		IV	V	V	V	III	I	II	I	V	IV	V	V	V	V	V	V	IV	IV
		Veronica chamaedrys				I	II	III	V	I	III	IV	IV	V	V	III	IV	IV	V	II	V
		Vicia sepium			I	I	II	V		I	II	IV	III	III	V	III	V	III	V	III	III
		Holcus lanatus	III		II	I	V	III		II	II	IV		IV	V	IV	IV	II	II	II	
		Rhytidiadelphus squarrosus					II	V		I	I	I		I	II	I	III	III	IV		I
		Cardamine pratensis					II		II		V	II		II	III	II	V	V	II	II	IV
		Ranunculus ficaria		III		I	V				V	I	I	II	II	III	II	IV	III	IV	IV
		Crepis capillaris	III			I			IV			III	V	IV	II	III	IV	II	IV	II	II
		Potentilla sterilis	III						I			IV		III	I	I	IV	IV	IV	I	IV
		Lysimachia nummularia	V						II		I	III	I	II	III	III	III	II	IV	I	I
	fn	*Veronica filiformis*		II		II				IV	V	I	I	III	II	IV	IV	V	III	III	
		Ranunculus repens		II	I	II	IV		V	IV	IV	I	I	I	III	III	I	III	IV	II	III
		Rumex obtusifolius			I	II	II		V	IV	IV	I	II	I	III	II	II	II	I	II	
		Lolium multiflorum		II		II	II		III	II	V	I	I	I	II	I	II	I			
		Alopecurus pratensis								II	IV		I	I	II	I	I			I	
	fa	*Scleropodium purum*						III		I		III		I	I	I	I	I	II		
		Rumex acetosa					II		I		V	V	IV	III	V	II	IV	I	I	I	II
		Anthoxanthum odoratum				I	III	V	I		II	IV		II	IV	I	III	I	I		II
Wald-pflanzen	w	*Fragaria vesca*						III				II		I	I	I	I	I	IV	III	I
		Cirriphyllum piliferum										I	I	I			II	II	III	I	II
	w'	*Brachypodium silvaticum*		III			II	III				I		I	I	I	I	II	V	II	I
		Hedera helix												I		I		II	IV	II	I
Pflanzen städtischer Parks	sg	*Primula vulgaris*										II	I	I		I	II	IV	IV	II	V
		Viola odorata						III				I		I	I	I		II	I	II	IV
	sg'	*Galanthus nivalis*																I	I	II	III
		Chionodoxa luciliae														I				I	II
		Aquilegia vulgaris s.l.																			II
	s	*Luzula campestris*										II		I	I						II
		Plagiomnium affine										I		I			I				II
		Bromus sterilis										I		I						II	II

Abgrenzbarkeit der Vegetationseinheiten bezüglich Artenzahl:
Gemäss Fig. 10 sind die fünf Vegetationstypen Trespenreiche Odermennigwiese, Möhren-Salbei-Trespenwiese, Tieflagenfettweide, Trespenreiche Glatthaferwiese und Feuchte Glatthaferwiese bezüglich Artenzahl pro Aufnahme in sich recht homogen. Die durch Varianzanalyse und PostHoc-Test mit $p < 0.05$ ermittelte Signifikanzgrenze unterteilt keine von ihnen, sondern verläuft entlang der Vegetationstypen-Einteilung. Die Varianten (Aufnahmegruppen) der Vegetationstypen sind also nicht signifikant voneinander abgrenzbar. Es ergibt sich folgendes Bild: Die Feuchte Glatthaferwiese (G) trennt sich scharf von der Trespenreichen (GT) ab und diese wiederum von der Tieflagen-Fettweide (W). Etwas gestuft verläuft die Signifikanzgrenze der Artenzahl pro Aufnahme zwischen der Tieflagen-Fettweide (W) und der Gedüngten Trespenwiese (T) bzw. der Trespenreichen Odermennigwiese (O). Die Vertrauensintervalle der Aufnahmegruppen sowohl der Nassen Spezialstandorte, der Trespenreichen Odermennigwiese als auch der Gedüngten Trespenwiese sind aufgrund kleiner Stichprobenzahlen – vielfach nur 2 – 4 Aufnahmen – so breit, dass keine Abgrenzungen mehr möglich sind.
Wird die Abgrenzbarkeit der oben erwähnten fünf Vegetationstypen auf das Vorhandensein von Rote-Liste-Arten (LANDOLT 1991c) geprüft, verändert sich das Resultat leicht (in keiner Fig. dargestellt). Wiederum sind zwar die Trespenreichen Odermennigwiesen, die Gedüngten Trespenwiesen, die Tieflagen-Fettweiden und die Trespenreichen Glatthaferwiesen jeweils in sich homogen und gegenseitig gut abgrenzbar; bei den Feuchten Glatthaferwiesen lässt sich jedoch neu die mesische Ausbildung von den restlichen beiden trennen. Wird als Vergleichsmass die Anzahl Rote-Liste-Arten pro Untersuchungsfläche beigezogen (Fig. 11) präsentiert sich im Bereich der Feuchten Glatthaferwiesen nochmals ein leicht anderes Bild. Neu lässt sich im Gegensatz zur Präsenz-Absenzanalyse zusätzlich die Ausbildung mit Gartenflüchtlingen von den anderen trennen. Zur Ermittlung der Signifikanzgrenzen wurde für die Präsenz-Absenzanalyse ein Chi-Quadrat-Test ($p < 0.01$) angewendet und für die Artenzahlen ein PostHoc-Test ($p < 0.05$).

Fig. 10. *The mean number of species per plot in relation to vegetation units. The number of species and the 95 % confidence-value refers to plants without mosses. Vegetation units within the white or grey fields do not differ by the mean number of species, but they are significantly different at the border of them. Statistics: variance analysis with Tukey's PostHoc-Test; empty space = not significant,* * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$.

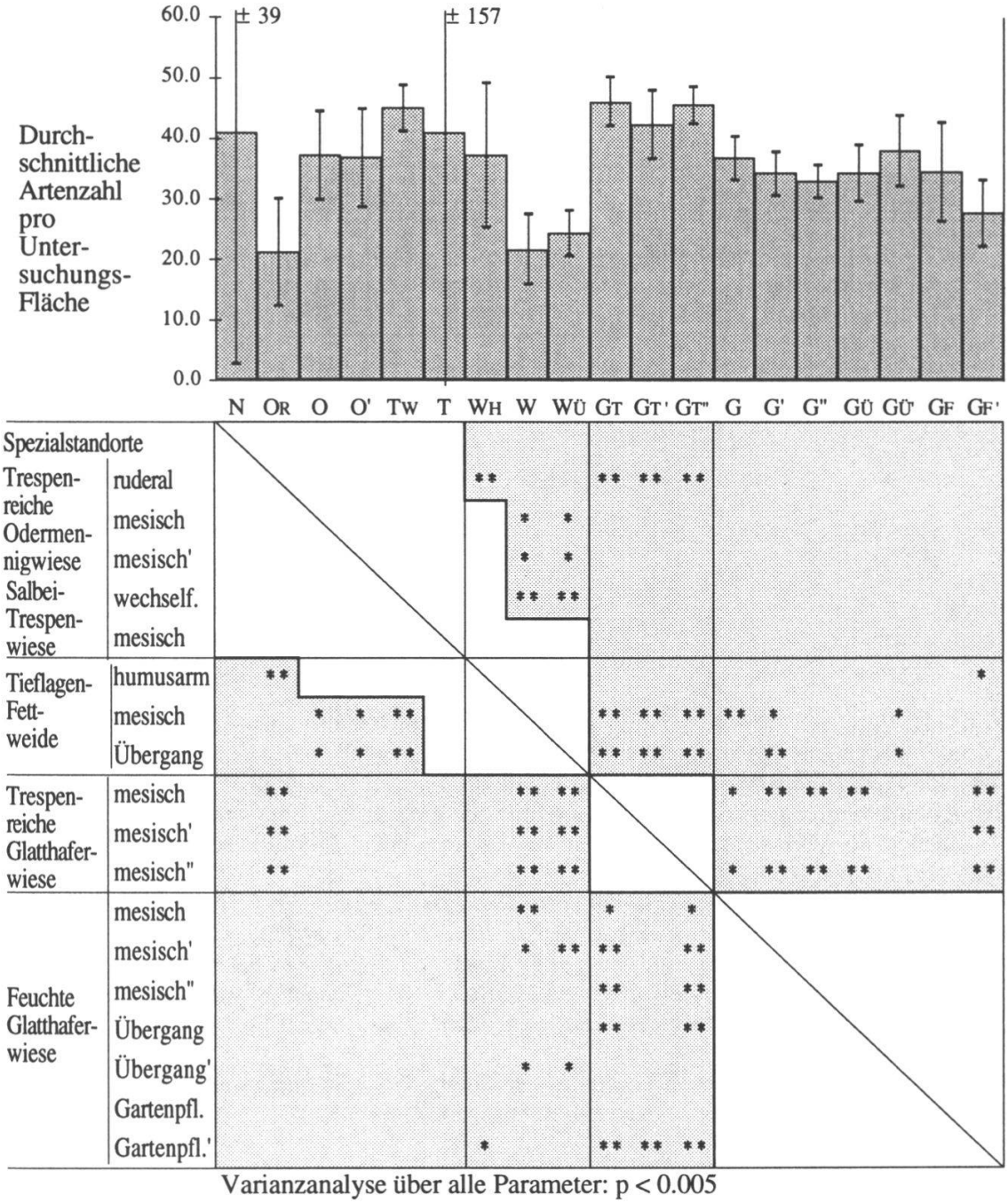


Fig. 10. Vergleich der durchschnittlichen Artenzahlen pro Untersuchungsfläche und der Vegetationseinheiten. Die Artenzahlen mit 95 %-Vertrauensintervall beziehen sich auf Gefässpflanzen ohne Moose. Vegetationseinheiten innerhalb der weissen bzw. grauen Bereiche sind bezüglich der Artenzahl nicht gegeneinander abgrenzbar. Sie grenzen sich aber gegenseitig signifikant voneinander ab. Varianzanalyse mit PostHoc-Test nach Tukey.
Signifikanzniveaus: leer = nicht signifikant, * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$.
Wiesentypen: N: Nasse Spezialstandorte, O: Trespenreiche Odermennigwiese, OR: Trespenreiche Odermennigwiese ruderale Ausb., TW: Möhren-Salbei-Trespenwiese wechselfeuchte Ausb., T: Möhren-Salbei-Trespenwiese mittlere Ausbildung, WH: Tieflagen-Fettweide humusarme Ausb., W: Tieflagen-Fettweide, WÜ: Tieflagen-Fettweide im Übergang zu Glatthaferwiese, GT: Trespenreiche Glatthaferwiese, G: Feuchte Glatthaferwiese mittlere Ausb., GÜ: Feuchte Glatthaferwiese Übergangs-Ausb., GF: Feuchte Glatthaferwiese mit Gartenflüchtlingen.

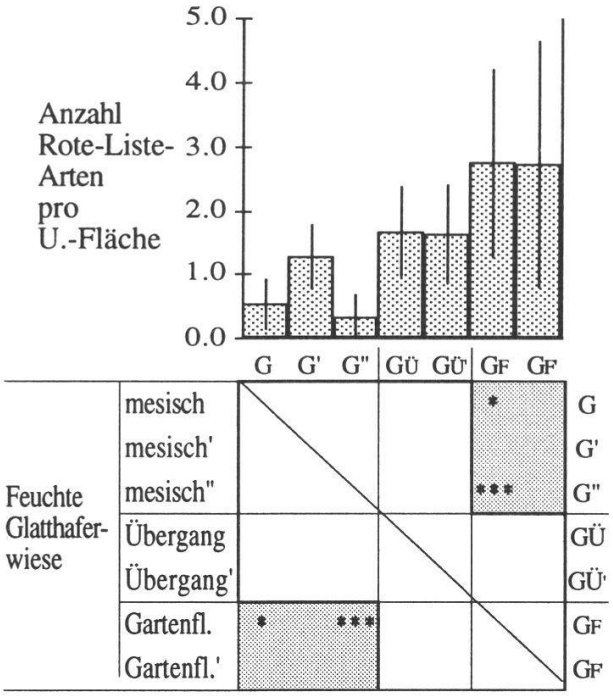


Fig. 11. Vergleich der durchschnittlichen Artenzahlen pro Untersuchungsfläche und der Vegetationseinheiten. Die Artenzahlen mit 95 %-Vertrauensintervall beziehen sich auf Gefässpflanzen ohne Moose. Vegetationseinheiten innerhalb der weissen bzw. grauen Bereiche sind bezüglich Artenzahl nicht gegeneinander abgrenzbar. Sie grenzen sich aber gegenseitig signifikant voneinander ab. Varianzanalyse mit PostHoc-Test nach Tukey (Signifikanzniveau: leer = nicht signifikant, * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$).

Fig. 11. *The mean number of species of the Red-List (LANDOLT 1991c) per plot in relation to vegetation units. The number of species and the 95 % confidence-value refer to plants without mosses. Vegetation units within the white or grey fields do not differ by the mean number of species, but they are significantly different at the border of them. Statistics: variance analysis with Tukey's PostHoc test (empty space = not significant,* * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$).

Wiesentypen: G: Glatthaferwiese mittlere Ausbildung, GÜ: Glatthaferwiese Übergangs-Ausbildung, GF: Glatthaferwiese mit Gartenflüchtlingen.

Aus den erwähnten Tests zur Erfassung möglicher Signifikanzgrenzen geht hervor, dass für alle nachfolgenden Auswertungen von Artenzahlen und Rote-Liste-Arten vier der fünf Haupttypen – Trespenreiche Odermennigwiese, Möhren-Salbei-Trespenwiese, Tieflagen-Fettweide und Trespenreiche Glatthaferwiese – als relativ homogene Einheiten behandelt werden dürfen. Der fünfte Haupttyp, die Feuchte Glatthaferwiese, kann in eine Ausbildung mit Gartenflüchtlingen (GF) und eine Sammelgruppe ohne Gartenflüchtlinge (G und GÜ) geteilt werden. G und GÜ können aber auch als eigenständige Gruppen behandelt werden.

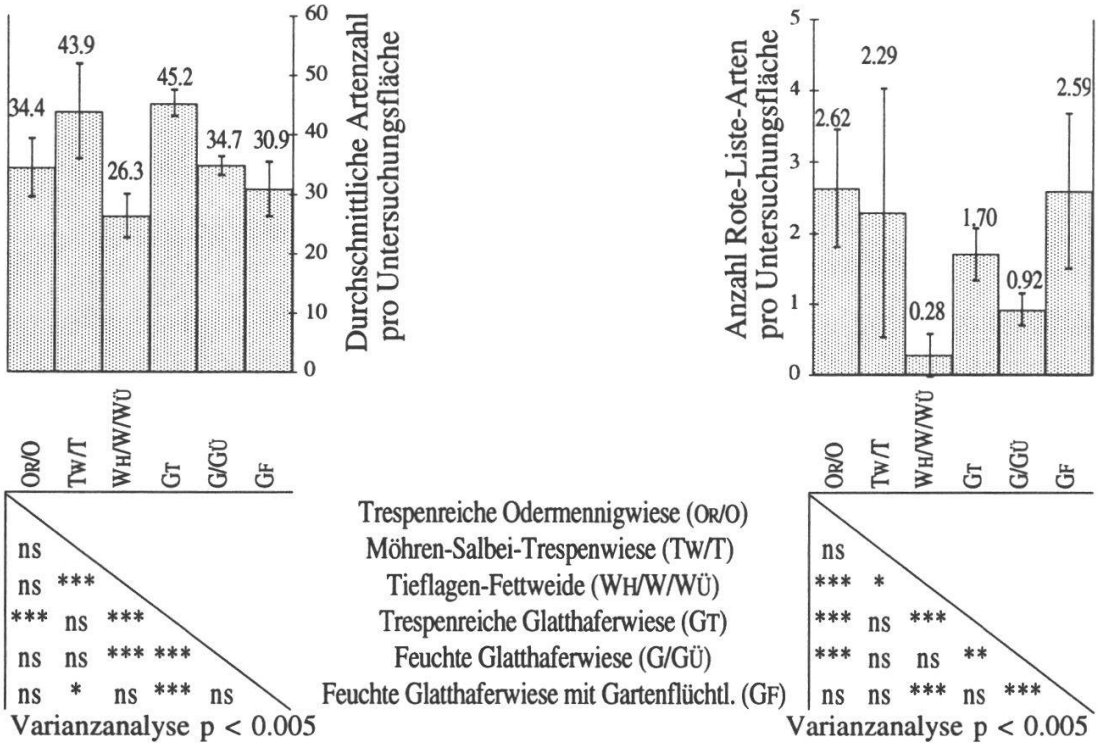


Fig. 12 Vergleich der Wiesentypen bezüglich Gesamtartenzahl und Auftreten von Rote-Liste-Arten. Die jeweiligen Artenzahlen mit 95 %-Vertrauensintervall beziehen sich auf Gefässpflanzen ohne Moose. Varianzanalyse mit PostHoc-Test nach Tukey.
The total number of species and the number of species of the Red-List in relation to the vegetationtype. The number of species and the 95% confidence value refers to plants without mosses. Variance analysis with Tukey's PostHoc test.
ns = nicht signifikant – *not significant*, * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$.

Artenzahlen der Pflanzengesellschaften:

Es zeigt sich, dass die Trespenreichen Glatthaferwiesen (GT) mit durchschnittlich 45 Arten pro Untersuchungsfläche (50 m^2) im Vergleich zu fast allen andern Vegetationseinheiten die signifikant höchste Artenzahl aufweisen (Fig. 12). Es folgen die Gedüngten Trespenwiesen (TW/T) mit durchschnittlich 44 Arten. Bereits deutlich geringere Artenzahlen (35) enthalten die Feuchten Glatthaferwiesen mesischer und Übergangs-Ausbildung (G/GÜ). In einem ähnlichem Bereich (34 bzw. 31) liegen die Trespenreichen Odermennigwiesen (OR/O) und die Glatthaferwiesen mit Gartenflüchtlingen (GF). Die signifikant geringsten Artenzahlen haben die Fettweiden mit durchschnittlich 26 Arten pro Aufnahme.

Eine etwas andere Reihenfolge ergibt sich aus dem Vergleich der Vegetationseinheiten bezüglich Arten mit Gefährdungsgrad. So enthalten insbesondere die

Odermennigwiesen und die Feuchten Glatthaferwiesen mit Gartenflüchtlingen signifikant mehr Arten der Roten Liste (2.6) als die Tieflagen-Fettweiden (0.3) und Feuchten Glatthaferwiesen ohne Gartenflüchtlinge (0.9). Eher in einer Mittelstellung befinden sich die Trespenreichen Glatthaferwiesen und die Gedüngten Trespenwiesen (Fig. 12).

Obwohl die durchschnittliche Artenzahl pro Untersuchungsfläche höchst signifikant mit der Anzahl Rote-Liste-Arten korreliert ($p < 0.005$), zeigt sich dass die Glatthaferwiesen mit Gartenflüchtlingen als auch die Trespenreichen Odermennigwiesen zwar geringe durchschnittliche Artenzahlen pro Untersuchungsfläche aufweisen, jedoch die meisten Rote-Liste-Arten. Um diesem Umstand Rechnung zu tragen, werden deshalb in der weiteren Auswertung die beiden Parametern getrennt diskutiert oder es wird der in dieser Arbeit neu definierten Begriff der "Floristischen Vielfalt" (Kap. 3.1.3) verwendet.

4.1.2 Flora

Verschiebung der floristischen Zusammensetzung:
Der Vergleich zwischen den Wiesen des Limmattals (SCHERRER 1925) bzw. denjenigen des nordöstlichen Mittellandes (SCHNEIDER 1954) und insbesondere denjenigen der Stadt Zürich mit den aktuellen Aufnahmen des Gebietes zeigt, dass in den letzten Jahrzehnten beträchtliche Artenverschiebungen stattgefunden haben (Tab. 11). SCHNEIDER (1954) beschrieb vier Gesellschaftstypen: die Thermophile, die Trockene, die Typische und die Feuchte Glatthaferwiese. Aus Fig. 8 geht hervor, dass jedoch lediglich ein Vergleich zwischen den Feuchten Glatthaferwiesen des damaligen und heutigen Erscheinungsbildes zulässig ist, da diese genügend ähnlich sind. Um den Vergleich möglichst aussagekräftig zu gestalten, wurden in beiden Fällen nur regelmässig geschnittene Wiesen miteinbezogen. Die Weiden wurden ausgeklammert.
Von den 24 Arten, deren Stetigkeit seit 1954 um mindestens zwei Klassen abgenommen haben, können 18 als typische Fettwiesenarten bezeichnet werden (Fig. 13). Die anderen Arten sind einzelne Vertreter verschiedener ökologischer Gruppen: vier Sumpfarten, eine Art magerer Wiesen und eine Waldart. Die 39 Pflanzenarten, die seit 1954 um mindestens zwei Stetigkeitsklassen zugenommen haben, weisen keinen ökologischen Verbreitungsschwerpunkt auf. Es handelt sich um zwölf Waldarten, neun Unkraut- und Ruderalarten, neun Fettwiesenarten, vier Arten magerer Wiesen, drei Sumpfarten und zwei Gebirgsarten.

Tab. 11. Abnahme bzw. Zunahme der Stetigkeiten von Arten der Feuchten Glatthaferwiese innerhalb von 40 Jahren. Berücksichtigter Unterschied mindestens zwei Stetigkeitsklassen. Vergleichswerte aus SCHNEIDER (1954)
Increase and decrease of constancy of species in an Arrhenatheretum elatioris wet variant during the last 40 years (SCHNEIDER 1954). Minimal difference: two classes of constancy
Stetigkeiten –*constancy:*
0 nicht vorhanden – *not existing* r < 5 % + 5 – 10 % I 10 – 20 %,
II 20 – 40 % III 40 – 60 % IV 60 – 80 % V 80 – 100 %

Ökologische Gruppen nach LANDOLT (1991c) ergänzt – *Eological groups supplied after LANDOLT (1991c):*
1 Waldarten, 2 Gebirgsarten, 5 Sumpfarten, 6 Arten magerer Wiesen, 7 Unkraut- oder Ruderalarten, 8 Fettwiesenarten; z vermutlich Zuchtformen

ABNAHME DER STETIGKEIT			ZUNAHME DER STETIGKEIT		
ökologische Gruppe *Arten*	Vergleichsjahre 1954	1994	ökologische Gruppe *Arten*	Vergleichsjahre 1954	1994
8 *Holcus lanatus*	V	III	1 *Acer pseudoplatanus*	0	I
8 *Poa trivialis*	V	III	1 *Brachypodium silvaticum*	0	I
8 *Prunella vulgaris*	V	III	7 *Carex contigua*	0	I
8 *Rumex acetosa*	V	III	5 *Carex flacca*	0	I
8 *Anthoxanthum odoratum*	V	II	1 *Corydalis cava*	0	I
8 *Bromus mollis*	V	II	6 *Daucus carota*	0	I
8 *Chrysanthemum leucanthemum*	V	II	7 *Equisetum arvense*	0	I
8 *Heracleum sphondylium*	V	II	1 *Fraxinus excelsior*	0	I
8 *Chaerophyllum silvestre*	V	I	2z *Galanthus nivalis*	0	I
8 *Crepis biennis*	V	I	7 *Geranium robertianum*	0	I
8 *Festuca pratensis*	IV	I	1 *Hedera helix*	0	I
5 *Cirsium oleraceum*	III	I	8 *Helictotrichon pubescens*	0	I
1 *Primula elatior*	III	I	7 *Muscari racemosum*	0	I
8 *Alchemilla xanthochlora*	III	+	2z *Narcissus pseudonarcissus*	0	I
8 *Cynosurus cristatus*	III	+	8 *Phleum pratense*	0	I
5 *Myosotis palustris*	III	+	6 *Plantago media*	0	I
8 *Silene dioeca*	III	+	6 *Ranunculus bulbosus*	0	I
8 *Pimpinella major*	III	r	1 *Rubus caesius*	0	I
8 *Tragopogon orientalis*	III	r	6 *Satureja vulgaris*	0	I
8 *Centaurea jacea*	II	+	7 *Veronica hederifolia*	0	I
8 *Knautia arvensis*	II	+	5 *Agrostis stolonifera*	0	II
5 *Silene flos-cuculi*	II	r	7 *Cardamine hirsuta*	0	II
5 *Symphytum officinale*	II	0	8 *Crepis capillaris*	0	II
6 *Campanula patula*	I	0	5 *Festuca arundinacea*	0	II
8 *Carum carvi*	I	0	1 *Geum urbanum*	0	II
			8 *Lotus corniculatus*	0	II
			8 *Medicago lupulina*	0	II
			7 *Potentilla reptans*	0	II
			1 *Potentilla sterilis*	0	II
			1z *Primula vulgaris*	0	II
			7 *Ranunculus repens*	0	II
			8 *Rumex obtusifolia*	0	II
			7 *Veronica persica*	0	II
			1 *Viola odorata*	0	II
			8 *Veronica filiformis*	0	III
			8 *Hypochoeris radicata*	r	I
			1 *Anemone nemorosa*	r	II
			1 *Carex silvatica*	r	II
			8 *Poa pratensis* s.l.	II	IV

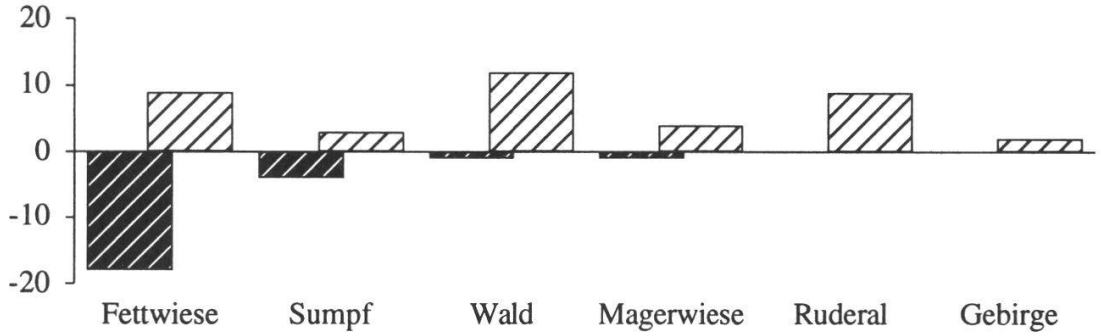


Fig. 13. Abnahme bzw. Zunahme der Arten zwischen 1954 und 1994, entsprechend der Vegetationstypeneinteilung nach LANDOLT (1991c).
Decrease and increase of species between 1954 and 1994, according to vegetation types after LANDOLT (1991c).

Abnahme – *decrease* Zunahme – *increase*

Mindestens 35 Arten, die 1954 in Feuchten Glatthaferwiesen nicht zu finden waren, sind heute mit Stetigkeiten von 10 % bis 60 % anzutreffen. Hierbei fallen insbesondere *Veronica filiformis* (52 %), *Veronica persica* (39 %) *Geum urbanum* (38 %), *Primula vulgaris* (37 %) und *Potentilla sterilis* (36 %) auf, die allesamt als Siedlungsfolger oder Parkrasenpflanzen gelten.
Schliesslich ist auch eine Zunahme der Inhomogenität des Gesellschaftstyps *Arrhenatheretum elatioris* Subassoziation von *Lysimachia nummularia* zu beobachten. Seit 1954 sind zehn ehemals hochstete Arten (Stetigkeit 80 – 100 %) auf einen Stetigkeitsbereich unter 60 %, *Chaerophyllum silvestre* sogar bis auf 15 % zurückgegangen. Umgekehrt hat sich jedoch keine Art auf eine Stetigkeit von über 80 % ausgebreitet. Die Gesamtartenzahl der 34 untersuchten Flächen betrug 1954 erst 63 Arten. 40 Jahre später wurden auf 34 Flächen gesamthaft meist mehr als 150 verschiedene Arten gezählt. Die durchschnittliche Artenzahl pro Aufnahme veränderte sich jedoch kaum, sie lag 1954 bei 36 Arten, 1994 bei 34 Arten.
Die Zeigerwertanalyse (LANDOLT 1977) der seit 1954 ab- bzw. zunehmenden Arten zeigt bei der Feuchtigkeits-, Temperatur-, Reaktivitäts- und Kontinentalitätszahl die erwarteten Tendenzen. So ist die Feuchtigkeitszahl bei den zunehmenden Arten tiefer (F = 2.9 gegenüber 3.1), ebenso zeigen sie ausgeglichenere Klimaverhältnisse (K = 2.7 gegenüber 3.0). Schliesslich ist auch die Temperaturzahl und die Reaktivitätszahl der zunehmenden Arten höher als die der abnehmenden (T = 3.5 gegenüber 3.1, R = 3.3 gegenüber 3.0). Zurückgegangen ist aber eher unerwartet die Nährstoffzahl. Die abnehmenden Arten weisen einen Wert von N = 3.5 auf, die zunehmenden einen solchen von N = 3.2.

Der Rückgang typischer Fettwiesenpflanzen, der Verlust hoch steter Arten und die starke Einwanderungstendenz von bisher in Feuchten Glatthaferwiesen unbekannten Arten scheinen mit den folgenden Veränderungen einherzugehen:

- Die Schnitt- und Düngepraxis hat sich in der Stadt Zürich seit 1954, als die meisten Wiesen der landwirtschaftlichen Nutzung dienten, völlig verändert: Viele produktive Wiesen am Stadtrand wurden massiv intensiviert (DIETL 1995), jene im Siedlungsraum wurden aufgegeben (Kap. 4.1.3 und 4.1.4).
- Die vermehrte Öffnung des Bodens bzw. der Vegetation durch anthropogene Einflüsse wie Bautätigkeit (mit Neuansaat von Wiesen), Freizeitaktivitäten, Hunde usw. (KOWARIK 1992), aber auch die verminderte Bekämpfung von Mäusen erleichtert das Aufkommen ruderaler Arten (GIGON & LEUTERT 1996).
- Das warme Stadtklima und die allgemeine Klimaverschiebung begünstigen wärmeliebende Pflanzen (Kap. 2.2).
- Der Effekt der zunehmenden Verinselung der Wiesenstücke verändert die Dynamik der städtischen Wiesen grundsätzlich (KIRCHGEORG *et al.* 1985).

Daneben gilt es das methodische Problem der scheinbar höhereren Stetigkeiten zu beachten: Zur Zeit von SCHERRER (1925) und SCHNEIDER (1954) wurden im Gegensatz zu heute Vegetationsaufnahmen bewusst nur in typischen Gesellschaften gemacht.

Seltene und gefährdete Arten:

Tab. 12 zeigt eine Zusammenstellung der Pflanzenarten, die in der Roten Liste für das östliche Mittelland (LANDOLT 1991c) als stark gefährdet, gefährdet, selten oder attraktiv eingestuft werden. 75 Gefässpflanzen der Stadt Zürich waren einer entsprechenden Gefährdungsstufe zuzuordnen, d.h. 18 % der vorgefundenen Arten. 27 Funde sind als besonders erwähnenswert zu bezeichnen so z.B. *Cirsium tuberosum, Filipendula vulgaris, Linaria elatine* und *Ophrys apifera.*

Bei nicht wenigen Arten ist die Zuordnung zu den entsprechenden Gefährdungsstufen problematisch. Einerseits stellte sich bei einigen spontan auftretenden Arten die Frage, ob die Aufführung in der Roten Liste für das Gebiet der Stadt Zürich überhaupt gerechtfertigt ist (*Allium vineale, Salvia pratensis, Leontodon taraxacoides* etc.). Andererseits wurde nicht unterschieden, ob sich die Individuen spontan ausbreiteten oder ob sie aufgrund von entsprechenden Pflanzungen vorhanden waren. Deshalb wurden auch ursprünglich gärtnerisch eingebrachte Arten wie *Narcissus pseudonarcissus* als gewöhnliche Rote-Liste

Tab. 12. Anzahl Fundorte von Rote-Liste-Arten auf den 241 untersuchten Wiesen der Stadt Zürich. Total 75 Arten der Roten Liste des östlichen Mittellandes nach LANDOLT (1991c). Grau markiert: besonders erwähnenswerte Arten
Number of species of the Red-List in all the 241 research plots of the City of Zurich: total 75 species of the Red-List of the estern midland of Switzerland after LANDOLT (1991c). Out-standing species are hatched

Arten der Roten-Liste	Anzahl Fundorte
E STARK GEFÄHRDET	
Alchemilla hybrida	1
Cirsium tuberosum	2
Filipendula hexapetala	1
Geranium rotundifolium	1
Hippophae rhamnoides	1
Linaria elatine	1
Ophrys apifera	1
V GEFÄHRDET	
Alchemilla glabra	2
Allium vineale	11
Anthyllis vulneraria	4
Asperula cynanchica	1
Avena fatua	1
Campanula glomerata	1
Campanula persicifolia	1
Campanula rapunculus	2
Carex distans	8
Centaurea scabiosa	1
Centaurium pulchellum	6
Diplotaxis muralis	3
Dipsacus silvester	1
Echium vulgare	3
Euphorbia verrucosa	1
Geranium molle	13
Geranium pratense	1
Geranium silvaticum	1
Helianthemum ovatum	2
Inula conyza	1
Inula salicina	2
Koeleria pyramidata	1
Lamium album	2
Leucojum vernum	4
Medicago falcata	3
Mentha spicata	3
Muscari racemosum s.l.	21
Ononis spinosa	1
Polygonum bistorta	1
Primula veris	5
Primula vulgaris	48
Salvia pratensis	43
Sanguisorba officinalis	3
Saponaria officinalis	1
Scabiosa columbaria	13
Schoenus nigricans	1
Scilla bifolia	7
Sedum acre	1
Senecio aquaticus	1
Silaum selinoides	3
Thlaspi perfoliatum	2
Trifolium fragiferum	6
Trifolium montanum	2
Verbascum nigrum s.l.	1
Vicia tetrasperma	3
Viola alba	10
R SELTEN	
Anemone ranunculoides	1
Anthericum ramosum	1
Aquilegia vulgaris	3
Carex tomentosa	6
Carex umbrosa	1
Geranium sanguineum	1
Prunella grandiflora	3
Viola riviniana	4
(R) SELTEN, UNBESTÄNDIG O. NEU EINGESCHLEPPT	
Cornus mas	2
Eranthis hiemalis	1
Hieracium aurantiacum	2
Lathyrus latifolius	1
Leontodon taraxacoides	6
Lotus tenuis	13
Narcissus poeticus	1
Narcissus pseudonarc.	27
A ATTRAKTIV (GESCHÜTZT)	
Cephalanthera rubra	2
Convallaria majalis	3
Orchis maculata	2
Orchis latifolia	1
Galanthus nivalis	9
Gymnadenia conopea	1

Arten behandelt.

Trotz der geäusserten Bedenken, die bei der Arbeit mit den Gefährdungsstufen der Roten Liste des östlichen Mittellandes auftraten, wurde sie vollumfänglich übernommen. Der unbestrittene Vorteil dieser strikten Zuteilung ist die Nachvollziehbarkeit. So gibt es zur Zeit keine verlässlichen Zusammenstellungen über gefährdete Arten in städtischen Bereichen der Schweiz. Auch der Versuch einer Grenzziehung zwischen gepflanzten und spontan auftretenden Individuen hätte nur in Einzelfällen befriedigend ausfallen können.

Tab. 13. Häufigkeit von Arten der Roten Liste in Prozent der entsprechenden Vegetationseinheiten. Die aufgeführten Rote-Liste-Arten konnten an mindestens drei Fundorte nachgewiesen werden. Folgende Arten wurden in der Tabelle nicht berücksichtigt, weil keine Aussagen bezüglich Vegetationseinheiten möglich waren:
Frequency of species of the Red-List in the main vegetation types. The species were found at least in three plots. Following species have no preferences within the vegetation types distinguished, and therefore are not included in the table:
Leucojum vernum, Mentha spicata, Prunella grandiflora, Sanguisorba officinalis, Silaum selinoides, Vicia tetrasperma, Viola riviniana

Vegetationstypeneinteilung nach LANDOLT (1991c) – *vegetation types after LANDOLT (1991c):*
1 Waldarten – *forest species*, 2 Gebirgsarten – *mountain species*, 5 Sumpfarten – *wetland species*, 6 Arten magerer Wiesen – *species of nutrient-poor meadows*, 7 Unkraut- oder Ruderalarten – *weeds or ruderal species*; z vermutlich Zucht-/Gartenformen – *ornamental species*

Wiesentypen – *types of meadows:*
O: Trespenreiche Odermennigwiese, T: Möhren-Salbei-Trespenwiese, W: Tieflagen-Fettweide, GT: Trespenreiche Glatthaferwiese, G: Feuchte Glatthaferwiese mittlere Ausb., GÜ: Feuchte Glatthaferwiese Übergangs-Ausb., GF: Feuchte Glatthaferwiese mit Gartenflüchtlingen

ROTE-LISTE-ARTEN		HÄUFIGKEIT in % PRO VEGETATIONSTYP							
		S	T	W	GT	G	GÜ	GF	
Ökologische Gruppen		Anzahl Untersuchungsflächen							Anzahl Fundorte
		24	7	42	58	70	21	17	
6	*Lotus tenuis*	54	.	.	.	.	.	.	13
5	*Carex distans*	33	.	.	.	.	.	.	8
5	*Centaurium pulchellum*	25	.	.	.	.	.	.	6
6	*Trifolium fragiferum*	25	.	.	.	.	.	.	6
6	*Echium vulgare*	13	.	.	.	.	.	.	3
6	*Medicago falcata*	13	.	.	.	.	.	.	3
1	*Carex tomentosa*	17	.	.	3	.	.	.	6
7	*Leontodon taraxacoides*	8	.	2	5	.	.	.	6
6	*Salvia pratensis*	33	29	.	48	.	5	12	41
7	*Muscari racemosum*	.	14	.	16	4	5	29	19
6	*Scabiosa columbaria*	8	43	.	12	.	5	.	13
6	*Anthyllis vulgaris*	.	29	.	3	.	.	.	4
6	*Primula veris*	.	29	.	5	.	.	.	5
5	*Cirsium tuberosum*	.	29	.	.	.	.	.	3
7	*Diplotaxis muralis*	.	.	7	.	.	.	.	3
7	*Geranium molle*	.	.	.	12	6	.	.	11
1	*Viola alba*	.	.	.	12	1	10	.	10
7	*Allium vineale*	.	.	2	3	9	.	12	11
1z	*Primula vulgaris*	.	.	.	24	13	67	65	48
2z	*Narcissus pseudonarcissus*	.	.	.	14	9	33	29	26
1z	*Scilla bifolia*	.	.	.	3	.	5	24	7
2z	*Galanthus nivalis*	.	.	.	.	.	10	41	9
1z	*Aquilegia vulgaris* s.l.	.	.	.	2	.	.	12	3
1z	*Convallaria majalis*	.	.	.	.	1	.	12	3

Verteilung gefährdeter Arten bezüglich Vegetationstypen:
Mehr als die Hälfte der Rote-Liste-Arten, welche in Odermennigwiesen (O) gefunden wurden, kommen ausschliesslich in diesem Vegetationstyp vor (Tab. 13). Auch die Möhren-Salbei-Trespenwiese (T) sowie ansatzweise die Trespenreichen Glatthaferwiesen bieten relativ spezifische Bedingungen an. In beiden Fällen sind es vorwiegend gefährdete Arten magerer Wiesen und Nassstandorte, welche günstige Standortsbedingungen vorfinden.
In den Feuchten Glatthaferwiesen (G, GÜ, GF) sind vorwiegend Arten ruderaler Standorte und Zucht-/Gartenformen urspünglicher Gebirgs- und Waldarten zu finden. Insbesondere die Ausbildung mit Gartenflüchtlingen (GF) weist für sie spezifische "Park-Arten" der Roten Liste auf: *Galanthus nivalis, Aquilegia vulgaris* s.l. und *Convallaria majalis*.

Um das Überleben gefährdeter Arten langfristig zu sichern, ist insbesondere für die Erhaltung der Saum- und der Gedüngten Trespenwiesen zu sorgen. Daneben gilt es auch die Ausbildung der städtisch geprägten Feuchten Glatthaferwiese zu beachten, die ebenfalls einen nicht zu unterschätzenden Beitrag zur Förderung seltener und gefährdeter Wiesenpflanzen leistet.

Einfluss von Urbanität und Alter:
Die Arten der Roten Liste wurden geprüft, ob sie sowohl in ruralen (ländlichen) als auch in urbanen Wiesentypen vorkommen. Die Einteilung der Urbanität von Wiesen erfolgte nach der in Kap. 3.1.2 vorgestellten Methode. Tab. 14 zeigt, dass das Toleranzspektrum eines grossen Teils der seltenen und gefährdeten Arten, welche auf ruralen Wiesen vorkommen, deutlich geringer ist, als jenes der Arten auf urbanen Wiesen. Die Arten ruraler Wiesen (*Primula veris, Diplotaxis muralis, Centaurium pulchellum, Lotus tenuis, Carex distans, Trifolium fragiferum* und *Echium vulgare*) sind im Gebiet streng an jeweils eine der beiden Pflanzengesellschaften Odermennigwiese oder Möhren-Salbei-Trespenwiese gebunden (Tab. 13, Tab. 14). Die Arten urbaner Wiesen (*Narcissus pseudonarcissus, Scilla bifolia* oder *Galanthus nivalis*) kommen jeweils in mehreren Ausbildungen der Glatthaferwiese vor, *Muscari racemosum* zusätzlich auch in Gedüngten Trespenwiesen.
Um den Einfluss des Alters einer Wiese auf das Auftreten von Arten der Roten Liste zu untersuchen, wurden vier Altersklassen gebildet, welche ein Intervall von jeweils 25 Jahren aufweisen. Arten der Roten Liste, die lediglich dreimal oder weniger häufig nachgewiesen werden konnten, wurden nicht dargestellt.

Tab. 14. Häufigkeit von Arten der Roten Liste in den entsprechenden Urbanitätsklassen und Altersklassen der Wiesen. Die aufgeführten Rote-Liste-Arten konnten an mehr als drei Fundorten nachgewiesen werden
Frequency of species of the Red-List in urbanity classes and age groups. All species were found at least in three plots

Urbanitätsklassen – *urbanity class*
1, rural – *rural* ... 5, urban –*urban* (Details vgl. – *details see*: Kap. 3.1.2, Tab. 2)

Altersklassen – age group:
I, < 24 Jahre – *years*; II, 25-49 Jahre – *years*; III, 50-74 Jahre – *years*; IV, > 75 Jahre – *years*

Vegetationstypeneinteilung nach LANDOLT (1991c) – *vegetation types after LANDOLT (1991c)*:
1 Waldarten – *forest species*, 2 Gebirgsarten – *mountain species*, 5 Sumpfarten –*wetland species*, 6 Arten magerer Wiesen – *species of meadows poor in nutrient*, 7 Unkraut- oder Ruderalarten – *weeds or ruderal species*; z vermutlich Zuchtformen – *ornamental species*.

Artnahmen	HÄUFIGKEITEN [%] VON ARTEN DER ROTEN LISTE pro Urbanitätsklasse 1	2	3	4	5	pro Altersklasse I	II	III	IV	Anzahl Fundorte
Anzahl Untersuchungsflächen:	73	65	59	28	19	38	25	65	112	
Arten auf alten, ruralen Wiesen										
6 *Primula veris*	7	.	.	.	.	8	.	2	1	5
7 *Leontodon taraxacoides*	8	.	.	.	.	.	.	.	5	6
5 *Centaurium pulchellum*	1	8	.	.	.	.	.	.	5	6
6 *Lotus tenuis*	.	20	.	.	.	.	.	.	12	13
5 *Carex distans*	.	12	.	.	.	.	.	.	7	8
6 *Trifolium fragiferum*	.	9	.	.	.	.	.	.	5	6
Arten auf älteren, mässig ruralen Wiesen										
1 *Leucojum vernum*	1	2	.	7	.	.	.	5	1	4
1 *Viola riviniana*	4	.	2	.	.	.	.	2	3	4
1 *Carex tomentosa*	1	6	2	.	.	.	4	2	4	6
6 *Anthyllis vulgaris*	3	2	2	.	.	8	.	2	.	4
7 *Geranium molle*	.	8	7	7	.	5	.	6	5	11
6 *Scabiosa columbaria*	11	2	3	7	.	5	8	2	7	13
Arten mit breiter Amplitude bezüglich Alter und Urbanität der Wiesen										
1 *Viola alba*	4	6	3	.	13	.	8	6	4	10
1z *Primula vulgaris*	10	15	27	39	25	16	32	37	9	48
6 *Salvia pratensis*	11	14	25	18	19	21	16	22	13	41
7 *Allium vineale*	6	3	3	7	6	5	.	3	6	11
Arten auf mässig jungen, urbanen Wiesen										
2z *Narcissus pseudonarcissus*	6	6	17	11	31	8	40	14	4	26
2z *Scilla bifolia*	.	3	.	14	6	5	4	3	2	7
7 *Muscari racemosum*	.	.	12	32	19	3	8	14	6	19
2z *Galanthus nivalis*	.	.	5	14	13	8	8	3	2	9

Tab. 14 zeigt nun, dass die untersuchten Wiesen, die seit über 75 Jahre als solche genutzt werden, etliche seltene oder gefährdete Arten aufweisen, die in keiner jüngeren Alterskategorie mehr anzutreffen sind. Die mittleren und jüngeren Wiesen weisen zwar anteilmässig mindestens so viele Rote-Liste-Arten auf, diese sind jedoch nie nur auf eine Altersklasse beschränkt.

Alte rurale Wiesen beherbergen etliche Arten der Roten Liste, welche nur in diesem Wiesentyp zu finden sind. Es handelt sich dabei vornehmlich um Odermennigwiesen. Eine Ausnahme bildet *Primula veris*, die sich auch in jungen Gedüngten Trespenwiesen ausbreiten kann. Zwei Spezialfälle sind zu beobachten, nämlich *Leontodon taraxacoides* und *Diplotaxis muralis*. Beide Arten sind offensichtlich auf Wiesenstandorten in ihrer Ausbreitung eingeschränkt, haben jedoch die Möglichkeit auf Parkrasenstandorten (*Leontodon taraxacoides*), bzw. auf ruderalen Standorten (*Diplotaxis muralis*) in junge und typisch urbane Bereiche der Stadt Zürich vorzudringen (ANDRES in Vorb., LANDOLT in Vorb.). Seltene und gefährdete Wiesenpflanzen, die auf eher urbanen Wiesen vorkommen, sind sowohl weniger strikt auf eine spezielle Pflanzengesellschaft angewiesen als auch kaum einer abgrenzbaren Altersklasse zuzuordnen. Sie sind demzufolge in der Stadt Zürich relativ leicht zu erhalten und zu fördern.

4.1.3 Standort: Standortsfaktoren und Zeigerwerte

Zeigerwerte:

Die Standortseigenschaften der Vegetationseinheiten lassen sich auf einfache Weise durch die gemittelten und gewichteten Zeigereigenschaften (LANDOLT 1977) beschreiben (Tab. 15).

Die Trespenreichen Glatthaferwiesen fallen gegenüber fast allen anderen Gruppen durch deutlich tiefere Feuchtigkeitswerte auf. Die Artengruppen der Tieflagen-Fettweide grenzen sich gegenüber den anderen deutlich durch ihre hohen Nährstoff-Zeigerwerte ab. Sie fallen weiter durch die Reaktionszahlen im nicht basischen Bereich und auch die hohen Durchlüftungsmangelzahlen auf. Sowohl bei den Gedüngten Trespenwiesen als auch den Trespenreichen Odermennigwiesen (mittlere Ausbildung) dominieren die Trockenheits-, Basen- und Magerkeitszeiger. Die Odermennigwiesen grenzen sich von den Trespenwiesen durch das gehäufte Auftreten von lichtzeigenden Arten ab. Etwas abseits stehen die ruderale Ausbildung der Trespenreichen Odermennigwiesen und die Nassen Spezialstandorte. Beide fallen durch ihre hohen Feuchtigkeitszeigerwerte

auf, unterscheiden sich jedoch in den Nährstoffzeigerwerten deutlich. Insbesondere beim Versuch, die drei Ausbildungen der Feuchten Glatthaferwiese mittels Zeigereigenschaften abzugrenzen, zeigte sich, dass das System der Zeigereigenschaften für Gesellschaftstypen dieser Art nicht ausreichend ist. Ähnliche Probleme bei der Abgrenzung traten auch zwischen Trespenreichen Odermennigwiesen und Trespenreichen Glatthaferwiesen auf. In beiden Fällen handelt es sich um standörtlich sehr ähnliche Grünlandtypen, die jedoch in unterschiedlichem Mass durch die Siedlungswirkung (Bautätigkeit, Hausgärten, Pflanzungen, Freizeitnutzung etc.) beeinflusst sind. Eine Bewertung mittels Hemerobiegrad (BLUME & SUKOPP 1976, KOWARIK 1988), welcher den Einfluss des Menschen abdeckt, käme der Siedlungswirkung nahe, ist jedoch für die Situation in der Schweiz nur unter Vorbehalten zulässig. Daher wurde auf eine diesbezügliche Indikation über Pflanzen verzichtet und mit direkten Umgebungsda-

Tab. 15. Gemittelte und gewichtete Zeigerwerte (LANDOLT 1977) der einzelnen Gesellschaftstypen. Dunkler Hintergrund: hohe Zeigerwerte; weisser Hintergrund: tiefe Zeigerwerte
Weighed average of "Zeigerwerte" (LANDOLT 1977) of the vegetation types: dark background means high " Zeigerwert", light background means low "Zeigerwert"

Zeigereigenschaft / Vegetationseinheit		F	R	N	H	D	L	T	K
Nasse Spezialstandorte		3.6	3.5	2.9	3.6	4.5	3.3	3.4	2.8
Trespenr.-Odermennigwiese	ruderal	3.2	3.2	3.6	3.2	4.1	3.4	3.4	2.9
	mesisch	2.8	3.3	3.0	3.1	4.3	3.7	3.4	2.9
	mesisch'	2.6	3.3	3.1	3.0	4.1	3.7	3.3	3.0
Salbei-Trespenwiese	wechselfeucht	2.9	3.3	2.9	3.2	4.2	3.5	3.2	2.9
	mesisch	2.7	3.2	2.9	3.2	4.2	3.6	3.4	3.0
Tieflagen-Fettweide	humusarm	3.0	3.1	3.7	3.1	4.2	3.6	3.3	2.9
	mesisch	3.0	3.1	3.7	3.1	4.2	3.6	3.3	2.9
	mesisch'	3.1	3.0	3.7	3.2	4.2	3.5	3.2	2.8
Trespenreiche Glatthaferwiese	mesisch	2.8	3.2	3.1	3.2	4.0	3.4	3.4	2.9
	mesisch'	2.7	3.2	3.3	3.1	4.0	3.6	3.4	3.0
	mesisch"	2.8	3.2	3.2	3.1	4.1	3.6	3.3	2.9
Feuchte Glatthaferwiese	mesisch	3.0	3.1	3.5	3.2	4.2	3.4	3.2	2.8
	mesisch'	3.0	3.1	3.5	3.1	4.1	3.5	3.3	2.9
	mesisch"	3.0	3.1	3.5	3.2	4.1	3.4	3.3	2.8
	Übergang	3.0	3.0	3.4	3.2	4.0	3.4	3.3	2.8
	Übergang'	3.0	3.2	3.2	3.2	4.0	3.2	3.4	2.8
	Gartenflüchtling	3.0	3.1	3.5	3.2	4.1	3.3	3.3	2.8
	Gartenflüchtling'	2.9	3.1	3.4	3.2	4.1	3.5	3.4	2.8

Tab. 16. Mittelwerte und 95 %-Vertrauensintervalle der analysierten bodenchemischen bzw. bodenphysikalischen Parameter. 43 Bodenproben, Probenahmedatum: 22.2. – 2.3.1994, Probenahmetiefe: 0 – 10 cm, Aufbereitung: 2 mm gesiebt
Average and 95 %-confidence interval of the data of soil chemistry and soil physics. 43 samplings, sampling date: 22.2. – 2.3.1994, sampling depth: 0-10 cm, preparations: passed through the 2 mm sieve

Stichprobengrössen – *number of random samples*:
O n=6, W n=8, GT n=15, G n=7, GÜ n=2, GF n=4
(nicht in der Tabelle – *not in the table*: T n=1)

Vegetationstypen		MITTELWERT ± 95 %-Vertrauensintervall							
		P [ppm]	N_{tot} [%]	C [%]	Ca [%]	K [ppm]	Mg [ppm]	pH in H_2O	Boden-dichte [kg/l]
O	Trespenreiche Odermennigwiese	16.7 ± 4.8	0.32 ± 0.09	3.0 ± 0.9	19.5 ± 8.1	1.8 ± 0.7	3.6 ± 0.8	7.3 ± 0.1	1.0 ± 0.1
W	Tieflagen-Fettweide	70.6 ± 37.1	0.36 ± 0.12	3.4 ± 1.0	11.6 ± 6.1	1.8 ± 1.0	3.9 ± 1.0	7.2 ± 0.1	1.0 ± 0.1
GT	Trespenreiche Glatthaferwiese	27.9 ± 12.8	0.31 ± 0.05	2.9 ± 0.5	13.2 ± 5.8	1.8 ± 0.2	4.5 ± 1.1	7.1 ± 0.2	1.0 ± 0.1
G	Feuchte Glatthaferwiese	38.3 ± 19.9	0.35 ± 0.08	3.4 ± 0.5	15.2 ± 9.7	1.5 ± 0.4	4.0 ± 0.7	7.0 ± 0.7	0.9 ± 0.2
GÜ	Übergangs-Variante	23.5 ± 17.8	0.34 ± 0.48	3.0 ± 3.8	31.8 ± 2.0	1.1 ± 0.0	2.9 ± 6.9	7.3 ± 0.1	0.9 ± 0.7
GF	Variante mit Gartenflüchtl.	81.4 ± 62.2	0.31 ± 0.06	2.6 ± 0.9	22.3 ± 18.2	2.2 ± 1.2	3.0 ± 0.5	7.2 ± 0.1	1.1 ± 0.2

ten gearbeitet.

Standortsfaktoren:

Die Standortsfaktoren der untersuchten Wiesen Zürichs sind in den Tab. 16 und 17 zusammengefasst. Tab. 17 listet die Mittelwerte der wichtigsten Standortsdaten für die sieben Vegetationstypen auf. Die Bestossungs- und Schnitthäufigkeit (Nutzungsintensität), die Zeit seit der letzten tiefgreifenden Veränderung (Alter), der Anteil beweideter Flächen (Beweidungsanteil) und die Neigung liegen als metrische bzw. Zähldaten vor (Tab. 5). Die Intensität der Düngung (Düngeeinfluss), die Stärke des Eingriffs bei einer Umnutzung (Nutzungsänderung) und die Urbanität sind Ordinaldaten. Die Bildung von Mittelwert und Standard-

Tab. 17. Mittelwerte und Standardfehler der Standortsdaten: Düngeeinfluss, Nutzungsintensität, Alter, Urbanität, Nutzungsänderung, Beweidungsanteil, Neigung, Nord-Süd-Exposition. [1]) Einschränkungen für Ordinaldaten: vgl. WILDI (1992)
Average and standard deviation of: fertilisation, intensity of management, age, urbanity, change of management, percentage grazing, slope, north-south-exposition.
[1]) *Restrictions for ordinal data: see WILDI (1992)*

Stichprobengrössen – *number of random samples*:
O n = 24, T n= 7, W n = 29, GT n = 71, G n = 70, GÜ n = 21, GF n = 17

Vegetationstypen		MITTELWERT ± *Standardfehler* [1]) Düngeeinfluss [0;2]	Nutzintensität [1/J]	Alter [J]	[1]) Urbanität [0;5]	[1]) Nutz. änderung [0;2]	Beweidungsanteil [%]	Neigung [%]	N-S Exposition [%]
O	Trespenreiche Odermennigwiese	0.0 ± *0.0*	2.3 ± *0.3*	94 ± *4*	1.7 ± *0.1*	0.3 ± *0.1*	37 ± *7*	15 ± *5*	20
T	Gedüngte Trespenwiese	0.0 ± *0.0*	1.9 ± *0.1*	36 ± *15*	1.7 ± *0.4*	1.4 ± *0.4*	0 ± *0*	23 ± *3*	86
W	Tieflagen-Fettweide	0.9 ± *0.1*	4.0 ± *0.3*	86 ± *4*	1.8 ± *0.2*	0.6 ± *0.1*	44 ± *8*	11 ± *2*	85
GT	Trespenreiche Glatthaferwiese	0.2 ± *0.1*	2.4 ± *0.2*	57 ± *4*	2.4 ± *0.1*	1.1 ± *0.1*	35 ± *6*	7 ± *3*	82
G	Feuchte Glatthaferwiese	0.4 ± *0.1*	2.8 ± *0.3*	67 ± *4*	2.4 ± *0.1*	0.7 ± *0.1*	29 ± *5*	25 ± *2*	60
GÜ	Übergangs-Variante	0.1 ± *0.1*	3.2 ± *0.8*	54 ± *5*	2.8 ± *0.3*	0.7 ± *0.2*	12 ± *7*	32 ± *5*	55
GF	Variante mit Gartenflüchtl.	0.4 ± *0.2*	3.1 ± *0.8*	46 ± *8*	3.9 ± *0.2*	1.1 ± *0.2*	6 ± *6*	31 ± *5*	64

fehler ist mathematisch zwar nicht korrekt, im Sinne einer besseren Interpretierbarkeit der Daten kann sie aber vertreten werden (WILDI 1986).
Am stärksten hebt sich die Tieflagen-Fettweide ab, die sowohl bezüglich Düngeeinfluss, Nutzungsintensität als auch Beweidungsanteil die höchsten Werte aufweist. Ebenfalls hohe Düngeeinflüsse und Nutzungsintensitäten haben sowohl die mesische als auch die Gartenflüchtlings-Variante der Glatthaferwiesen. Sie alle wiesen ebenfalls die höchsten Gehalte an Phosphat und meist auch Stickstoff und Kalium auf. Tab. 16 enthält zusätzlich noch die Gehalte von Calcium, Kohlenstoff und Magnesium sowie pH-Wert und Bodendichte. Diese Werte der jeweiligen Vegetationtypen sind jedoch nicht signifikant unterschiedlich. Auch

der auffällig hohe Calciumgehalt (31 %) der Übergangsvariante der Glatthaferwiesen (GÜ) darf trotz des scheinbar kleinen Vertrauensintervalls nicht bewertet werden, da lediglich zwei Proben zur Verfügung standen.
Tab. 17 liefert neben Düngeeinfluss und Nutzungsintensität der Vegetationseinheiten auch bezüglich deren Urbanität neue Erkenntnisse. So sind die Ausbildungen der Glatthaferwiesen mit durchschnittlichen Urbanitätszahlen von über 2.3 offensichtlich relativ stark durch den Einfluss der Stadt geprägt und grenzen sich damit deutlich von allen andern Vegetationstypen ab. Die Ausbildungen der Feuchten Glatthaferwiese lassen sich ihrerseits wiederum durch zunehmende Urbanitätszahlen beschreiben (G: 2.4, GÜ: 2.8 und GF: 3.9).

Die hohen Urbanitätszahlen der Glatthaferwiesen und damit der Einfluss der Stadt erklären die Schwierigkeiten, die durch SCHNEIDER (1954) beschriebenen Glatthaferwiesentypen mit den heute beobachteten zu vergleichen (Kap. 4.1.2). Sowohl die Zeigerwertanalyse (Tab. 15), die Analyse der Umgebungsdaten (Tab.17), als auch die Analyse ausgewählter Bodenproben (Tab. 16) führten zum selben Resultat: Die Tieflagen-Fettweide bildet den nährstoffreichsten Vegetationstyp, gefolgt von der mesischen und der Gartenflüchtlings-Variante der Feuchten Glatthaferwiese. Demgegenüber sind insbesondere die Möhren-Salbei-Trespenwiese, aber auch die Odermennigwiese und die Trespenreiche Glatthaferwiese als wenig düngebeeinflusst und relativ nährstoffarm zu bezeichnen.

Raumeinheiten:
Die Stadt Zürich wurde in ökologische Raumeinheiten und zusammenfassende Raumbereiche aufgeteilt (Kap. 3.1.2, Tab. 3). Insgesamt 73 Untersuchungsflächen wurden den Bereichen öffentliche und private ländlich geprägte Freiräume zugeordnet. Die 168 Untersuchungsflächen des städtisch geprägten Feiraums teilten sich in den öffentlichen, den halböffentlichen und den privaten Bereich auf mit je 61, 75 bzw. 32 Flächen.
Landwirtschaftsflächen und Flächen landwirtschaftlicher Pflege entsprechen vorwiegend der Urbanitätsklasse 1, die Allmenden der Urbanitätsklasse 2. Sie sind also in der Regel rural. Quartierwiesen, Parkanlagen und Freiflächen öffentlicher Bauten weisen deutliche Spitzen im Mittelbereich der Urbanitätsklassen auf (halb-urban). Dagegen sind Verkehrsbegleitflächen, zweckgebundene Freiflächen und Vorgärten über die ganze Breite von streng rural bis streng urban anzutreffen. Geschosswohnungsgärten fehlen im streng urbanen Bereich

ÖKOLOGISCHE RAUMEINHEITEN			Anzahl Untersuchungsflächen
ländlich geprägter Freiraum	öffentlich	Flächen landw. Pflege	42
	privat	Landwirtschaftsflächen	31
städtisch geprägter Freiraum	öffentlich	Allmenden	24
		See-/Flussufer	7
		Quartierwiesen	18
		Parkanlagen	12
	halböffentlich	Freiflächen öff. Bauten	32
		Verkehrsbegleitflächen	16
		Zweckgeb. Freiflächen	27
	privat	Geschosswohnungsgärten	7
		Vorgärten	11
		Villengärten	7
		Hausgärten	7

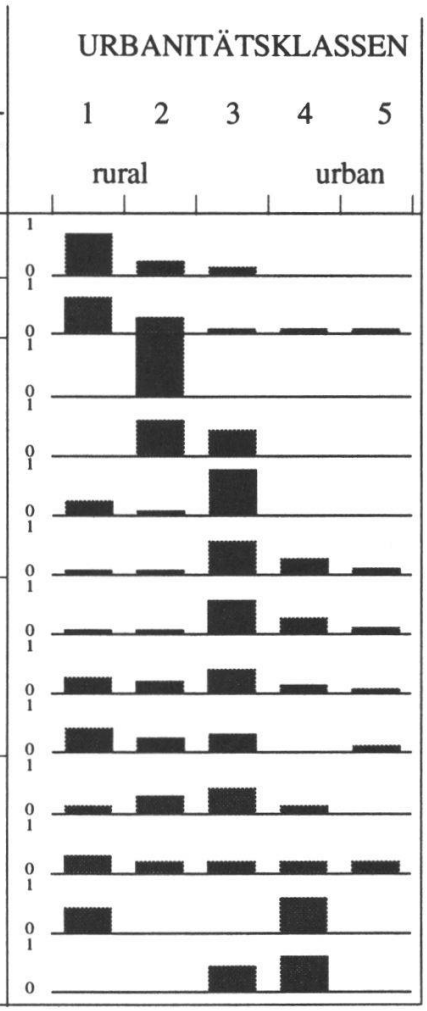


Fig. 14. Häufigkeiten der Wiesen und Weiden in den jeweiligen Urbanitätsklassen, aufgeteilt auf die 13 ökologischen Raumeinheiten.
Frequencies of meadows, separated into five urbanity classes and into 13 ecological site units.

der Stadt, wie auch die Villengärten und Hausgärten. Die letzteren weisen jedoch eine deutliche Spitze im urbanen Bereich auf, die Villengärten eine zusätzliche im ruralen, die Hausgärten im halburbanen.

Fig. 15 zeigt, dass die meisten vorgefundenen Vegetationseinheiten nicht über den gesamten ökologischen Raum der Stadt verbreitet, sondern an gewisse Raumbereiche gebunden sind. Die Trespenreiche Odermennigwiese ist relativ streng an die Allmenden und See- oder Flussufer gebunden, die Tieflagen-Fettweide fast ebenso streng an den ländlich geprägten Freiraum und die Allmenden. Die Übergangs- und Gartenflüchtlings-Variante der Feuchten Glatthaferwiese sind Gesellschaften des städtisch geprägten Freiraums, insbesondere der

ökologische Raumeinheiten \ Vegetationseinheiten	Nasse Spezialstandorte	Trespenreiche Odermennigwiese			Möhren-Salbei-Trespenwiese		Tieflagen-Fettweide			Trespenreiche Glatthaferwiese			Feuchte Glatthaferwiese typische Ausbildung			Feuchte Glatthaferwiese Übergangs-Ausbildung		Feuchte Glatthaferwiese Variante mit Gartenflüchtlingen	
	N	OR	O	O'	T	T	WH	W	WÜ	GT	GT'	GT"	G	G'	G"	GÜ	GÜ'	GF	GF'
Flächen landw. Pflege	2					5	15		2	29	10	17	10	2	10				2
Landwirtschaftsflächen								6	31	3		3	22	9	22				
Allmenden		8	42	21				21	4					4					
See-/Flussufer		29		29									29						14
Quartierwiesen				11					11	6	22	17	6	11	6	11			
Parkanlagen										17		8		17	25	17			13
Freiflächen öff. Bauten	3							3			6	38	6	25	3		3	13	
Verkehrsbegleitflächen				6						13	6	19	6	19	13		6		14
Zweckgeb. Freiflächen					19					33	4		7	4	4	15	7		7
Geschosswohn.-gärten									14		14				29	14	29		
Vorgärten											9	18			36	27	9		
Villengärten										14		14			43		14	14	
Hausgärten													14		14	14		43	14

Fig. 15. Matrix von Vegetationseinheiten und ökologischen Raumeinheiten. Die Werte verstehen sich als Anteile der jeweiligen Pflanzengesellschaft pro Raumeinheit.
Matrix of vegetation units and ecological site units. All values indicate frequencies of the particular vegetation unit.
(prozentualer Anteil - *percentages*: <5 %, 6-20 %, 21-100 %)

privaten und halböffentlichen Bereiche. Die Trespenreiche Glatthaferwiese und die Feuchte Glatthaferwiese der mesischen Variante decken grosse Teile aller Freiräume ab, einzig in den Bereichen Allmend und See-Flussufer sind sie kaum vorhanden. Die Bestände der Gedüngten Trespenwiese sind bezüglich ihrer ökologischen Raumeinheiten sehr eng begrenzt.

Je breiter die Verteilung einer Vegetationseinheit auf die Raumeinheiten ist, de-

sto besser sind deren Möglichkeiten für einen dauerhaften Fortbestand. Insbesondere dann, wenn die Vegetationseinheit auch bezüglich Urbanität eine breite Amplitude besitzt und bis in die städtischen Bereiche hinein vorkommt. Die Möhren-Salbei-Trespenwiese oder die Trespenreiche Odermennigwiese haben diesbezüglich eher schlechtere Chancen.

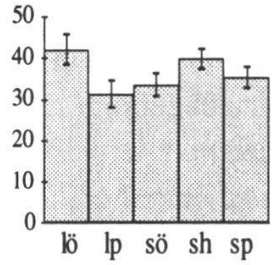
Artenzahlen in Abhängigkeit der Raum- und Standortsverhältnisse: Die Landwirtschaftsflächen (ländlich geprägter, privater Raum) wiesen sowohl bezüglich der durchschnittlichen Artenzahl als auch bezüglich Präsenz der Rote Liste-Arten pro Untersuchungsfläche gegenüber den meisten anderen Raumbereichen signifikant geringere Werte auf (Tab. 19). Die signifikant höchsten Artenzahlen sind in Beständen des ländlich geprägten öffentlichen und etwas weniger ausgeprägt in solchen des städtisch geprägten, halböffentlichen Raums zu suchen. Die Wahrscheinlichkeit auf Wiesen zu stossen, welche Arten der Roten Liste enthalten, ist im städtisch geprägten Freiraum deutlich höher (60 – 70 % der Flächen) als im ländlich geprägten (30 % und 50 %).
Neben den räumlichen Gegebenheiten wirken sich besonders die Bodenverhältnisse auf die Artenzahlen aus. Tab. 18 zeigt, dass insbesondere der Phosphatgehalt und in geringerem Masse auch der Gesamtstickstoffgehalt des Bodens mit

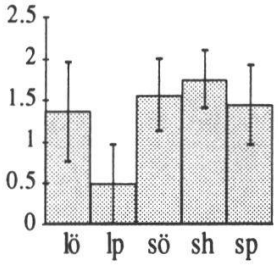
Tab. 18. Lineare Korrelation zwischen Boden- (Probenahmedatum: 22.2. – 2.3.1994, Probenahmetiefe 0 – 10 cm) und Vegetationsparametern in 43 Pflanzenbeständen. Für die Auswertung der Rote Liste-Arten wurden die Ausreisser eliminiert: Untersuchungsflächen Nr. 665 (bei Phosphat) und Nr. 612 (bei Calcium); Begründung vgl. Text
Linear correlation of soil parameters (date of sampling: 22 February to 2 March 1994, depth of sampling 0 to 10 cm) and vegetation parameters (data set: 43 plots). The outlayers of plot number 665 and 612 were eliminated

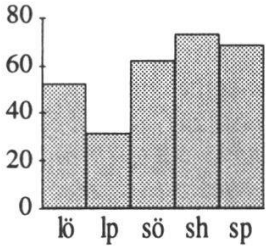
	ARTENZAHL				ROTE LISTE-ARTEN			
	Korre-lation	r-Wert	p-Wert	Sign.	Korre-lation	r-Wert	p-Wert	Sign.
Phosphat [ppm]	-2.33	0.610	<0.001	***	-0.20	0.332	0.03	*
Gesamtstickstoff [%]	-46.27	0.323	0.03	*	-2.42	0.108	0.49	n.s.
Kohlenstoff [%]	-4.25	0.266	0.08	n.s.	-0.33	0.132	0.40	n.s.
Calcium [%]	0.16	0.123	0.43	n.s.	0.06	0.316	0.04	*
Kalium [ppm]	-1.66	0.087	0.58	n.s.	0.50	0.168	0.28	n.s.
Magnesium [ppm]	1.45	0.170	0.28	n.s.	0.20	0.143	0.35	n.s.
pH (KCl)	2.24	0.066	0.68	n.s.	0.45	0.085	0.59	n.s.
Bodendichte [kg/l]	23.82	0.255	0.10	n.s.	2.20	0.150	0.34	n.s.

Tab. 19. Durchschnittliche Gesamtartenzahl und Anzahl Rote Liste-Arten pro Untersuchungsfläche sowie der Anteil Untersuchungsflächen mit Rote Liste-Arten in der entsprechenden Raumeinheit. Die Artenzahlen mit 95 %-Vertrauensintervall beziehen sich auf Gefässpflanzen ohne Moose. Die Auswertung beruht in den ersten beiden Fällen auf Varianzanalysen mit PostHoc-Test nach Tukey, im letzten Fall auf Chi-Quadrat-Tests
The total number of species per plot, the number of species of the Red-List per plot and the frequency of species of the Red-List in relation to the ecological site units. The number of species and the 95 % confidence-value refer to plants without mosses. Statistics: first two cases: Analysis of variance with Tukey's Post Hoc test, third case: Chi-Square test
n.s. = nicht signifikant – *not significant*, * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

Raumbereiche		Mittelwert	95 % Vertrauens-intervall	Signifikanz-matrix
Gesamtartenzahl				p-Wert: < 0.005
				lö lp sö sh sp
ländlich	öffentlich (lö)	41.9	± 3.8	
	privat (lp)	31.2	± 3.3	***
städtisch	öffentlich (sö)	33.5	± 2.8	*** ns
	halböffentlich (sh)	39.7	± 2.4	ns *** ***
	privat (sp)	35.3	± 2.5	* ns ns ns
Anzahl Rote Liste-Arten				p-Wert: < 0.01
				lö lp sö sh sp
ländlich	öffentlich (lö)	1.4	± 0.6	
	privat (lp)	0.5	± 0.5	ns
städtisch	öffentlich (sö)	1.6	± 0.4	ns **
	halböffentlich (sh)	1.7	± 0.4	ns *** ns
	privat (sp)	1.4	± 0.5	ns ns ns ns
Anteil Flächen mit Rote Liste-Arten				lö lp sö sh sp
ländlich	öffentlich (lö)	52 %		
	privat (lp)	31 %		ns
städtisch	öffentlich (sö)	62 %		ns **
	halböffentlich (sh)	73 %		* *** ns
	privat (sp)	69 %		ns ** ns ns







der Artenzahl signifikant negativ korreliert. Etwas weniger deutliche Beziehungen konnten zwischen der Anzahl Rote Liste-Arten mit den bodenchemischen Parametern nachgewiesen werden: der Phosphatgehalt korreliert signifikant negativ und der Calciumgehalt signifikant positiv mit der Anzahl Rote Liste-Arten. Hier gilt es jedoch zu berücksichtigen, dass der Datensatz ausreisserbereinigt wurde. Die Untersuchungsfläche Nr. 665 wurde bei der Phosphatgehalt-Korrelation nicht berücksichtigt, Nr. 612 bei der Calciumgehalt-Korrelation. Die Untersuchungsfläche Nr. 665 ist ein ehemaliger Parkrasen im Villen-

quartier am Zürichberg mit ausserordentlich vielen eingepflanzten Rote Liste-Arten. Bei der Untersuchungsfläche "Wehrlisteig" Nr. 612 handelt es sich um den steilsten Südhang, der zusätzlich relativ kalkarm war. Die Faktoren Neigung und Exposition treten bei dieser Untersuchungsfläche offensichtlich besonders dominant in Erscheinung (vgl. Fig. 16).

Fig. 16 veranschaulicht, dass eine starke Neigung der Untersuchungsflächen mitunter das Aufkommen artenreicher Pflanzengesellschaften bestimmen kann. Es konnte eine signifikant positive Korrelation zwischen Steilheit und Artenzahl bzw. Anzahl Rote Liste-Arten nachgewiesen werden. Von einer Neigung von ca. 100 % an scheint jedoch kein linearer Zusammenhang mehr zu bestehen. Das Gleiche gilt – jedoch nur für die Gesamtartenzahl pro Aufnahme – bei horizontalen Untersuchungsflächen. Zur Sichtbarmachung der Grenzen der Linearität wurden Q-Plots erstellt (Fig. 16).

Die oben angedeutete Abhängigkeit zwischen Exposition und Artenzahl konnte statistisch erhärtet werden. Fig. 17 zeigt die Resultate einer Varianzanalyse der zwei Hauptexpositionsachsen N-S bzw. W-O und der ebenen Flächen. Die Nord-Süd-Achse erreichte mit 39.5 Arten pro Untersuchungsfläche die höchste Artenzahl. Die West-Ost-Achse lag mit 35.2 Arten signifikant darunter und die

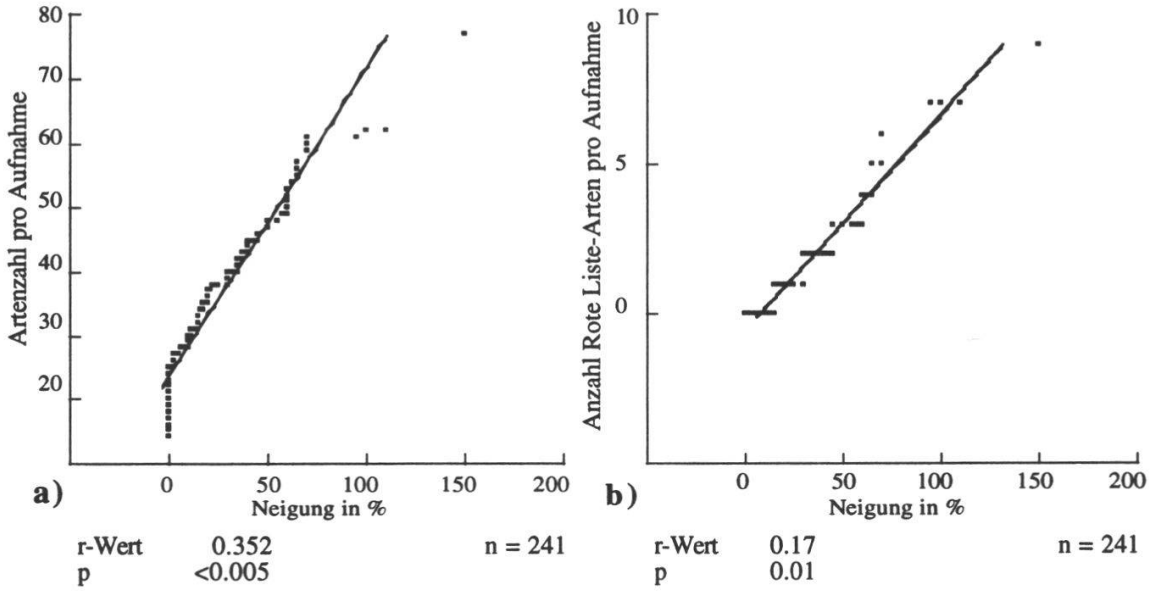


Fig. 16. Lineare Regression der Neigung gegenüber a) Artenzahl pro Aufnahme, b) Anzahl Rote Liste-Arten pro Aufnahme: Quantilen-Darstellung (= Q-Plots).
Linear regression (Q-Plots) between slope and (a) number of species, and (b) number of species of the Red List.

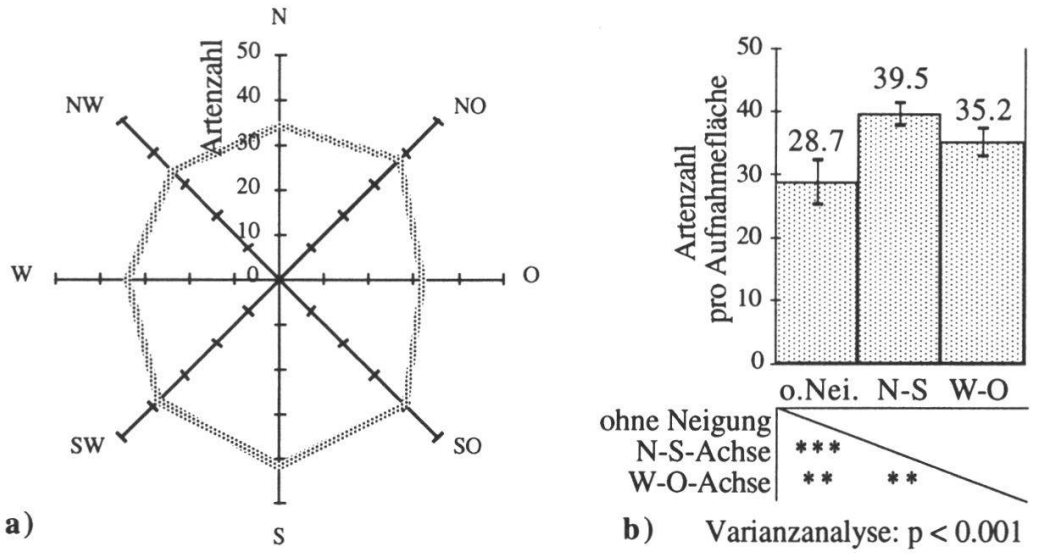


Fig. 17. Einfluss der Exposition auf die Gesamtartenzahl: a) Windrose mit Artenzahlen; b) Vergleich zwischen den Hauptexpositionen: Gesamtartenzahlen mit 95 %-Vertrauensintervall, Varianzanalyse mit PostHoc-Test nach Tukey.
Influence of aspect on the number of species: (a) Compass-card with the average number of species per plot; (b) Main expositions compared with the number of species (95% confidence value). Statistics: analysis of variance with Tukey's Post Hoc test.
** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$.

ohne Neigung – *no slope*:	n = 34	
N-S-Achse – *N.-S.-axe*:	n = 142	(N, NNO, NO; SSO, S, SSW, WSW, SW)
W-O-Achse –*W.-E.-axe*:	n = 65	(W, WNW, NW, NNW; ONO, O, OSO, SSO)

ebenen Flächen mit 28.7 Arten signifikant an letzter Stelle. Innerhalb der Hauptexpositionslinien konnten wohl Unterschiede beobachtet werden, sie liegen aber – wenn auch zum Teil sehr knapp – unter der Signifikanzschwelle. Südexponierte Hänge waren artenreicher als nordexponierte ($p = 0.08$), westorientierte artenreicher als ostorientierte ($p = 0.49$).

Die sich überlagernden Effekte Standortsfaktoren, bodenchemische Zusammensetzung (Nährstoff- und Calciumgehalt) sowie Exposition und Neigung, welche die Artenvielfalt bestimmen, führen zu folgenden zwei zentralen Feststellungen:

- Artenreiche Bestände sind in der Stadt Zürich an steilen Hängen (> 30 % Neigung) südlicher, selten nördlicher Exposition bei nährstoffarmen Bodenverhältnissen (Phosphatgehalt < 25 ppm) und gleichzeitig hohem Calciumgehalt (Caliumgehalt > 20 %) zu erwarten. Es handelt sich dabei um halböffentliche, städtisch geprägte Wiesen oder um ländlich geprägte, öffentliche.

- Bestände, die seltenen und gefährdeten Arten ein gehäuftes Aufkommen ermöglichen, weisen nährstoffarme Bodenverhältnisse auf (Gesamtstickstoffgehalt < 0.31 %, Phosphatgehalt < 25 ppm) und sind eher an steileren Hängen anzutreffen. Gleichzeitig sind sie entweder sehr stark durch die Siedlung beeinflusst (urbane Wiesen) oder besonders wenig (rurale Wiesen), dann aber sehr alt (75 Jahre und mehr) und nicht in Privatbesitz.

4.1.4 Bewirtschaftung

Die 241 Untersuchungsflächen wurden in die drei Hauptbewirtschaftungstypen Mähwiese, Mähweide und Schafweide unterteilt. Die Gruppe der geschnittenen Wiesen umfasst 143 Untersuchungsflächen, die der beweideten 71 und die der gleichzeitig geschnittenen und beweideteten lediglich 27. Zusätzlich erweist sich auch ihre Verteilung über die Stadt als recht heterogen. Fig. 18 beschreibt diese Heterogenität mittels der Häufigkeiten der drei Hauptbewirtschaftungstypen in den ökologischen Raumeinheiten. Dabei zeigt sich, dass die Mähweide als dominierender Bewirtschaftungstyp nur in der Raumeinheit Allmenden, also in Teilen des städtisch geprägten Bereiches öffentlicher Freiräume zu finden ist. Die Beweidung als dominierender Bewirtschaftungstyp ist bereits etwas weiter verbreitet: Quartierwiesen und Flächen landwirtschaftlicher Pflege. Die Freiflächen öffentlicher Bauten und in beschränktem Masse auch die Flächen landwirtschaftlicher Pflege waren zu mehr oder weniger gleichen Teilen durch Schnitt und Beweidung geprägt. In allen übrigen Raumeinheiten ist Schnitt der dominierende Bewirtschaftungstyp.
Es zeigt sich weiter, dass die mittleren Wiesentypen wie Tieflagenfettweide, Trespenreiche Glatthaferwiese und Feuchte Glatthaferwiese mittlerer Ausbildung nicht stark auf die Bewirtschaftungsart reagieren. Das heisst beispielsweise: der Vegetationstyp Tieflagen-Fettweide setzt sich nicht nur aus rein beweideten Flächen zusammen, sondern auch aus Mähweiden oder sogar aus intensiv genutzten Schnittwiesen. Insbesondere die Flächen der Übergangsvariante (WÜ) waren hauptsächlich intensiv genutzte Landwirtschaftsflächen mit vier Schnitten pro Jahr. Analog verhielt es sich mit den als Trespenreiche und Feuchte Glatthaferwiesen bezeichneten Flächen. Neben den schnittdominierten Grundtypen GT und G sind es die Varianten GT', GT", G' und G", die oft einen grossen Anteil beweideter Flächen enthalten (vgl. Kap. 5.1, Fig. 28).

Artenvielfalt:

Die unterschiedliche Bewirtschaftung der beschriebenen Flächen scheint sich am stärksten auf die durchschnittliche Artenzahl pro Untersuchungsfläche auszuwirken. Fig. 19 vergleicht die drei Hauptbewirtschaftungstypen bezüglich ihrer Gesamtartenzahl und der Anzahl Rote Liste-Arten. Es zeigt sich, dass die Artenzahl pro Untersuchungsfläche von der Beweidung (40.0) über den Schnitt (37.6) bis zur Mähweide (29.9) signifikant abnahm (Varianzanalyse mit Post-Hoc-Test). Eine analoge Auswertung bezüglich der Anzahl seltener und gefährdeter Arten pro Untersuchungsfläche führte jedoch zu keinen signifikanten Unterschieden zwischen den Bewirtschaftungstypen. Dafür unterscheiden sich diese hinsichtlich ihrer Zusammensetzung sehr deutlich. Während auf beweideten

ÖKOLOGISCHE RAUMEINHEITEN			Anzahl Untersuchungsflächen
ländlich geprägter Freiraum	öffentlich	Flächen landw. Pflege	42
	privat	Landwirtschaftsflächen	31
städtisch geprägter Freiraum	öffentlich	Allmenden	24
		See-/Flussufer	7
		Quartierwiesen	18
		Parkanlagen	12
	halböffentlich	Freiflächen öff. Bauten	32
		Verkehrsbegleitflächen	16
		Zweckgeb. Freiflächen	27
	privat	Geschosswohnungsgärten	7
		Vorgärten	11
		Villengärten	7
		Hausgärten	7

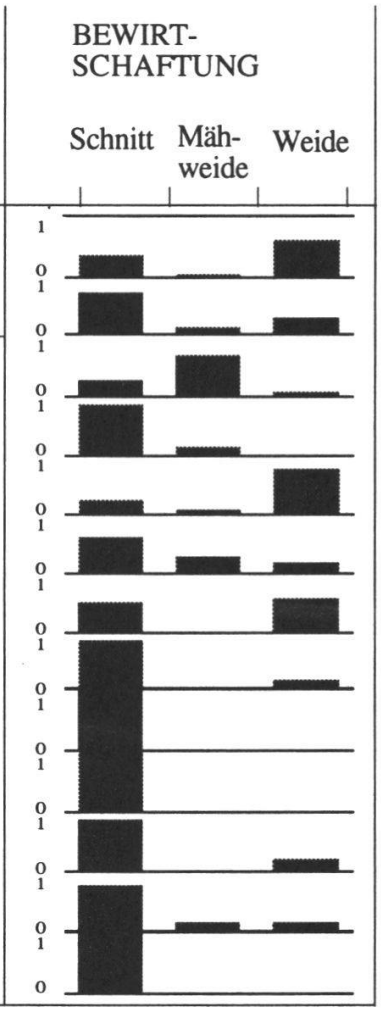


Fig. 18. Häufigkeiten der drei Hauptbewirtschaftungstypen in den jeweiligen ökologischen Raumeinheiten.
Frequencies of the three main management types in the given ecological site units.

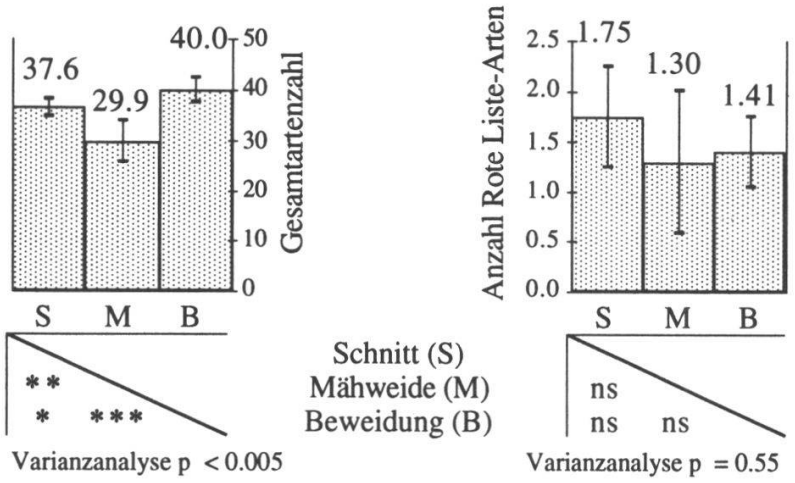


Fig. 19. Vergleich der Bewirtschaftungstypen bezüglich Gesamtartenzahl und Auftreten von Rote Liste-Arten. Die Artenzahlen mit 95 %-Vertrauensintervall beziehen sich auf Blütenpflanzen ohne Moose. Varianzanalyse mit PostHoc-Test nach Tukey.
The total number of species and the number of species of the Red-List in relation to the management type. The number of species and the 95 % confidence-value refer to plants without mosses. Analysis of variance with Tukey's Post Hoc test.
ns = nicht signifikant – *not significant*, * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

Flächen besonders die Ruderalarten der Roten Liste wie *Geranium molle, Leontodon taraxacoides* oder *Diplotaxis muralis* beobachtet wurden, waren es auf den geschnittenen Flächen Arten magerer Wiesen: *Primula veris, P. vulgaris* sowie Sumpf- und Waldarten (z.B. *Galanthus nivalis, Aquilegia vulgaris* s.l. oder *Convallaria majalis*; Tab. 20). Die Arten der mageren Wiesen sowie der Sumpfstandorte bestimmten auch die Zusammensetzung der gefährdeten Arten von Mähweiden. Hier waren es *Centaurium pulchellum, Echium vulgare, Trifolium fragiferum* etc.

Um die Auswirkung der Bewirtschaftung auf die gesamte Artengarnitur abschätzen zu können, wurde eine stark gekürzte Stetigkeitstabelle erstellt (Tab. 21). Darin sind die Stetigkeiten von Blütenpflanzen aufgeführt, die zwischen den Bewirtschaftungstypen eine Differenz von mindestens zwei Stetigkeitsklassen aufwiesen. Besonders auffällig ist, dass die beweideten Flächen mit *Agrostis stolonifera* und *Crepis capillaris* zwei Arten mit Stetigkeit IV haben, die unter den anderen beiden Bewirtschaftungsformen deutlich weniger stark in Erscheinung treten (Stetigkeit I oder II). Demgegenüber weisen sowohl die Mähwiesen als auch die Mähweiden keine wirklich bewirtschaftungstypischen Arten auf. Sehr auffallend ist aber, dass 12 Arten, die unter Beweidung oder rei-

Tab. 20. Häufigkeit von Arten der Roten-Liste in den entsprechenden Bewirtschaftungstypen. Die aufgeführten Rote Liste-Arten konnten an mindestens drei Fundorten nachgewiesen werden. Folgende Arten wurden in der Tabelle nicht berücksichtigt, weil sie aufgrund der wenigen Funde keine Präferenz bezüglich Bewirtschaftung zeigten: *Leucojum vernum, Medicago falcata, Prunella grandiflora, Sanguisorba officinalis, Silaum selinoides, Viola riviniana, Vicia tetrasperma*
*Frequency of species of the Red List under the three main management types. All species were found at least in three plots. Following species have no preferences concerning the vegetation types and are not included within the table:*Leucojum vernum, Medicago falcata, Prunella grandiflora, Sanguisorba officinalis, Silaum selinoides, Viola riviniana, Vicia tetrasperma

Ökologische Gruppen nach LANDOLT (1991c) – *ecological groups after LANDOLT (1991c):*
1 Waldarten, 2 Gebirgsarten, 5 Sumpfarten, 6 Arten magerer Wiesen, 7 Unkraut- oder Ruderalarten; z vermutlich Zucht-/Gartenformen

ROTE LISTE-ARTEN	AUFTRETENSHÄUFIGKEIT [%]			
	Bewirtschaftungstypen			
	Schnitt	Mähweide	Beweidung	
Ökologische Gruppe	Anzahl Untersuchungsflächen			Anzahl Fundorte
	143	27	71	
2z *Galanthus nivalis*	6	.	.	9
6 *Primula veris*	4	.	.	5
6 *Anthyllis vulneraria*	3	.	.	4
1 *Aquilegia vulgaris* s.l.	2	.	.	3
5 *Cirsium tuberosum*	2	.	.	3
1 *Convallaria majalis*	2	.	.	3
1z *Primula vulgaris*	30	.	7	48
1 *Viola alba*	6	.	3	10
1 *Scilla bifolia*	3	.	3	7
6 *Scabiosa columbaria*	5	.	9	13
7 *Allium vineale*	4	.	9	11
2z *Narcissus pseudonarcissus*	13	4	9	26
7 *Muscari racemosum*	8	4	9	19
6 *Salvia pratensis*	15	22	18	41
6 *Lotus tenuis*	4	26	1	13
5 *Carex distans*	2	15	1	8
5 *Centaurium pulchellum*	1	11	1	6
1 *Carex tomentosa*	1	15	.	6
6 *Echium vulgare*	1	7	.	3
6 *Trifolium fragiferum*	.	19	1	6
7 *Geranium molle*	1	.	14	11
7 *Leontodon taraxacoides*	1	.	7	6
7 *Diplotaxis muralis*	.	.	4	3
7 *Mentha spicata*	.	.	4	3

nem Schnitt z.T. hochstet sind, in Mähweiden viel seltener aufkommen können. Darunter fallen Arten wie *Arrhenatherum elatius, Ranunculus friesianus, Veronica chamaedrys* und *Glechoma hederaceum.*

Tab. 21. Einfluss der Bewirtschaftung auf die Stetigkeit von Blütenpflanzen (Aufgeführte Pflanzen weisen einem Unterschied von mindestens zwei Stetigkeitsklassen auf). Höhere Stetigkeiten sind grau markiert
The influence of mangagement types on the constancy of plants (The plants of the table differs at least in two constancy classes). All higher constancy classes are labelled

	Schnitt	Mähweide	Beweidung
Crepis capillaris	II	I	IV
Agrostis stolonifera	II	II	IV
Cynosurus cristatus	I	III	II
Pimpinella saxifraga	I	II	0
Viola hirta	I	0	II
Lysimachia nummularia	II	I	III
Trisetum flavescens	III	II	IV
Veronica chamaedrys	III	II	IV
Glechoma hederaceum	IV	II	V
Ranunculus frieseanus	IV	III	V
Arrhenatherum elatius	V	II	V
Hypochoeris radicata	II	0	II
Fragaria vesca	II	0	I
Primula vulgaris	II	0	I
Ajuga reptans	IV	II	III
Vicia sepium	IV	II	III

Die Schlussfolgerung, dass der Bewirtschaftungstyp der Mähweiden für die Artenvielfalt deutlich negative Auswirkungen habe, muss mit Zurückhaltung formuliert werden. Die Stadt Zürich kennt vor allem Mähweiden im Gebiet der Allmend (Fig. 18). Ihre speziellen standörtlichen Gegebenheiten könnten daher zur beobachteten relativen Artenarmut geführt haben.
Ähnliche Zurückhaltung verlangt die Interpretation der hohen Artenzahlen der beweideten Flächen. Auch in diesem Fall könnten andere standörtliche Besonderheiten ausschlaggebend sein. So relativiert bereits die Auswertung der gefährdeten und seltenen Arten eine zu euphorische Beurteilung der Beweidung. Diese verhindert gemäss Tab. 20 das Aufkommen seltener Arten aus mageren Wiesen und Waldrändern. Sie bietet aber einen günstigen Standort für einige seltene Unkraut- und Ruderalpflanzen. Die Zusammensetzung der Roten Liste-Arten auf einer Wiese scheint demzufolge sehr stark vom Bewirtschaftungstyp abhängig zu sein, ihre Anzahl aber kaum. Immerhin ist aber auch diesbezüglich ein Trend festzustellen. Dieser lässt vermuten, dass voll oder teilweise beweidete Flächen eher weniger Arten der Roten Liste enthalten.

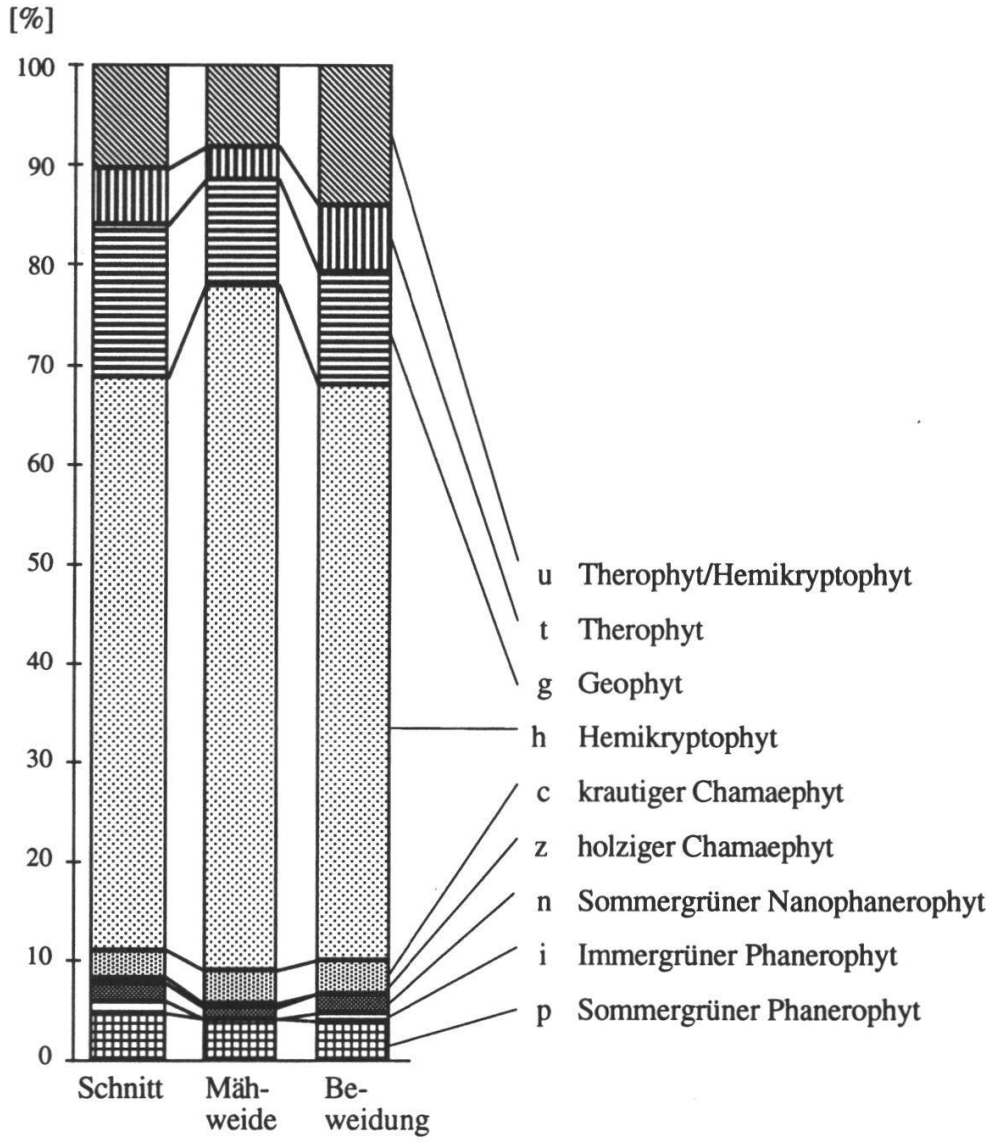


Fig. 20. Einfluss der Bewirtschaftung auf die Wuchsform der Pflanzen (nach LANDOLT 1977).
Influence of the management type to the growth form of plants (after LANDOLT 1977).

Wuchsformen:

Die unterschiedliche Bewirtschaftung der städtischen Wiesen ist ausser in der Pflanzenvielfalt und Vegetationszusammensetzung auch im Bereich der Wuchsformenanteile wiederzuerkennen. Die Zusammensetzung der Vegetation der geschnittenen Flächen unterschied sich bezüglich ihrer Wuchsformtypen zwar nicht grundsätzlich von den beweideten (Fig. 20), auffällig ist aber, dass die Geophyten unter Beweidung gegenüber der Mahd eine Reduktion von 15 % auf ca. 10 % erfahren. Dafür erhalten die Therophyten und Thero-/Hemikryptophyten auf beweideten Flächen insgesamt einen Anteil von über 20 %. Die Mäh-

Tab. 22. Vergleich der Bewirtschaftungstypen aufgrund der Artenzahlen von geneigten und horizontalen Untersuchungflächen: Angaben mit 95 %-Vertrauensintervall. Varianzanalyse mit PostHoc-Test nach Tukey (*** $p < 0.001$)
*Comparison of the number of species between the three main mangement types in relation to the slope of the plots. The number of species and the 95 % confidence values refer to plants without mosses. Analysis of variance with Tukey's PostHoc test (*** $p < 0.001$)*
Bedeutung der Indices – *Mean of the indices:*
Vergleich der Neigung – *Comparison of slope*:
$_a$) Schnitt / Mähweide – *Mowing / Mowing and grazing*
$_b$) Mähweide / Beweidung – *Mowing and grazing / grazing*
Vergleich der Totalartenzahl – *Comparison of the total number of species:*
$_c$) horizontale / geneigte Untersuchungsflächen – *horizontal plots / inclined plots*

	Schnitt	Mähweide	Beweidung	Total
	95 % *Vertr.Int.*	95 % *Vertr.Int.*	95 % *Vertr.Int.*	95 % *Vertr.Int.*
	***$_a$	***$_{ab}$	***$_b$	
Neigung der U.-Fläche in %	28.3 ± *3.7*	10.2 ± *5.2*	30.7 ± *6.2*	
Horizontale U.-Flächen				
Anzahl Flächen	16	13	5	34
Anteil	0.07	0.48	0.11	0.14
Artenzahl pro U.-Fläche	29.8 ± *5.8*	26.7 ± *6.3*	30.6 ± *6.6*	28.7 ± *3.5* ***$_c$
Geneigte U.-Flächen				
Neigung in %	31.8 ± *3.7*	19.6 ± *6.8*	33.0 ± *6.3*	
Anzahl Flächen	127	14	66	207
Anteil	0.93	0.52	0.89	0.86
Artenzahl pro U.-Fläche	37.4 ± *1.8*	32.9 ± *5.8*	40.7 ± *2.6*	38.2 ± *1.4* ***$_c$

weiden wiesen ähnliche Verhältnisse zwischen Therophyten und Geophyten auf wie die Schnittwiesen, doch waren diese Wuchsformen gesamthaft um ca. einen Drittel weniger mächtig. Diese Verluste wurden durch das stärkere Auftreten von Hemikryptophyten ausgeglichen.

Für den erhöhten Anteil an Therophyten, Thero-/Hemikryptophyten und Geophyten bei Schnitt und Weide gegenüber der Mähweide könnte die Neigung verantwortlich sein (Tab. 22). Dank den kleinräumigen Erosionserscheinungen, welche die Vegetationsdecke auflockern, werden an steilen Hängen einjährige Pflanzen gefördert und gleichzeitig die Hemikryptophyten leicht zurückgehalten.
Die durch Tritt und Frass geöffnete Vegetationdecke ermöglicht es Therophyten und Thero-/Hemikryptophyten in Weiden einzudringen. Ihre in Weideflächen um ein Drittel stärkere Präsenz als in Schnittwiesen widerspiegelt dies.

Der deutlich geringere Anteil der Geophyten in den teilweise oder ausschliesslich beweideten Flächen gegenüber den geschnittenen geht auf die Winterweide bzw. die frühe Frühjahrsweide zurück. Diese schädigt die meist frühblühenden Geophyten. Die Mähweiden mit der für sie besonders typischen Winterweide weisen die geringsten Anteile an Geophyten auf.

Neigung:
Wie in Kap. 4.1.3 gezeigt wurde, hat die Neigung der untersuchten Flächen einen beträchtlichen Einfluss auf die Artenzahlen und das Aufkommen von Arten der Roten Liste. Die meisten geschnittenen und beweideten Flächen weisen eine Neigung im Bereich von 28 % bzw. 31 % auf (Tab. 22). Die im Durchschnitt geringfügig steileren Weiden liessen sich mit der durchgeführten Varianzanalyse nicht von den geschnittenen Flächen unterscheiden. Die Mähweide-Nutzung wird in der Stadt Zürich typischerweise auf ebenen Wiesen mit einer signifikant geringeren Neigung (durchschnittlich ca. 10 %) betrieben.
In ebener Lage ist die Artenzahl pro Untersuchungsfläche für die einzelnen Bewirtschaftungstypen statistisch gesehen gleich hoch ($p > 0.96$). Bei den geneigten Flächen sind die Unterschiede zwischen den Bewirtschaftungstypen zwar ebenfalls nicht signifikant, jedoch nahe der Signifikanzgrenze. Die geneigten Mähweiden weisen die niedrigsten Artenzahlen, die beweideten Hangflächen die höchsten auf.

Die Artenarmut, welche für die Mähweiden festgestellt wurde, kann zumindest teilweise mit dem Faktor Neigung erklärt werden. Die Mähweiden Zürichs sind zur Hälfte in horizontaler Lage. Horizontal gelegene Untersuchungsflächen weisen durchschnittlich rund zehn Arten weniger auf als geneigte (Tab. 22). Zusätzlich sind die wenigen Hangflächen unter den Mähweiden deutlich weniger stark geneigt (20 %) als die Schnittwiesen und eigentlichen Weiden (je ca. 30 %). Deshalb sind wohl auch die Hangflächen von Mähweiden leicht artenärmer als die der anderen Bewirtschaftungstypen.
Die Neigungsunterschiede zwischen den Mähweiden und den anderen beiden Bewirtschaftungstypen erklärt jedoch nicht abschliessend, weshalb Mähweiden die signifikant geringsten Artenzahlen aufweisen. Denn der Vergleich aller horizontalen Untersuchungsflächen macht deutlich, dass auch in diesem Fall die Mähweide die geringsten Artenzahlen aufweist, wenn auch nicht mehr statistisch gesichert.

Tab. 23. Bodenchemische Parameter von 43 Stichproben (Probenahmedatum: 22.2. – 2.3. 1994, Probenahmetiefe 0 – 10 cm). Vergleich zwischen den drei Hauptbewirtschaftungstypen Schnitt, Mähweide und Beweidung: Angabe des Mittelwerts und des 95 %-Vertrauensintervalls. Varianzanalyse mit PostHoc-Test nach Tukey (* $p < 0.05$).
Soil parameters of 43 samples (date of sampling: 22 February to 2 March 1994, depth of sampling 0 to 10 cm). Comparison between mowing, mowing-grazing and grazing. Statistics: the number of species and the 95 % confidence values refer to plants without mosses. Analysis of variance with Tukey's Post Hoctest ($p < 0.05$).*

Stichprobenzahl	SCHNITT 27		MÄHWEIDE 6		BEWEIDUNG 10		p-Wert
	Mittelwert	*95 % Vertr.Int.*	Mittelwert	*95 % Vertr.Int.*	Mittelwert	*95 % Vertr.Int.*	
Phosphat [mg/100g]	4.37	*±1.45*	5.37	*±4.54*	2.54	*±0.80*	0.55
Stickstoff [%]	0.33	*±0.04*	0.36	*±0.05*	0.28	*±0.00*	0.22
Kohlenstoff [%]	3.02	*±0.37*	3.50	*±0.27*	2.95	*±0.44*	0.68
Calcium [%]	16.18	*±4.54*	14.57	*±6.98*	17.15	*±6.46*	0.95
Kalium [ppm]	1.92 *	*±0.3*	1.56	*±0.60*	1.28 *	*±0.36*	0.03
Magnesium [ppm]	4.13	*±0.7*	3.41	*±0.90*	3.70	*±0.89*	0.62
Bodendichte [kg/l]	1.00	*±0.06*	0.91	*±0.11*	1.03	*±0.09*	0.40
Artenzahl	38.59	*±5.32*	25.33 *	*±7.90*	44.40 *	*±6.61*	0.02

Bodenchemische Parameter:

In Tab. 23 wurden die Analysen der bodenchemischen Untersuchungen zusammengefasst. Die Varianzanalyse der Parameter Phosphat-, Gesamtstickstoff-, Kohlenstoff-, Calcium-, Kalium- und Magnesiumgehalt ergab lediglich in einem Fall signifikante Unterschiede zwischen den drei Bewirtschaftungstypen. Diese Ausnahme bildet Kalium, das in Stichproben geschnittener Untersuchungsflächen signifikant höhere Konzentrationen aufwies als in solchen von beweideten.

Weitere zu erwartende Unterschiede kamen vermutlich aufgrund des sehr geringen Stichprobenumfangs nicht zur Geltung. Der Vergleich von Artenzahlen aller Untersuchungsflächen (Fig. 19) mit Artenzahlen des Stichprobenumfangs der Bodenanalysen (Tab. 23) zeigt dies deutlich auf. Im ersten Fall ergab die Varianzanalyse bei allen Bewirtschaftungsvarianten signifikante und zum Teil hochsignifikante Unterschiede bezüglich Artenzahl pro Untersuchungsfläche; beim Vergleich des Wiesen mit Bodenanalysen war mit dem gleichen statistischen Test lediglich zwischen Beweidung und Mähweide ein knapp signifikanter Unterschied bezüglich Artenzahl nachzuweisen.

Es ist deshalb anzunehmen, dass die Rangfolge der Phosphat- und Stickstoffgehalte, welche relativ niedrige p-Werte aufwiesen, nicht zufällig ist. Beide Nährstoffe hatten auf beweideten Flächen die niedrigsten und auf Mähweiden die höchsten Werte. Für gesicherte Aussagen war der Stichprobenumfang aber zu klein.
Sowohl die Phosphat- und Stickstoff- als auch die Kaliumgehalt waren bei Beweidung am niedrigsten und bei Mähbeweidung oder ausnahmsweise bei Schnitt am höchsten. Die Rangfolge läuft somit umgekehrt proportional zur Artenzahl pro Untersuchungsfläche. Unter Einbezug der Erkenntnisse aus Kap. 4.1.3 können folgende Vermutungen formuliert werden:

- Durch die Beweidung werden dem Boden längerfristig mehr Nährstoffe entzogen als durch die Mahd. Diese These wird durch die Dauerflächenexperimente widerlegt (Kap. 4.2.2).
- Die hohe Artenzahl auf beweideten Flächen ist nicht bewirtschaftungsbedingt sondern standortsbedingt: Die gemähten Flächen werden oft intensiver bewirtschaftet (und damit gedüngt) als die mit Schafen beweideten. Die Mähweiden (Allmenden) wurden lange Zeit gedüngt. Heute dienen sie als Sport- und Spielwiesen sowie als Hundeauslaufflächen (Düngung durch Hundekot: WIESNER (1990) geht von 1.5 Tonnen Stickstoff pro Hektare und Jahr aus).

Zeigerwerte:
Zeigerwerte vermögen im Gegensatz zu einmaligen Bodennährstoffanalysen besser über die langfristigen standörtlichen Verhältnisse einer Vegetation Auskunft zu geben. Damit Unterschiede bei den gemittelten Zeigerwerten von Pflanzenbeständen auch als solche interpretiert werden dürfen, sollten sie nach LANDOLT (1977) eine Differenz von mindestens 0.2 Einheiten aufweisen. Die Werte der Tab. 24, welche die Zeigerwerte von Pflanzenbeständen der drei Hauptbewirtschaftungstypen darstellen, erfüllen das genannte Kriterium der Minimalunterschiede nicht. Einzig die Nährstoffzahl und die Lichtzahl scheinen von der Art der Bewirtschaftung abhängig zu sein. Beide zeigen Unterschiede an der Grenze der Aussagefähigkeit. Beweidete Bestände haben die höchsten Nährstoffzahlen, geschnittene die niedrigsten Lichtzahlen.

Die höheren Lichtzahlen der Mähweide- und Weidebestände erklären sich aus dem meist über Wochen anhaltende Tiefhalten der Vegetation, welches erlaubt, dass mehr Licht auf den Boden fällt.
Die höheren Nährstoffzahlen der beweideten Flächen stehen im Widerspruch zu

Tab. 24. Gemittelte und gewichtete Zeigerwerte (LANDOLT 1977) der drei Hauptbewirtschaftungstypen. **Fettgedruckt**: auffällige Werte
Weighed average of "Zeigerwerte" (LANDOLT 1977) of the three management types. Datas in ***bold*** *prints are remarkable*

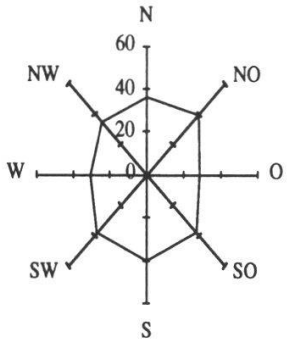
	F	R	N	D	L	T	K	Anzahl Untersuchungsflächen
Schnitt	2.92	3.14	3.34	4.10	**3.44**	3.33	2.85	143
Mähweide	2.86	3.16	3.34	4.18	3.59	3.28	2.89	27
Beweidung	2.90	3.13	**3.42**	4.11	3.57	3.33	2.88	71

den gemessenen Nährstoffwerten (Tab. 18). Es stellt sich deshalb die Frage, ob die erhöhten Nährstoffzahlen der Weiden nur ein Artefakt darstellen (Weideunkräuter/Trittzeiger haben im allgemeinen hohe N-Zahlen) oder ob auf Weiden eine Nährstoffakkumulation stattfindet. Die ursprünglich nährstoffarmen Bestände, die in den letzten Jahrzehnten in Schaf- und Pferdeweiden umgewandelt wurden, würden demzufolge langsam fetter werden. Um dieser Frage der Nährstoffakkumulation nachzugehen, wurden Bodennährstoffanalysen auf beweideten und geschnittenen Dauerflächen durchgeführt (Kap. 4.2.2).

Exposition:

Aus Fig. 21 geht hervor, dass Untersuchungsflächen der "Extrem-Expositionen" (Nord-Süd-Achse) unter regelmässigem Schnitt signifikant mehr Arten aufwiesen als die der mesischen Expositionen (West-Ost-Achse). Dieser Zusammenhang konnte für beweidete Flächen nicht nachgewiesen werden. Ein Vergleich der Artenzahl der Untersuchungsflächen mit "Extrem-Expositionen" zeigt, dass sie sich sowohl unter Schnitt mit 39 Arten als auch unter Beweidung mit 41 Arten in vergleichbaren Grössenordnungen bewegte. Die Artenvielfalt der geschnittenen Flächen liegt auf der West-Ost-Achse bei 34 Arten, während die der beweideteten Flächen mit 39 Arten etwa der Zahl der Nord-Süd-Achse entspricht ($p = 0.27$).
Die Mähweiden wurden bei der Auswertung nicht berücksichtigt, da zu wenige geneigte Untersuchungsflächen vorhanden waren.

Diese Resultate können folgendermassen interpretiert werden: Hänge der Nord-Süd-Achse weisen mikroklimatisch extremere Bedingungen auf (Son-



Schnitt		Beweidung
127	Anzahl U.-Flächen	66
39.02	Mittelwert (N-S)	41.33
33.74	Mittelwert (W-O)	39.06
0.01	**p-Wert**	**0.46**

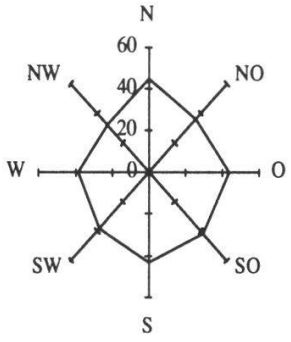


Fig. 21. Reaktion der Artenvielfalt auf die Expositionsachsen Nord-Süd (N-S) und West-Ost (W-O) bei unterschiedlicher Bewirtschaftung: Schnitt, Beweidung.
Influence of aspect (exposition axes North-South and West-Eest) on the number of species under two different management types: mowing and grazing.

neneinstrahlung, Austrocknung, Kälte/Frost, Nässe etc.) als die der West-Ostachse. Dies kann einen Nischenreichtum fördern und damit steigende Artenzahlen bewirken (Fig. 17). Durch Beweidung können ebenfalls Nischen (Trittlöcher, inhomogene Vegetationsstrukturen, Erosionserscheinungen etc.) entstehen. Dadurch wird das Aufkommen von Ruderalarten begünstigt. Dieser Artenzuwachs ist jedoch vor allem auf den klimatisch gemässigten Flächen der West-Ost-Achse zu beobachten, weil auf südexponierten Beständen die Weidetiere gleichzeitig das Aufkommen von Pflanzen magerer Wiesen unterdrücken (Tab. 20, Kap. 4.2.1, Tab. 26).

4.2 ERGEBNISSE DER BEWIRTSCHAFTUNGS-EXPERIMENTE

4.2.1 Flora und Vegetation

Im folgenden werden die floristischen und vegetationskundlichen Ergebnisse der vier Dauerflächen (Eggstrasse, Felsenrainstrasse, Krattenturmstrasse und Winzerhalde) einzeln dargestellt. Alle Dauerflächen wurden ursprünglich gemäht und vor unterschiedlich langer Zeit in Weideflächen überführt. Das Experiment hat zum Ziel, einerseits die Weiterentwicklung der Weiden zu verfolgen und andererseits die Auswirkungen einer Rückführung zu Mähwiesen abzuschätzen (Kap. 3.2.1).

Die Ordination der jährlichen Vegetationsaufnahmen auf den Dauerflächen (Fig. 22) zeigt die nahe Verwandtschaft der Flächen Winzerhalde und Eggstrasse. Fig. 23 lässt weiter erkennen, dass im Verlauf der fünf Untersuchungsjahre zwar in jeder Dauerfläche Verschiebungen der Artenzusammensetzung auftraten, diese Verschiebungen aber kaum zu einer gegenseitigen Annäherungen führten.

Felsenrainstrasse

Bei der Dauerfläche Felsenrainstrasse handelt es sich um eine Trespenreiche Glatthaferwiese (GT"), sie zeigt Übergänge zur Feuchten Glatthaferwiese.

Rückführung von Beweidung auf Schnitt: (Tab. 25, Fig. 23 und 24) Während der fünf Jahre nach der Umstellung blieb die Artenzahl konstant im Bereich von 42 bis 44 Arten pro Teilfläche. Bei den Frühschnittflächen hielten sich selten werdende und häufig werdende Arten die Waage (15 bzw. 14). Beim Spätschnitt überwogen die 19 Arten, welche in ihrer Deckung abnahmen, leicht gegenüber den 15, die zunahmen.

Das gleichgerichtete lineare Muster der Ordination (Fig. 23) beider Schnittva-

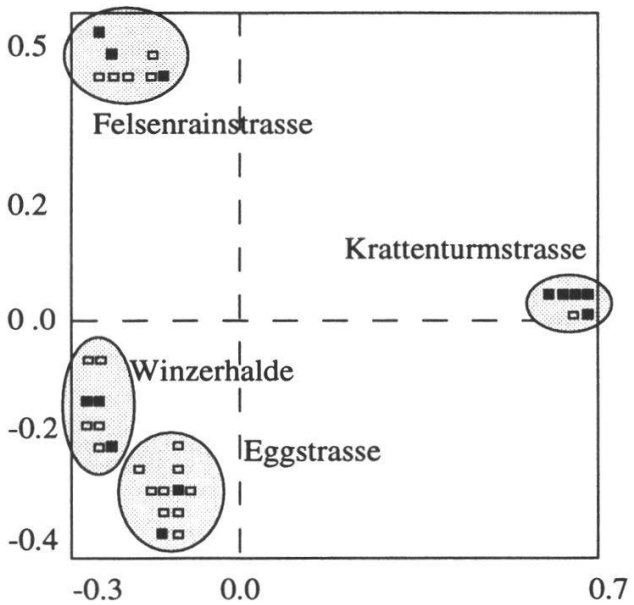


Fig. 22. Ordination der Vegetationsaufnahmen der vier Dauerflächen – *Ordination of relevés of the four permanent plots*: Felsenrainstrasse, Eggstrasse, Winzerhalde und Krattenturmstrasse.

□ Einzelner Ordinationspunkt – *one single ordination point*

■ mehrere sich überdeckende Ordinationspunkte – *overlapping ordination points*

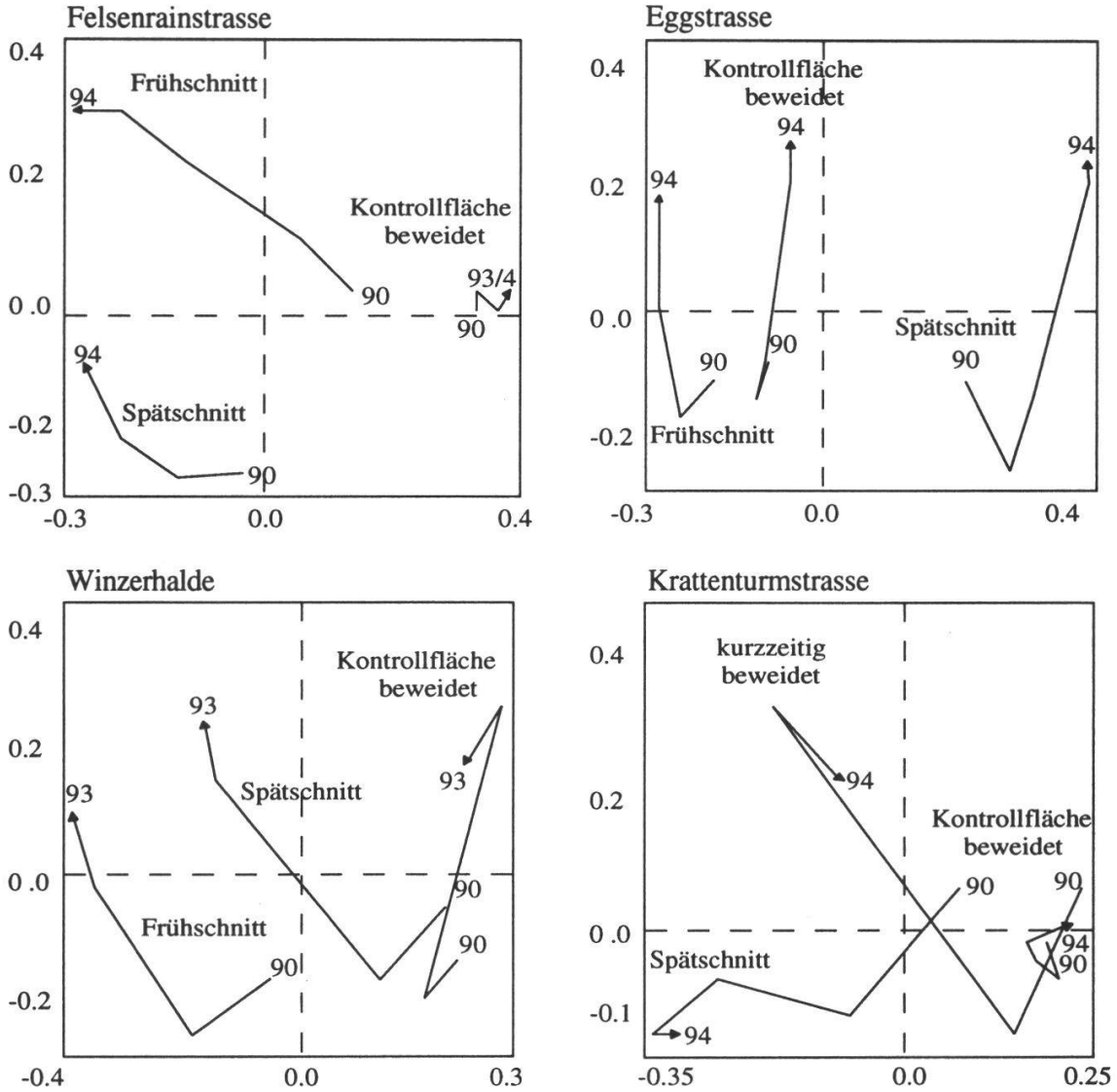


Fig. 23. Ordination der Vegetationsaufnahmen der Dauerflächen Felsenrainstrasse, Eggstrasse, Winzerhalde und Krattenturmstrasse. Vegetationsentwicklung von 1990 bis 1994 (Winzerhalde bis 1993).
Ordination of relevés of the four permanent plots: Felsenrainstrasse, Eggstrasse, Winzerhalde und Krattenturmstrasse. Vegetation development between 1990 and 1994 (Winzerhalde between 1990 and 1993).

rianten deutet auf eine Sukzessionsentwicklung hin. Der Frühschnitt scheint sich stärker zu verändern als der Spätschnitt.

Kontrollfläche: Die Artenzahl der Kontrollflächen schwankte zwischen 41 und 44. Bei zehn Arten nahm der Deckungsgrad ab. Bei sieben Arten konnte in der untersuchten Zeitperiode ein Zunahme verzeichnet werden; folglich etwa der Hälfte der Verschiebungen, welche bei den rückgeführten Flächen beobachtet wurde.

Das wolkige Dynamikmuster der Ordination deutet darauf hin, dass die beweidete Kontrollfläche eine zur Zeit stabile Vegetationszusammensetzung aufweist.

Eggstrasse

Die Dauerfläche Eggstrasse wurde ebenfalls der Trespenreichen Glatthaferwiese (GT') zugeordnet.

Rückführung von Beweidung auf Schnitt: (Tab. 25, Fig. 23 und 24) Wie schon auf der Dauerfläche Felsenrainstrasse war auch auf der Fläche Eggstrasse die Artenzahl in der untersuchten Periode konstant. Sie schwankte im Bereich von 39 bis 41 Arten. Sowohl bei Früh- als auch bei Spätschnitt waren je 14 Arten zu verzeichnen, deren Deckung abnahm oder die ganz verschwanden sowie neun Arten deren Deckung zunahm bzw. die neu in der Fläche gefunden wurden. Wiederum ist auf den Schnittflächen ein gleichgerichtetes lineares Dynamikmuster festzustellen (Fig. 23), was auf eine Sukzession schliessen lässt.

Kontrollfläche: Auf den Kontrollflächen schwankt die Artenzahl zwischen 37 und 44 Arten pro Teilfläche und Jahr. Sie zeigt aber trotz der grossen Amplitude und der zwischenzeitlich signifikant erhöhten Werte über die gesamte Fünfjahresperiode weder eine steigende noch eine sinkende Tendenz. Die Verschiebung der Deckungsgrade der Arten ist mit jener der Schnittflächen identisch: 15 Arten zunehmend, 10 Arten abnehmend.
Eher überraschend weist auch die beweidete Kontrollfläche ein mit den Schnittflächen gleichgerichtetes Dynamikmuster auf. Offenbar findet eine Vegetationsentwicklung statt, welche jener der Rückführungsflächen ähnlich ist.

Winzerhalde

Auch bei der Dauerfläche Winzerhalde handelt es sich um eine Trespenreiche Glatthaferwiese (GT').

Rückführung von Beweidung auf Schnitt: (Tab. 25, Fig. 23 und 24) Im Unterschied zu den bisher besprochenen Dauerflächen nahm auf den Umstellungsflächen der Winzerhalde die Artenzahl signifikant ab; bei Schnitt im Mai und Juli von 52 auf 45 Arten, bei Schnitt im Juli und August von 51 auf 46. Die langfristigen Zu- bzw. Abnahmen der Deckungsgrade hielten sich ungefähr die Waage, bei Frühschnitt 14 ab- und 17 zunehmend, bei Spätschnitt 16 ab- und 15 zunehmend.

Tab. 25. Entwicklung der durchschnittlichen Artenzahl unter verschiedenen Bewirtschaftungstypen. Angabe des 95 %-Vertrauensintervalls von n=3 Teilflächen pro Dauerfläche.
Development of the number of species under different management types. The 95% confidence values refer to three samples per plot.

Dauer-fläche	Jahr	WEIDE Kontrolle mittl. Arten-zahl	*Vertr.-inter-vall*	WEIDE kurzzeitig mittl. Arten-zahl	*Vertr.-inter-vall*	SCHNITT Mai/Juli mittl. Arten-zahl	*Vertr.-inter-vall*	SCHNITT Juni/August mittl. Arten-zahl	*Vertr.-inter-vall*
Felsenrain-strasse	1990	43.0	± *1.8*			42.3	± *2.8*	44.3	± *7.4*
	1991	41.0	± *8.0*			42.7	± *2.8*	42.7	± *1.1*
	1992	41.3	± *5.9*			42.0	± *1.8*	43.0	± *6.4*
	1993	42.3	± *4.2*			42.7	± *2.8*	43.3	± *5.6*
	1994	44.0	± *3.7*			42.0	± *1.8*	42.7	± *9.1*
Eggstrasse	1990	39.0	± *1.8*			40.7	± *3.8*	40.7	± *2.8*
	1991	36.7	± *2.8*			39.0	± *11.2*	41.0	± *3.7*
	1992	43.7	± *1.1*			39.7	± *7.4*	41.0	± *3.7*
	1993	41.3	± *3.8*			39.7	± *7.4*	41.3	± *1.1*
	1994	39.7	± *2.1*			38.7	± *7.4*	41.3	± *3.8*
Winzerhalde	1990	52.3	± *5.3*			52.0	± *3.7*	51.0	± *3.7*
	1991	48.7	± *8.7*			47.3	± *3.8*	44.3	± *3.8*
	1992	51.7	± *6.5*			45.7	± *3.8*	45.3	± *4.2*
	1993	51.3	± *6.5*			44.7	± *4.2*	46.0	± *1.8*
Krattenturm-strasse	1990	45.7	± *4.2*	44.3	± *2.8*			47.7	± *2.8*
	1991	42.7	± *3.8*	44.7	± *11.1*			46.7	± *2.8*
	1992	40.0	± *3.2*	43.7	± *7.0*			48.0	± *3.2*
	1993	42.7	± *2.8*	47.7	± *2.8*			48.7	± *4.6*
	1994	39.7	± *2.8*	45.0	± *3.2*			47.0	± *3.7*

Das Dynamikmuster der Vegetation (Ordination Fig. 23) auf den Schnittflächen verläuft analog dem der Eggstrasse.

Kontrollfläche: Auf der beweideten Kontrollfläche blieb die Artenzahl, trotz der relativ grossen Schwankungsbreite von 49 bis 52 Arten, ein weiteres Mal konstant. Die Anzahl der selten- bzw. häufigwerdenden Arten ist mit je 14 Nennungen identisch.
Das Resultat der Ordination von Vegetationsaufnahmen der beweideten Kontrollfläche ist nicht eindeutig. Möglicherweise handelt es sich um ein wolkiges Dynamikmuster, welches zwischen 1991 und 1992 eine zufällig grosse Veränderung erfahren hatte. Die hier fehlende Vegetationsaufnahme von 1994 (Be-

gründung vgl. Kap 3.2.1) hätte zeigen können, ob die beweidete Kontrollfläche trotz allem zur Zeit eine stabile Vegetationszusammensetzung aufweist.

Krattenturmstrasse

Die Dauerfläche Krattenturmstrasse ist dem für die Stadt Zürich spezifischen Vegetationstyp Trespenreiche Odermennigwiese (O') zuzuordnen.

Rückführung von Beweidung auf Schnitt: (Tab. 25, Fig. 23 und 24) Die Umstellung von Beweidung auf Schnitt hat sich nicht auf die durchschnittliche Artenzahl ausgewirkt. Sie blieb mit 47 bis 48 Arten pro Teilfläche konstant. Ebenfalls ausgeglichen präsentiert sich die Veränderung des Deckungsgrades der vorgefunden Arten, je 15 waren ab- bzw. zunehmend.
Das relativ lineare Muster der Ordination (Fig. 23) der Schnittvarianten deutet auf eine Sukzession hin.

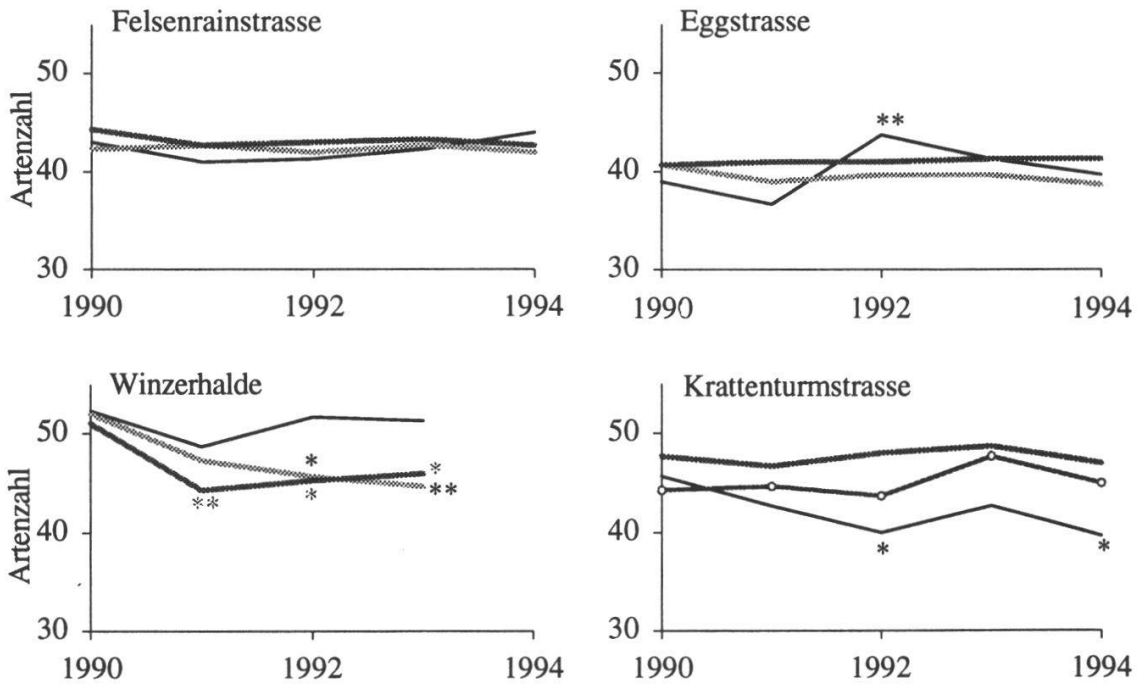


Fig. 24. Entwicklung der durchschnittlichen Artenzahl pro Fläche (n=3 Teilflächen).
Unterschied zum Ausgangszustand: * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$
Development of the mean number of species per plot (n=3)
*Difference to the start point: * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$*

Kontrollfläche beweidet – *control plot grazed*
kurzzeitig beweidet – *shortly grazed*
früher Schnitt (Mai/Juli) – *early mown (May/July)*
später Schnitt (Juni/August) – *late mown (June/August)*

Umstellung von Beweidung auf Kurzbeweidung: Die Artenzahl der auf Kurzbeweidung umgestellten Teilflächen ist von 44 auf 45 Arten schwach ansteigend, jedoch mit einer Varianzanalyse statistisch nicht nachweisbar. Der mögliche Anstieg ist von groben jährlichen Schwankungen überlagert (44 – 48 Arten). Der Deckungsgrad ist bei deutlich weniger Arten als bei der Umstellung auf Schnitt langfristigen Verschiebung unterworfen: Bei zehn Arten ab- und bei acht zunehmend.
Das Resultat der Ordination von Vegetationsaufnahmen der kurzzeitig beweideten Kontrollflächen ist nicht eindeutig. Sowohl gewisse Sukzessionserscheinungen als auch eine mässige Stabilität ist im Dynamikmuster zu erkennen.

Kontrollfläche: Die Artenzahl der beweideten Kontrollflächen ist von 46 auf 40 Arten signifikant abnehmend. Bei 15 Arten ist der Deckungsgrad abnehmend bei 7 zunehmend.
Das wolkige Dynamikmuster der Ordination deutet darauf hin, dass die beweidete Kontrollfläche trotz Rückgang der Artenzahl eine zur Zeit stabile Vegetation hat.

Artenzusammensetzung

Es wurden ungefähr gleichviele Arten durch die Umstellung von Weide zu Schnitt erhalten und gefördert, wie beeinträchtigt. Besonders profitierten die Arten *Arrhenatherum elatius, Bromus erectus, Centaurea jacea, Galium album* und *Lotus corniculatus*. Demgegenüber wurden die folgenden Arten beeinträchtigt oder gar verdrängt: *Arenaria serpyllifolia, Bellis perennis, Bromus mollis, Cerastium glomeratum, Crepis capillaris, Erigeron annuus, Lolium perenne, Plantago lanceolata, Taraxacum officinalis, Trifolium dubium* und *Trifolium repens*. Tab. 26 stellt dar, welche Arten durch die Bewirtschaftungsumstellung einer gerichteten Veränderung unterlagen. Arten, die gleich stark gefördert wie beeinträchtigt wurden oder die keine Veränderung erfuhren, wurden nicht aufgeführt (vgl. Anhang Tab. A.2).
Die meisten Arten haben je nach Dauerfläche stark unterschiedlich auf die Umstellung reagiert. So nahm beispielsweise *Salvia pratensis* auf der Dauerfläche Eggstrasse sowohl unter Beweidung als auch unter Schnitt ähnlich stark zu. Auf der Fläche Krattenturmstrasse nahm sie nur beim Spätschnitt zu und auf der Fläche Winzerhalde profitierte sie zwar allen Bewirtschaftungsvarianten, aber unter Schnitt um ein Vielfaches stärker.
Drei Arten wurden auf Flächen mit Spätschnitt neu beobachtet und dehnten ihre

Tab. 26. Zunehmende oder abnehmende Arten durch Umstellung der Bewirtschaftung: weiterhin Beweidung (vier Dauerflächen), Frühschnitt (drei Dauerflächen), Spätschnitt (vier Dauerflächen).
Increasing or dereasing species after changing of management: still grazing (four plots), mowing early in the year (three plots), mowing late in the year (four plots).

leer – *empty space*: gleichbleibend oder ohne Aussage – *constant or not predictive*
\+ in je einer Dauerfläche häufiger – *increasing in one plot each*
– in je einer Dauerfläche seltener – *decreasing in one plot each*

ERHALTEN ODER ZUNAHME durch Umstellung auf Schnitt	Weide	Schnitt früh	Schnitt spät	ABNAHME durch Umstellung auf Schnitt	Weide	Schnitt früh	Schnitt spät
Plantago media	--			*Trifolium repens*	-	--	-----
Ajuga reptans	--	-	+	*Plantago lanceolata*	-	--	---
Helictotrichon pubescens	--		+	*Lolium perenne*	-	---	--
Equisetum arvense	-		+	*Agrostis stolonifera*		-	--
Holcus lanatus	-	+		*Bromus mollis*		-	---
Bromus erectus	-	+	++	*Cynosurus cristatus*		-	--
Lotus corniculatus	-	+	++	*Dactylis glomerata*		-	-
Viola hirta	--	+	+	*Taraxacum officinale* agg.		--	--
Medicago lupulina	-	+	+	*Anthoxanthum odoratum*			--
Arrhenatherum elatius	--	++	++	*Erigeron canadensis*			--
Galium album	--	++	+	*Poa annua*			--
Achillea millefolium	+	++	++	*Sonchus asper*			--
Veronica chamaedrys	+		+++	*Carex silvatica*	+	-	-
Centaurea jacea		++	+++	*Trifolium dubium*	+	--	--
Daucus carota		++	+	*Crepis capillaris*	++	-	
Ranunculus ficaria		+	++	*Cerastium caespitosum*	+		-
Sanguisorba minor		+	++	*Hordeum murinum*	+		-
Vicia sepium		+	++	*Phleum pratense*	+		-
Acer pseudoplatanus		+	+	*Prunella vulgaris*	+		-
Carex verna		+	+	*Veronica filiformis*	+		-
Primula vulgaris		+	+	*Bellis perennis*	+++		-
Rumex acetosa		+	+	*Arenaria serpyllifolia*	++		
Satureja vulgaris		+	+	*Cerastium glomeratum*	++		
				Erigeron annuus	++		

teilweise erhalten oder zunehmend

Acer campestre, Agropyron repens, Brachypodium pinnatum, Brachypodium silvaticum, Carex contigua, Carex hirta, Cynodon dactylon, Festuca rubra, Lolium multiflorum, Lysimachia vulgaris, Potentilla reptans, Quercus robur, Rumex obtusifolius, Salvia pratensis, Veronica serpyllifolia

teilweise abnehmend

Allium vineale, Cardamine pratensis, Crepis biennis, Crepis taraxacifolia, Festuca arundinacea, Glechoma hederaceum, Hypochoeris radicata, Knautia arvensis, Lathyrus pratensis, Lysimachia nummularia, Medicago sativa, Myosotis arvensis, Ononis repens, Picris hieracioides, Plantago major, Ranunculus repens, Senecio vulgaris, Sisymbrium officinale, Thymus pulegioides, Trisetum flavescens, Urtica dioeca, Verbena officinalis, Veronica persica

Deckung im Verlauf der Untersuchungsperiode aus (Anhang Tab. A.2): *Bromus erectus* (Felsenrainstrasse), *Carex verna* und *Ajuga reptans* (Krattenturmstrasse). Weitere 26 Arten konnten in den seit 1990 geschnittenen Flächen als neue Einzelfunde beobachtet werden: *Acer pseudoplatanus, Brachypodium silvaticum, Cardamine hirsuta, Carex hirta, Centaurea jacea, Equisetum arvense, Helictotrichon pubescens, Holcus lanatus, Primula vulgaris, Ranunculus ficaria* und *Viola hirta* (Felsenrainstrasse); *Bromus erectus, Muscari racemosum, Satureja vulgaris* und *Valerianella locusta* (Eggstrasse); *Acer campestre, Agropyron repens, Geranium dissectum, Helictotrichon pubescens, Ornithogalum umbellatum, Plantago media* und *Ranunculus ficaria* (Winzerhalde); *Carex silvatica, Lolium perenne, Veronica chamaedrys, Vicia sepium* und *Viola hirt*a (Krattenturmstrasse).
Im gleichen Zeitraum wurden auf den beweideten Kontrollflächen die folgenden 13 Arten neu beobachtet: *Lysimachia nummularia* (Felsenrainstrasse); *Allium vineale, Erigeron annuus, Silene vulgaris* und *Valerianella locusta* (Eggstrasse); *Acer platanoides, Hordeum murinum, Senecio vulgaris* und *Veronica filiformis* (Winzerhalde); *Carex silvatica, Crepis biennis, Plantago major* und *Poa trivialis* (Krattenturmstrasse). Dabei dehnte sich lediglich *Cerastium glomeratum* auf den Dauerflächen Eggstrasse und Winzerhalde aus.
Folgende ehemals häufigen Arten mit einem Deckungsgrad von 1 und höher verschwanden auf den Umstellungsflächen: *Agrostis stolonifera, Bromus mollis, Carex silvatica, Urtica dioeca* (Felsenrainstrasse); *Crepis capillaris, Lolium perenne* (Eggstrasse); *Arenaria serpyllifolia, Bromus mollis, Cynosurus cristatus, Lolium perenne* (Winzerhalde); *Agrostis stolonifera* (Krattenturmstrasse). Zusätzlich wurden auf den geschnittenen Umstellungsflächen 28 zufällig in Erscheinung getretene Arten nicht mehr gefunden. Im gleichen Zeitraum verschwanden auf den beweideten Kontrollflächen keine Arten mit einem Deckungsgrad über 1. Lediglich ca. 25 wenig häufige Arten konnten nicht über die ganze Periode beobachtet werden (vgl. Karussell-Modell, VAN DER MAAREL & SYKES 1993).
Bei einer Rückführung von Beweidung in Mahd gehen oft innert ein bis zwei Jahren gut etablierte Arten verloren. Diese werden zwar durch Arten ersetzt, die an den entsprechenden Standorten bis anhin noch nicht beobachtet wurden. Diese können sich jedoch meist kaum halten oder ihre Ausbreitung bleibt schon bei geringer Artmächtigkeit stehen. Besonders deutlich zeigt sich diese Tendenz, je üppiger die Vegetation ist.

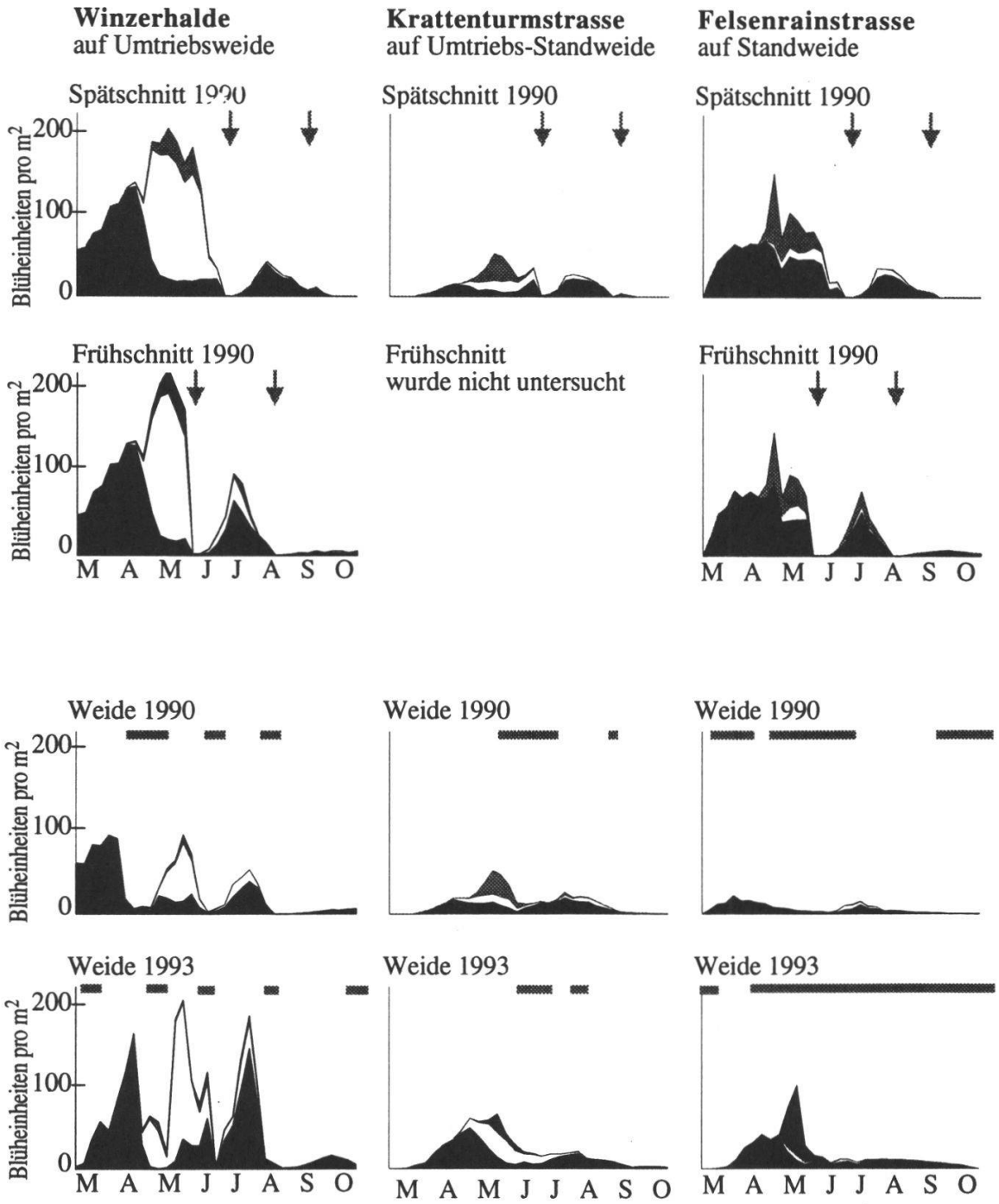


Fig. 25. Veränderung der Dominanzstruktur der Blühintensität im Jahresverlauf (März bis Oktober) auf den Dauerflächen Winzerhalde, Krattenturmstrasse und Felsenrainstrasse. Vergleich zwischen Bewirtschaftungsvarianten sowie Vergleich der Jahre 1990 und 1993 unter Schafbeweidung.

Development of dominant structure of flowers covering the plots of "Winzerhalde", "Krattentrumstrasse" and "Felsenrainstrasse" during a year (March to October). Comparison between three management types and the two periods 1990 and 1993.

Kräuter – *herbs* ☐ Leguminosen – *legums* ■ Gräser – *grass*

Bestossung mit Schafen – *sheep grazing* ↓ Mahd/Emd – *cutting*

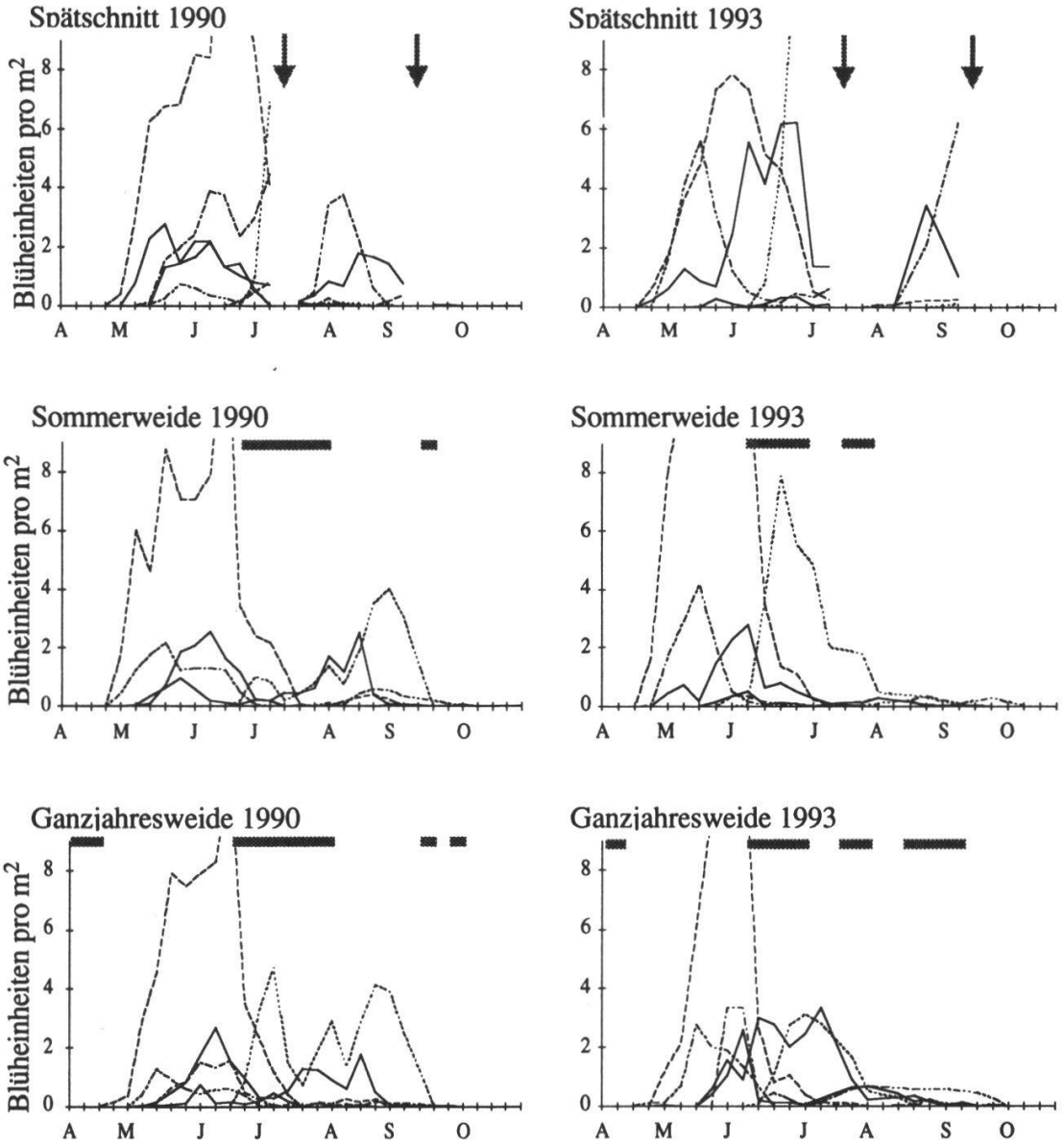


Fig. 26. Veränderung der Dominanzstruktur der Blühintensität der Leguminosen (*Fabaceae*) im Jahresverlauf (April bis Oktober) auf den Dauerflächen Krattenturmstrasse. Vergleich der Bewirtschaftungsvarianten von 1990 und 1993.
Development of the dominant-structure of flowering legums (Fabaceae) covering the plots at "Krattenturmstrasse" during April to October. Comparing three management types in 1990 and 1993.

——— *Lotus corniculatus*
– – – – – *Medicago lupulina*
- - - - - - - *Ononis repens*
– - – - – - *Trifolium dubium*
– - – - – - *Trifolium pratense*
——— *Trifolium repens*
– – – – – *Vicia cracca*

▬ Bestossung mit Schafen
sheep grazing

↓ Mahd/Emd
cutting

Blühintensität

Das Bild der Dominanzstruktur der Blühintensität ist bei Mahd und bei der Umtriebsweide (Winzerhalde) relativ ähnlich (Fig. 25). Die kurze, intensive Beweidung wirkt sich bei einer analogen Eingriffsfrequenz auf das Blütenangebot in vergleichbarer Weise aus wie der Schnitt der Sense: starkes Aufblühen nach dem jeweiligen Eingriff. Demgegenüber ist bei der Standweide (Krattenturmstrasse) der Einfluss der Beweidung auf den Jahresverlauf der Blühintensität in keiner Weise mit dem des Schnittes zu vergleichen. Das Aufblühen ist hier ausschliesslich von der jeweiligen Besatzdichte abhängig (Besatzdichte 1990: ca. 12 Schafe/ha·J, Besatzdichte 1993: ca. 4 Schafe/ha·J).

Fig. 26 zeigt, dass der selektive Frass der Schafe für das Aufblühen von insektenwirksamen Blüten und somit für die Entwicklung der Insektenfauna Vorteile haben kann. So stand den Insekten auf den beweideten Teilen der Untersuchungsfläche Krattenturmstrasse von März bis August (1993) bzw. September (1990) ein reichliches Blütenangebot von Leguminosen zur Verfügung. Es fällt insbesondere auf, dass *Trifolium pratense* und *Trifolium repens* Ende Mai von *Ononis repens* abgelöst wurde. Auf den geschnittenen Teilflächen brach hingegen durch den Schnitteingriff im Juni das Blütenangebot vollständig zusammen.

4.2.2 Standort

Um mögliche Unterschiede des Bodennährstoffgehaltes (in 0 – 10 cm Tiefe) zwischen Beweidung und Mahd festzustellen, wurden die beweideten Teilflächen den rückgeführten und nun geschnittenen gegenübergestellt. Die Differenz von 1990 zu 1994 wurde als Indikator für eine Veränderung der bodenchemischen Zusammensetzung angesehen. Der Kaliumgehalt des Oberbodens zeigt in der untersuchten Zeitperiode eine signifikante Zunahme unter Beweidung (Tab. 27). Beim Phosphatgehalt konnte zwar keine signifikante Veränderung festgestellt werden, aber aufgrund des geringen Stichprobenumfangs ist der p-Wert von 0.19 als Hinweis für eine Veränderung zu werten. Alle andern bodenchemischen Parameter zeigten sich durch die Bewirtschaftungsänderung unbeeinflusst bzw. waren mit der angewandten Messmethode nicht nachweisbar.

Eine auf die einzelnen Dauerflächen aufgeschlüsselte Zusammenstellung der Bodennährstoffe Kalium und Phosphat ist in Tab. 28 ersichtlich. Es gilt zu beachten, dass die Werte der Dauerfläche Winzerhalde und Gloriastrasse nur bedingt verwendbar sind. Während auf der Winzerhalde nach den ersten Schnitterminen Mai und Juni 1993 kein Emd mehr stattfand und dadurch das überstän-

dige Material vermoderte, hat auf Gloriastrasse nur im ersten Jahr 1990 Beweidung stattgefunden, danach wurde nur noch jährlich ein Schnitt im Herbst durchgeführt.
Um die in den Bodenproben gemessenen Momentanwerte von Nährstoffen in einen erweiterten Zeitraster eingliedern zu können, wurden die Zeigerwerte der Vegetation der einzelnen Teilflächen gemittelt und gewichtet (LANDOLT 1977). Tab. 29 zeigt die Zusammenstellung der Nährstoffzahlen. Felsenrainstrasse, Eggstrasse und Winzerhalde weisen Werte über 3 auf, Krattenturmstrasse knapp unter 3. Die Werte der beweideten Kontrollflächen blieben über die Jahre 1990 bis 1994 konstant oder stiegen leicht an. Die Zeigerwerte der geschnitten Flächen sanken in der gleichen Periode stetig zum Teil um bis 0.15 Einheiten. Eine Ausnahme bildet die Fläche Spätschnitt auf Winzerhalde. Ihre Zeigerwerte der gemähten Flächen blieben konstant.
Auf Felsenrainstrasse und Eggstrasse war sowohl mit der Nährstoffanalyse als auch mit der Zeigerwertberechnung (LANDOLT 1977) ein Nährstoffaustrag bei zwei Schnitten jährlich nachzuweisen. Dabei konnte kaum ein Unterschied zwi-

Tab. 27. Veränderung der Nährstoffgehalte im Boden. Vergleich zwischen Schnitt und Beweidung. Angabe des 95 % Vertrauensintervalls und der Signifikanzen nach Varianzanalyse
Comparing nutrient supply in soil of grazed and cut plots. Statistics: 95% confidence value, analysis of variance.

(–) nicht signifikante Abnahme des Gehaltes unter Schnitt gegenüber der Beweidung
decreasing nutrient supply under cutting compared to grazing is not significant
– signifikante Abnahme des Gehaltes unter Schnitt gegenüber der Beweidung
decreasing nutrient supply under cutting compared to grazing is significant
= gleichbleibender Gehalt – *constant nutrient supply*

	SCHNITT (n = 11)				BEWEIDUNG (n = 4)				DIFFERENZ		
	Absolutwerte		Differenz	*Vertrauensintervall*	Absolutwerte		Differenz	*Vertrauensintervall*	der unterschiedlichen Bewirtschaftung		
	1990	1994			1990	1994			Veränderung	p	
Phosphat [mg/100g]	3.0	2.3	-0.74	*± 0.55*	2.7	2.6	-0.15	*± 0.17*	-0.59	0.19	(–)
Stickstoff [%]	0.3	0.3	0.02	*± 0.05*	0.3	0.3	0.02	*± 0.11*	0.00	0.93	=
Kalium [ppm]	1.4	1.4	-0.04	*± 0.10*	1.5	1.8	0.29	*± 0.34*	-0.32	0.01	–
Magnesium [ppm]	2.8	3.1	0.30	*± 0.23*	3.1	3.5	0.34	*± 0.26*	-0.04	0.84	=
Calcium [%]	21.8	20.0	-1.87	*± 1.32*	21.9	20.9	-1.04	*± 1.35*	-0.83	0.45	=
Kohlenstoff [%]	7.8	4.4	-3.42	*± 2.22*	7.1	3.1	-4.03	*± 1.35*	0.60	0.73	=
pH-Wert (H_2O)	7.1	7.3	0.17	*± 0.03*	7.1	7.3	0.14	*± 0.15*	0.03	0.52	=

Tab. 28. Entwicklung der Gehalte der Bodennährstoffe Kalium und Phosphat zwischen 1990 und 1994 (Probenahmetyp: Mischprobe, Probenahmetiefe: 0 – 10 cm). Vergleich zwischen Schnitt und Beweidung
Development of potassium and phosphate supply in soil between 1990 and 1994 (sampling type: mixed samples, sampling depth: 0 – 10 cm). Comparison between cutting and grazing

1 Schnittflächen: nach 1993 nur noch einmal pro Jahr geschnitten
cut plots: cut just once a year after 1993
2 Weideflächen: nach 1991 einmal pro Jahr geschnitten statt beweidet
grazed plots: cutting once a year instead of grazing after 1991

		PHOSPHAT [mg/100g]				KALIUM [ppm]			
Dauerfläche	Jahr	WEIDE		SCHNITT		WEIDE		SCHNITT	
		Kon-trolle	kurz-zeitig	Mai/ Juni	Juni/ August	Kon-trolle	kurz-zeitig	Mai/ Juni	Juni/ Augus
Felsenrain-strasse	1990	2.0		2.5	2.9	1.4		1.4	1.6
	1994	1.9		1.8	2.2	1.4		1.3	1.4
	Differenz	*-0.1*		*-0.7*	*-0.7*	*0.0*		*-0.1*	*-0.2*
Eggstrasse	1990	1.8		2.1	2.0	1.5		1.5	1.6
	1994	1.8		2.1	2.0	2.0		1.7	1.5
	Differenz	*-0.0*		*0.1*	*-0.0*	*0.5*		*0.3*	*-0.1*
Winzerhalde [1]	1990	2.1		2.1	2.2	1.2		1.4	1.3
	1994	2.6		3.4	3.0	1.3		2.5	1.7
	Differenz	*0.4*		*1.3*	*0.9*	*0.2*		*1.2*	*0.4*
Krattenturm-strasse	1990	1.9	1.8		1.7	1.7	1.6		1.8
	1994	1.6	1.5		2.8	2.2	1.5		1.7
	Differenz	*-0.3*	*-0.3*		*1.1*	*0.5*	*-0.1*		*-0.1*
Gloriastrasse [2]	1990	5.2		4.9	5.0	1.3		1.2	1.2
	1994	5.0		2.6	3.7	1.5		1.2	1.2
	Differenz	*-0.2*		*-2.3*	*-1.3*	*0.3*		*0.1*	*-0.1*

schen frühem und spätem Schnitt festgestellt werden (Tab. 28, Tab. 19, Fig. 27). Die Schafbeweidung könnte zumindest auf der Fläche Felsenrainstrasse zu einer leichten Akkumulation von Bodennährstoffen geführt haben. Auf den Flächen Winzerhalde und Krattenturmstrasse war der Nährstoffaustrag durch Schnitt weniger gut zu beobachten. Aber auch hier lässt sich ein solcher vermuten.

Durch regelmässige Mahd und Emd können den Glatthaferwiesen Bodennährstoffe entzogen werden. Demgegenüber ist nicht auszuschliessen, dass Beweidung zu einer gewissen Akkumulation von Bodennährstoffen führt. Es war jedoch nicht möglich, dies mit Sicherheit nachzuweisen. Die Gefahr der Nähr-

Tab. 29. Gemittelte und gewichtete Nährstoffzeigerwerte der Dauerflächen (nach LANDOLT 1977). Vergleich zwischen Schnitt und Beweidung
"Zeigerwerte" of nutrients (after LANDOLT 1977) in permanent plots, weighed averages. Comparison between cutting and grazing

Dauerfläche	Jahr	NÄHRSTOFFZEIGERWERT WEIDE Kontrolle	WEIDE kurzzeitig	SCHNITT Mai/Juni	SCHNITT Juni/August
Felsenrainstrasse	1990	3.33		3.40	3.42
	1991	3.37		3.42	3.41
	1992	3.33		3.36	3.38
	1993	3.39		3.31	3.40
	1994	3.39		3.34	3.36
Eggstrasse	1990	3.27		3.25	3.31
	1991	3.36		3.31	3.27
	1992	3.27		3.22	3.19
	1993	3.26		3.11	3.19
	1994	3.23		3.11	3.15
Winzerhalde	1990	3.37		3.37	3.33
	1991	3.41		3.37	3.33
	1992	3.35		3.29	3.30
	1993	3.41		3.30	3.32
Krattenturm-strasse	1990	2.90	2.88		2.87
	1991	2.89	2.85		2.83
	1992	2.83	2.83		2.83
	1993	2.89	2.85		2.83
	1994	2.86	2.87		2.80

stoffakkumulation durch Schafbeweidung scheint jedoch kaum grösser zu sein, als eine solche verursacht durch zu extensiven Schnitt (vgl. Tab. 28 Dauerfläche Winzerhalde). Wird beispielsweise eine Glatthaferwiese statt zweimal jährlich überhaupt nicht oder nur einmal gemäht, so kann das überständige Pflanzenmaterial verrotten und – zusammen mit dem Nährstoffeintrag durch Regen und Trockendeposition (Kap. 5.3) – ebenfalls zu einer Nährstoffakkumulation führen.

Zusätzlich zur Entwicklung der Bodennährstoffverhältnisse wurde auch die Entwicklung der weiteren Standortseigenschaften, welche durch die Zeigerwerte nach LANDOLT (1977) beschrieben sind, ausgewertet (Fig. 27). Dabei zeigte sich, dass nur auf der Fläche Eggstrasse noch zusätzliche Zeigerwerte einer gerichteten Veränderung unterlagen. Die Feuchtigkeitszahlen nahmen sowohl auf den geschnittenen wie auch den beweideten Teilflächen kontinuierlich ab

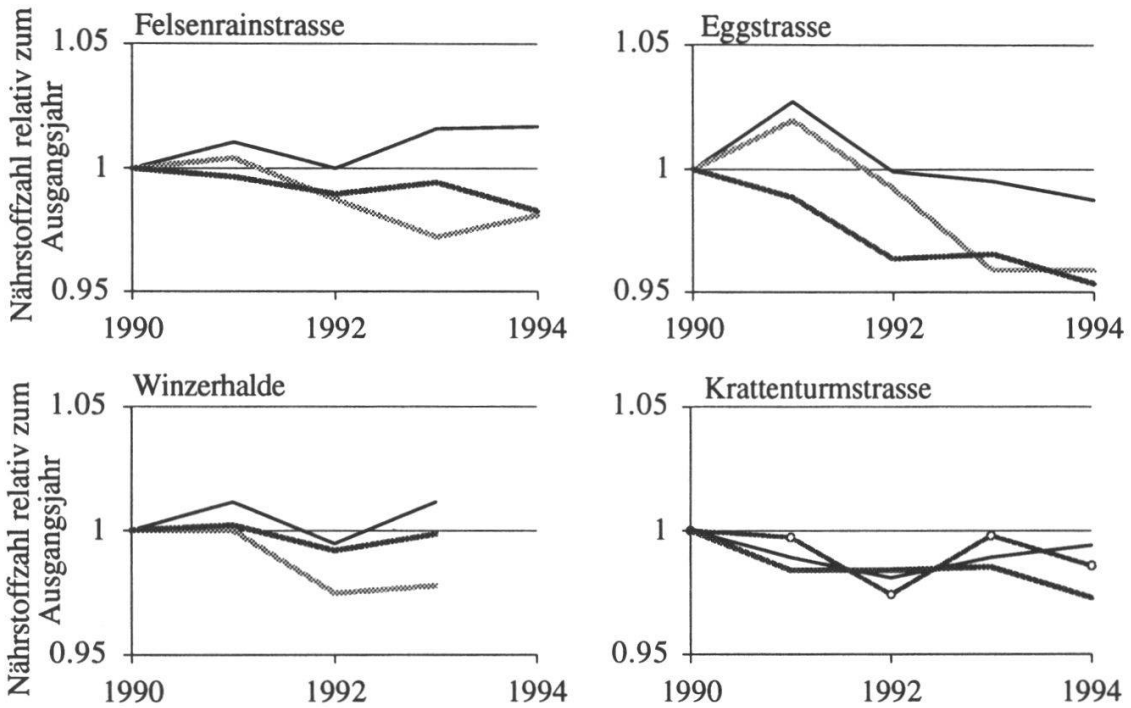


Fig. 27. Entwicklung der gewichteten und gemittelten Nährstoffzahl (LANDOLT 1977) relativ zum Ausgangszustand von 1990.
Development of weighed average of "Zeigerwerte" of nutrients (after LANDOLT 1977) related to the starting position in 1990.

——— Kontrollfläche beweidet – *control plot grazed*
o——o kurzzeitig beweidet – *shortly grazed*
▬▬▬ später Schnitt (Juni/August) – *early mown (May/July)*
〰〰 früher Schnitt (Mai/Juli) – *late mown (June/August)*

(total um 0.04 bis 0.1 Einheiten), die Temperaturzahlen kontinuierlich zu (total um 0.03 bis 0.08 Einheiten). Auf allen anderen Flächen konnten keine gerichteten Veränderungen nachgewiesen werden.