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

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: 07.12.2025

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

Veröffentlichungen des Geobotanischen Instituts der ETH, Stiftung Rübel, Zürich, Heft 128

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

Markus WILHELM

1997

INHALTSVERZEICHNIS

1	**Ausgangslage und Problemstellung**	**5**
2	**Untersuchungsgebiet**	**8**
2.1	Geographische Lage	8
2.2	Klima	10
2.3	Geologischer Untergrund und Boden	11
3	**Methoden**	**13**
3.1	Vegetations- und standortskundliche Methoden	13
3.1.1	Anordnung der Untersuchung	13
3.1.2	Durchführung der Untersuchung	15
3.1.3	Statistische Auswertung	21
3.2	Methoden der Bewirtschaftungsexperimente	24
3.2.1	Versuchsflächen und -anordnung	24
3.2.2	Versuchsdurchführung	27
3.2.3	Statistische Auswertung	30
4	**Ergebnisse**	**31**
4.1	Vegetations- und standortskundliche Ergebnisse	31
4.1.1	Vegetation	31
4.1.2	Flora	44
4.1.3	Standort	52
4.1.4	Bewirtschaftung	63
4.2	Ergebnisse der Bewirtschaftungsexperimente	74
4.2.1	Flora und Vegetation	74
4.2.2	Standort	85
5	**Diskussion**	**90**
5.1	Pflanzensoziologische Gliederung der Wiesen und Weiden Zürichs	90
5.2	Die Stadt als Refugium seltener Pflanzen und Pflanzengesellschaften	96
5.3	Bewirtschaftung: Erhaltung und Förderung der Pflanzenvielfalt	103
5.4	Schlussfolgerungen	116
	Zusammenfassung - Summary	**121**
	Danksagung	**126**
	Literaturverzeichnis	**127**
	Anhang	**137**
	Beilage: Vegetationstabelle	

1 AUSGANGSLAGE UND PROBLEMSTELLUNG

Auf dem Gebiet der politischen Gemeinde der Stadt Zürich nehmen öffentliche und private Grünflächen (ohne Wälder) einen relativ breiten Raum ein: knapp 20 % der Gemeindefläche (GARTENBAUAMT 1986). Neben den Parkrasen, die von ANDRES (in Vorb.) erfasst wurden, prägen vor allem die Mähwiesen und Weiden das Bild der Stadt. In der vorliegenden Untersuchung werden deshalb ausschliesslich die soeben genannten Grünlandtypen bearbeitet. Sowohl die gemähten als auch die beweideten Flächen lassen sich pflanzensoziologisch meist unterschiedlichen Ausprägungen von Glatthaferwiesen (Arrhenatheretum) zuordnen. Eine eher untergeordnete Rolle spielen die Fettweiden (Cynosuretum) und Magerwiesen (Wiesentypen im Übergang zum Mesobrometum).
Die Glatthaferwiesen gehörten noch vor wenigen Jahrzehnten zu den häufigsten Wiesentypen der Kulturlandschaft des schweizerischen Mittellandes. In der Zwischenzeit wurde dieser Wiesentyp aber in seiner Quantität als auch Qualität aufgrund geänderter landwirtschaftlicher Bewirtschaftungs- und Produktionsmethoden stark beeinträchtigt (ZOLLER *et al.* 1986). Heute befinden sich Glatthaferwiesen vermehrt an Grenzstandorten, die vom wirtschaftlichen Standpunkt her gesehen wenig Ertrag versprechen. Neben Steilhängen und unwegsamem Gelände nennen WEGELIN (1984) und BERG & MAHN (1990) in diesem Zusammenhang insbesondere nicht landwirtschaftlich genutzte Flächen, wie Eisenbahn- oder Autobahnböschungen.
Folgerichtig ist zu erwarten, dass im Siedlungsraum, in dem die Landwirtschaft traditionell eine untergeordnete Rolle spielt, der Weiterbestand von Glatthaferwiesen kaum gefährdet ist. Städte könnten demnach als Ersatzstandorte für seltene Wiesentypen dienen.
Die wenigen Untersuchungen, vorab in der Stadt Zürich, sowie Literaturanalysen (LANDOLT 1993) lassen jedoch vermuten, dass auch in Städten der Artenreichtum der Arrhenathereten bedeutend zurückgegangen ist oder sich zumindest das Artenspektrum verschoben hat. So beobachtete ZOLLER *et al.* (1986), dass beispielsweise die rote Waldnelke (*Silene dioeca*) in den meisten Wiesen des nordöstlichen Mittellandes insbesondere auch im Siedlungsbereich (mit Beispielen der Gemeinden Zürich und Oberwil, Kt. Basel-Land) verschwunden ist.

Die Glatthaferwiesen der Stadt Zürich werden üblicherweise jährlich zweimal geschnitten. Etwas seltener erfolgt eine Beweidung durch Schafe, Pferde, Rinder oder Ziegen. Insbesondere an steileren, nur manuell mähbaren Hängen lohnt sich für die Stadt finanziell der Einsatz von Schafen. Die sonst im Unter-

halt teuren Steilhänge werden Haltern von Schafen zu günstigen Konditionen verpachtet. Ausserdem sind die Schafhalter oft Abnehmer von unbeliebtem Schnittgut städtischer Magerwiesen. Sie können dieses zur Winterfütterung ihrer Tiere verwerten.
Die in Zürich angewendete Beweidung von Hangflächen eher magerer Standorte ist aus der Sicht des Naturschutzes in weiten Teilen Europas stark umstritten. WOLF (1984) sowie WOIKE & ZIMMERMANN (1988) warnen davor, dass eine Bestossung magerer Wiesen mit Schafen eine deutliche Verarmung der Artenvielfalt zur Folge hat. Andere Autoren (CERNUSCA & NACHUZRISVILI 1983, BGU 1986) befürchten eine Verschiebung der Artenzusammensetzung, die kaum wieder rückgängig zu machen ist. Andererseits befürworten beispielsweise ROOS (1975), ZIMMERMANN & WOIKE (1982), HEDINGER (1983), WOLF (1984) sowie BRIEMLE (1988) aus der Sicht des Naturschutzes und der Landschaftspflege die Beweidung mit Schafen.
Die Auswirkungen der Schafbeweidung auf die Artenzusammensetzung von Grünflächen wurde in der Vergangenheit für die montane und subalpine Stufe intensiv untersucht. KÖSTLER & KROGOLL (1991) haben über 150 Arbeiten zu diesem Thema zusammengefasst. Trotz dieser Datenfülle konnte nur belegt werden, dass regionale und standörtliche Eigenheiten die Auswirkungen der Schafbeweidung auf Flora und Vegetation äusserst stark beeinflussen. Es gelang jedoch nicht, allgemeingültige und verbindliche Aussagen über Schafbeweidung und Naturschutz zu machen.

In stadtbioökologischen Arbeiten wird seit längerer Zeit ein Untersuchungsschwerpunkt auf Ruderalgesellschaften (GUTTE 1966, KOWARIK 1986, BRANDES 1988), Mauervegetationen (GÖDDE 1987, BRANDES 1992, WILMANNS & BRUNHOOL 1982), Parkrasen (BERG 1986, KOWARIK & JIRKU 1988, MÜLLER 1989) sowie Gehölzvegetationen (KOWARIK & BÖCKER 1984, KUNICK 1985) gelegt. Innerstädtische Schafweiden und Mähwiesen wurden bisher kaum bearbeitet. Eine Ausnahme bilden beispielsweise die vegetationskundlichen Untersuchungen der Grünflächen in Bielefeld (BAUDISCH *et al.* 1989) bzw. die floristische und pflanzensoziologische Arbeit über den Englischen Garten in München (HOLDER 1984). Die Stadt Zürich mit ihren oft ausgedehnten Wiesen und Weiden bietet sich als Untersuchungsgebiet geradezu an, die genannte Lücke teilweise zu schliessen.
Schon seit einigen Jahren untersucht das Geobotanische Institut der ETH Zürich verschiedene Aspekte der Vegetation und Flora auf dem Gebiet der Stadt Zürich. Ziel der Untersuchungen ist, das Potential an Pflanzenarten, Lebensräu-

men und ökologischen Nischen in der Stadt zu erfassen und Wege aufzuzeigen, wie die heute bestehende Artenvielfalt erfolgreich erhalten oder sogar erhöht werden kann. In diesem Zusammenhang entstanden Arbeiten über Pioniervegetation (SAILER 1989, WISKEMANN 1989, GUGGENHEIM 1991, FREY 1993), Feucht- und Waldschlagvegetation (BRAWAND 1988, GILGEN 1994), Parkrasen, Bahnböschungen und die Allmend (CHRISTEN 1990, WIESNER 1990, GRUNDMANN 1992, ANDRES in Vorb.) sowie eine Flora der Stadt Zürich (LANDOLT 1991a, 1991b, 1992, 1993, 1994, 1995, in Vorb.).

Die vorliegende, vorwiegend pflanzensoziologisch und -ökologisch orientierte Arbeit konzentriert sich auf folgende Fragestellung:
«Mit welchem Bewirtschaftungstyp kann eine Erhaltung und Förderung der Pflanzenvielfalt von Wiesen und Weiden im Gebiet der Stadt Zürich erreicht werden?»

Bei der Beantwortung dieser Frage wurde von folgenden Hypothesen ausgegangen:

A Soziologische Gliederung der Wiesen und Weiden Zürichs

- Die Glatthaferwiesen und verwandte Gesellschaften im Gebiet der Stadt Zürich weisen eine für sie typische pflanzensoziologische Gliederung auf.
- Für diese Gliederung spielen die Parameter Entstehungsgeschichte, Alter und Siedlungseinfluss neben den klassischen Standortsparametern eine entscheidende Rolle.

B Vielfalt und Seltenheit von Arten und Gesellschaften

- Einzelne der in Zürich vorkommenden Vegetationseinheiten sind besonders artenreich und im schweizerischen Mittelland selten.
- Gewisse Ausbildungen der Wiesen Zürichs haben eine Bedeutung als Refugien für lokal seltene Grünlandpflanzen.

C Bewirtschaftung (Erhaltung/Förderung)

- Werden artenreiche Glatthaferwiesen mit Schafen oder andern Nutztieren beweidet, nimmt die Gesamtartenzahl der Wiesen sowie die Zahl gefährdeter Arten ab.
- Die Beweidung verändert die Artenzusammensetzung von Glatthaferwiesen nachhaltig, so dass solche Flächen nicht mehr oder nur mit grossem Aufwand in artenreiche Mähwiesen rückführbar sind.
- Zur Erhaltung der Pflanzenvielfalt von Glatthaferwiesen trägt die regelmässige Mahd massgeblich bei.

2 UNTERSUCHUNGSGEBIET

2.1 GEOGRAPHISCHE LAGE

Das Untersuchungsgebiet liegt innerhalb der politischen Grenzen der Stadt Zürich und umspannt eine Fläche von 92 km^2. Mit den Eckdaten 395 bis 871 m. ü. M, 47° 22' 46" nördlicher Breite und 8° 33' 04" östlicher Länge ist die Stadt dem nordöstlichen schweizerischen Mittelland zuzuordnen. Naturräumlich präsentiert sich Zürich als Stadt, die in einer breiten Mulde zwischen zwei bewaldeten Hügelzügen am Ausfluss der Limmat aus dem Zürichsee liegt (Fig. 1).
Das Stadtzentrum ist geprägt durch eine hohe Bebauungsdichte. Hier dominieren vorab Dienstleistungsbetriebe und Verwaltungen. Richtung Norden lockert

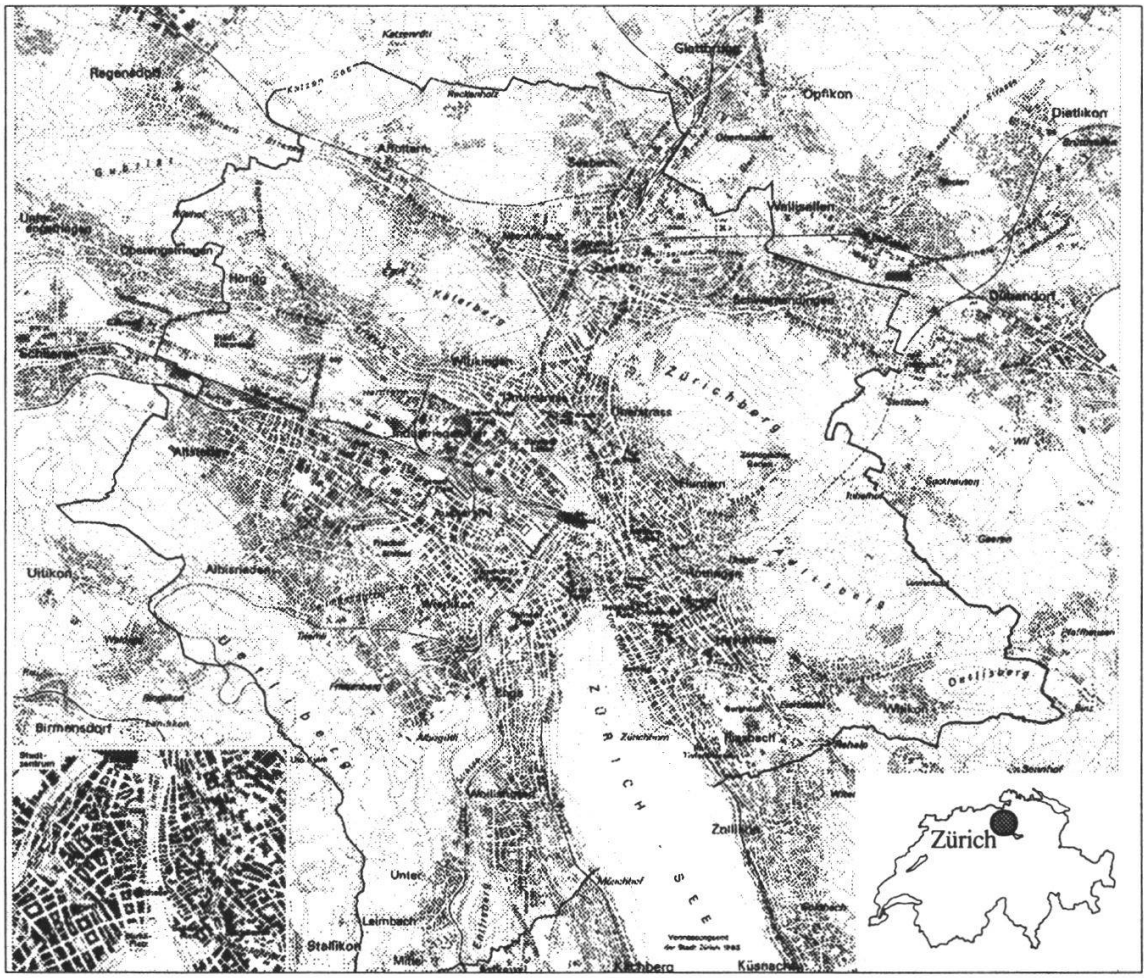


Fig. 1. Geographische Lage des Untersuchungsgebietes ca. 1:150'000 (Original 1:50'000).
Location of the study area, approximately 1:150 000 (original: 1:50 000).

sich die Bebauungsdichte auf und geht in einen durch Industriebetriebe geprägten Stadtteil über. Die Wohnquartiere der Stadtinnenzone befinden sich vorwiegend am See und entlang der Limmat. 1893 und 1934 fanden Eingemeindungen statt, so dass die heutige politische Gemeinde Zürich von Osten gegen Westen den Adlisberg (701 m ü.M.), Zürichberg (676 m ü. M.), Chäferberg (571 m ü. M.) sowie den Hönggerberg (541 m ü. M.) miteinschliesst und bis an die Glatt bzw. an den Katzensee grenzt (vgl. Fig. 1). Dadurch erhält die Stadt im Anschluss an den Sattelpunkt zwischen Zürichberg und Chäferberg ein zweites kleineres Zentrum mit sehr hoher Bebauungsdichte. Diese liegt im Bereich der ehemaligen Gemeinden Oerlikon und Seebach. Die Abgrenzung der Stadt gegen Südwesten wird durch die steil ansteigenden Flanken des Uetliberges (871 m ü. M.) geprägt.
Der grösste Teil der Mähwiesen und Weiden des Untersuchungsgebietes befindet sich in den Wohnquartieren, die sich entlang der Hänge des Uetlibergs und der Hügelkette vom Adlisberg bis Hönggerberg erstrecken.

2.2 KLIMA

Klimatisch ist das Untersuchungsgebiet der feucht-ozeanischen Zone mit gemässigten Temperaturen und ausgeglichenen Niederschlagsperioden zuzurechen. Dies bedeutet konkret für die Stadt Zürich (Stadtrand): kühle Sommertemperaturen (langjähriges Monatsmittel im Juli um 17 °C), milde Wintertemperaturen (langjähriges Monatsmittel im Januar um -1 °C) bei einer Jahresmitteltemperatur von 8 °C. Daneben sind relativ hohe Niederschlagswerte (um 1100 mm) zu verzeichnen (LANDOLT 1991b, WALTER & LIETH 1967). Diese im Vergleich zu den meisten Mitteleuropäischen Regionen hohen Niederschläge haben eine höhere Boden- und Luftfeuchtigkeit aber auch eine geringere Sonenneinstrahlung zur Folge.
Trotz des absoluten Minimums von -24 °C und nur vier wirklich frostfreien Monaten (gilt für Stadtrand) ist das Klima der Stadt Zürich milder als es der Breitengrad vermuten liesse, denn Zürich liegt im Einflussbereich der feuchtwarmen, ozeanischen Westwinde (BRÜCKMANN 1928). Im Untersuchungsgebiet wird diese Milde zusätzlich verstärkt durch die Wärmewirkung der Stadt aufgrund der erhöhten Abstrahlungswärme des versiegelten Untergrundes und der Anhäufung von Baumasse, aber auch aufgrund der Heizungswärme bzw. der Anreicherung von Staubpartikeln in der Luft. Vorab im Stadtzentrum sowie im Bereich Oerli-

kon sind an strahlungsintensiven Sommertagen Temperaturerhöhungen von 5°C gegenüber dem Umland (SCHLATTER 1975, GENSLER 1987) keine Seltenheit. Neben dem Wärmeinseleffekt sind folgende Klimaveränderungen in Siedlungsräumen zu beobachten (SUKOPP & KOWARIK 1988): verringerte Einstrahlung, verringerte Windzirkulationen, verringerte relative Luftfeuchtigkeit, erhöhte Zahl der Nebeltage.

Das Zentrum der Stadt Zürich weist daher folgende klimatischen Besonderheiten gegenüber dem Umland auf.

- Die die Sommermonate sind deutlich wärmer (Monatsmittel um 20 °C)
- Die Wintermonate sind milder (Monatsmittel um 0 °C)
- Mehr frostfreie Tage
- Viel Nebel und stark verminderte Einstrahlung
- Geringe Windzirkulation (durch die «Tallage» von Zürich verstärkt)

Die Klimadiagramme von Zürich (Fig. 2) nach Daten der SMA (1990 – 1994) widerspiegeln nicht die Situation im Zentrum der Stadt, sondern jene des Stadtrandes auf einer Höhe von 569 m ü. M.. Entsprechend sind auch die zusammengefassten Berichte der Schweizerischen Meteorologischen Anstalt (SMA 1990 – 1994) über das Wettergeschehen des nördlichen und östlichen schweizerischen Mittellandes zu gewichten, welche ebenfalls die Einflüsse des Siedlungsraums unberücksichtigt lassen.

Das Jahr **1990** war das dritte aufeinanderfolgende Jahr mit einem beträchtlichen Wärmeüberschuss von 1 bis 2 °C über der Norm. In Zürich wurden die höchsten Jahrestemperaturen seit mindestens 120 Jahren gemessen. Die Niederschlagsmenge hatte gegenüber dem langjährigen Mittel mit deutlichen Überschüssen abgeschlossen. Die langjährigen Durchschnittswerte der Sonnenstunden wurden trotzdem erreicht.
Auch für **1991** wies die Temperatur überdurchschnittliche Jahreswerte auf (ca. 0.5 °C über der Norm). Einzig die Wintermonate waren bei weitem nicht mehr so mild wie in den Jahren zuvor. Ein weiterer Temperatureinbruch war im Monat Mai zu verzeichnen. Die Niederschlagsmengen lagen in der Norm, die Jahreswerte der Sonnenscheindauer sogar etwas darüber.
Das Jahr **1992** verzeichnete wiederum einen ausserordentlich hohen Wärmeüberschuss von 1.5 bis 2 °C. Insbesondere der Sommer trug zu diesem Überschuss bei, wogegen der Winter etwa dem Durchschnitt entsprach. Hinsichtlich Niederschlag wurde ein leichtes Defizit von ca. 10 % registriert. Die Sonnen-

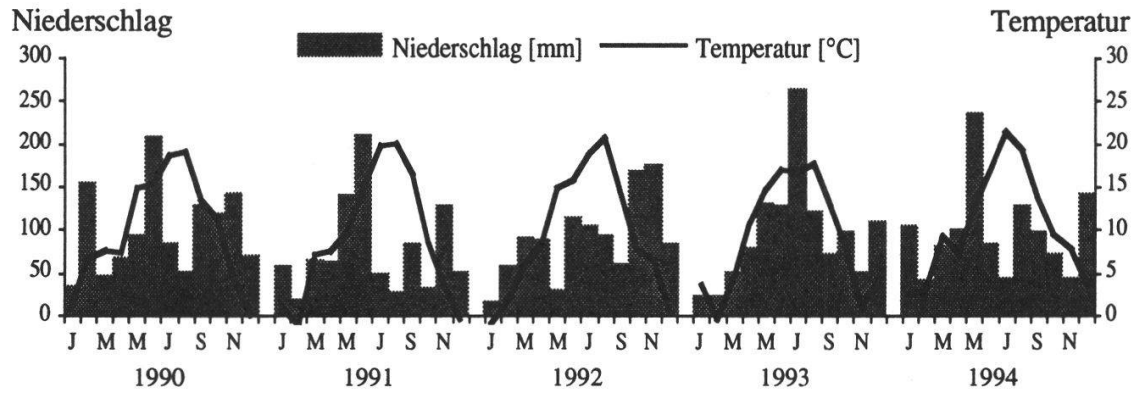


Fig. 2. Klimadiagramme von 1990 bis 1994 (monatliche Niederschlagssumme, monatliche Durchschnittstemperatur).
Climate diagrams of 1990 to 1994 (sum of precipitation per month, average temperature per month).

scheindauer entsprach dem Durchschnitt.
1993 lagen die Jahrestemperaturen bereits zum sechstenmal ohne Unterbruch über der Norm (1 bis 1.5 °C). Namentlich trugen der milde Januar, der warme April und Mai sowie der milde Dezember zum Überschuss bei. Es wurde ein ähnliches Niederschlagsdefizit wie 1992 sowie eine leicht unterdurchschnittliche Sonnenscheindauer verzeichnet.
Die milden Witterungsverhältnisse mit entsprechendem Wärmeüberschuss setzten sich auch im folgenden Jahr fort. Das Jahr **1994** entwickelte sich zum wärmsten des Jahrhunderts. Es wurde ein leichter Niederschlagsüberschuss registriert.

2.3 GEOLOGISCHER UNTERGRUND UND BODEN

Der geologische Untergrund, die Felsunterlage, des Untersuchungsgebietes besteht ausschliesslich aus den beinahe horizontal gelagerten Gesteinen der Oberen Süsswassermolasse. Darüber liegen Lockergesteine aus dem Quartär (Fig. 3). Es handelt sich dabei zumeist um flächenhafte Moränenablagerungen der verschiedenen Eiszeiten. Daneben finden sich auch etliche grössere Moränenwälle, insbesondere an den Talflanken der Hügelkette Adlisberg-Hönggerberg sowie im Gebiet Wollishofen-Enge und Albisrieden-Schlieren. Im engeren Bereich des Limmattales bestimmen Schotter unterschiedlicher Eiszeitstadien den Untergrund.

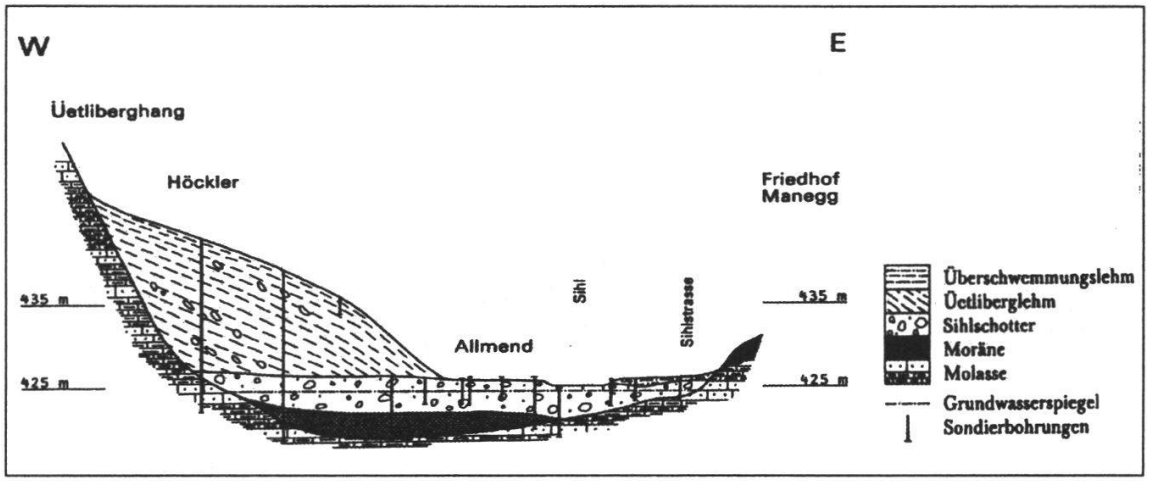


Fig. 3. Querprofil durch das Sihltal bei der Allmend Brunau als Beispiel der Schichtfolgen im Untersuchungsgebiet; Profil fünffach überhöht (aus JÄCKLI 1989).
Sihltal near Allmend Brunau in profile as an example of the geological stratification in the study area (after JÄCKLI 1989).

Dazu gehören wenige Reste des Mittelterrassenschotters, teilweise etwas jüngere Niederterrassenschotter sowie Rückzugsschotter. Der Sihlschotter schliesst zeitlich an den Rückzugsschotter der Limmat an. Vereinzelt ist die Schotterdecke mit einer dünnen Schicht Überschwemmungslehm bedeckt, entlang der Talflanke des Üetliberges grossflächig mit Üetliberglehm (JÄCKLI 1989).
Der Boden im Raum Zürich, der sich über den kalkreichen Moränen entwickelte, kann in den meisten Fällen als Braunerde oder Parabraunerde, bei zeitweiliger Vernässung auch als pseudovergleyte Parabraunerde angesprochen werden. Entlang der steilen und vernässten Lehmmulden des Üetliberges und in den Talebenen der Zürichbergketten finden sich Pseudogley- oder Torf-Böden (JÄCKLI 1989).
Neben der natürlichen geologischen Schichtung und Bodenbildung herrschen im Bereich des eigentlichen Siedlungsraumes in den obersten Metern Gesteinsauffüllungen vor. Sie werden begleitet von anthropogenen Schichtungen des Bodens, den Hortisolen.

3 METHODEN

3.1 VEGETATIONS- UND STANDORTSKUNDLICHE METHODEN

3.1.1 Anordnung der Untersuchungsflächen

Im Untersuchungsgebiet wurden 241 Flächen ausgeschieden (Anhang Tab. A1). Die meisten dieser Flächen befinden sich in den Wohnquartieren am Rand der Stadt (Fig. 4). Die Anordnung der Untersuchungsflächen wurde derart vorgenommen, dass prospektiv alle Gesellschaftstypen vom Arrhenatheretum, Cynosuretum und Mesobrometum der Stadt Zürich berücksichtigt werden konnten. Dabei wurden drei Einschränkungen gemacht:

- die Wiesen sollten über 10 Jahre alt sein
- die jährliche Schnitthäufigkeit sollte kleiner als vier sein
- es sollten keine Eisenbahnböschungen sein (diese wurden bereits von GRUNDMANN (1992) bearbeitet)

Einigen Vegetationsaufnahmen lagen unveröffentlichte Arbeiten von LANDOLT (1990, 4 Aufnahmen) und CHRISTEN (1990, 21 Aufnahmen) zu Grunde. Vier weitere Vegetationsaufnahmen wurden von ANDRES (in Vorb.) zur Verfügung gestellt. Um zwischen diesen Aufnahmen und allen andern eine genügend grosse Kompatibilität zu erreichen, wurden sie mit der in Kap 3.1.2 beschriebenen Methode überarbeitet.

3.1.2 Durchführung der Untersuchungen

Vegetationsaufnahmen

Die Vegetationsaufnahmen erfolgten zwischen 1990 und 1993 nach der Methode von BRAUN-BLANQUET (1964). Dabei wurde die Soziabilität nicht berücksichtigt (Tab. 1). Die Vegetation wurde dreimal jährlich erfasst, nämlich im März, in der Periode Mai/Juni sowie im August/September.
Die Grösse der Aufnahmeflächen (50 m^2) entsprach in etwa dem jeweiligen Minimalareal. In wenigen Ausnahmefällen musste die Aufnahmefläche aufgrund der örtlichen Gegebenheiten um wenige Quadratmeter verkleinert werden. Ar-

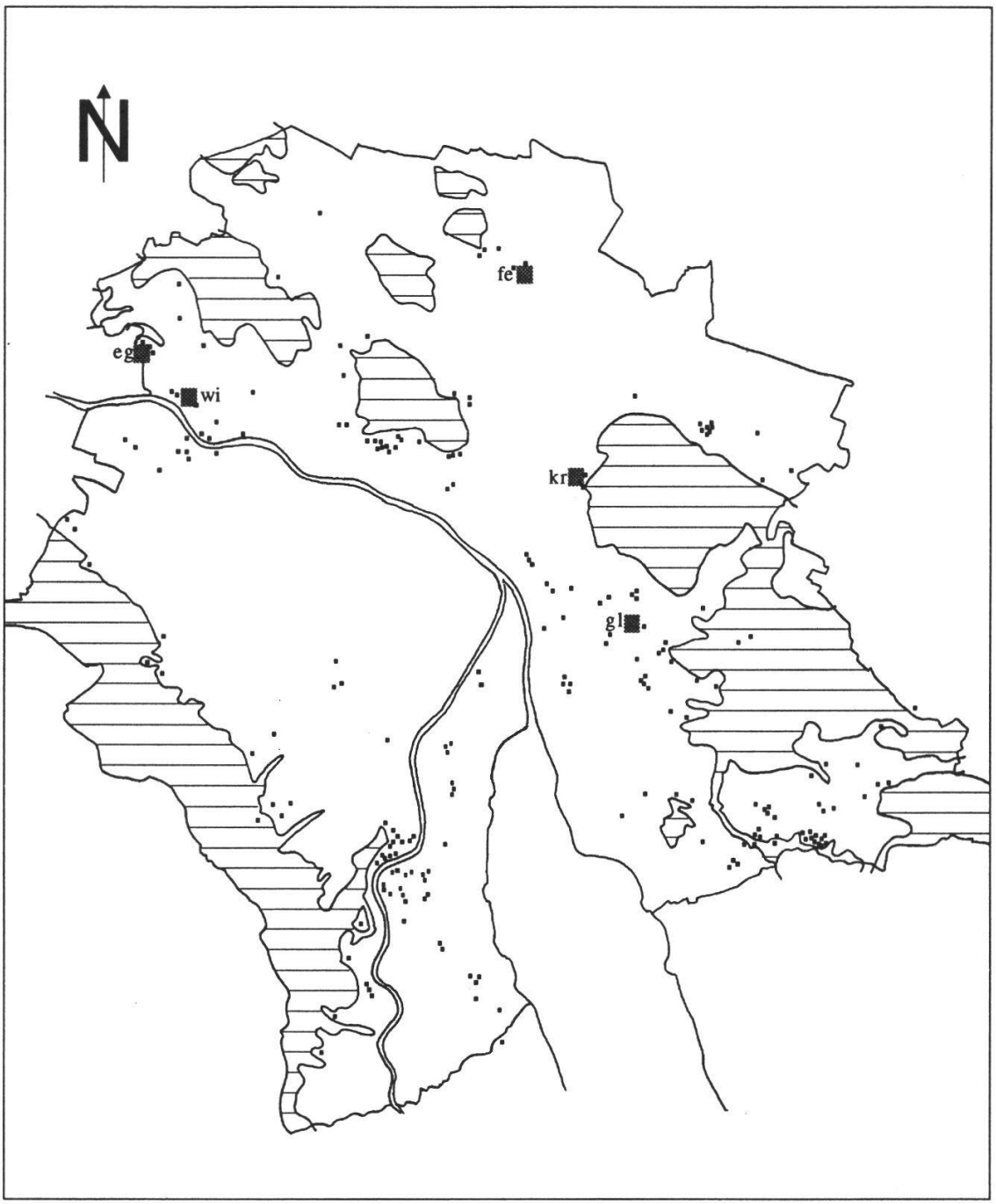


Fig. 4. Lage der Untersuchungsflächen auf dem Gebiet der Stadt Zürich.
Location of the plots investigated in the study area of Zurich.

- Untersuchungsflächen der vegetations- und standortskundlichen Aufnahmen
  Investigation plots for phytosociological and habitat relevés
- ■ Dauerflächen – *permanent plots* (eg: Eggstrasse, fe: Felsenrainstrasse, gl: Gloriastrasse, kr: Krattenturmstrasse, wi: Winzerhalde)
- Wald – *forest*

ten die in unmittelbarer Nähe, aber ausserhalb der Aufnahmefläche vorkamen, wurden mit «r» oder «+» notiert. Die Aufnahme der Artmächtigkeit der Moose erfolgte mit einer sechsteiligen Skala (Tab. 2).
Die Nomenklatur der festgestellten Phanerogamen richtete sich nach HESS *et al.* (1976 – 1980) und in Ausnahmefällen nach ROTHMALER *et al.* (1982), jene der Moose nach FRAHM & FREY (1987). Zur Bestimmung der Phanerogamen wurden für nicht blühende Individuen folgende Arbeiten beigezogen: HUBBARD (1985), PETERSEN (1989), KLAPP & OPITZ VON BOBERFELD (1990) und OBERDORFER (1990). Zur Moosbestimmung dienten zusätzlich SINIKKA (1984), HUBER (1988), PIERROT (1988)und DÜLL (1993).

Systematische Abgrenzung

Gewisse kritische Arten konnten nicht in der gewünschten Bearbeitungstiefe systematisch abgegrenzt werden. Es handelt sich dabei um die folgenden Arten und Artengruppen:

Festuca: Die *Festuca ovina*-Gruppe wurde für die phytosoziologische Auswertung nicht weiter unterteilt. Stichproben hatten gezeigt, dass es sich in den meisten Fällen um *F. ovina* ssp. *ovina* handelte, seltener um *F. diffusa* (z.B. Talchernsteig Höngg). Analog dazu erschien auch bei der *Festuca rubra-*

Tab. 1. Die BRAUN-BLANQUET-Skala für Phanerogamen sowie numerische Transformation für mathematische Auswertungen. Die sechsteilige Moosskala entspricht dieser Einteilung unter Auslassung des Deckungswertes "r"
Code for mathematical analysis of phytosociological data of phanerophytes. The same scale was used for the mosses except sign "r"

SYMBOL Br.-Bl. 1964	DECKUNG	NUMERISCHE TRANSFORMATIONEN Präsenz/ Absenz	Ordi-nation	Mittlere Deckung [%]	Deckungs-Code
	keine Individuen	0	0	0	0
r	1 – 2 Individuen	1	1	0.01	1
+	< 1 %, wenige Indiv.	1	2	0.1	5
1	< 5 %, viele Indiv.	1	3	2.5	10
2	5-25 %, sehr viele Indiv.	1	4	15	30
3	25 – 50 %	1	5	37.5	50
4	50 – 75 %	1	6	62.5	70
5	75 – 100 %	1	7	87.5	100

Gruppe eine detaillierte Unterscheidung als unverhältnismässig aufwendig, da offensichtlich *Festuca rubra* ssp. *rubra* dominiert.

Poa: Die Unterscheidungsmerkmale zwischen *P. angustifolia* und *P. pratensis* s. str. erwiesen sich als nicht genügend stabil, so dass bei der vegetationskundlichen Auswertung mit *Poa pratensis* s.l. gearbeitet werden musste. Demgegenüber gelang bei *Poa compressa* x *nemoralis* eine erfolgreiche Ansprache. Es wurde darunter ein systematisch noch nicht gesicherter Bastard verstanden, der für Zürich typisch zu sein scheint (GUGGENHEIM 1991).

Crocus: Unter *Crocus* sp. erfolgte eine Zusammenfassung aller gepflanzten Krokusarten und Unterarten. Einzig die verwilderte Art *Crocus tommasinianus* wurde gesondert aufgeführt.

Muscari: Die nicht einheimische, aber in Zürich aus Gärten stammende und häufig verwilderte Art *Muscari armeniacum*, wurde nicht von *Muscari racemosum* abgetrennt. Auf Wiesen an ehemals mit Reben bepflanzten Hängen handelt es sich häufig um *M. racemosum* s.str.

Rosa: *Rosa* sp. entsprach einer Sammelgruppe von Arten der Wilden Rose (*R. canina, R. arvensis* etc.). Systematische Zuordnungen erwiesen sich als wenig sinnvoll, da meist nur kleine blütenlose Triebe vorgefunden wurden.

Rubus: Aus der Sammelgruppe *Rubus fruticosus* s.l. wurde lediglich *Rubus armeniacus* von den anderen Arten der Gruppe getrennt. Die Ansprache von *R. armeniacus* war in allen Fällen mit genügender Sicherheit möglich.

Cotoneaster: Die Sammelart *Cotoneaster horizontalis* s.l. umfasst die nahe verwandten Arten *C. horizontalis, C. microphyllus* und *C. adpressus*.

Standortskundliche Untersuchungen

Sämtliche 241 Untersuchungsflächen wurden mit den üblichen Standortsfaktoren beschrieben: Exposition mit dem Kompass bestimmt, Neigung mit dem Klinometer gemessen und Höhe über Meer aus der landestopographischen Karte 1: 25'000 gelesen.
Die Stadt Zürich wurde entlang des Koordinatennetzes der Landestopographie in ein entsprechendes 1 km^2 Raster unterteilt (LANDOLT 1991a). Für diese 122 Quadrate wurden einige charakteristische Faktoren ermittelt. Neben der durchschnittlichen Neigung und des Höhenumfangs der Quadrate wurden auch die für die Siedlungswirkung relevanten Faktoren Temperaturverteilung an Strah-

Tab. 2. Urbanitäts-Zahl: a) als Aufsummierung der Rangzahlen der drei Parameter Waldbedeckung, Temperaturerhöhung an Strahlungstagen und Versiegelungsgrad. b) Definition der Parameter nach LANDOLT (1991)
The Urbanity number (a) as a sum of ranking numbers of three parameters: cover of forest, increase temperature and grade of soil sealing; (b) Definition of the parameters after LANDOLT (1991a)

a

Urbanitätszahl	Urbanitätscharakter	Rangsummen $=W+T+V$
1	rural	*3 oder 4*
2	mässig rural	*5 oder 6*
3	halbrural/-urban	*7, 8 oder 9*
4	mässig urban	*10 oder 11*
5	urban	*12 oder 13*

b

Waldanteil W	Temperaturerhöhung T	Versiegelungsgrad V
1 >45 %	*1* < 0.5°C	*1* <35 %
2 15-44 %	*2* 0.5 - 1°C	*2* 35-49 %
3 5-14 %	*3* 1 - 2°C	*3* 50-64 %
4 <5 %	*4* 2 - 3°C	*4* >65 %
	5 > 3°C	

Tab. 3. Ökologische Raumeinheiten der Stadt in Anlehnung an GARTENBAUAMT (1986), KLOTZ (1987), GUTTE & KLOTZ (1992) und SCHULTE *et al.* (1993)
Ecological spatial units of Zürich after GARTENBAUAMT (1986), KLOTZ (1987), GUTTE & KLOTZ (1992) und SCHULTE et al. *(1992)*

RAUMBEREICHE	RAUMEINHEITEN
Ländlich geprägte Freiräume	
1 öffentlich	1.1 Landwirtschaftlich gepflegte Flächen (Naturschutzgebiete etc.)
2 privat	2.1 Landwirtschaftlich genutzte Flächen
Städtisch geprägte Freiräume	
3 öffentlich	3.1 Allmenden
	3.2 See-/Flussuferanlagen
	3.3 Quartierwiesen
	3.4 Parkanlagen
4 halböffentlich	4.1 Dienstleistungs- und Industriebegleitflächen
	4.2 Verkehrsbegleitflächen
	4.3 Zweckgebundene öff. Freiflächen (Friedhöfe, Spielplätze etc.)
5 privat	5.1 Gemeinschaftsgrün im Geschosswohnungsbau
	5.2 Innenhöfe
	5.3 Vorgärten (bedingt zugänglich)
	5.4 Villengärten (nicht zugänglich)
	5.5 Hausgärten (nicht zugänglich)

lungstagen, Waldanteil und Versiegelungsgrad zusammengetragen (LANDOLT 1991b). In der vorliegenden Arbeit wurden nun diesen drei Faktoren Rangzahlen zugeordnet, wobei ein tiefer Rang den ruralen Bedingungen entspricht und ein hoher den urbanen. Durch Aufsummierung der Ränge der drei siedlungswirkungsanzeigenden Faktoren (Tab. 2) konnte für jedes Stadt-Quadrat neu ein zusammenfassender Rang, die Urbanitätszahl errechnet werden.
Um den Einfluss der Stadt naturräumlich zu erfassen, wurde die Stadt Zürich zusätzlich in ökologische Raumeinheiten (Freiräume) und zusammenfassende Raumbereiche aufgeteilt (Tab. 3). Diese Aufteilung erfolgte in Anlehnung an bereits vorliegende Biotopkartierungsschlüssel bzw. Raumeinheiten für Stadtgebiete GARTENBAUAMT (1986), KLOTZ (1987), GUTTE & KLOTZ (1992) und SCHULTE *et al.* (1992).

Tab. 4. Analyse der bodenchemischen Parameter pH, Ca, Mg, K, P, N, $C_{org.}$ Alle Analysen wurden im Doppel ausgeführt (aus zwei Extrakten)
Analysis of the following soil parameters: pH, Ca, Mg, K, P, N, $C_{org.}$ All analyses were done in duplicates (from two extracts)

PARAMETER	METHODE
Boden-Azidität (pH)	Nach einer Aufschlämmung der Bodenproben in 0.01 M $CaCl_2$-Lösung im Verhältnis 1:2.5 wurde der pH-Wert der Suspension elektrometrisch gemessen (SCHEFFER & SCHACHTSCHABEL 1984).
Karbonat-Gehalt ($CaCO_3$)	Die Bestimmung des Karbonates geschah mittels Adsorptionsmethode an Natronasbest (BODENKUNDE 1975).
Menge austauschbarer Magnesiumionen (Mg^{2+})	Die Extraktion von Calciumchlorid-löslichem Magnesium wurde nach SCHACHTSCHABEL (1956) durchgeführt. Die Bestimmung erfolgte mittels Flammen-Atomabsorption (MONTASER & GOLIGHTLY 1992).
Menge austauschbarer Kaliumionen (K^+)	Die Bestimmung des Doppelacetat-löslichen Kaliums erfolgte flammenphotometrisch nach EGNER & RIEHM (1955).
Phosphat-Gehalt (PO_4^{3-})	Der Phosphatgehalt wurde nach der Methode von Olson (in STICHER *et al.* 1971) bestimmt.
Gesamtstickstoff-Gehalt (N_{tot})	Der Aufschluss des Gesamtstickstoffs erfolgte nach der Kjeldahl-Methode (STEUBING 1965) modifiziert nach BÜCHI (1988), die anschliessende Titration nach BÜCHI (1988).
Gehalt an org. Kohlenstoff ($C_{org.}$)	Bestimmung des Gehaltes an organischem Kohlenstoff nach der Titrationsmethode (EFLP 1978).

Bodenkundliche Untersuchungen

Aufgrund von Voruntersuchungen konnten 43 repräsentative Flächen ausgeschieden werden, die sich für bodenchemische Untersuchungen eigneten. Die Entnahme der Bodenproben fand zwischen dem 22. Februar und dem 2. März 1994 statt. Pro Untersuchungsfläche wurde eine Mischprobe aus 6 Einstichen in der Tiefe 1 – 11 cm erstellt. Um Autokorrelationen zu vermeiden lagen die einzelnen Einstiche mindestens 1.2 m voneinander entfernt. Die Proben wurden bei 60 °C bis zur Gewichtskonstanz getrocknet und danach gesiebt (2 mm). Die Faktoren pH, Ca, Mg, K, P, N und $C_{org.}$ der Feinerde wurden jeweils im Doppel analysiert (Tab. 4). Um die Reproduzierbarkeit zu gewährleisten, wurden die Wiederholungsmessungen einer Stichprobe nochmals vorgenommen, falls sie um mehr als 5 % voneinander abwichen.

Zur gravimetrischen Bestimmung des Wassergehaltes wurden auf den 43 Untersuchungsflächen mit dem Burgerzylinder Proben zu einem Liter entnommen (-1 bis -11 cm), nach der sofortigen Einwaage bei 105 °C getrocknet und wieder gewogen (GIGON *et al.* 1997).

Erhebung historischer Daten

Die Erhebung der historischen Daten erfolgte nach einem mehrstufigen Prinzip, das einerseits eine dokumentarische Erfassung und andererseits eine Datenerfassung vor Ort vorsah (Fig. 5):

a) Beschreibung historischer Veränderungen sowie der Momentansituation aufgrund von Beobachtungen vor Ort;
b) Befragungen von Direktbetroffenen vor Ort;
c) Umfragen mit Formular bei zuständigen Stellen des Städtischen Gartenbauamtes, bei Kantonalen Amtsstellen sowie bei Privaten;
d) Baugeschichtsarchiv der Stadt Zürich (BAZ): Vergleich der Übersichtspläne der Stadt Zürich 1:5 000 ab 1935 bis heute (Blätter Nr. 5, 6, 7, 10, 11, 17, 18, 19, 20, 21, 23, 27, 30, 33, 34, 39, 40, 41, 44, 45, 46, 47, 50, 51, 54, 55);
e) Baugeschichtsarchiv der Stadt Zürich: Fotoarchiv der Bauten der Stadt Zürich.

Die Checkliste, mit der die Datenerfassung durchgeführt wurde, umfasste folgende Parameter:

- Bewirtschaftungstyp: a) Schnittregime: Schnitthäufigkeit und Datum des ersten Schnitts, b) Beweidungsregime: Datum der ersten Bestossung, Häufigkeit

und Dauer der Bestossung;

- Düngung: Art und Intensität;
- Bewirtschaftungsgeschichte: a) Art der Nutzung vor jetziger Grünlandnutzung und Zeitpunkt einer allfälligen Umstellung; b) allfällige Veränderung der Grünlandnutzung und den Zeitpunkt;
- Besonderes: Eigenheiten der Umgebung, Weide mit Pflegeschnitt usw.

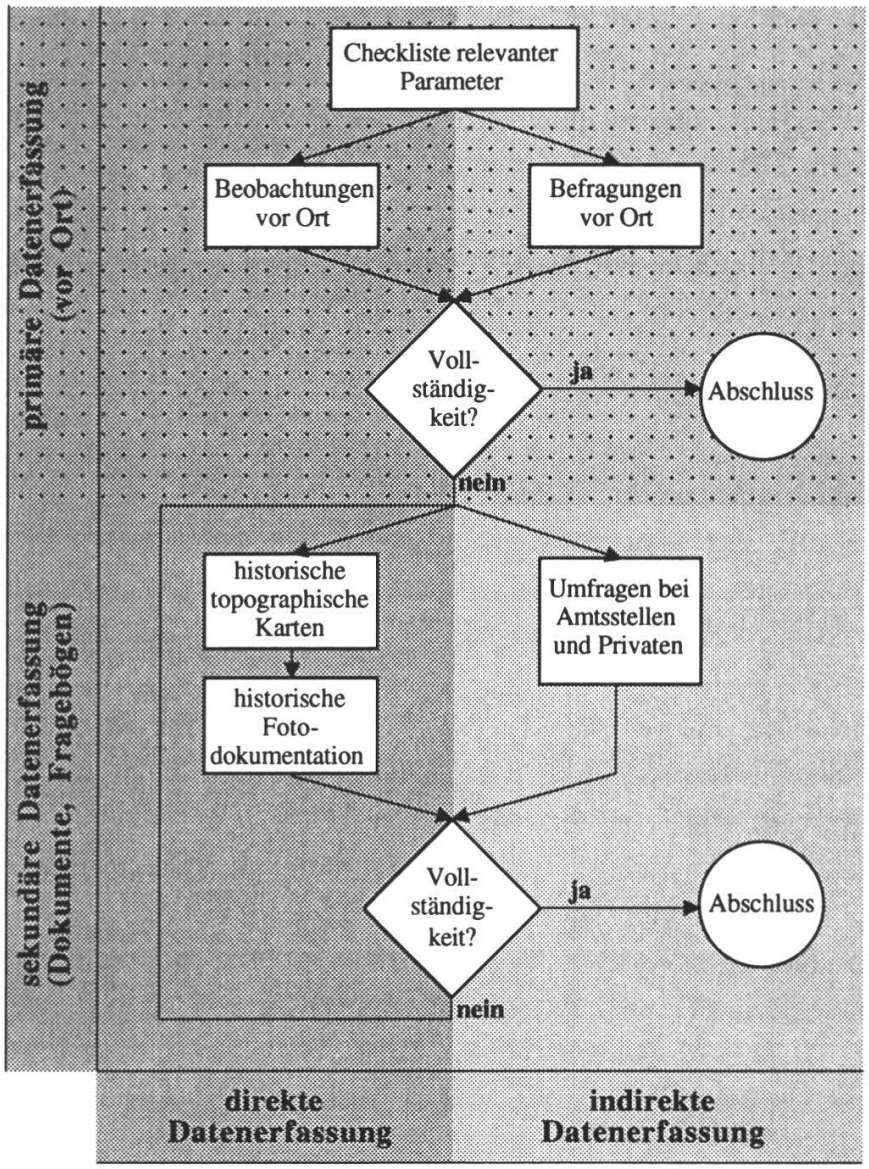


Fig. 5. Ablaufschema bei der Erfassung historischer Daten (zweistufig und methodisch zweiteilig).
Flow chart of the recording of historical data in two steps and in two methodical parts.

3.1.3 Statistische Methoden; Auswertung

Die syntaxonomische Klassifikation erfolgte mittels multivariater Statistik MULVA-5 (WILDI 1986, 1992 und 1994, WILDI &ORLOCI 1983). Ihre Struktur wurde mit Hilfe von Ordinationen auf ihre Stabilität geprüft (Tab. 5).
Mit Varianzanalysen und PostHoc-Tests nach Tukey oder mit Chi-Quadrat-Tests konnte sowohl das Verhalten der ökologischen Artengruppen als auch der soziologischen Einheiten auf ihre Aussagekraft bezüglich Standortverhältnissen, Bewirtschaftung und Entstehungsgeschichte geprüft werden.
Um die Abhängigkeit der Artenvielfalt bzw. des Vorkommens seltener Arten von Standort- und Umwelteinflüssen zu untersuchen, erfolgte einerseits ein

Tab. 5. Vorgehensweise bei der Erstellung der Vegetationstabellen und der syntaxonomischen Klassifikation
Procedure for organizing the vegetation tables and for proposing a syntaxonomical classification

ERSTELLUNG DER VEGETATIONSTABELLE	
Schritt	Vorgehen
1. Erstellung der Ersttabelle	Klassifikation der Vegetationsaufnahmen mittels multivariaten Ähnlichkeitsanalysen in Aufnahmegruppen und Artengruppen (ausschliesslich Gefässpflanzen): • Ausreisserelimination (Van der Maarels Koeffizient < 0.4) • Clusteranalyse (Gruppierung der Arten und Aufnahmen) • Varianzrangierung (Trennarten nach Jancey's Rangierung) • Korrespondenzanalyse (Sortierung innerhalb der Gruppen)
2. Gruppierung der Ausreisseraufnahmen	Als Ausreisser erkannte Vegetationsaufnahmen mittels Clusteranalyse auf ihre Ähnlichkeit prüfen und Gruppen bilden.
3. Einordnung der Ausreissereinheiten	Mittels Clusteranalyse Nachbarschaften der Ausreisser-Vegetationseinheiten zu den durch die Erstklassifikation beschriebenen Einheiten ermitteln.
4. Zuordnung der Aufnahmegruppen zu Vegetationstypen	Ordination der Aufnahmegruppen mit vergleichbaren Pflanzengesellschaften. Testen der Stabilität der Ordination durch die Anwendung diverser Transformationen und Eingrenzungsverfahren. Syntaxonomische Klassifikation der erkannten Vegetationstypen.
5. Einordnung «gut-trennender» Moose	Durch Clusteranalyse Einordnung der bestrangierten Moose (Ranking-Wert: >1.4) unter Konstanthaltung der Vegetationseinheiten.
6. Ordnen der Vegetationstabelle	Neuordnung der mit den Moosen ergänzten Artengruppen zur abschliessenden Vegetationstabelle.

Tab. 6. Normalisierte Parameter zur Beschreibung der Standort- und Umwelteinflüsse der jeweiligen Untersuchungsfläche
Normalized parameters for describing sites factors and environmental influences of the plots

Parameter	Messgrössen	Art der Daten
N-S Exposition:	Anteil der Nord-Süd exponierten Flächen	Zähldaten
Neigung:	Neigung der Flächen in Prozent	metrische Daten
Phosphatgehalt:	Phosphat in mg/100 g Boden	metrische Daten
Düngepraxis:	Intensität als Kategorien 0: keine Düngung 1: Kompost, Mist, Hunde 2: Gülle, Mineraldünger	Ordinaldaten
Nutzungsintensität:	Bestossungen bzw. Schnitte pro Jahr 0: kein Schnitt, keine Bestossung 1: 1 Schnitt, 1 Bestossung von < 1 Monat 2: 2 Schnitte, 2 Bestossungen oder 1 Bestossung von 1-2 Monaten 3: 3 Schnitte, 3 Bestossungen oder 1 Bestossung von 2-3 Monaten 4: 4 Schnitte, 4 Bestossungen oder 1 Bestossung von 3-4 Monaten	Ordinaldaten
Nutzungsänderung:	Stärke des Eingriffs bezüglich Umnutzung 0: keine Änderung in den letzten 50 Jahren 1: Wechsel von Schnitt auf Beweidung oder umgekehrt 2: Beweidung oder Schnitt nach Rebbau, Ackerbau oder Strassen-/Gebäudebau	Ordinaldaten
Weideanteil:	Anteil der Beweidung an Bewirtschaftung pro Jahr	Zähldaten
Alter:	Zeit seit letzter Veränderung (max. 100 Jahre)	metrische Daten
Urbanität:	Waldanteil, Versiegelung, Erwärmung Kategorien vgl. Tab. 2.	Ordinaldaten
Zeigerwerte:	Skala nach LANDOLT (1977)	Ordinaldaten

Ranking der Vegetationseinheiten nach ihren durchschnittlichen Artenzahlen und Anzahl Rote-Liste Arten. Die dabei erhaltenen Rangsummen wurden als floristische Vielfalt bezeichnet. Andererseits wurden repräsentative Parameter von Standort- und Umwelteinflüssen (Tab. 6) normalisiert, um sie vergleichbar zu machen.

Die Daten dieser Parameter wurden mit der Formel...

$$x'_{hj} = \frac{x_{hj} - \overline{x}_h}{s_h}$$

...normalisiert (WILDI 1986).

Es galt dabei: h = 1, ..., p; j = 1, ..., n; s = Standardabweichung

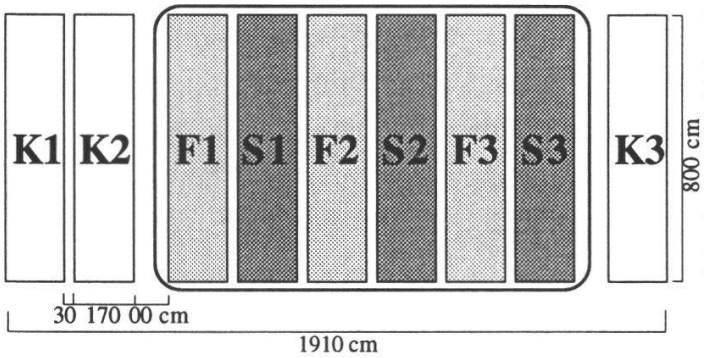
3.2 METHODEN DER BEWIRTSCHAFTUNGS-EXPERIMENTE

3.2.1 Versuchsflächen und -anordnung

Das Beweidungs- und Schnittexperiment umfasste fünf standörtlich vergleichbare Schafweiden, nämlich Eggbühl (eg), Felsenrainstrasse (fe), Gloriastrasse (gl), Winzerhalde (wi) und Krattenturmstrasse (kr) (Fig. 4). Ihre Exposition lag zwischen Südwest und Südsüdost; die Hangneigung war 22 % – 40 %. Die Flächen Winzerhalde und Gloriastrasse waren ehemalige Rebberge, die seit ca. 30 Jahren als Schafweiden genutzt werden. Auf der Dauerfläche "Eggstrasse" fand 1977 eine Umnutzung von Rinder- zu Schafbeweidung statt. Die Fläche "Felsenrainstrasse" ist erst ca. 1970 nach Kiesabbau, entstanden und wurde bei Untersuchungsbeginn erst 6 Jahre beweidet. Die Schafweide Krattenturmstrasse stand seit 20 Jahren unter Beweidung; sie wurde vormals gemäht (Fig. 6). Auf vier dieser Flächen (eg, fe, gl, wi) wurden jeweils folgende Eingriffe vorgenommen: Kontrolle (K) mit Schafbeweidung im für die jeweilige Untersuchungsfläche üblichen Rhythmus; Frühschnitt (F) mit Mahd im Mai und Emd im August; Spätschnitt (S) mit Mahd im Juni und Emd im September/Oktober. Die Schnittermine wurden jeweils den jährlich schwankenden Witterungsbedingungen angepasst. Die Kontrollfläche Gloriastrasse konnte nur anfangs 1990 als solche untersucht werden. Danach wurde die Fläche bis 1993 durch das Gartenbauamt jährlich einmal im Herbst gemäht. Seit 1994 wird sie zeitweise wieder beweidet. Diese Fläche wurde deshalb nur zu Vergleichszwecken in die Auswertung miteinbezogen.
Ein spezielles Beweidungsexperiment wurde auf der Untersuchungsfläche Krattenturmstrasse vorgenommen. Diese Weide war seit Jahren starkem Beweidungsdruck ausgesetzt. Das Experiment wurde wie folgt durchgeführt: Kontrolle (K) mit unterschiedlichlanger Schafbeweidung im Sommer und z.T.

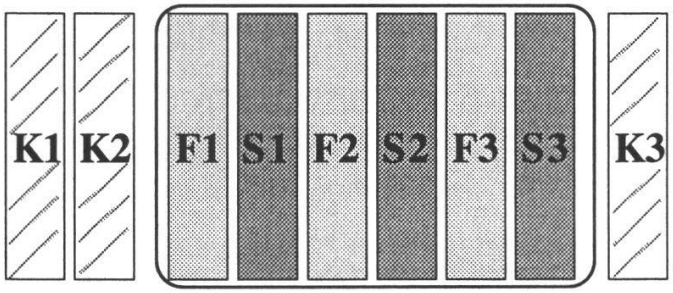
Fig. 6. Schema der Versuchsanordnung auf den fünf Schafweiden. Alle Längenangaben sind Zentimeter. Wiederholungen sind mit den Zahlen 1, 2 und 3 gekennzeichnet. Die Umrandung der Flächen F und S bzw. T und S entspricht dem Zaun.
Schematic view of the experimental design in the five grassland plots. All units of length mean centimeters. Reproductions are marked as following: 1, 2 and 3. The border of the plots F and S or S and T are marked by the position of the fence.

K Kontrollfläche beweidet *control plot grazed*
K Kontrollfläche nur anfänglich beweidet *control plot grazed during the first year*
T Teilbeweidung – *partly grazed*
F Frühschnitt – *cut early*
S Spätschnitt – *cut later in the year*



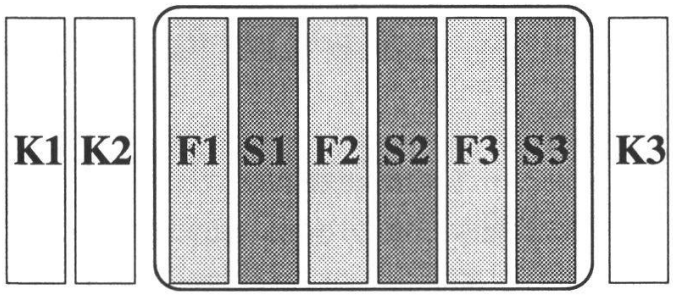
Winzerhalde-Höngg

Exposition: SSW
Neigung: 40 %
Geschichte: Rebberg bis ca. 1940
Mahd bis ca. 1960
Schafweide seit 30 J
Weideführung: 5 x 2 Wochen
Besatzdichte: 2 – 3 Schafe/ha·J



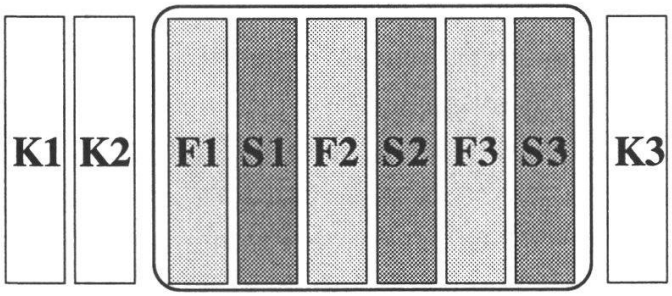
Gloriastrasse-Fluntern

Exposition: SW
Neigung: 40 %
Geschichte: Rebberg bis ca. 1940
Mahd bis ca. 1960
Schafweide seit 25-30 J
Weideführung: 2 x 2 – 4 Wochen
Besatzdichte: 2 – 3 Schafe/ha·J



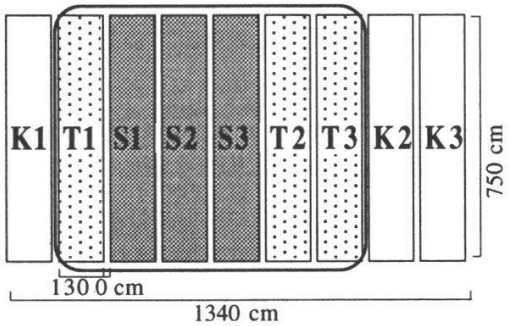
Eggstrasse-Eggbühl

Exposition: SSW
Neigung: 22 %
Geschichte: Rinder bis ca. 1977
Schafweide seit 13 J
Weideführung: 3 x 3 – 7 Wochen
Besatzdichte: 2 – 4 Schafe/ha·J



Felsenrainstrassse-Seebach

Exposition: SSO
Neigung: 35 %
Geschichte: Kiesabbau bis ca.1970
Mahd bis ca. 1984
Schafweide seit 6 J
Weideführung: 3 x 3 – 16 Wochen
Besatzdichte: 4 – 12 Schafe/ha·J



Krattenturmstrasse-Oberstrass

Exposition: SSW
Neigung: 33 – 45 %
Geschichte: Mahd bis ca. 1970
Schafweide seit 20 J
Weideführung: 3 x 5 – 25 Wochen
Besatzdichte: 10 – 20 Schafe/ha·J

auch Winter (vgl. Fig. 6); Teilbeweidung (T) mit Schafbeweidung nur während der Vegetationszeit; Mähweide (M) als Variante des Pflegeschnittes mit kurzer Beweidung im Spätwinter bzw. frühen Frühjahr.
Auf jeder dieser fünf Weideflächen wurden nun neun möglichst homogene Teilflächen à 13.5 m^2 ausgeschieden. Zwischen den Teilflächen lagen Gehwege von ca. 0.3 m Breite (Fig. 6). Eine Ausnahme bildet wiederum die Krattenturmstrasse. Die Teilflächengrösse betrug hier 10 m^2 und die Gehwege hatten eine Breite von 0.2 m.

Um die Besatzdichte (Schafe/ha) mit Literaturwerten vergleichen zu können, wurde die effektive Schafdichte während der jeweiligen Weidezeit auf die Einheitsgrösse eines Jahres umgerechnet. Die Umrechnung in Grossvieheinheit (GV) und Weidetage lautet: 1 Schaf/ha·J entspricht ca. 40 GV/ha – Weidetage, wobei 1 Schaf als 0.1 GV gerechnet wird (WILMANNS & MÜLLER 1976). Die somit errechnete standardisierte Besatzdichte der Dauerflächen reichte von 2 – 4 Schafen pro Hektare und Jahr (wi, gl, eg) bis 10 und mehr Schafe pro Hektare und Jahr (fe, kr).
Ähnlich variabel nahm sich die Weideführung aus. Eine klassische Umtriebsweide mit über sechs Koppeln und relativ kurzer Besatzdauer von weniger als zwei Wochen befand sich an der Winzerhalde. Bewirtschaftungen, die einer Standweide nahe kamen, befanden sich an der Felsenrainstrasse und an der Krattenturmstrasse. Auf diesen beiden Versuchsflächen existierten neben kurzen Beweidungseinheiten (2 – 3 Wochen Besatzdauer in 2 bzw. 4 Koppeln) jeweils auch eine lange (über vier Monate Besatzdauer). Eine Zwischenstellung nahmen die Weiden der Eggstrasse und der Gloriastrasse ein. Es waren dies Umtriebsweiden mit wenigen Koppeln (2 bzw. 3), aber entsprechend längerer Besatzdauer von 2 – 7 Wochen pro Koppel.
Die Dauerflächen wurden im Winter 1989/1990 eingerichtet und mit zwei Ausnahmen – Gloriastrasse und Winzerhalde bereits im Sommer 1993 – im Frühjahr 1994 aufgelöst.
Die einzelnen Teilflächen wurden mittels bodeneben eingeschlagenen Aluminiumrohren markiert, die während den Aufnahmeperioden durch Bambusstäbe bzw. Aluminiumplatten gut sichtbar markiert werden konnten. Die Teilflächen der Schnitt- und Weidevarianten wurden gegen die übliche Weideführung mit Schafen ausgezäunt (Fig. 6).

3.2.2 Versuchsdurchführung

Vegetationsaufnahmen

Im April 1990 wurde die Vegetation aller fünf Untersuchungsflächen zum ersten Mal in ihrem noch von der Versuchsanordnung unbeeinflussten Zustand aufgenommen. Alle später erfolgten Vegetationsaufnahmen zeigten dann die Einflüsse der Beweidungs- und Schnittversuche an. Die Aufnahmen fanden jeweils im Frühjahr sowie im Frühsommer statt. Die Methodik der Vegetationsaufnahme entsprach einer kombinierten und für diese Versuche weiterentwickelten Skala von BRAUN-BLANQUET (1964) und LONDO (1984). Diese Skala wurde über weite Teile soweit verfeinert, dass die Deckung als Prozentwerte aufgenommen werden konnten (Tab. 7). Der Symbolwert «r» entspricht einer mittleren Deckung von 0.01 % bzw. 1 – 2 Individuen einer Art pro Aufnahmefläche, der Symbolwert «+» einer mittleren Deckung von 0.1 %.
Neben den Phanerogamen wurden in den Jahren 1990, 1992, 1993 auch die Bryophyten mit der gleichen Methode aufgenommen.

Tab. 7. Skala zur Bestimmung der Artmächtigkeit von Phanerogamen und Moosen sowie ihre numerischen Transformationen für mathematische Auswertungen
Scale to estimate the percentage of species of phanerophytes and mosses. Code replacement for the mathematical analysis of the phytosociological data

SYMBOL	ARTMÄCHTIGKEIT	NUMERISCHE TRANSFORMATIONEN		
		Präsenz/ Absenz	Ordinalskala	Mittlere Deckung (%)
	keine Individuen	0	0	0
r	1-2 Individuen	1	1	0.01
+	wenige Individuen, < 1 %	1	2	0.1
1	viele Individuen, 1 %	1	3	1.0
2	2 %	1	3	2.0
3	3 %	1	3	3.0
4...9	4 %...9 %	1	4	6.5
10...19	10 %...19 %	1	5	14.5
20...39	20 %...39 %	1	6	25
40...59	40 %...59 %	1	7	50
60...79	60 %...79 %	1	8	70
80...99	80 %...100 %	1	9	90

Tab. 8. Skala zur Bestimmung des Deckungsgrades der Blüten (Gesamt-Blühintensität) und ihre numerischen Transformationen für mathematische Auswertungen
Scale for the estimation of flowerdensity and its transformation for the mathematical analyses

SYMBOL	DECKUNGSGRAD BLÜTEN	NUMERISCHE TRANSFORMATIONEN Präsenz/ Absenz	Ordinalskala	Mittlere Deckung (%)
	keine Individuen	0	0	0
r	1-2 Individuen	1	1	0.01
+	wenige Individuen, < 1 %	1	2	0.1
1^-	1-2 %	1	3	1.5
1^+	3-5 %	1	4	4.0
2^-	5-12 %	1	5	8.5
2^+	12-25 %	1	6	18.5
3	25-50 %	1	7	37.5
4	50-75 %	1	8	62.5
5	75-100 %	1	9	87.5

Erfassung der Blühintensität

Neben den jährlichen Vegetationsaufnahmen wurde auch der Blütendeckungsgrad der Dauerflächen erfasst. Wöchentliche Kontrollen zwischen März und Oktober während vier Jahren (1990 – 1993) ermöglichten sowohl einen Vergleich des Blühverhaltens innerhalb einer Vegetationsperiode als auch einen Zeitreihenvergleich über die Jahre. Der Blütendeckungsgrad wurde ab August jeweils nur noch alle zwei Wochen kontrolliert. Die Erfassung des Blütendeckungsgrades erfolgte mit der leicht modifizierten Methode (Tab. 8) nach DIERSCHKE (1974).
Gleichzeitig mit der Erfassung des Blütendeckungsgrades wurden wöchentlich von zwölf in mageren Glatthaferwiesen typischen, blühdominanten oder ökolo-

Tab. 9. Zähleinheiten von Blüten ausgewählter Arten:
Einzelblüte: getrennt stehende Blüte
Infloreszenz: in sich geschlossene Gruppierung der Blüten (Ähre, Kolben, Traube, Dolde, Köpfchen, Körbchen, Quirl oder Rispe)
Synfloreszenz: in sich geschlossene Gruppierung von Infloreszenzen (z.B. zusammengesetzte Rispe) oder ein Trieb mit engsitzenden Einzelblüten

Flowering units of the given species:
Single flower: separated flowers
Inflorescence: clustered flowers
Synflorescence: clustered inflorescences

PFLANZENART	ZÄHLEINHEIT	PFLANZENART	ZÄHLEINHEIT
Beobachtungsperiode 1990 bis 1993			
Brachypodium pinnatum	Synfloreszenz	*Plantago media*	Infloreszenz
Bromus erectus	Synfloreszenz	*Ranunculus bulbosus*	Einzelblüte
Centaurea jacea	Infloreszenz	*Ranunculus friesianus*	Einzelblüte
Chrysanthemum leucanth.	Infloreszenz	*Salvia pratensis*	Infloreszenz
Festuca arundinacea	Synfloreszenz	*Veronica chamaedrys*	Einzelblüte
Geranium molle	Einzelblüte	*Viola hirta*	Einzelblüte
Beobachtungsperiode 1990 und 1993			
Achillea millefolium	Synfloreszenz	*Lathyrus pratensis*	Infloreszenz
Agrimonia eupatoria	Synfloreszenz	*Leontodon hispidus*	Infloreszenz
Agropyron repens	Infloreszenz	*Leontodon taraxacoides*	Infloreszenz
Agrostis stolonifera	Synfloreszenz	*Linum catharticum*	Synfloreszenz
Ajuga reptans	Infloreszenz	*Lolium multiflorum*	Infloreszenz
Allium vineale	Infloreszenz	*Lolium perenne*	Infloreszenz
Anagallis arvensis	Einzelblüte	*Lotus corniculatus*	Infloreszenz
Anthoxanthum odoratum	Infloreszenz	*Lysimachia nummularia*	Infloreszenz
Arenaria serpyllifolia	Synfloreszenz	*Medicago lupulina*	Infloreszenz
Arrhenatherum elatius	Synfloreszenz	*Medicago sativa*	Infloreszenz
Bellis perennis	Infloreszenz	*Muscari racemosum*	Infloreszenz
Briza media	Synfloreszenz	*Myosotis arvensis*	Synfloreszenz
Bromus mollis	Synfloreszenz	*Ononis spinosa*	Infloreszenz
Capsella bursa-pastoris	Synfloreszenz	*Oxalis corniculata*	Einzelblüte
Cardamine hirsuta	Synfloreszenz	*Phleum pratense*	Infloreszenz
Cardamine pratensis	Synfloreszenz	*Picris hieracioides*	Infloreszenz
Carex contigua	Synfloreszenz	*Plantago lanceolata*	Infloreszenz
Carex silvatica	Synfloreszenz	*Poa annua*	Synfloreszenz
Carex verna	Synfloreszenz	*Poa pratensis*	Synfloreszenz
Centaurium pulchellum	Einzelblüte	*Poa trivialis*	Synfloreszenz
Cerastium caespitosum	Synfloreszenz	*Potentilla reptans*	Einzelblüte
Cerastium glomeratum	Synfloreszenz	*Potentilla sterilis*	Einzelblüte
Cichorium intybus	Infloreszenz	*Primula vulgaris*	Einzelblüte
Cirsium arvense	Infloreszenz	*Ranunculus ficaria*	Einzelblüte
Cirsium vulgare	Infloreszenz	*Ranunculus repens*	Einzelblüte
Convolvulus sepium	Einzelbblüte	*Rumex acetosa*	Synfloreszenz
Convolvulus arvense	Einzelbblüte	*Rumex obtusifolius*	Synfloreszenz
Crepis biennis	Infloreszenz	*Sanguisorba minor*	Infloreszenz
Crepis capillaris	Infloreszenz	*Satureja vulgaris*	Synfloreszenz
Cynosurus cristatus	Infloreszenz	*Scabiosa columbaria*	Infloreszenz
Dactylis glomerata	Synfloreszenz	*Senecio vulgaris*	Synfloreszenz
Daucus carota	Infloreszenz	*Setaria glauca*	Synfloreszenz
Erigeron annuus	Infloreszenz	*Silene vulgaris*	Infloreszenz
Erigeron canadensis	Synfloreszenz	*Sisymbrium officinale*	Synfloreszenz
Euphrasia rostkoviana	Synfloreszenz	*Sonchus asper*	Infloreszenz
Festuca ovina	Synfloreszenz	*Taraxacum officinale* agg.	Infloreszenz
Festuca pratensis	Synfloreszenz	*Thymus pulegioides*	Infloreszenz
Festuca rubra	Synfloreszenz	*Trifolium dubium*	Infloreszenz
Galium album	Synfloreszenz	*Trifolium pratense*	Infloreszenz
Galium verum	Synfloreszenz	*Trifolium repens*	Infloreszenz
Geranium dissectum	Einzelblüte	*Trisetum flavescens*	Synfloreszenz
Geranium pyrenaicum	Einzelblüte	*Urtica dioeca*	Synfloreszenz
Glechoma hederaceum	Infloreszenz	*Verbena officinalis*	Synfloreszenz
Helictotrichon pubescens	Synfloreszenz	*Veronica arvensis*	Infloreszenz
Holcus lanatus	Synfloreszenz	*Veronica filiformis*	Einzelblüte
Hordeum murinum	Synfloreszenz	*Veronica persica*	Einzelblüte
Hypericum perforatum	Einzelblüte	*Veronica serpyllifolia*	Infloreszenz
Hypochoeris radicata	Infloreszenz	*Vicia cracca*	Infloreszenz
Knautia arvensis	Infloreszenz	*Vicia sepium*	Infloreszenz

gisch interessanten Arten (Tab. 9) die Blüheinheiten gezählt (KRÜSI 1981; KRATOCHWIL 1984). Bei allen anderen Arten wurde die Blühintensität lediglich im ersten sowie im letzten Versuchsjahr erfasst. Die gezählten Blüheinheiten wurden im Sinne der Definitionen von FURRER (1942) und RAMSEIER (1994) verstanden (Tab. 9).

Standort- und bodenkundliche Untersuchungen

Zur Beschreibung wichtiger Standortfaktoren kamen die gleichen Methoden zur Anwendung, wie sie in Kapitel 3.1.2 aufgeführt wurden. Daneben wurde die Entwicklung typischer Erscheinungen der Schafbeweidung wie Trittspuren, Frasselektivität, Wuchsveränderungen usw. notiert.
Die bodenkundlichen Untersuchungen wurden ebenfalls entsprechend der in Kapitel 3.2.1 beschriebenen Methodik durchgeführt. Zusätzlich zu den Bodenproben von 1994 wurden im März 1990 Referenzproben genommen, um allfällige Veränderungen während der Versuchsjahre zu erfassen. Die Teilflächen K2, F1 und S1 (bzw. K1, T1 und S1 der Krattenturmstrasse) dienten der Probenahme.

3.2.3. Statistische Methoden; Auswertung

Folgende mathematische Auswertungsschritte wurden vorgenommen:

1. Die Auswertung der veränderten Nährstoffverhältnisse erfolgte durch beschreibende Statistik und Varianzanalysen: PostHoc-Test nach Tukey.
2. Der Einfluss der veränderten Bewirtschaftung auf die Vegetation konnte qualitativ mittels multivariater Statistik (MULVA-5) ausgewertet werden. Ordinationen über der Zeit (WILDI 1992) standen dabei im Vordergrund. Die quantitative Erfassung der Veränderung erfolgte über die Artenzahl.
3. Um die Entwicklungstendenz auf der Stufe der einzelnen Arten und der Artengruppen abzuschätzen, wurde die zeitliche Veränderung der Dominanzstruktur der Blühintensität (MÜHLENBERG 1993) dargestellt.

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.

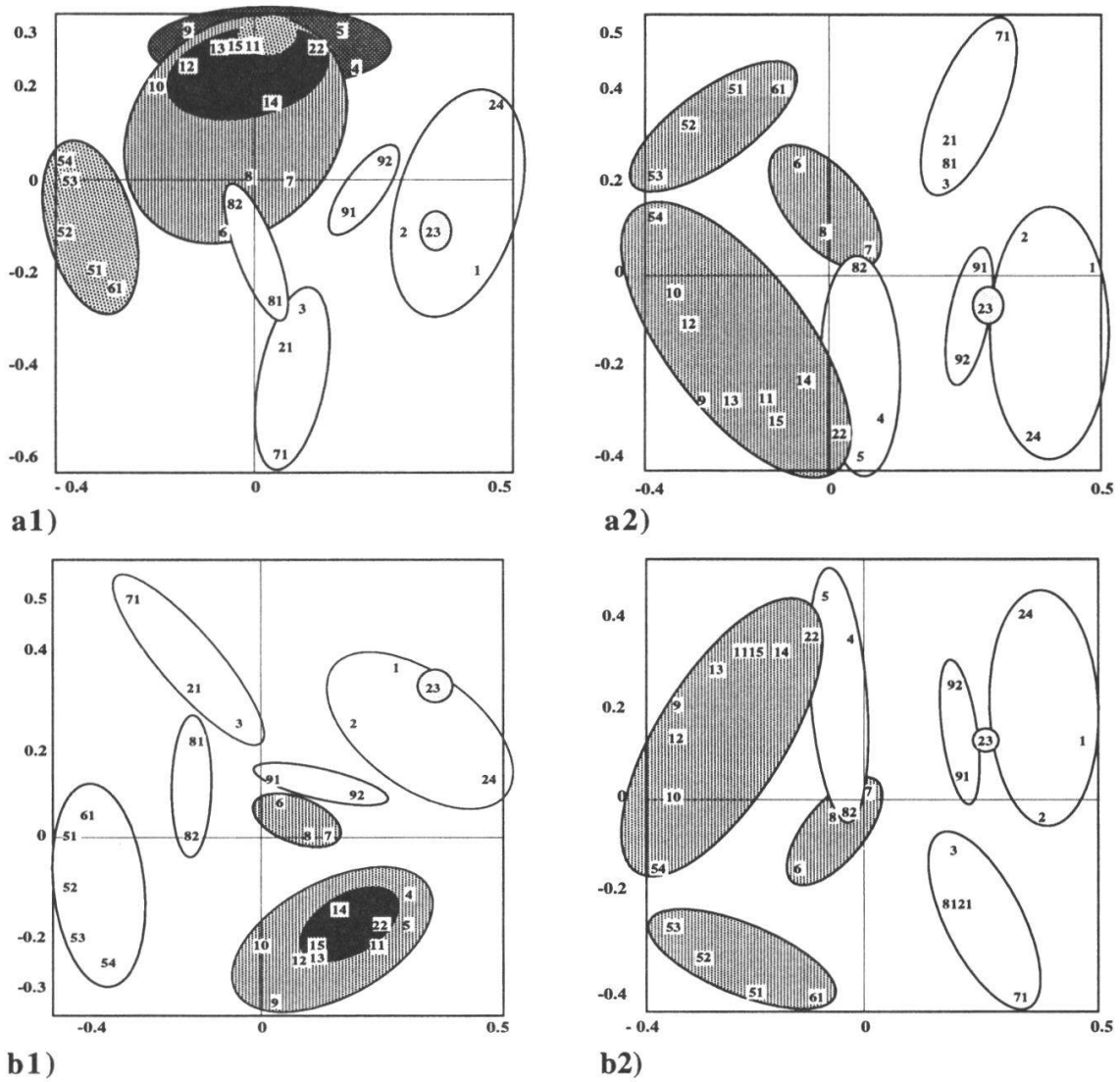


Fig. 8. Ordination der durch die Ähnlichkeitsanalyse erhaltenen Aufnahmegruppen (1-15 und 21-24) zusammen mit vergleichbaren Vegetationstypen:

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.

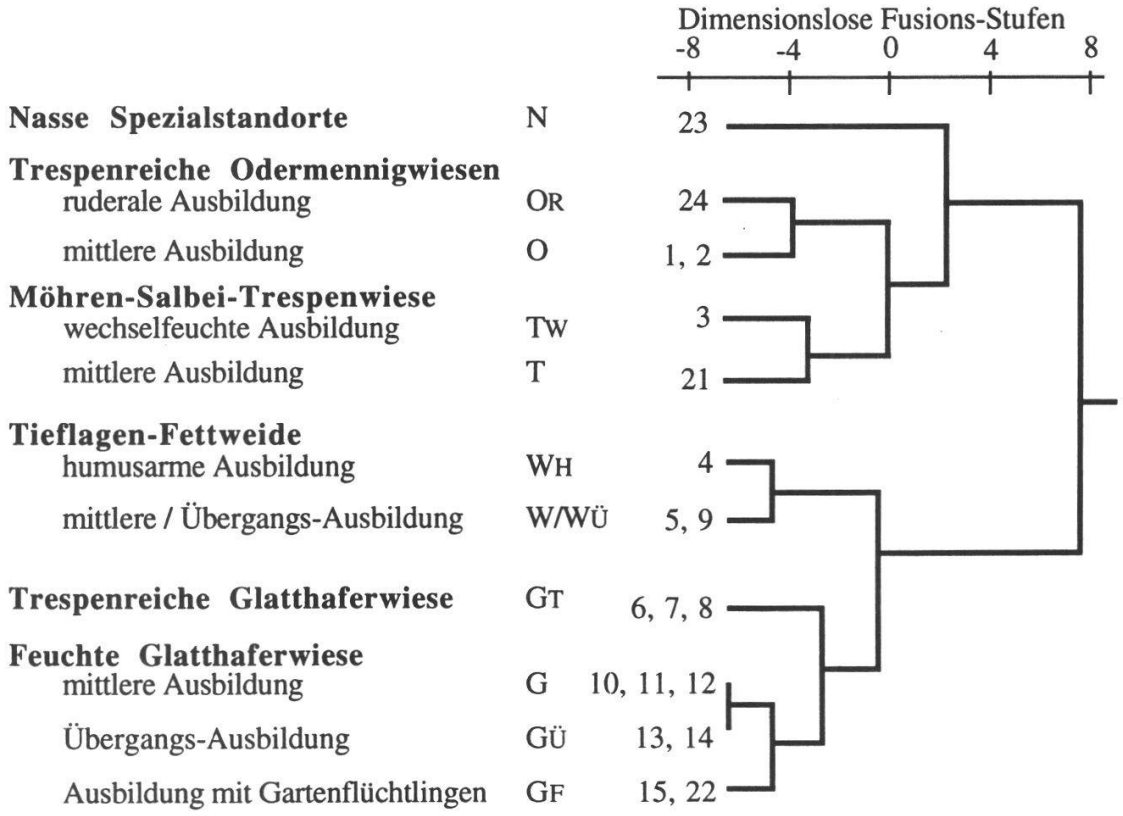


Fig. 9. Die Gliederung der Vegetationseinheiten entspricht der hierarchischen Struktur der Clusteranalyse über alle Aufnahmegruppen (dimensionslose Fusions-Stufen).
The structure of vegetation units corresponds to the cluster analysis.

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,* * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$.

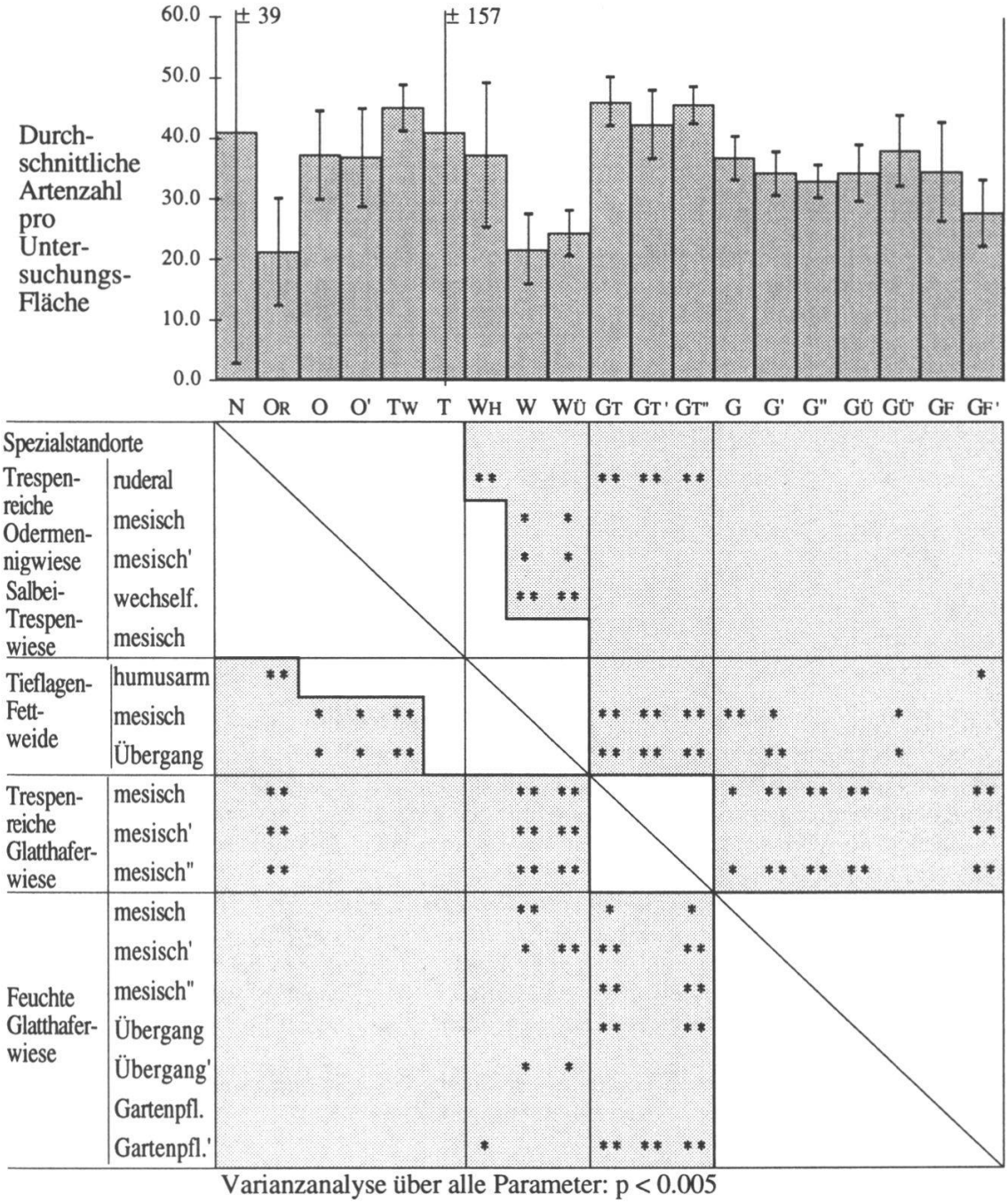


Fig. 10. Vergleich der durchschnittlichen Artenzahlen pro Untersuchungsfläche und der Vegetationseinheiten. Die Artenzahlen mit 95 %-Vertrauensintervall beziehen sich auf Gefässpflanzen ohne Moose. Vegetationseinheiten innerhalb der weissen bzw. grauen Bereiche sind bezüglich der Artenzahl nicht gegeneinander 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.

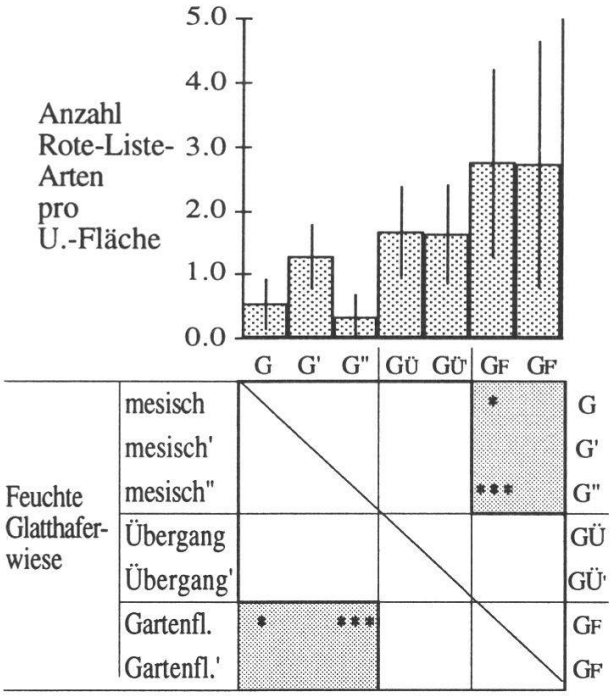


Fig. 11. Vergleich der durchschnittlichen Artenzahlen pro Untersuchungsfläche und der Vegetationseinheiten. Die Artenzahlen mit 95 %-Vertrauensintervall beziehen sich auf Gefässpflanzen ohne Moose. Vegetationseinheiten innerhalb der weissen bzw. grauen Bereiche sind bezüglich Artenzahl nicht gegeneinander 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.

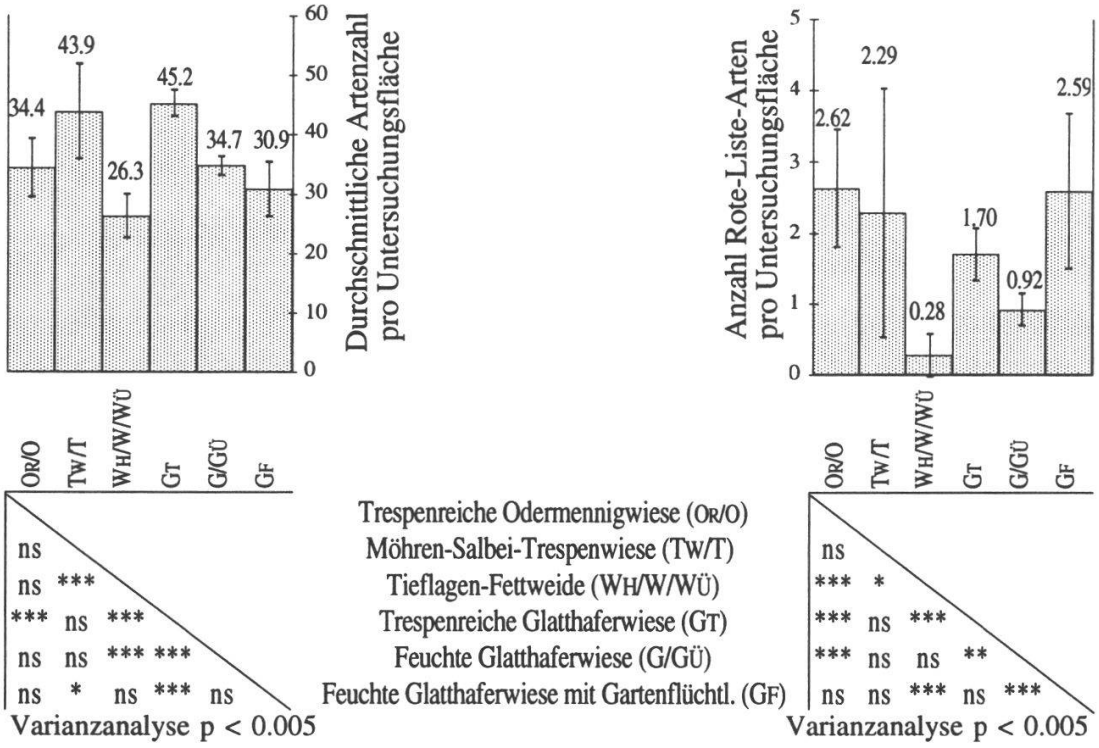


Fig. 12 Vergleich der Wiesentypen bezüglich Gesamtartenzahl und Auftreten von Rote-Liste-Arten. Die jeweiligen Artenzahlen mit 95 %-Vertrauensintervall beziehen sich auf Gefässpflanzen ohne Moose. Varianzanalyse mit PostHoc-Test nach Tukey.
The total number of species and the number of species of the 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

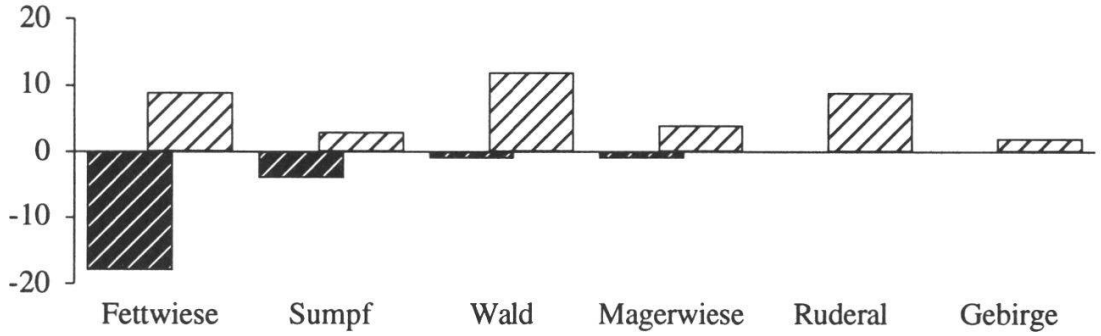


Fig. 13. Abnahme bzw. Zunahme der Arten zwischen 1954 und 1994, entsprechend der Vegetationstypeneinteilung nach LANDOLT (1991c).
Decrease and increase of species between 1954 and 1994, according to vegetation types after LANDOLT (1991c).

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

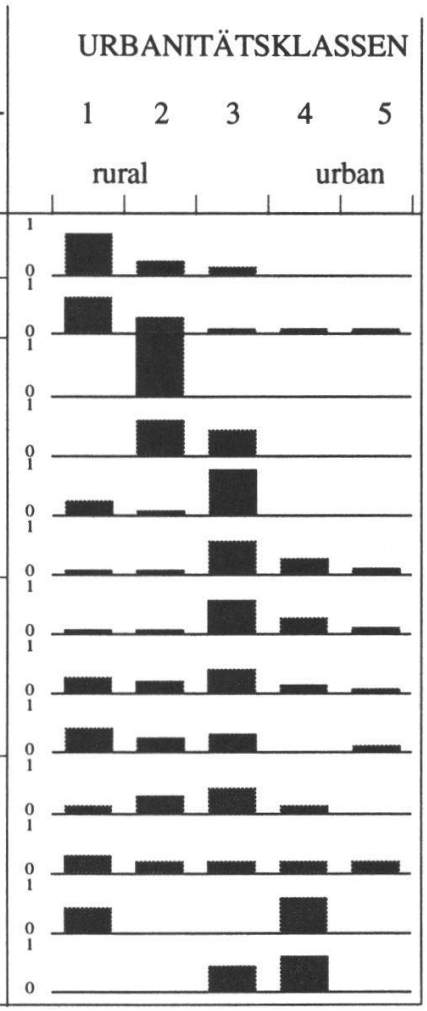


Fig. 14. Häufigkeiten der Wiesen und Weiden in den jeweiligen Urbanitätsklassen, aufgeteilt auf die 13 ökologischen Raumeinheiten.
Frequencies of meadows, separated into five urbanity classes and into 13 ecological site units.

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.

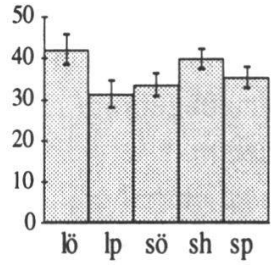
Artenzahlen in Abhängigkeit der Raum- und Standortsverhältnisse: Die Landwirtschaftsflächen (ländlich geprägter, privater Raum) wiesen sowohl bezüglich der durchschnittlichen Artenzahl als auch bezüglich Präsenz der Rote Liste-Arten pro Untersuchungsfläche gegenüber den meisten anderen Raumbereichen 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

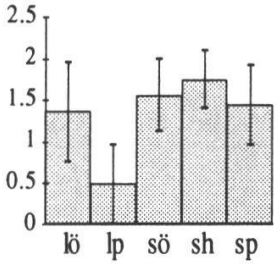
Tab. 18. Lineare Korrelation zwischen Boden- (Probenahmedatum: 22.2. – 2.3.1994, Probenahmetiefe 0 – 10 cm) und Vegetationsparametern in 43 Pflanzenbeständen. Für die Auswertung der Rote Liste-Arten wurden die Ausreisser eliminiert: Untersuchungsflächen Nr. 665 (bei Phosphat) und Nr. 612 (bei Calcium); 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

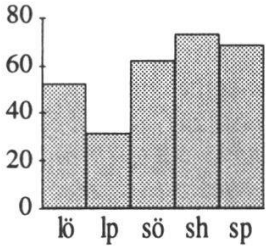
	ARTENZAHL				ROTE LISTE-ARTEN			
	Korre-lation	r-Wert	p-Wert	Sign.	Korre-lation	r-Wert	p-Wert	Sign.
Phosphat [ppm]	-2.33	0.610	<0.001	***	-0.20	0.332	0.03	*
Gesamtstickstoff [%]	-46.27	0.323	0.03	*	-2.42	0.108	0.49	n.s.
Kohlenstoff [%]	-4.25	0.266	0.08	n.s.	-0.33	0.132	0.40	n.s.
Calcium [%]	0.16	0.123	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

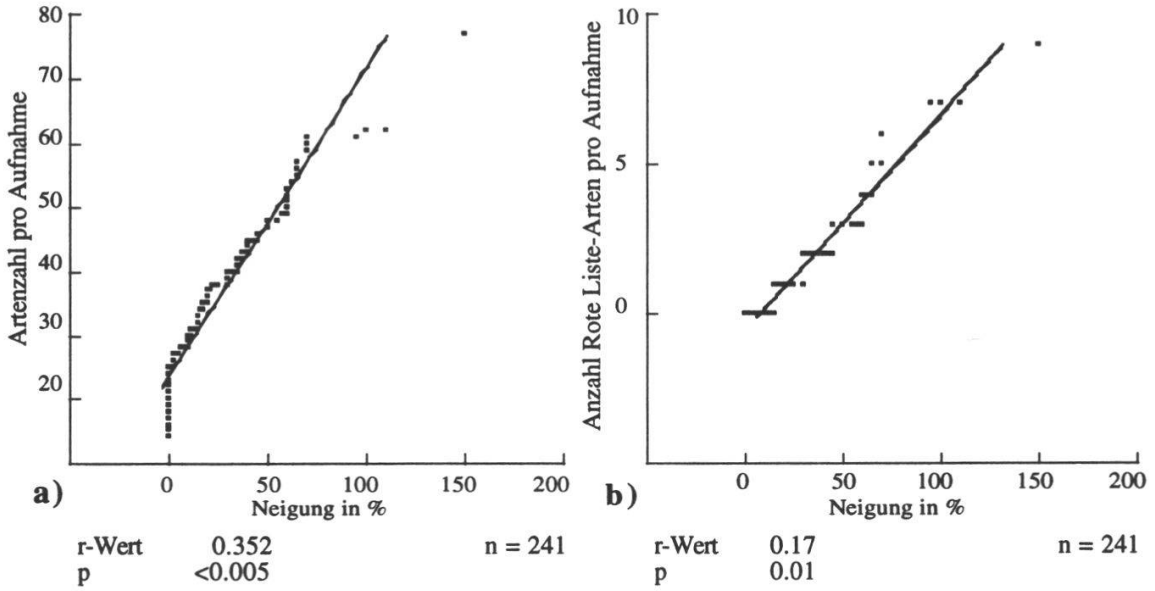


Fig. 16. Lineare Regression der Neigung gegenüber a) Artenzahl pro Aufnahme, b) Anzahl Rote Liste-Arten pro Aufnahme: Quantilen-Darstellung (= Q-Plots).
Linear regression (Q-Plots) between slope and (a) number of species, and (b) number of species of the Red List.

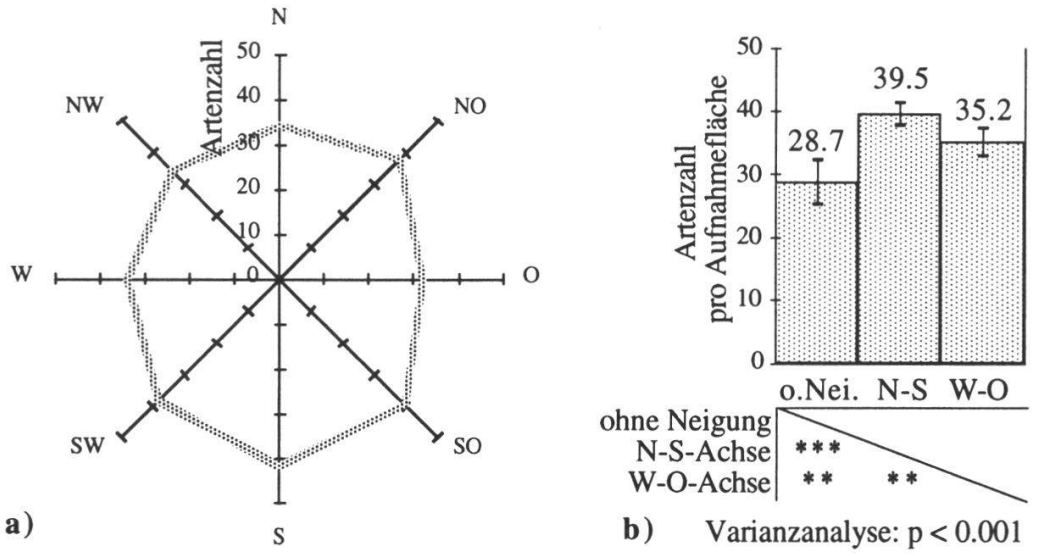


Fig. 17. Einfluss der Exposition auf die Gesamtartenzahl: a) Windrose mit Artenzahlen; b) Vergleich zwischen den Hauptexpositionen: Gesamtartenzahlen mit 95 %-Vertrauensintervall, Varianzanalyse mit PostHoc-Test nach Tukey.
Influence of aspect on the number of species: (a) Compass-card with the average 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

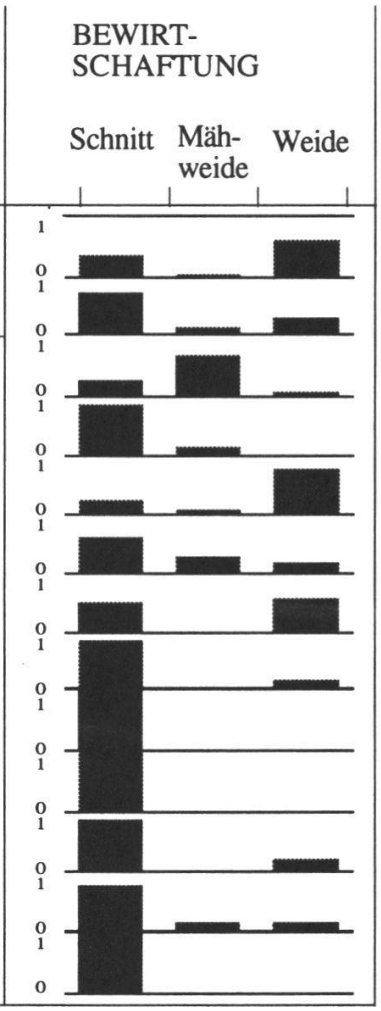


Fig. 18. Häufigkeiten der drei Hauptbewirtschaftungstypen in den jeweiligen ökologischen Raumeinheiten.
Frequencies of the three main management types in the given ecological site units.

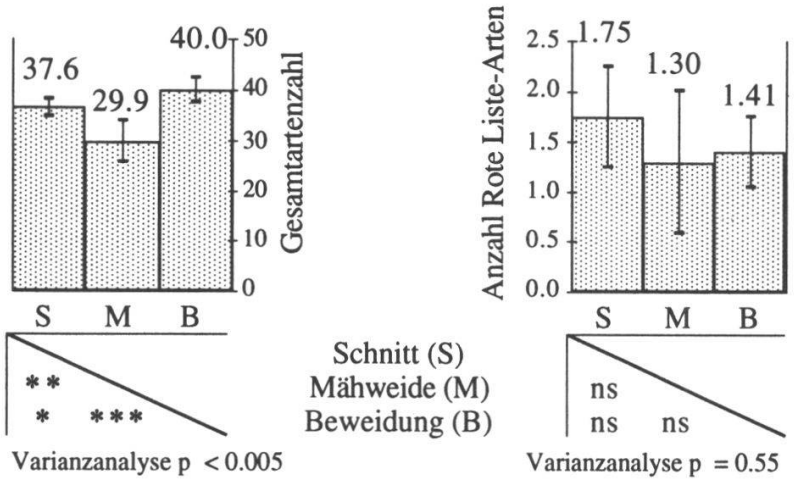


Fig. 19. Vergleich der Bewirtschaftungstypen bezüglich Gesamtartenzahl und Auftreten von Rote Liste-Arten. Die Artenzahlen mit 95 %-Vertrauensintervall beziehen sich auf Blütenpflanzen ohne Moose. Varianzanalyse mit PostHoc-Test nach Tukey.
The total number of species and the number of species of the 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.

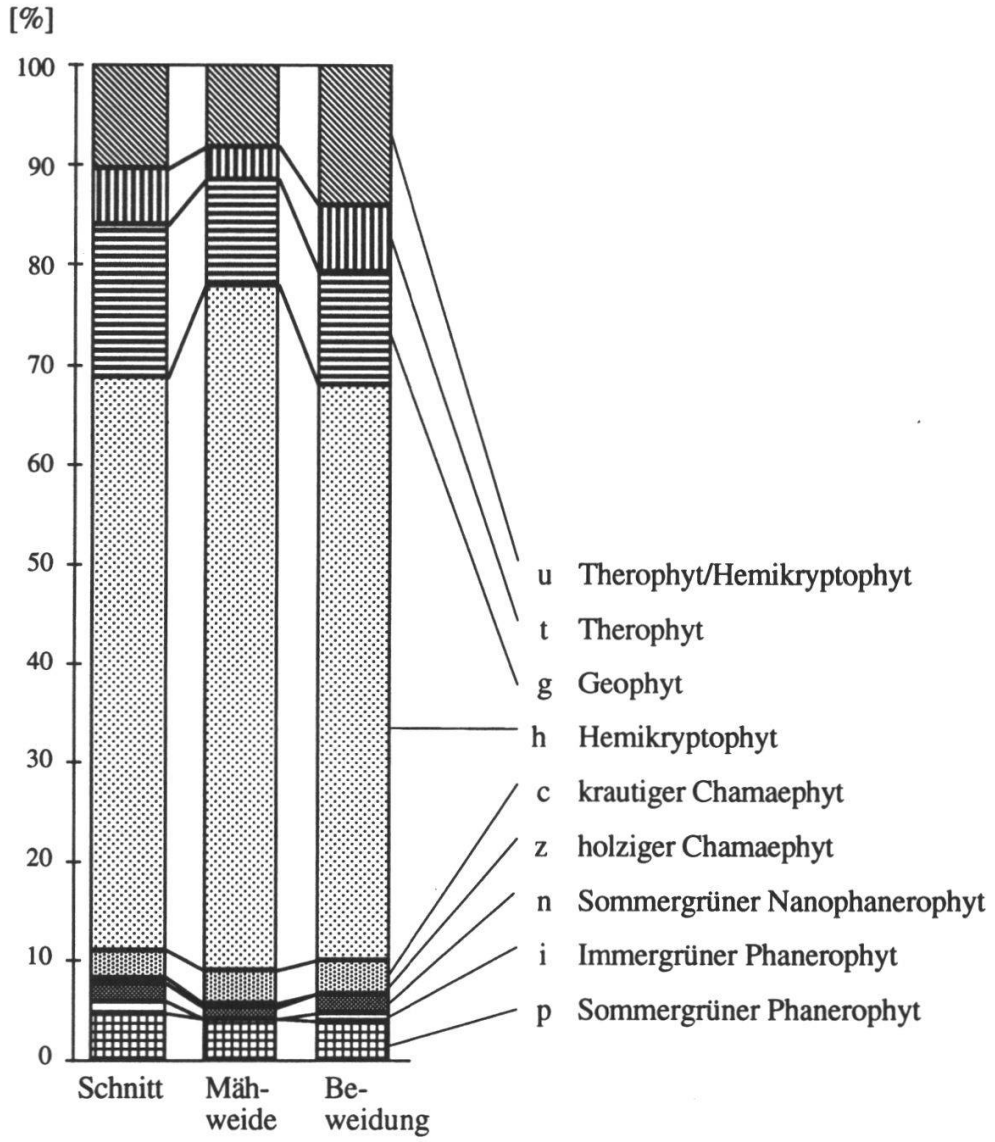


Fig. 20. Einfluss der Bewirtschaftung auf die Wuchsform der Pflanzen (nach LANDOLT 1977).
Influence of the management type to the growth form of plants (after LANDOLT 1977).

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*

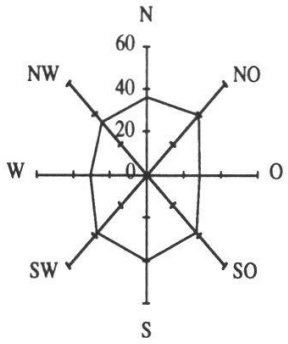
	F	R	N	D	L	T	K	Anzahl Untersuchungsflächen
Schnitt	2.92	3.14	3.34	4.10	**3.44**	3.33	2.85	143
Mähweide	2.86	3.16	3.34	4.18	3.59	3.28	2.89	27
Beweidung	2.90	3.13	**3.42**	4.11	3.57	3.33	2.88	71

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**

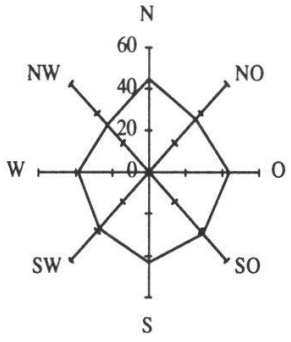


Fig. 21. Reaktion der Artenvielfalt auf die Expositionsachsen Nord-Süd (N-S) und West-Ost (W-O) bei unterschiedlicher Bewirtschaftung: Schnitt, Beweidung.
Influence of aspect (exposition axes North-South and West-Eest) on the number of species under two different management types: mowing and grazing.

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-

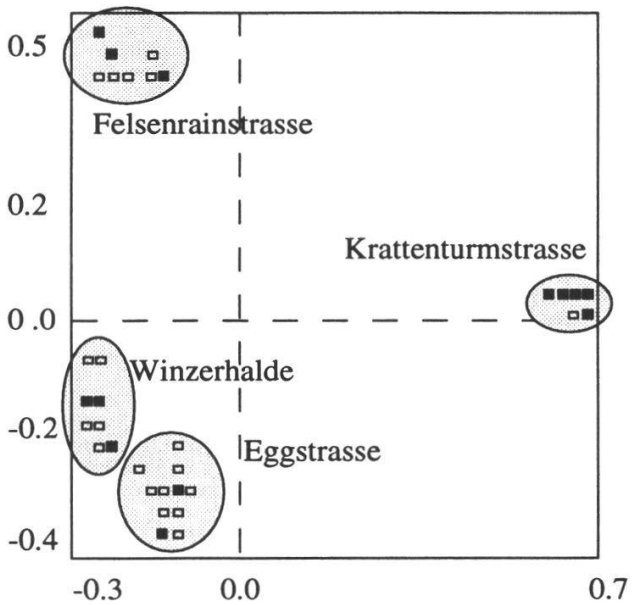


Fig. 22. Ordination der Vegetationsaufnahmen der vier Dauerflächen – *Ordination of relevés of the four permanent plots*: Felsenrainstrasse, Eggstrasse, Winzerhalde und Krattenturmstrasse.

□ Einzelner Ordinationspunkt – *one single ordination point*

■ mehrere sich überdeckende Ordinationspunkte – *overlapping ordination points*

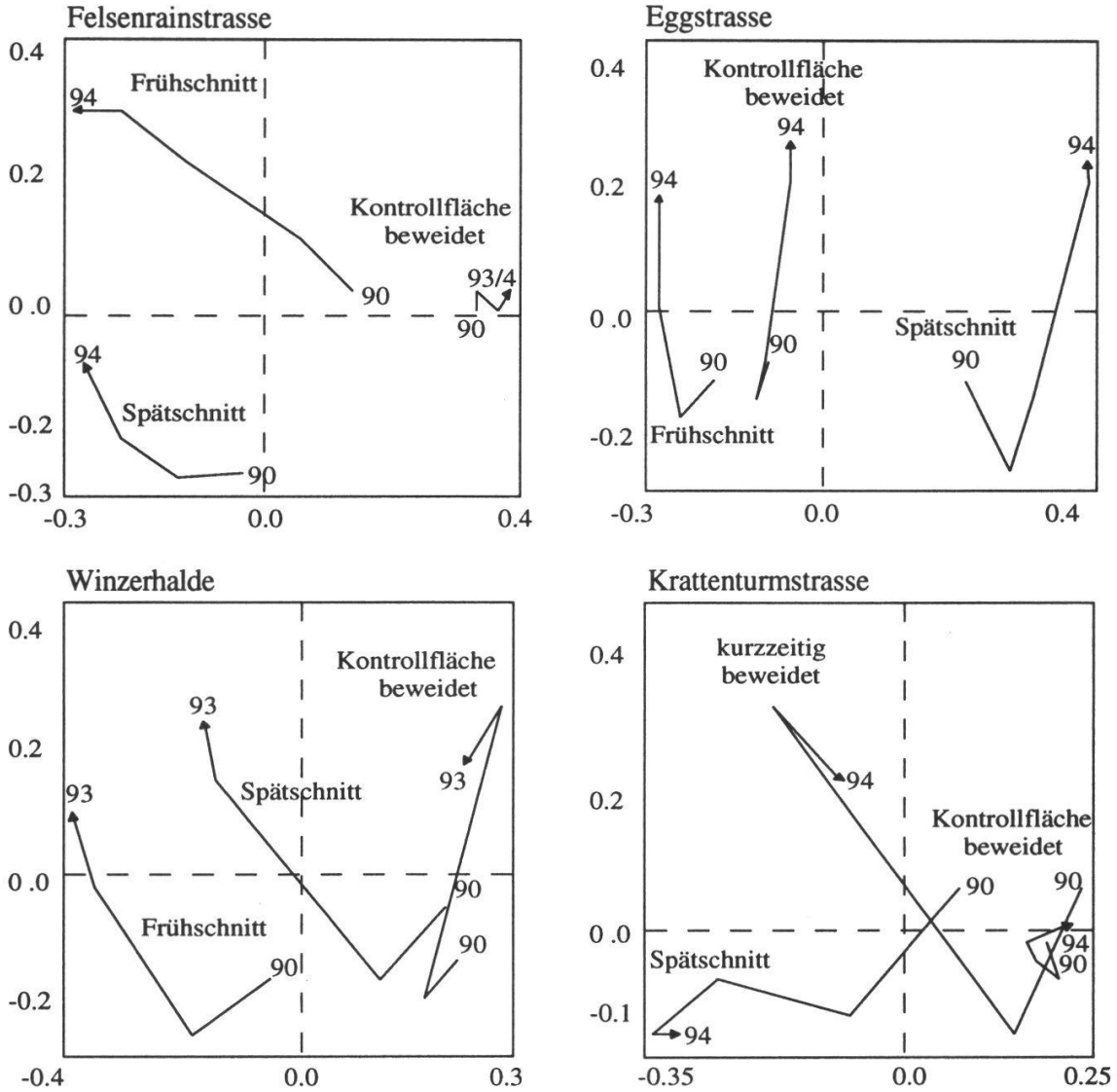


Fig. 23. Ordination der Vegetationsaufnahmen der Dauerflächen Felsenrainstrasse, Eggstrasse, Winzerhalde und Krattenturmstrasse. Vegetationsentwicklung von 1990 bis 1994 (Winzerhalde bis 1993).
Ordination of relevés of the four permanent plots: Felsenrainstrasse, Eggstrasse, Winzerhalde und Krattenturmstrasse.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

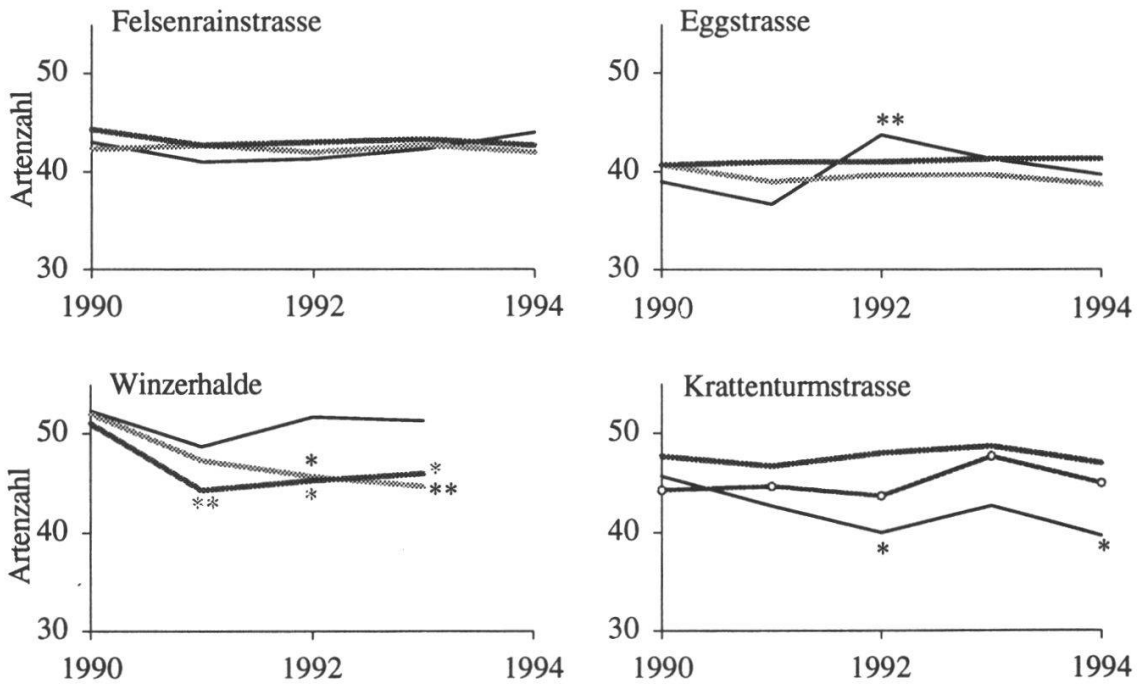


Fig. 24. Entwicklung der durchschnittlichen Artenzahl pro Fläche (n=3 Teilflächen).
Unterschied zum Ausgangszustand: * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$
Development of the mean number of species per plot (n=3)
*Difference to the start point: * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$*

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.

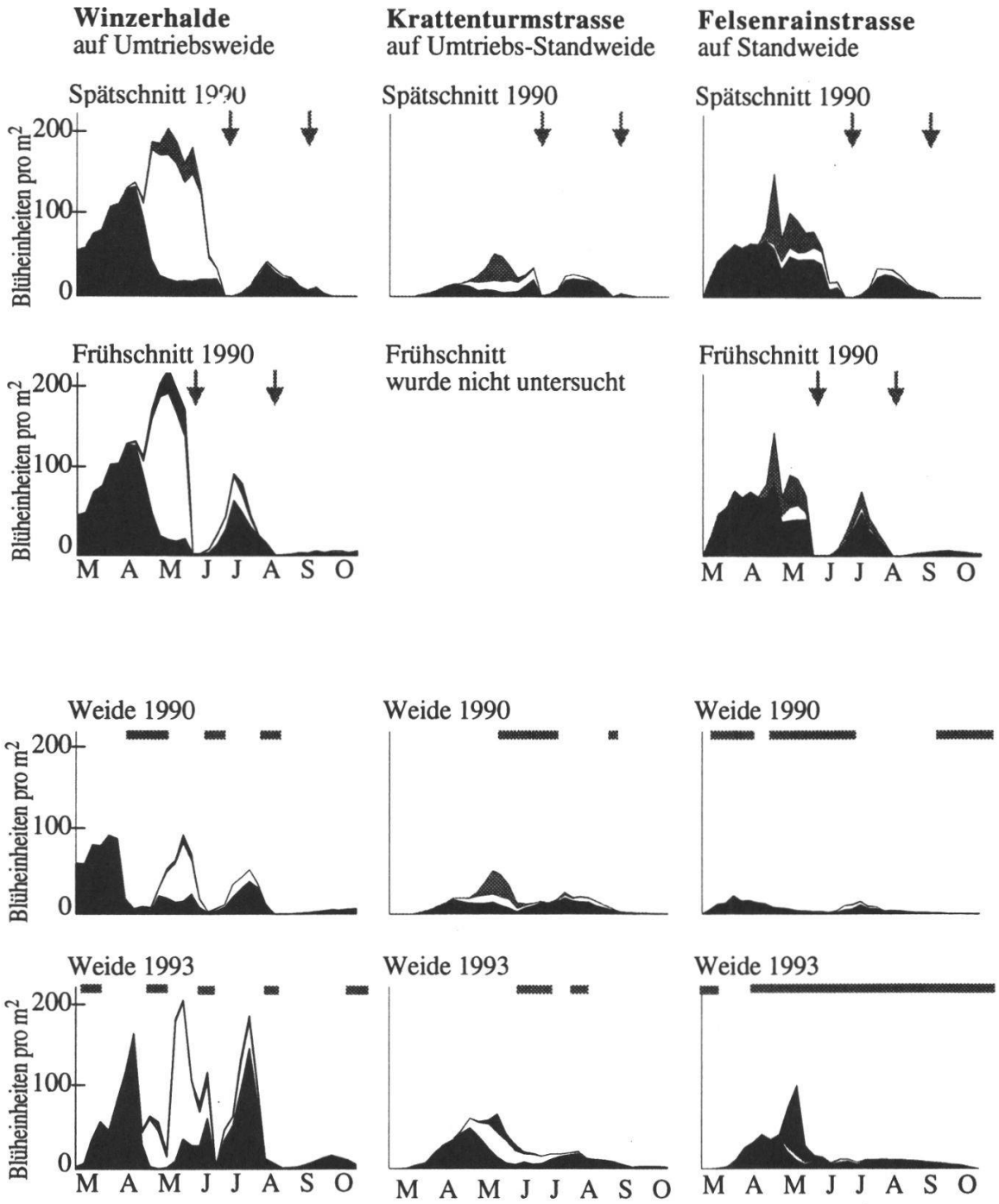


Fig. 25. Veränderung der Dominanzstruktur der Blühintensität im Jahresverlauf (März bis Oktober) auf den Dauerflächen Winzerhalde, Krattenturmstrasse und Felsenrainstrasse. Vergleich zwischen Bewirtschaftungsvarianten sowie Vergleich der Jahre 1990 und 1993 unter Schafbeweidung.

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*

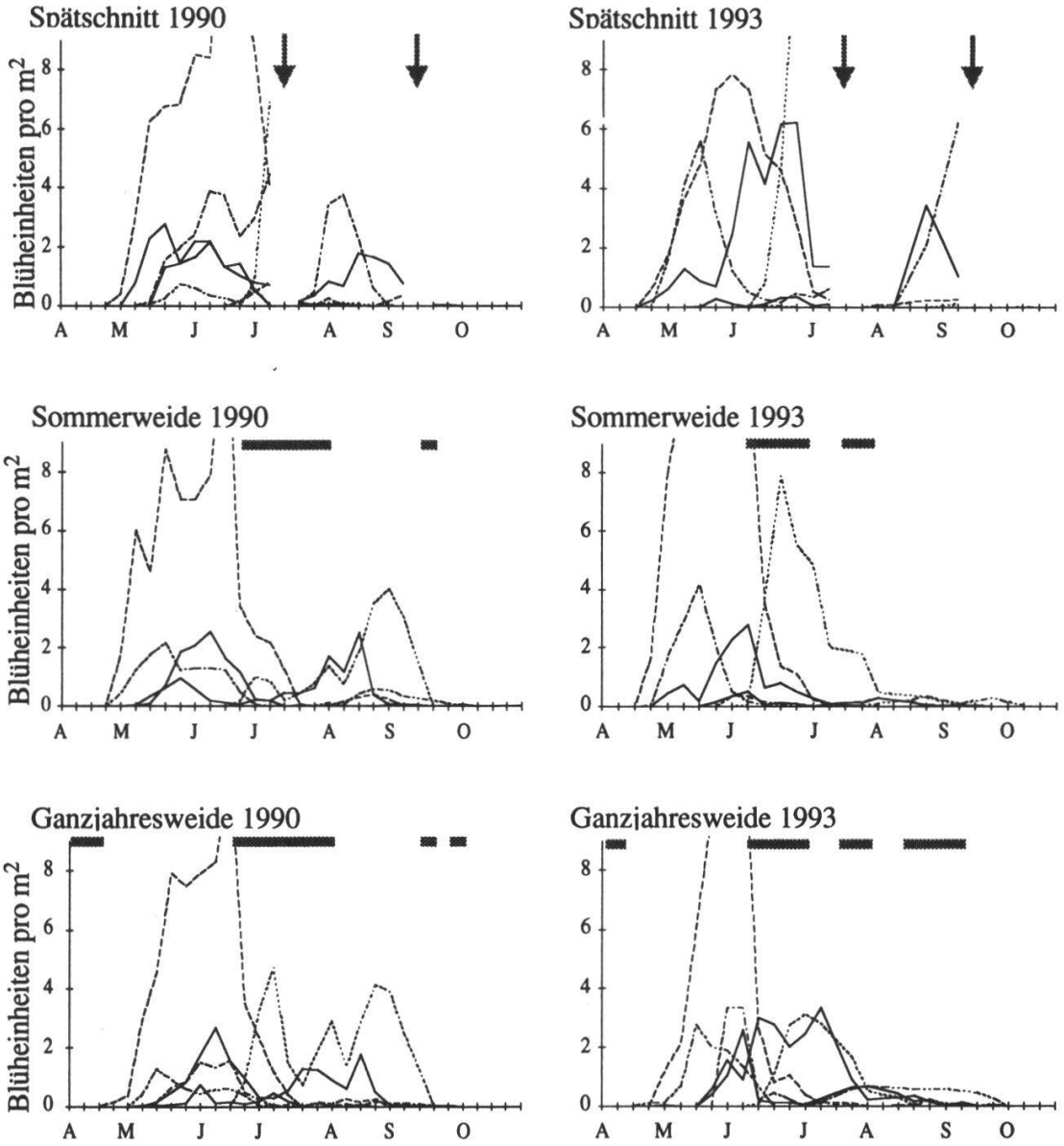


Fig. 26. Veränderung der Dominanzstruktur der Blühintensität der Leguminosen (*Fabaceae*) im Jahresverlauf (April bis Oktober) auf den Dauerflächen Krattenturmstrasse. Vergleich der Bewirtschaftungsvarianten von 1990 und 1993.
Development of the dominant-structure of flowering legums (Fabaceae) covering 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

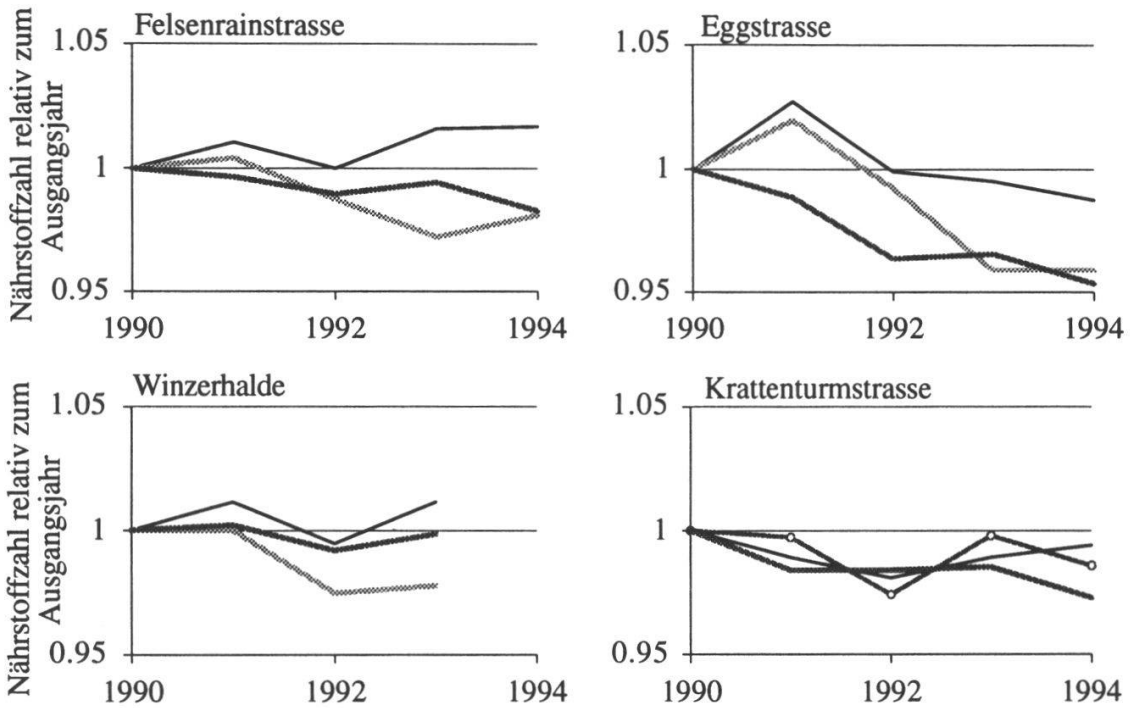


Fig. 27. Entwicklung der gewichteten und gemittelten Nährstoffzahl (LANDOLT 1977) relativ zum Ausgangszustand von 1990.
Development of weighed average of "Zeigerwerte" of nutrients (after LANDOLT 1977) related to the starting position in 1990.

——— 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.

5 DISKUSSION

5.1 PFLANZENSOZIOLOGISCHE GLIEDERUNG DER WIESEN UND WEIDEN ZÜRICHS

Pflanzensoziologische Gliederung und Syntaxonomie

Die Bearbeitung der Aufnahmen dieses Gebietes mit den klassischen Methoden des Charakterarten-Prinzips (BRAUN-BLANQUET 1964) oder des Artengruppen-Prinzips (SCAMONI *et al.* 1965) wäre neuen Erkenntnissen nicht gerecht geworden. Denn das Prinzip der Artengruppen setzt voraus, dass der Aussagewert der einzelnen Gruppen beständig und unveränderlich ist. In Anbetracht der jüngsten Erkenntnisse über chaotische Ereignisse (KLÖTZLI 1995) in Wald- und Grünlandgesellschaften ist dieses Prinzip grundsätzlich heikel in der Anwendung. KLÖTZLI & ZIELINSKA (1995) geht davon aus, dass beispielsweise in Wiesengesellschaften sogenannte "Arten-Wolken" vorüberziehen, d.h. stark fluktuierende, sporadisch auftretende Arten oder nicht voraussehbare Schwankungen dieser Arten in den einzelnen Vegetationseinheiten zu erwarten sind. Besonders problematisch wird dies, wenn Charakter- oder Trennarten von solchen chaotischen Fluktuationen betroffen sind.

Es ist anzunehmen, dass die starken, schwer eingrenzbaren anthropogenen Einflüsse, welche auf die Grünflächen der Stadt Zürich wirken, das Vorüberziehen von solchen "Arten-Wolken" eher fördern denn hindern. Deshalb erfolgt die Gliederung der in dieser Arbeit beschriebenen Pflanzengesellschaften wie auch ihre syntaxonomische Zuordnung in erster Linie nicht über das System der Trenn- und Charakterarten sondern mittels multivariater Statistik nach WILDI und ORLOCI (1983) bzw. WILDI (1986). Diese auf Ähnlichkeitsdistanzen beruhenden Methoden scheinen zwar nach wie vor noch nicht für alle Vegetationstypen geeignet zu sein. FREY (1992) wies dies insbesondere für Waldgesellschaften nach. Doch gelingen gerade Klassifikationen von Grünlandvegetationen mittels multivariater Statistik besonders gut (LOSVIK 1993, GRABHERR 1985), so dass die Vorteile dieser Methodik zum Tragen kommen können (DIERSCHKE 1994) :

- Schnelle Bearbeitung grosser Datensätze
- Reproduzierbare Auswertungsmethoden und Ergebnisse
- Unvoreingenommene, gleichwertige Behandlung aller Arten
- Vielfältige Auswertungsmöglichkeiten multivariater Daten (Aufnahmen)
- Möglichkeiten zur Herausarbeitung von Trends und Strukturen

- Rasche und überschaubare Darstellung komplexer Zusammenhänge
- Bildung und Überprüfung von Hypothesen

Für die Vegetationseinheiten des untersuchten Gebietes kann in Anlehnung an OBERDORFER (1993) sowie z.T. auch SCHNEIDER (1954) und ZOLLER (1954) die unten aufgeführte syntaxonomische Einteilung vorgeschlagen werden. Sie enthält neben Übergangsformen (*) auch Vorschläge zur Einteilung und Benennung der vorhandenen urban-beeinflussten Einheiten (**):

Festuco-Brometea Br.-Bl. et Tx. 43
  Brometalia erecti Br.-Bl. 36
    Mesobromion erecti (Br.-Bl. et Moor 38) Knapp 42 ex Oberd. (50) 57
      Mesobrometum Br.-Bl. ap. Scherr. 25
        Dauco-Salvio-Mesobrometum Zoller 54

Trifolio-Geranietea sanguinei Th. Müller 61
  Origanetalia vulgaris Th. Müller 61
    Trifolion medii Th. Müller 61
      Trifolio-Agrimonietum eupatoriae Th. Müller (61) 62
        - Übergangsform zum Mesobrometum *)

Molinio-Arrhenatheretea Tx. 37
  Arrhenatheretalia Pawl. 28
    Arrhenatherion W.Koch 26
      Arrhenatheretum elatioris Br.-Bl. ex Scherr. 1925
        - *Salvia pratensis* Subass. Schneider 54, trockenheitsertragende *Trifolium dubium*-Form **)
        - *Lysimachia nummularia*, Subass. typische Ausbildung Schneider 54
        - *Lysimachia nummularia*, Subass. Übergang zur urbanen *Primula vulgaris*-Form **)
        - *Lysimachia nummularia* Subass. urbane *Primula vulgaris*-Form **)
    Cynosurion Tx. 47
      Lolio-Cynosuretum Br.-Bl. et De L. 36 n. inv. Tx 37
        - planar-submontane *Crepis capillaris*-Form
        - planar-submontane *Crepis capillaris*-Form, Übergang zum Arrhenatheretum elatioris *)
      Festuco-Cynosuretum Tx. 40
        - planar-submontane *Crepis capillaris*-Form, Übergang zum Mesobrometum *)

Glatthaferwiesen im weiteren Sinne gelten in Mitteleuropa als fester Bestandteil der grossstädtischen Vegetation (SCHULTE *et al.* 1989). So erstaunt es

nicht, dass auch im untersuchten Gebiet der weitaus grösste Teil der Vegetationsaufnahmen dem Arrhenatheretum elatioris Br.-Bl. ex Scherr. 1925 zugeordnet werden kann. Die drei Ausbildungen der Feuchten Glatthaferwiesen (G, GÜ und GF) wurden mittels entsprechenden Ordinationsmethoden zweifelsfrei als Arrhenatheretum elatioris *Lysimachia nummularia* Subass. (SCHNEIDER 1954) erkannt. Sie unterscheiden sich lediglich in ihrer Ausbildung: Es wird zwischen einer typischen Form, einer urbanen *Primula vulgaris*-Form sowie einer dazwischenliegenden Übergangsausbildung unterschieden.

Zwei der drei Weiden-Ausbildungen (WH und W) können ebenso problemlos als Lolio-Cynosuretum Tx. 37 planar-submontane *Crepis capillaris*-Form (OBERDORFER 1993) beschrieben werden. Aufgrund ihrer - je nach Ordinationsvariante - wechselnden Zugehörigkeit wurde die Aufnahmegruppe WÜ als Übergangsausbildung zwischen Tieflagen-Fettweide und der Feuchten Glatthaferwiese bezeichnet.
OBERDORFER (1993) beschreibt den Cynosurion Tx. 47 -Verband als wenig scharf umrissen. Nur wenige Pflanzen, wie *Lolium perenne, Phleum pratense* oder *Leontodon autumnalis* sind genug deutlich angereichert, dass sie als schwache Verbandscharakterarten bezeichnet werden können. Die Abgrenzung wird um so schwieriger, je mehr man sich dem Süden Europas nähert. OBERDORFER schlägt aber aus praktischen Überlegungen und Gründen der Tradition vor, an der Einteilung festzuhalten. Es darf demzufolge nicht erstaunen, dass auch im Untersuchungsgebiet grosse Teile der als Tieflagen-Fettweide bezeichneten Flächen geschnitten und nicht beweidet werden.

Die Vegetationseinheiten der sehr mageren Standorte TW und T könnten aufgrund der Ordinationen sowohl der Gedüngten Trespenwiese (Dauco-Salvio-Mesobrometum Zoller 54) als auch der Mager-Fettweide (Festuco-Cynosuretum Tx. 40 planar-submontane *Crepis capillaris*-Form) zugeordnet werden. Da es sich bei den untersuchten Flächen ausschliesslich um geschnittene Ausbildungen handelt, ist es naheliegend, sie zu deutsch als Möhren-Salbei-Trespenwiesen zu bezeichnen. Das durch ZOLLER (1954) beschriebene Dauco-Salvio-Mesobrometum wird jedoch als Assoziations-Begriff nicht mehr verwendet (OBERDORFER 1993). Daher wird vorgeschlagen die hier vorgefundenen Ausbildungen der Gedüngten Trespenwiesen dem Festuco-Cynosuretum Tx. 40, planar-submontane *Crepis capillaris*-Form (Übergang zu *Mesobrometum*) zuzuordnen. Das *Festuco-Cynosuretum* Tx. in Bük. 42 entwickelt

sich gemäss OBERDORFER (1993) auf von Natur aus armen Böden, welche entweder extensiv beweidet sind oder als wenig gepflegte Parkrasen dienen. Auf speziell mageren und trockenen Standorten leitet es zu den Brometalia über.

In zwei Fällen vermag die Ordination mit Vergleichsvegetationen lediglich Hinweise auf die Zuordnung zu Vegetationseinheiten liefern, nicht aber eine direkte Einteilung. Dies gilt einerseits für die Odermennigwiesen (siehe unten) und andererseits insbesondere für die Trespenreiche Glatthaferwiese (GT). Eine Analyse der für die Trespenreiche Glatthaferwiese bezeichnenden Trennarten (*Salvia pratensis, Ranunculus bulbosus, Bromus erectus* etc.) zeigt, dass sie dem Arrhenatheretum brometosum (OBERDORFER 1993) bzw. dem für Zürich ehemals typischen Arrhenatheretum elatioris Br.-Bl. ex Scherr. 1925 *Salvia pratensis* Subass. (BERG 1993) nahesteht. Weil sich jedoch die vorgefundene Trespenreiche Glatthaferwiese bei der durchgeführten Ordination deutlich vom Arrhenatheretum elatioris salvietosum Br.-Bl. ex Scherr. 1925 abgrenzt, wird vorgeschlagen, sie als eigenständige Ausbildung zu betrachten. Die Magerwiesenpflanzen (*Thymus pulegioides, Carex flacca, Sanguisorba minor, Leontodon hispidus* etc.) und die Pflanzen trockener Standorte (*Trifolium dubium, Barbula unguiculata, Silene vulgaris, Erigeron annuus, Homalothecium lutescens, Muscari racemosum* etc.) weisen untypisch hohe Stetigkeiten auf. Die Ausbildung könnte deshalb als Arrhenatheretum elatioris, *Salvia pratensis* Subass., trockenheitsertragende *Trifolium dubium*-Form bezeichnet werden.

Eine syntaxonomische Zuordnung der als Trespenreiche Odermennigwiese (OR, O) bezeichneten Einheit erwies sich als sehr heikel. Im Gegensatz zu den in gewissem Sinne nahe stehenden Wegrain-Wiesen (Tanaceto-Arrhenatheretum, FISCHER 1985) sind sie weniger nährstoffbeeinflusst, da in den meisten Fällen ein Biomasseentzug durch Heuernte stattfindet. Die in Zürich vorgefundene Einheit scheint dem Trifolio-Agrimonietum eupatoriae Th. Müller 61 nahezustehen. Den Zürcher Odermennigwiesen fehlen zwar weitgehend die Verbandskennart *Trifolium montanum*, die Assoziationskennart *Agrimonia eupatoria* zeichnet sich hingegen als hochstete Art aus. Dafür weisen sie starke Einflüsse der verarmten Glatthaferwiesen-Ausbildungen auf, welche OBERDORFER (1993) als von *Briza media* und *Pimpinella saxifraga* geprägtes, trockenes Arrhenatheretum bezeichnet hat. Im Sinne eines Diskussionsvorschlags wird deshalb postuliert, diese Gesellschaft entweder als Agrimonio-Mesobrometum ass. nov. zu bezeichnen, im Sinne eines Vertreters an-

thropogen beeinflusster, basimesophiler Trespenwiesen, oder etwas konservativer als Trifolio-Agrimonietum eupatoriae, Übergangsform zum *Mesobrometum*.
Das Trifolio-Agrimonietum eupatoriae Th. Müller 61 in seiner planar-submontanen Form kommt nach OBERDORFER (1993) vorwiegend als Saum des Galio-Carpinetum und des Carici-Fagetum vor. Es gilt als die Gesellschaft, die in aufgelassene Weinberge, Kalkäcker, trockene Glatthaferwiesen und Mesobrometen einwandert. Es ist weiter die Gesellschaft, die man am Rande der Gebüsch- und Wachholdergruppen auf den in deutschen Kalkgebieten weit verbreiteten Schafweiden des Gentiano-Koelerietum findet.

Bei zwei pflanzensoziologisch abseits stehenden Einzelaufnahmen (Aufn. 700 und Aufn. 703) wurde auf eine syntaxonomische Zuordnung verzichtet. Sie wurden als Nasse Spezialstandorte bezeichnet. Sie wären wohl am ehesten dem Molinietum zuzuordnen.

Umweltparameter und Standortseinflüsse

Die Grobklassifikation der Vegetationseinheiten (Trespenreiche Odermennigwiesen, Möhren-Salbei-Trespenwiesen, Trespenreiche Glatthaferwiesen, Feuchte Glatthaferwiesen, Fettweiden) lässt sich weitgehend vom Zusammenwirken von Nährstoffangebot, Bodenazidität und Feuchtigkeit ableiten. In Fig. 28 sind für das Nährstoffangebot sowohl analytische Ergebnisse wie auch die Nährstoffzeigerwerte miteinbezogen, für die Bodenacidität und die Feuchtigkeit nur die Zeigerwerte. Da die Bodenfeuchtigkeit grossen jahreszeitlichen Schwankungen unterworfen ist, wurde auf direkte Wassergehaltsbestimmungen verzichtet. Die Calciumgehalte und die mit ihnen eng korrelierten pH-Werte wurden zwar ermittelt, doch waren sie nur bedingt aussagekräftig. Die Calciumgehalte sind in der Stadt Zürich generell recht einheitlich und hoch. Die vorhanden kleinen Unterschiede der Pflanzenverfügbarkeit lassen sich durch die klassische Calciumgehaltsbestimmung von Bodenproben nicht ermitteln, da gemäss BEER (1995) die Bindung des Calciums an die entsprechenden Ionentauscher einer Fläche mit dem Sickerwasseraufkommen der Fläche korreliert ist. So lassen sich beispielsweise Umgebungseinflüsse wie Düngerzugaben von Thomasmehl durch die klassische Gehaltbestimmungs-Methode nicht immer nachweisen.
Die Unterteilung der Feuchten Glatthaferwiesen in die Ausbildung mit Gartenflüchtlingen bzw. die Übergangs- und mittlere Ausbildung ist mehrheitlich

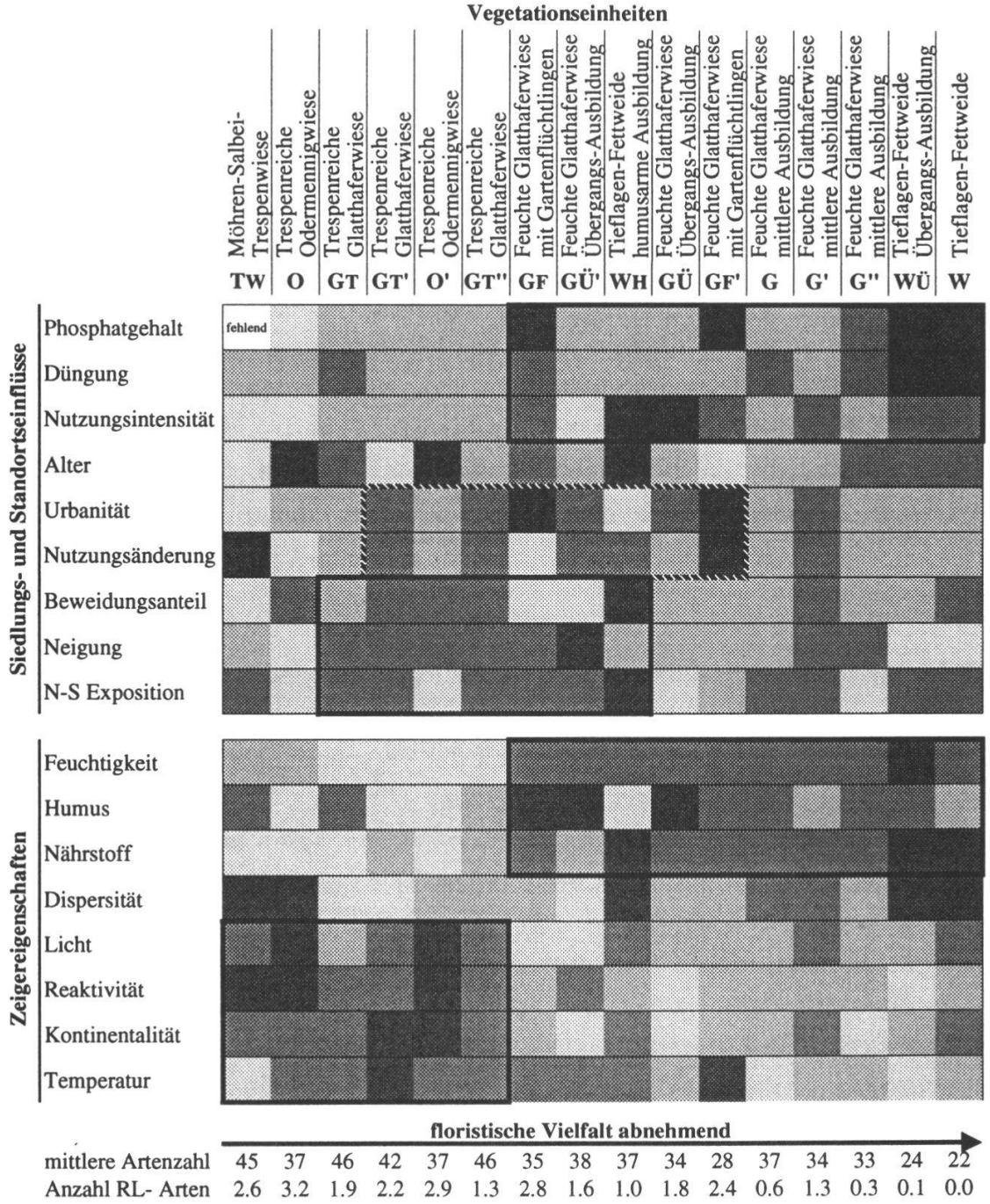


Fig. 28. Gesamtrangierung der Vegetationseinheiten aufgrund von Rote-Liste-Arten und mittlerer Artenzahl (floristische Vielfalt). Einfluss von Phosphatgehalt, Düngung, Nutzungsintensität, Alter, Urbanität, Nutzungsänderung, Beweidung, Neigung und Exposition auf die Vegetation und ihre Zeigereigenschaften (alle Werte normalisiert, vgl. Kap. 3.1.3). *Ranking of vegetation units along the number of species and the number of species of the Red-List. Influence of phosphate supply, fertilisation, intensity of management, age, urbanity, change of management, grazing, slope and exposition to vegetation and its characteristic of "Zeigerwerte" (all values are nomalized, see 3.1.3)*

$x' < -1$ $-1 \leq x' < 0$ sehr niedriger oder niedriger Wert –*very little or little value*

$0 \leq x' \leq 1$ $x' > 1$ hoher oder sehr hoher Wert – *high or very high value*

den Siedlungseinflüssen zuzuschreiben. So sind hier Urbanität, Nutzungsänderung oder Alter die entscheidenden Faktoren (Tab. 17). Interessant ist dabei, dass die städtisch beeinflussten Vegetationstypen durch auffällig hohe floristische Vielfalt (Fig. 27) hervorstechen (Definition der floristischen Vielfalt vgl. Kap. 3.1.3). ANDRES (in Vorb.) konnte ähnliche Verhältnisse bei den Parkrasen der Stadt Zürich nachweisen.
Als Pflanzengesellschaften mit höchster floristischen Vielfalt zeichneten sich die Gedüngten Trespenwiesen, die Trespenreichen Odermennigwiesen und die Trespenreichen Glatthaferwiesen aus. Lichtzeigende, basiphile, wärmebedürftige und den Temperaturextremen angepasste Arten treten gehäuft auf (Fig. 28). Pflanzengesellschaften mit mässiger bis geringer floristischer Vielfalt umfassen alle Ausbildungen der Feuchten Glatthaferwiesen sowie die Tiefland-Fettweiden. Sie weisen Zeigerwerte auf, die auf frische bis feuchte Bodenverhältnisse, hohen Humusgehalt und gute Nährstoffversorgung schliessen lassen.

Eine floristisch vielfältige Gruppe bildet sich um steile, meist Nord- bzw. Süd- exponierte Vegetationseinheiten, welche vielfach beweidet sind (Fig. 28). Darunter findet man hauptsächlich die Trespenreichen Glatthaferwiesen und die humusarmen Tieflagen-Fettweiden.
Die Vegetationseinheiten mit den ältesten Wiesen waren im allgemeinen floristisch recht vielfältig: durchschnittlich ca. 37 Arten und davon 1 bzw. 3 Rote-Liste-Arten pro Fläche (Fig. 28). Eine ähnlich hohe floristische Vielfalt wiesen, vielleicht etwas überraschend, auch die jüngsten Wiesen auf. Dies kann einerseits darauf zurückgeführt werden, dass die jungen Wiesen noch vermehrt vom Zufall geprägt sind. Die unter den gegebenen Bedingungen konkurrenzkräftigsten Arten haben sich allenfalls noch nicht etabliert (GILGEN 1994). Andererseits zeigt auch die seit einigen Jahren übliche Praxis der Ansaat artenreicher Wiesenmischungen oder die Schnittgutübertragung ermutigende Resultate (VOSER 1985).

5.2 DIE STADT ALS REFUGIUM SELTENER PFLANZEN UND PFLANZENGESELLSCHAFTEN

Die im Untersuchungsgebiet vorgefundenen Glatthaferwiesen können fast alle als untypisch bezeichnet werden. Entweder werden sie nicht mehr in ihrer

ursprünglichen Form bewirtschaftet sondern gartentechnisch gepflegt oder sie wurden derart intensiviert, dass sie den Fettweiden nahe stehen. Unter gartentechnisch gepflegten Wiesen wird eine meist zweimalige Mahd ohne Düngung verstanden. Nicht wenige von dieser sogenannten gartentechnisch gepflegten Wiesen sind auf Flächen ehemaliger Rebberge oder extensivierter Parkrasen zu finden. Dieser Typ Glatthaferwiesen hat oft einen grossen Anteil Ruderalarten. Auf das Ruderalarten-Phänomen hat ASMUS (1990) bei einer entsprechenden Glatthaferwiese in Berlin hingewiesen.
Die stark intensivierten Arrhenathereten sind nicht mehr als solche zu erkennen, sondern gehören bereits zu den Lolio-Cynosureten. Ihre Artenzahl sank von ehemals rund 35 Arten pro Aufnahme auf lediglich 20 bis 25 Arten (Fig. 28). Diese Zahl entspricht der in KLOTZ (1992) erwähnten 19.6 Arten pro Aufnahme für die Wiesen des Arrhenatherion elatioris (inklusive Park- und Zierrasen) grösserer deutscher Städte entsprechen.

Immer wieder haben Autoren (RUTHSATZ & OTTE 1987, BRANDES 1989, MEDERAKE & SCHMIDT 1989, BERG 1993) auf ruderale Wiesen hingewiesen, welche die Strassen und Wege ausserhalb von Städten begleiten. Je nach Ausbildung wurden sie beispielsweise als Arrhenatheretum tanacetosum (Wegrain-Glatthaferwiese, KNAPP 1963 zit. in FISCHER 1985) oder als Tanaceto-Arrhenatheretum (Ruderale Wiese, FISCHER 1985) beschrieben. Die mit den genannten Pflanzengesellschaften im Gebiet am ehesten vergleichbaren ruderalen Wiesen (Trespenreiche Odermennigwiesen) konnten als Trifolio-Agrimonietum eupatoriae, Übergangsform zum Arrhenatheretum elatioris, Salvia pratensis Subass., beschrieben werden und sind vorwiegend auf den Allmenden anzutreffen. Die Strassenbegleitflächen der Stadt Zürich sind jedoch mit den oben erwähnten ruderalen Wiesen nicht zu vergleichen. Sie treten nicht als eigene Vegetationseinheit in Erscheinung, sondern verteilen sich auf alle unterschiedenen Ausbildungen des Arrhenatheretum elatioris.
BRANDES (1988) stuft die Bedeutung der Strassenränder als Refugien für Arten der Roten Liste als relativ gering ein. Er weist darauf hin, dass – von den Grünland-Arten abgesehen – lediglich wenige Arten wie beispielsweise *Geranium pratense* zur Erhaltung seiner derzeitigen Populationen auf ihre Existenz angewiesen ist. Im Gegensatz zu Deutschland werden strassenbegleitende Wiesen und Rasen in der Stadt Zürich kaum geduldet und gefördert. So konnte für die Stadt Zürich nicht eine einzige typische Strassenbegleitflora beschrieben werden. Die Bedeutung der Strassenränder müsste folglich für Zürich als noch geringer eingestuft werden. Es gilt aber darauf hinzuweisen,

dass die wenigen begrünten Strassenränder oft etliche Arten der Roten Liste des östlichen Mittellandes wie *Salvia pratensis* oder *Primula vulgaris* beherbergen. Zwar sind diese Arten nicht ausschliesslich auf die Strassenbegleitflächen angewiesen, aber immerhin mitunter.
Eine für diese Arbeit interessante Studie führten BERG & MAHN (1990) durch. Sie verglichen die nach ungefähr 30 Jahren wiederholten Vegetationsaufnahmen von Glatthaferwiesen an Strassenrändern des Raumes Halle. So konnten sie die in der Zwischenzeit stattgefundenen anthropogenen Veränderungen der strassenbegleitenden Vegetation an konkreten Beispielen belegen. In der Stadt Zürich konnte ebenfalls ein Vergleich von Vegetationsaufnahmen der vorliegenden Arbeit mit einigen 40-jährigen Aufnahmen (SCHNEIDER 1954) durchgeführt werden. Leider war keine direkte Gegenüberstellung dieser Aufnahmen möglich, da aufgrund ungenügender Umgebungsbeschreibung die Aufnahmeorte von SCHNEIDER (1954) kaum mehr eruierbar waren. Sowohl in Halle als auch in Zürich wurde ein Rückgang der Wiesenarten (9 Arten in Zürich, 13 in Halle) mit gleichzeitiger Zunahme der Ruderalarten (9 Arten in Zürich, 8 in Halle) festgestellt. Überraschenderweise haben aber im Gebiet auch 12 Waldarten zugenommen, nur eine Art (*Primula elatior*) ging wesentlich zurück. Dieser geringe Verlust und die gleichzeitige deutliche Zunahme etlicher Arten steht im scheinbaren Widerspruch mit Erfahrungen aus Berlin (KUNICK 1990), wo Waldpflanzen auf dem Stadtgebiet aufgrund des Rückgangs nährstoffarmer und saurer Bodenbedingungen zurückgingen. In Zürich, wo die Böden von Natur aus kalk- und mässig nährstoffreich sind (vorwiegend Braun- und Parabraunerden), wirken sich offensichtlich die siedlungsbedingten Veränderungen der Standortsverhältnisse auf die Waldpflanzen weniger einschneidend aus. Bereits WITTIG *et al.* (1985) wies darauf hin, dass es neben bekannten urbanophoben Waldarten auch mässig urbanophile bzw. urbanoneutrale gibt. Es handelt sich dabei vielfach um windverbreitende Ubiquisten, welche wärmebedürftig und weder auf nährstoffarme noch saure Bodenbedingungen angewiesen sind. Mit der vorliegenden Arbeit kann diese Beobachtung bestätigt werden. Deutlich zugenommen haben beispielsweise *Brachypodium silvaticum, Carex silvatica* sowie die Keimlinge von *Acer pseudoplatanus* und *Fraxinus excelsior*. Daneben konnten sich einige Waldgeophyten dank gärtnerischer Pflanzungen im Grünland der Stadt Zürich ausdehnen.

LANDOLT (1991b) erwähnte, dass die früher sehr verbreiteten Standorte magerer Wiesen seit etwa 1950 fast völlig verschwunden sind. Diese Arbeit wies

nun nach, dass sich die Trespenreichen Odermennigwiesen und Gedüngten Trespenwiesen wirklich lediglich an wenigen Orten finden lassen: beispielsweise in Naturschutzgebieten am Stadtrand, auf Allmenden, auf vereinzelten Quartierwiesen und neuerdings auch auf Friedhöfen (Fig. 15). So verwundert es nicht, dass LANDOLT (1992) feststellte, dass die Liste der ausgestorbenen und seltenen Arten in mageren Wiesen besonders gross ist. Etwa 100 Arten mit Hauptverbreitung in mageren Wiesen kamen zur Zeit von KÖLLIKER (1839) in Zürich vor. 25 Arten sind seither ausgestorben und 34 stark zurückgegangen. Eine ähnliche Entwicklung wurde auch in deutschen Städten beobachtet; ausführlich dokumentierte dies GUTTE (1990) für Leipzig.
Es stellt sich nun die Frage, wie es sich mit dem Verlust von Arten auf den nach wie vor in grosser Zahl vorhandenen Fettwiesen verhält. ZOLLER *et al.* (1983) überprüfte diesbezüglich für die Region Basel 12 ehemals häufige Arten der Glatthaferwiesen (Arrhenatheretum elatioris) und der Möhren-Salbei-Trespenwiese (Dauco-Salvio-Mesobrometum). Er musste feststellen, dass nur drei Arten (*Arrhenatherum elatius, Crepis biennis* und *Vicia sepium*) immer noch häufig sind. Die andern neun haben in dieser Region unterschiedlich starke Einbussen erlitten. *Arrhenatherum elatius* und *Vicia sepium* sind auch in der Stadt Zürich aufgrund der durchgeführten Untersuchungen noch immer als häufig zu bezeichnen. Die Verbreitung der Zaunwicke wurde zwar von LANDOLT (1992) etwas pessimistischer eingeschätzt. *Crepis biennis* hingegen ist nicht mehr häufig; die Art weist sogar in den nährstoffreicheren Glatthaferwiesen lediglich eine Stetigkeit von knapp 17 % auf (Tab. 10). *Chaerophyllum silvestre, Chrysanthemum leucanthemum, Knautia arvensis, Silene dioeca, Silene flos-cuculi* und *Tragopogon orientalis* haben zum Teil gravierende Einbussen in ihrer Verbreitung erlitten (Tab. 11). Schon LANDOLT (1992) verwies auf das fast vollständige Verschwinden von *Tragopogon orientalis* hin, der bei KÖLLIKER (1839) noch als gemein angegeben wird. In der Region Basel ging der Bocksbart zwar auch stark zurück, war aber immerhin noch etwas häufiger als in der Stadt Zürich anzutreffen. Bezüglich der Entwicklung von *Onobrychis vicifolia* muss auf den oben diskutierten Verlust der Trespenwiesen hingewiesen werden, mit denen diese Art eng gekoppelt ist. Sie scheint den Ersatzstandort der eher mageren urbanen Formen der Glatthaferwiesen nicht ausnützen zu können. Ganz im Gegensatz dazu fanden *Salvia pratensis* und *Lotus corniculatus* in den urbanen Formen der Glatthaferwiesen einen Ersatzstandort. Auch ZOLLER *et al.* (1983) verwies darauf, dass sich *Salvia pratensis* auf trockenen, ruderaleren Strassenböschungen besser ausbreiten kann als beispielsweise *Tragopogon orientalis*,

da ihr die etwas lückigen Grasnarben gut zusagen. Er verwies aber auch auf den auffallend geringen Deckungsgrad dieser Art pro Fläche: vor dem 2. Weltkrieg 12 – 25 % und heute 4 %. Im Gebiet ist der Deckungsgrad pro Fläche meist über 5 %, gleichzeitig scheint der Rückgang der Art gestoppt zu sein. Die weite Verbreitung von *Lotus corniculatus* in fast allen Ausbildungen der Arrhenathereten darf als eigentliche Überraschung gewertet werden. Die Art eroberte sogar die Ausbildungen der Feuchten Glatthaferwiesen, wo sie früher gemäss SCHNEIDER (1954) noch nicht zu finden war. ZOLLER *et al.* (1983) beschrieb für die Region Basel einen leichten Rückgang von *Lotus corniculatus*. Er führte dies auf die sehr dichte und hohe Grasnarbe der Wiesen und den viel häufigeren Schnitt der Rasen zurück. Sogar LANDOLT (1992) hat den Hornklee als "sich im Rückgang befindend" bezeichnet.
Trotz der erfreulichen Beobachtung, dass *Salvia pratensis* und *Lotus corniculatus* die urbanen Ausbildungen der Arrhenathereten als Ersatzstandorte erobert haben, muss wiederholt werden, dass die mässig nährstoffreichen Wiesen, die ins Arrhenatherion gehören, am Stadtrand den intensiv genutzten artenarmen Fettwiesen, Kunstwiesen und Umtriebsweiden Platz machen mussten (ZOLLER *et al.* 1983, LANDOLT 1991b). Damit sind auch in der Stadt Zürich einige noch vor 50 Jahren verbreitete Arten nicht mehr vorhanden, einige andere sind nur auf Waldränder bzw. alte Gärten und Parkanlagen beschränkt. Neben den bereits erwähnten Arten fallen folgende durch ihren Rückgang besonders auf: *Alchemilla xanthochlora, Campanula patula, Carum carvi, Centaurea jacea, Colchicum autumnale, Leontodon autumnalis, Picris hieracioides, Pimpinella major* und *Primula elatior.*

Die Entwicklung von drei, in LANDOLT (1992) erwähnten Arten, die seit KÖLLIKER (1839) bzw. SCHERRER (1925) und SCHNEIDER (1954) auf Arrhenathereten stark zugenommen haben, wurde nachgeprüft: *Alopecurus pratensis, Festuca arundinacea* und *Trifolium dubium.* Alle kamen früher in feuchten Wiesen vor, galten aber als nicht häufig. Während *Festuca arundinacea* sich in allen Wiesen des Arrhenatherion stark ausgebreitet hat, dominiert *Alopecurus pratensis* heute in Fettweiden und *Trifolium dubium* eroberte vor allem die eher trockeneren Trespenreichen Glatthaferwiesen oder Parkrasen (vgl. ANDRES in Vorb.).
Nicht wenige Frühlingsblüher, die in Gärten angepflanzt werden, konnten sich in den letzten Jahren in Wiesen ausbreiten: *Allium paradoxum, Chionodoxa luciliae, Crocus tommasinianus, Eranthis hiemalis, Galanthus nivalis, Helleborus orientalis, Leucojum vernum, Primula vulgaris, Viola alba* und

Scilla-Arten, bis zu einem gewissen Grade sogar *Narcissus pseudonarcissus*. LANDOLT (1993) sieht die Gründe für die Ausbreitung dieser Gruppe von frühblühenden Wald- und Gebirgsgeophyten bei den relativ günstigen Lichtbedingungen im Frühjahr auf Parkrasen sowie bei den genetisch vielfältigen Populationen, welche sich aus den anhaltenden Neupflanzungen ergeben. Schliesslich erwähnt LANDOLT (1995) die warmen Bedingungen in der Stadt, die für einzelne Arten (*Primula vulgaris, Galanthus nivalis, Eranthis hiemalis*) förderlich sind. Aufgrund der Resultate dieser Arbeit kann zu den genannten Punkten ergänzend erwähnt werden, dass sich die eingewanderten Wald- und Gebirgsgeophyten nicht nur in Parkrasen und in parkrasenähnlichen Gesellschaften halten können, sondern auch in ein- bis zweischürigen Wiesen. Meist handelt es sich um Wiesen an Hängen von mässig nährstoffreicher und eher lückig ruderaler Ausbildung. Diese bieten den lichtbedürftigen Arten im frühen Frühjahr genügend Raum zur Entwicklung. DIETL (1982) beschrieb, dass insbesondere Geophyten mit unterirdischen Ausläufern sich dann stark ausbreiten können, wenn der Standort ziemlich trocken oder feucht ist oder die Intensität von Düngung und Nutzung den ökologischen Verhältnissen nicht angepasst ist. Auf mageren und trockenen Standorten können einige Arten sogar massenhaft auftreten.

Interessant ist, dass in Leipzig (GUTTE 1990), wo zwar die Frühlingsgeophyten *Scilla sibirica* als völlig eingebürgert und *Eranthis hiemalis* sowie *Chionodoxa luciliae* als mit Einbürgerungstendenz beschrieben werden, diese nur in Parkrasen und Gebüschsäumen auftreten; in Wiesen jedoch wurden sie nicht vorgefunden.

Andere Neophyten der Wiesen, die erst seit der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts allgemeine Verbreitung fanden, sind auch in Zürich bis anhin eher Parkrasenpflanzen geblieben. Von den ehemaligen Ackerunkräutern scheint sich vor allem *Cerastium glomeratum* in den Schafweiden auszubreiten, während *Sherardia arvensis* in Mähwiesen und Weiden kaum je anzutreffen ist. Das gleiche gilt für die Neophyten *Oxalis corniculata* und *Leontodon taraxacoides,* aber auch *Viola alba*, welche nur ausnahmsweise auf Schafweiden der Stadt zu finden sind. Ganz anders verhält sich *Veronica filiformis.* Sie wurde von MÜLLER (1989) als Kennart der Parkrasen für die meist niederschlagsreichen Gegenden Süd-, West-, und Ostdeutschlands beschrieben, da sie in keiner anderen Pflanzengesellschaft in dieser Häufigkeit und Regelmässigkeit auftrete. In der Stadt Zürich tritt *Veronica filiformis* jedoch ausser in den Magerwiesen in allen Wiesen- und Weidetypen mit sehr hoher Stetigkeit auf. Sie ist deshalb im Untersuchungsgebiet eher als charakteristisch für

Grünland in Siedlungen und siedlungsnahen Bereichen zu bezeichnen. Hinweise dazu finden sich auch in MÜLLER & SUKOPP (1993).
Ein Spezialfall Zürichs darf nicht unerwähnt bleiben. Nicht wenige Weiden und Mähwiesen entstanden auf ehemaligen Rebberghängen und sind meist der Trespenreichen Glatthaferwiese (Arrhenatheretum elatioris salvietosum) zuzurechnen. Sie beherbergen noch immer Arten wie *Muscari racemosum* oder *Allium vineale*, typische Arten der oft vor mehr als 50 Jahren aufgege-

Tab. 30. Überblick über Standorts- und Umweltparameter und ihre Einflüsse auf Vegetation, Artenzahl und Rote-Liste-Arten
- Siedlungswirkung (urbanophob: gemittelte Urbanitätszahl zwischen 1 und 2; urbanophil: gemittelte Urbanitätszahl zwischen 3 und 4), vgl. Kap. 3.1.2, Tab. 2
- Artenzahl pro Untersuchungsfläche (-: $\leq$30, o: 31 – 40, +: > 41)
- Anzahl Rote-Liste-Arten pro Untersuchungsfläche (-: $\leq$0.5, o: 0.5 – 1, +: > 1)
- Vegetationstyp nicht vorhanden: nv

Parameters of sites and the environment influencing vegetation, number of species and number of species of the Red-List
- *Average of Urbanity-numbers 1 and 2:* urbanophob
  Average of Urbanity-numbers 3 and 4: urbanophil
- *Number of species per plot* (-: $\leq$30, o: 31 – 40, +: > 41)
- *Number of species of the Red-List per plot* (-: $\leq$0.5, o: 0.5 – 1, +: > 1)
- *Vegetation-type not existing:* n.v.

Vegetationseinheiten – *Vegetation-units:*
TW: Möhren-Salbei-Trespenwiese wechselfeuchte Ausbildung, O: Trespenreiche Odermennigwiese, WH: Tieflagen-Fettweide humusarme Ausbildung, W: Tieflagen-Fettweide, WÜ: Tieflagen-Fettweide im Übergang zu Glatthaferwiese, GT: Trespenreiche Glatthaferwiese, G: Glatthaferwiese mittlere Ausbildung, GÜ: Glatthaferwiese Übergangs-Ausbildung, GF: Glatthaferwiese mit Gartenflüchtlingen
PR: Parkrasen (vgl. ANDRES in Vorb.)

Nährstoffangebot/ Nutzungsintensität	Siedlungs-wirkung	Vegetationstypen	Artenzahl	Rote-Liste Arten
hoch	urbanophob urbanophil	W, WÜ PR	- nv	- nv
mässig	urbanophob urbanophil	G, WH GÜ, GF, (G)	o o	o +
tief	urbanophob urbanophil	O, GT, TW GT	o/+ +	o/+ +

benen Rebberge. Allerdings hat sich *Allium vineale* in den letzten Jahrzehnten in Zürich auch sonst stark ausgebreitet.

Gemäss KIRCHGEORG *et al.* (1985) und GOODE (1989) haben Park- und Grünanlagen in der Stadt zwei Aufgaben: Sie sollen der Erholung dienen und gleichzeitig Naturschutzfunktionen ausüben. Die Grünanlagen der Stadt Zürich werden diesen Ansprüchen in weiten Teilen gerecht, wenn davon abgesehen wird, dass sie als Refugium für klassische Arrhenathereten und ihre Charakter- und Begleitarten ungeeignet sind. Wir finden veränderte und neue Pflanzengemeinschaften, welche entweder aufgrund von Intensivierungsmassnahmen artenarm geworden sind oder solche, die durch Extensivierung von Parkrasen bzw. durch Umstellung von landwirtschaftlicher Nutzung auf gärtnerische Pflege sehr artenreich wurden (WILHELM & ANDRES 1997). Insbesondere in den mageren Wiesen des inneren Stadtbereichs haben viele Arten der Roten Liste des nordöstlichen Schweizer Mittellandes neue Rückzugsflächen gefunden (Tab. 30).
Arrhenathereten der Stadt Zürich, welche nicht intensiviert und in Lolio-Cynosureten umgewandelt wurden, sind aufgrund der veränderten Bewirtschaftung im allgemeinen nährstoffärmer als noch vor 40 Jahren, als sie noch regelmässig gedüngt wurden. So sind die meisten neu eingewanderten und sich ausbreitenden Arten der Feuchten Glatthaferwiesen Zürichs zwar nährstofftolerant aber nicht ausgesprochen nährstoffbedürftig. Es handelt sich hier um eine entgegengesetzte Entwicklung zu fast allen anderen Standorten bzw. Vegetationstypen der Stadt Zürich (LANDOLT 1993), aber auch zur Situation in anderen Städten Europas (z.B. KLOTZ 1987, KOWARIK 1990, 1992, WITTIG 1991). Die Entwicklung aller andern Standortsfaktoren – kleinere Feuchtigkeits- und Kontinentalitätszahlen sowie höhere Reaktivitäts- und Temperaturzahlen – entspricht vollumfänglich derjeniger anderer urbaner Regionen (SUKOPP *et al.* 1974, SUKOPP & WITTIG 1993).

5.3 BEWIRTSCHAFTUNG: ERHALTUNG UND FÖRDERUNG DER PFLANZENVIELFALT

Bewirtschaftungseffekte

Weidetiere beeinflussen die Vegetation durch Tritt, Ausscheidungen und Frass. Je nach Weidetier ist eine unterschiedliche Frasselektivität zu beobach-

ten. Während die Rinder wenig wählerisch und relativ hoch abfressen, selektieren die Schafe die wertvollste Nahrung heraus, beissen diese tief ab und lassen weniger geschätzte Pflanzen bei ausreichendem Futterangebot stehen (KLAPP 1971). Solche Pflanzen erhalten dadurch meist sowohl bezüglich generativem wie auch vegetativem Wachstum Konkurrenzvorteile. So erweist sich beispielsweise die Dominanzstruktur der Blühintensität von Leguminosen unter Beweidung als deutlich verschieden von der unter Schnitt. *Trifolium pratense* wird tief und intensiv abgebissen, *Ononis repens* deutlich weniger (Fig. 26). Die Hauhechel kommt unter Beweidung sogar zum Blühen. Sie erfährt durch die Beweidungsselektivität Konkurrenzvorteile, *Trifolium pratense* entsprechende Nachteile (Tab. 26, Tab. A. 2).
Die durch Tritt verursachten Veränderungen in der Zusammensetzung der Pflanzenarten einer Weide sind von der Beweidungsintensität, vom Bestossungszeitpunkt sowie von der Bodenbeschaffenheit und der Witterung abhängig. Neben der direkten Schädigung der Pflanzen durch Zertreten kommt es durch die Verdichtung des Bodens zu veränderten Vorausetzungen für das Pflanzenwachstum. Insbesondere auf nassen Standorten führt die Bodenverdichtung zu Wasserlöchern mit langsamerem Wasserabfluss (NITSCHE & NITSCHE 1994). Die verdichtende Wirkung ist jedoch räumlich und zeitlich beschränkt. Sie reicht bei Schafen in eine Bodentiefe von 1 – 4 cm, bei Rindern 10 – 15 cm (WOIKE & ZIMMERMANN 1988) und wird über den Winter durch die Frostwirkung meist wieder aufgehoben (KLAPP 1971). Werden feuchte Standorte zur Vegetationszeit häufig betreten, kann die gesamte Vegetation zerstört bzw. vollständig verändert werden. Ein seltenes Betreten dieser Standorte kann dagegen in Vegetationsbeständen, die eher artenarm sind, Lücken schaffen, die von konkurrenzschwachen Arten genutzt werden und so zu einer reichhaltigeren Vegetation führen (NITSCHE & NITSCHE 1994). Durch Viehtritt können Diasporen in den Boden getreten werden und damit eine Möglichkeit zum Keimen erhalten (LUTZ 1990). Im Gebiet der Stadt Zürich wurde aufgrund der genannten Effekte das Aufkommen von Therophyten und Thero-/Hemikryptophyten eindeutig gefördert. Daneben wurde wegen der oft früh im Jahr beginnenden Beweidung das Aufkommen der frühblühenden Geophyten gehemmt. Die Mähweiden mit der traditionellen Schafbeweidung im Winter wiesen einen besonders geringen Anteil an frühblühenden Geophyten auf. Zusätzlich ist die Mehrzahl der Weiden und Mähweiden eher am Stadtrand zu finden (Fig. 29); der Einwanderungsdruck der sich aus Hausgärten ausbreitenden Geophyten ist dadurch herabgesetzt.
Beim Weidegang werden nicht alle Pflanzen gleichzeitig und in der gleichen

Intensität geschädigt, wie dies beim Schnitt einer Wiese geschieht. Dadurch können auf Weideflächen gleichzeitig verschiedene Entwicklungsstadien einer jeden Pflanzenart vorkommen (NITSCHE & NITSCHE 1994).
Durch langjährige Nutzung eines Graslandes als Weide entstehen durch Tritt- und Frassbeeinflussung typische Pflanzengesellschaften, wie Raygras-Weiden und Rotschwingel-Straussgras-Weiden (KLAPP 1971). Diese Differenzierung hat sich im Untersuchungsgebiet noch nicht durchgreifend vollzogen. Trotz bewirtschaftungsbedingten Verschiebungen im Artengefüge konnte bei den zentralen Vegetationstypen wie Tieflagen-Fettweiden (Lolio-Cynosuretum Tx. 1937, planar-submontane *Crepis capillaris*-Form), Trespenreichen Glatthaferwiesen (Arrhenatheretum brometosum) und Feuchten Glatthaferwiesen mittlerer Ausbildung (Arrhenatheretum elatioris, *Lysimachia nummularia* Subass.) keine nachvollziehbare Aufteilung in Schnittwiesen und Weiden beobachtet werden.

Der Einfluss der Mahd auf die Vegetation hängt von der Schnittfrequenz, dem Schnittzeitpunkt und der Schnitthöhe ab. Die Untersuchungen zeigen (Kap. 4.2.1), dass Schnittintervalle und Schnittzeitpunkt vorwiegend artspezifisch wirken, während die Schnitthöhe hauptsächlich wuchsformenspezifisch wirkt. Die übliche Schnitthöhe beim Einsatz von Balkenmähern oder der Sense liegt bei ca. 7 cm. Sie erlaubt eine nachhaltige Nutzung der meisten Wiesenpflanzen (BRIEMLE *et al.* 1991). Tiefschnitt, unter 6 cm Stoppellänge, wie er mit den in Ausbreitung begriffenen Motorsensen (Kleinmäher mit rasch kreisendem Nylon-Faden) erreicht wird, fördert die Ausbreitung von Rosetten-, Rhizom- und Stolonenpflanzen sowie die Zunahme von Moosen und Flechten auf armen Böden. Die dem jeweiligen Standort angepasste Wiesenvegetation mit Pflanzen wie *Arrhenatherum elatius* oder *Bromus erectus* wird geschädigt (NITSCHE & NITSCHE 1994). Gleichzeitig wird das Mikroklima in Bodennähe verändert: kontinentalere Verhältnisse mit erhöhter oberflächlicher Austrocknungstendenz.
Je fetter eine Vegetation ist, desto wichtiger ist die genaue Einhaltung der jeweiligen Schnittermine um den Bestand langfristig zu erhalten. Extensivwiesen hingegen sind nutzungselastisch (BRIEMLE *et al.* 1991). Sie sind nicht auf einen Schnittzeitpunkt fixiert, da aufgrund der höheren Artenzahlen immer ein Teil der Arten einen anderen Entwicklungszustand als der Rest aufweist.

Nährstoffe

Durch ein- bis zweimalige Mahd pro Jahr kann dem Oberboden von Wiesen des Untersuchungsgebietes Nährstoffe, insbesondere Phosphat, entzogen werden. Durch Schafbeweidung wird dies nicht erreicht. Auf mageren Standorten konnte sogar eine Akkumulation von Nährstoffen nachgewiesen werden. Insbesondere der Kaliumgehalt stieg innert fünf Jahren signifikant an. CAMPINO *et al.* (1986) ermittelten in einer zehnjährigen Studie ebenfalls eine Zunahme des Kaliumgehaltes auf Schafweiden. Die gute Indikatoreigenschaft von Kalium zeigte sich auch in den Untersuchungen von PERKINS (1978; zitiert in KÖSTLER & KROGOLL 1991). Die Schafe verteilten ihre Exkremente sehr ungleich, so dass es zu partiellem Entzug bzw. Eintrag von Nährstoffen kam. Dabei zeigte sich, dass die Verluste bzw. der Eintrag von Kalium besonders deutlich nachzuweisen war.

Ältere Arbeiten schrieben der Beweidung meist eine nährstoffentziehende oder höchstens nährstofferhaltende Wirkung zu (GIGON 1968, KLAPP 1971). Auch WOIKE & ZIMMERMANN (1988) gingen davon aus, dass der Boden durch die Beweidung auf die Dauer ausgehagert wird. Sie schränkten jedoch ein, dass bei Standweiden mit niedrigem Besatz der Nährstoffentzug relativ gering sei, und gaben als Grössenordnung 2 kg N pro Hektar und Jahr an. Fast alle jüngeren Untersuchungen kommen aber zum Schluss, dass durch die Schafbeweidung eher Nährstoffe angereichert werden (HOLGER 1978, CAMPINO *et al.* 1986, MARRS *et al.* 1989, KOENIS *et al.* 1991).

Diese veränderte Situation kann zu grossen Teilen mit dem erhöhten Nährstoffeintrag durch den Niederschlag und die Trockendeposition erklärt werden. Der Nährstoffentzug der Schafe wird durch den erhöhten Eintrag aus der Luft auf mageren und mässig nährstoffreichen Standorten mehr als wettgemacht. BOBBINK *et al.* (1989) gehen in den Niederlanden von diffusen Stickstoffeinträgen im Bereich um 30–60 kg/ha und Jahr aus. Dies entspricht einer üblichen jährlichen Düngungsmenge für produktive Wiesen kurz nach dem 2. Weltkrieg. Eine weitere Eutrophierungsquelle der Weiden in der Stadt Zürich, welche auch die steigenden Kalium-Gehalte erklären könnte, ergibt sich aus der verbreiteten Zusatzfütterung der Schafe mit Altbrot, Getreidewürfeln und/oder Heu.

Die deutlich unterschiedliche Wirkung von Schnitt und Beweidung auf die Bodennährstoffverhältnisse widerspiegelt sich in der Zusammensetzung der Vegetation. Bei allen Dauerflächen sind die Nährstoffzeigerwerte (LANDOLT 1977) nach 4 bzw. 5 Untersuchsjahren auf beweideten Teilflächen stets höher als auf den geschnittenen.

Zufällig ausgewählte Oberbodenproben von Schafweiden des Untersuchungsgebietes erwiesen sich aber als nährstoffärmer als die der geschnittenen Flächen. Dies steht im Widerspruch zum oben beschriebenen Sachverhalt. Die Untersuchungen zur Bewirtschaftungsgeschichte und zur stadträumlichen Verteilung der Weiden (Kap. 4.1.3, Tab. 17 und Kap. 4.1.4, Fig. 18) lässt erkennen, dass landwirtschaftlich und freizeittechnisch wenig interessante öffentliche Flächen schon seit Jahrzehnten nicht mehr gedüngt und aus finanziellen Überlegungen zur Beweidung freigegeben wurden. Deshalb sind die Schafweiden der Stadt Zürich vornehmlich auf schon vor der Beweidung nährstoffarmen und oft artenreichen Standorten zu finden.

Artenreichtum

Der Artenreichtum zeigt sich beim Vergleich der durchschnittlichen Artenzahlen pro Vegetationsaufnahme in Wiesen und Weiden des Untersuchungsgebietes. Die durchschnittliche Artenzahl nimmt von Beweidung (40) über Schnitt (38) zur Mähbeweidung (30) signifikant ab (Kap. 4.1.4, Fig. 19).
Es wäre jedoch falsch, die Artenarmut der Mähweiden ausschliesslich der Bewirtschaftung zuzuschreiben. So wiesen beispielsweise BÖTTCHER *et al.* (1992) in Untersuchungen auf Kalkmagerrasen Ostwestfalens unter Mähbeweidung höhere Artenzahlen aus als unter Schnitt. Die niedrigen Artenzahlen der Mähweiden Zürichs sind also viel eher mit den örtlichen Gegebenheiten in Verbindung zu bringen (Fig. 29). Die Mähweiden sind nicht nur bezüglich Raumeinheit eng eingrenzbar (Allmenden), sondern auch örtlich (Gebiet am Fuss des Uetlibergs, zwischen Entlisberg, Wollishofen und Albisgütli bzw. Gebiet Dunkelhölzli bei Altstetten) und topographisch (meist horizontale Lage). Die Resultate bezüglich Artenvielfalt und Rote Liste-Arten von Mähweiden sind demzufolge sehr stark mit den speziellen standörtlichen Bedingungen der Allmenden gekoppelt.
Nicht nur die Artenarmut der Mähweiden auch der Artenreichtum der Weiden ist vorwiegend durch räumliche und standörtliche Bedingungen geprägt. Zwar bestehen keine offensichtlichen standörtlichen Unterschiede zwischen Weideflächen und Schnittflächen. Beide haben vergleichbare Anteile an Hangflächen, horizontalen Flächen und südexponierten Gebieten (Kap. 4.1.4, Fig. 21 und Tab. 22). Einzig bezüglich der ökologischen Raumverteilung unterscheiden sich geschnittene und beweidete Gebiete deutlich. Es ist deshalb anzunehmen, dass der Artenreichtum der städtischen Weiden mitunter darin begründet werden kann, dass es sich bei den Weideflächen hauptsächlich um öf-

ökologische Raumbereiche \ Vegetationseinheiten	Nasse Spezialstandorte	Trespenreiche Odermennigwiesen	Möhren-Salbei-Trespenwiese	Tieflagen-Fettweide	Trespenreiche Glatthaferwiese	Feuchte Glatthaferwiese mittlere Ausb.	Feuchte Glatthaferwiese Übergangs-Ausb.	Feuchte Glatthaferwiese Ausb. mit Gartenfl.
nichturban öffentlich	+-		+o	-o	+o	oo		--
nichturban privat				--	o-	o-		
urban öffentlich		o+		-+	+-	+o	-o	o-
urban halböffentlich		+o	++	o+	++	oo	o-	-o
urban privat				--	o-	o-	oo	-o

Fig. 29. Zusammenfassende Matrix der durchschnittlichen Artenzahlen und Anzahl Rote-Liste-Arten verteilt auf die Vegetationseinheiten und ökologischen Raumbereiche, in Abhängigkeit des dort dominierenden Bewirtschaftungtyps.
The summarizing matrix contents number of species, number of species of the Red-List, vegetation units and ecological site units compared to the dominating management type.

Bewirtschaftungstyp – *management type*
vorwiegend Schnitt *mainly cutting* — vorwiegend Mähweide *cutting and grazing* — vorwiegend Beweidung *mainly grazing*

Erstes Zeichen entspricht der Artenzahl pro Untersuchungsfläche, dabei gilt
The first sign means number of species per plot
-: Anzahl – *number* ≤ 30 o: 30 < Anzahl – *number* ≤ 40 +: Anzahl – *number* > 40

Zweites Zeichen entspricht der Anzahl RL-Arten pro Untersuchungsfläche, dabei gilt
The second sign means number of species of the Red-List per plot
-: Anzahl – *number* ≤ 0.5 o: 0.5 < Anzahl – *number* ≤ 1 +: Anzahl – *number* > 1

fentliche und ländlich geprägte Freiräume handelt, also sehr oft um extensiv genutzte, landwirtschaftliche Pflegeflächen (Naturschutzgebiete, Grenzertragstandorte etc.) mit nährstoffarmen Bodenverhältnissen. Ein grosser Anteil der geschnittenen Flächen ist demgegenüber unter den eher intensiv gepflegten, privaten Freiraumflächen zu finden, also den ländlich (Landwirtschaft) und städtisch geprägten (Haus-, Villengärten, Gemeinschaftsgrün usw.) Raumbereiche (Fig. 29).

Dank der eindeutigen Ergebnisse der fünfjährigen Dauerflächenexperimente kann jedoch festgehalten werden, dass eine der Vegetation angepasste Beweidung nicht zu einer Verringerung der Artenvielfalt auf den Grünflächen der Stadt Zürich führen sollte. Auf allen untersuchten Dauerflächen blieb die Artenzahl unter Beweidung konstant. Eine Ausnahme bildet die über das ganze Jahr übermässig genutzte Fläche Krattenturmstrasse (Kap. 4.2.1). Zu ähnlichen Ergebnissen gelangten in Untersuchungen ausserhalb von Siedlungen VAN DER MAAREL (1971), GIBSON (1988), SYKORA *et al.* (1990) sowie NEITZKE (1991), BAKKER (1993). Eine entscheidende Bedeutung kommt also der Besatzdichte zu. Auf mageren Arrhenathereten oder Odermennigwiesen mit einer Besatzdichte von 2 bis 4 Schafen/ha·Jahr wird sich sich die Vegetation unter dem Gesichtspunkt der Erhaltung und Förderung der Artenvielfalt zufriedenstellend entwickeln. Von einer höheren Besatzdichte (wie z.B. auf der Dauerfläche Krattenturmstrasse mit 10 Schafen/ha·Jahr) muss abgeraten werden. Die Erfahrungen entsprechen den Weideempfehlungen der BGU (1986) für die Allmend Zürich.

Artenzusammensetzung

Die häufigsten Gräser von Mähwiesen, welche im Gebiet beobachtet wurden, sind die Obergräsern *Arrhenatherum elatius* und *Bromus erectus*. Sie zeichnen sich vorwiegend durch horstartigen Wuchs aus, haben einen hohen Halmanteil gegenüber einem geringen Blattanteil und meist Büschelwurzeln. Die Hauptbestandesbildner der Beweidungsvegetation sind bei den Gräsern – übereinstimmend mit NITSCHE & NITSCHE (1994) – die sogenannten Untergräser wie *Lolium perenne, Cynosurus cristatus, Festuca rubra, Poa pratensis, Poa trivialis* und *Agrostis stolonifera.*

Die Weidetiere bevorzugen bei der Futternahme zunächst die schmackhaftesten Pflanzen, die anderen werden in Teilen eher zufällig erfasst. Bei extensiver Beweidung werden immer nur diese schmackhaftesten Pflanzen gefressen, die übrigen Arten wie *Agropyron repens, Cirsium arvense, Festuca arundinacea* und *Rumex obtusifolius* nicht, werden älter und deshalb noch weniger gern gefressen. Es handelt sich um Arten, die BOBERFELD (1986) und DIETL (1982) u.a. als Zeiger für selektive Unterbeweidung erwähnen.

Bei Überbeweidung werden die schmackhaftesten Pflanzen teilweise bis zur Vernichtung gefressen, die übrigen teils verbissen, teils zertreten. Es entstehen Kahlstellen, in die teilweise einjährige Ackerwildkräuter (z.B. *Arenaria serpyllifolia, Capsella bursa-pastoris, Diplotaxis muralis*) oder tritt- und ver-

bissfeste Arten (z.B. *Ononis repens, Sisymbrium officinalis, Verbena officinalis*) einwandern (Kap. 4.2.1, Tab. A. 2). Eine kurzzeitige Überbeweidung kann aus Artenschutzgründen in besonderen Fällen sogar erwünscht sein: Sie schafft Lücken in die Grasnarbe, lässt das Licht bis auf den Boden hindurch scheinen und bietet hierdurch für Pflanzen, die als Diasporen im Boden vorhanden sind oder eingetragen wurden, die Möglichkeit zur Keimung. Seltene einjährige Pflanzen wie *Centaurium umbellatum*, welche in Mähweiden der Allmend und in Weiden beim Resiweiher gefunden wurden, benötigen diese Keimbedingungen jedes Jahr aufs Neue. NITSCHE & NITSCHE (1994) wiesen in diesem Zusammenhang auf die ebenfalls einjährige *Gentianella campestris* hin. *Centaurium umbellatum* ist auf der Weide beim Resiweiher (Dauerfläche Krattenturmstrasse) im Begriff auszusterben. Die ihr ehemals zusagenden Bedingungen kurzzeitiger Überbeweidung machten einer anhaltenden Überbeweidung Platz. Diese Veränderung zeigt sich daran, dass mindestens zwei Zeiger für Überbeweidung – nämlich *Bellis perennis* und *Plantago major* – nach Jahren der Beweidung ihren Deckungsgrad weiter erhöhten, bzw. aufkeimen konnten.Gleichzeitig verringerte sich die Deckung einiger typischer Schnittwiesenpflanzen wie *Arrhenatherum elatius* und *Bromus erectus* (Kap. 4.2.1, Tab. 26 und Tab. A. 2). Eine ähnliche, aber etwas weniger deutliche Entwicklung zeichnet sich auf der Dauerfläche Eggstrasse ab.
Als Zeigerpflanzen für selektive Überbeweidung gelten: *Agrostis stolonifera, Bellis perennis, Capsella bursa-pastoris, Plantago major, Poa annua, Polygonum aviculare, Potentilla anserina, Taraxacum officinale* und *Leontodon autumnalis* (BOBERFELD 1986). Auf den Weiden der Stadt Zürich tritt von diesen Zeigern insbesondere *Agrostis stolonifera* mit hoher Stetigkeit auf. Daneben fällt *Crepis capillaris* als besonders stete Art auf. Demgegenüber weist ein Grossteil der Mähweiden keine Zeiger selektiver Überbeweidung auf. Sie werden durch die Mähwiesenpflanze *Pimpinella saxifraga* und das Weidegras *Cynosurus cristatus* charakterisiert.
Eine gelegentliche Nach- oder Vormahd zur Pflege gleicht die Selektion der Schafe etwas aus. Unliebsame Weidekräuter können in Schach gehalten werden (BAKKER 1989).

Die diskutierte Zusammensetzung der Arten widerspiegelt sich auch im Aufkommen der Rote-Liste-Arten, obwohl hier bezüglich der Anzahl keine signifikanten Unterschiede zwischen den Bewirtschaftungstypen festzustellen waren. Der Schnitt und die Mähbeweidung begünstigen insbesondere gefährdete Pflanzen magerer Wiesen wie *Primula veris* und *Anthyllis vulgaris* sowie

gefährdete Waldpflanzen wie *Viola alba* und *Primula vulgaris*. Die Beweidung fördert gefährdete Unkraut- und Ruderalpflanzen wie *Geranium molle, Diplotaxis muralis* oder *Leontodon taraxacoides* (Kap. 4.1.4, Tab. 20.).
Die Schafbeweidung ersetzt die Mahd nicht. Sie ergänzt diese höchstens. Bei einem möglichen Nebeneinander bildet die Weide das dynamische Element, die Mahd das statische.
Die Dynamik der Schafbeweidung – mit ihrer zentralen Bedeutung für den Struktur- und Artenreichtum der Vegetation – ist einerseits durch den eigentlichen Einfluss der Schafe begründet. Die Schafe öffnen die Vegetationsdecke durch selektiven Frass und durch Tritt. Weiter sind Schafe ideale Vektoren für einen regen Diasporenaustausch zwischen den Weidekoppeln (HILLEGERS 1983, SHMIDA & ELLNER 1984, FISCHER *et al.* 1996). Andererseits wird die Dynamik zusätzlich durch die Variationsbreite der Beweidung gefördert: starker Wandel von Jahr zu Jahr und von Pächter zu Pächter. Diese unbestrittenen Vorteile der Schafbeweidung sind jedoch mit dem Nachteil behaftet: typische Wiesenpflanzen werden zurückgedrängt oder verschwinden vollständig.
Die Mahd als eher statisches Element ermöglicht, dank einer über Jahre ungefähr gleichbleibenden Bewirtschaftungsform, die Erhaltung typischer Wiesenarten (SMITH & RUSHTON 1994). Aber die städtischen Wieseninseln haben untereinander, wenn überhaupt, nur einen geringen Diasporenaustausch. Die Isolation der artenreichen Grünflächen ist ein kaum überwindbares Problem für die limitierte Verbreitungskapazität der Diasporen der Magerwiesenpflanzen (WILLEMS 1990). Eine zusammengebrochene Pflanzenpopulation kann auf kleinen Wieseninseln nur schwer ersetzt werden (RYSER & GIGON 1985).

Fauna

BRÖRING *et al.* (1989) führten floristische und faunistische Untersuchungen auf Grünflächen im Siedlungsgebiet Bremens durch. Beim Vergleich der drei Bewirtschaftungstypen Rasenschnitt, Herbstmahd und keine Mahd stellten sie fest, dass sich die Herbstmahd zur Erhaltung der floristischen und faunistischen Artenvielfalt am besten bewährte. Sie empfahlen deshalb eine Mahd im September unter Abtransport des Mähgutes, wobei stets einige Teilflächen zur Diasporenausbreitung und als Restnahrungsangebot für Insekten und andere Kleinlebewesen zu belassen seien (HAARMANN & PRETSCHER 1993). Auch MÜLLER & STEINWARZ (1990) empfahlen für städtische Wiesenflächen die jährliche Mahd, oder mehrmalige Mahd pro Jahr in Etappen (Streifenmahd). Das Mähgut sollte dabei idealerweise zum Teil über den Winter im Randbe-

reich gelagert werden, jedoch so, dass ein Einschwemmen von organischer Substanz und Nährstoffen in die mageren oder abzumagernden Böden unterbleibt (HAUSMANN 1990). Beispielsweise die xerothermophile Schmetterlingsfauna kann entsprechend bewirtschaftete Wiesen recht gut neu besiedeln. Gemäss GERSTBERGER & STIESY (1987) ist es der xerothermophilen Schmetterlingsfauna aufgrund ihrer extremen Expansivität sogar möglich isolierter Magerwiesen der Städte, ab einer Grösse von 3 ha, zu besiedeln. Sicher weniger erfolgreich verläuft die Besiedlung innerstädtischer Wiesen durch Spinnen oder Käfer (KLAUSNITZER & RICHTER 1983, MÜLLER & STEINWARZ 1990).
Die auf einem grossen Teil der Grünflächen des Untersuchungsgebietes vorkommenden Pflanzenarten der Gattungen *Vicia, Silene, Hypericum, Trifolium* oder *Cirsium* gelten als positiv wirkende ökologische Voraussetzungen für die Erhaltung oder die Wiederansiedlung einer entsprechenden Schmetterlingsfauna (HAUSMANN 1990).

Es existieren Daten zum Einfluss der Mahd auf die Insekten-Fauna von Strassenbegleitflächen (SAYER 1989) und solche von städtischen Wiesen (KLAUSNITZER & RICHTER 1983, BRÖRING *et al.* 1989, HAUSMANN 1990, MÜLLER & STEINWARZ 1990) jedoch keine entsprechenden Untersuchungen zu Schafweiden der Innenstadt. Es bleibt daher nur die Möglichkeit der Extrapolation von Daten aus Weideflächen des Umlandes auf solche des Siedlungsraumes.

Einerseits wird dem Tritt und andererseits dem selektiven Frass der Schafe eine negative Wirkung auf die Boden- bzw. Insektenfauna angelastet. So hat die bodenverdichtende Wirkung durch den Schaftritt nach WOIKE & ZIMMERMANN (1992) eine Verminderung der Besatzdichte von sogenannten Grünlandschädlingen wie Feldmaus (*Microtus arvalis*), Schnellkäfer (*Ela teridae*), Larven der Schnaken (*Tipulidae*) und Maulwurfsgrillen (*Gryllotalpidae*) zur Folge. Von dieser Wirkung sind aber vermutlich nicht nur die landwirtschaftlichen Schädlinge betroffen (NITSCHE & NITSCHE 1994).
Demgegenüber scheint der selektive Frass der Schafe die Entwicklung der Insektenfauna eher zu fördern (EBERT 1982). So stand den Insekten auf den beweideten Teilen beispielsweise der Untersuchungsfläche Krattenturmstrasse während April bis August ein reichliches Blütenangebot von Leguminosen zur Verfügung (vgl. Kap. 4.2.1).
Ganz allgemein blieben im Untersuchungsgebiet die Blüten von Pflanzen wie *Agrimonia eupatoria, Thymus pulegioides, Ononis repens, Sisymbrium officinale, Cirsium arvense, Ranunculus friesianus* und *R. bulbosus* vom Ver-

biss meist verschont, andere Arten wurden aufgrund ihrer Wuchsform bei extensiver Beweidung nicht vollständig verbissen, z.B. *Potentilla reptans, Primula vulgaris, Medicago lupulina, Trifolium dubium* oder *Satureja vulgaris*. Damit sind viele Pflanzenfamilien genannt, die für die Ernährung von Schmetterlingen und anderen Insekten wichtig sind (BRIEMLE 1988).
Bei intensiver Beweidung fressen oder zertreten die Schafe jedoch auch diese sonst eher verschmähten Arten bzw. Blüten, so dass ihre Frasswirkung jener des Schnittes nahekommt. Das Nahrungsangebot für die Insekten wird dabei nicht nur vermindert, sondern bricht kurzfristig vollständig zusammen. So hat gemäss EBERT (1982) die Schmetterlingsfauna auf der Münsinger Alb deswegen abgenommen, weil die extensiv betriebene Wanderschäferei ganz aufgeben oder von zu intensiver Schafhaltung abgelöst wurde.

Ob die als optimal erkannte Besatzdichte (2 bis 4 Schafen/ha·Jahr) über lange extensive oder kurze intensive Beweidung erreicht wird, hängt demzufolge von den Naturschutzzielen ab. Kurze intensive Beweidung (z.B. Winzerhalde, 4 – 5 mal pro Jahr eine Woche) kommt bis zu einem gewissen Grade der Schnittwirkung nahe, die Vegetation wird innert kurzer Zeit relativ gleichmässig tief abgefressen (Kap. 4.2.1, Fig. 25 und Fig. 26). Aus floristischer Sicht empfiehlt die BGU (1986) deshalb, dass die Beweidung einer Fläche zweimal pro Jahr innert fünf Tagen zu geschehen habe. Werden auch faunistische Gesichtspunkte miteinbezogen, sollten Flächen nicht nur kurz und intensiv, sondern auch über Wochen anhaltend, extensiv beweidet werden. DOLEK (1994) wies auf der Frankenalb nach, dass je nach Insektenart kurz- bzw. langfristig unterschiedliche Beweidungsintensitäten bevorzugt werden.

Rückführung von Weiden in Schnittwiesen

Durch die Rückführung von Beweidung zu Schnitt wurden generell typische Mähwiesenpflanzen gefördert (*Arrhenatherum elatius, Centaurea jacea, Galium album, Bromus erectus, Vicia sepium* etc.). Gleichzeitig ging meist die Ausbreitung der Weidepflanzen wie *Lolium perenne, Bellis perennis, Taraxacum officinale, Trifolium repens* sowie der Ruderalarten wie *Crepis capillaris* und *Erigeron annuus* zurück. Darüber hinaus ist die Vegetationsentwicklung auf solchen Flächen von vielen zufällig determinierten Faktoren und deren vielfältigen Kombinationsmöglichkeiten abhängig (NEITZKE 1991). Jede Rückführungs-Teilfläche durchlief eine eigene Entwicklung und Dynamik. So verschwand auf einer Dauerfläche unter der wieder eingeführten

Mahd *Viola hirta* vollständig, in zwei anderen trat sie neu auf. Ähnlich unterschiedlich reagierten Arten leicht ruderaler Standorte wie *Muscari racemosum* oder *Cirsium arvense*. Sogar *Lolium perenne* profitierte in einem einzigen Fall von der Umstellung zu Schnitt (Kap. 4.2.1, Tab. 26).

Die vorliegende Arbeit zeigt, dass zumindest in urbanen Gebieten gesicherte Prognosen über das Sukzessionsgeschehen von Rückführungsflächen erst möglich sind, wenn neben der pflanzensoziologischen Situation noch zusätzliche Faktoren bekannt sind. Dabei sollte der pflanzensoziologische Kenntnisstand gemäss WOLF (1979, zit. in NEITZKE 1991) mindestens auf dem Niveau der Subassoziation sein und die zusätzlich bekannten Faktoren folgende Bereiche abdecken (ergänzt nach NEITZKE 1991):

1. die Bewirtschaftungsgeschichte und Ausgangsvegetation;
2. die Produktivität des Standortes;
3. der Diasporeneintrag: Einflug, Distanzeffekte, Verbreitungsmechanismen
4. der Vorrat an Diasporen;
5. die Konkurrenz- bzw. Koexistenzsituation der Momentanvegetation (GIGON & RYSER 1986);
6. die Aktivität der Tiere: Besuchsfrequenz von Vögeln, Kleinsäugern etc. (RYSER & GIGON 1985, GIGON & LEUTERT 1996);
7. das Vorhandensein von Parasiten und Pathogenen (MARTI 1994).

Um Prognosen über die Entwicklung der Artenzahl oder Nährstoffverhältnisse auf Rückführungsflächen zu machen, reicht die Kenntnis der pflanzensoziologischen Situation sowie der drei ersten Faktoren in groben Zügen. In Fig. 30 sind solche vereinfachte Szenarien über die Entwicklung von Artenzahl und Bodennährstoffverhältnisse dargestellt. Sie beruhen einerseits auf den Ergebnissen der Grünlanduntersuchungen (Kap. 4.1.4) und andererseits auf den Analysen der Rückführungsexperimente (Kap. 4.2.1, 4.2.2). Die Artenzahl kann auf einer ökologisch isoliert stehenden, seit Jahrzehnten beweideten, mageren Glatthaferwiese (Fig. 30, Szenarium (1): z.B. Winzerhalde) bei Rückführung zu Mahd trotz Nährstoffentzug abnehmen. Sie bliebe jedoch bei anhaltender Beweidung konstant. Auf Flächen, die erst seit wenigen Jahren beweidet werden, ist bei Rückführung nicht mit einem Artenrückgang zu rechen (Fig. 30, Szenarium (2): z.B. Felsenrainstrasse). Im Gegenteil, je nach pflanzensoziologischer Zusammensetzung der Wiese bzw. Intensität der vorangegangenen Beweidung, kann sogar ein möglicher Artenschwund aufgehalten werden (Fig. 30, Szenarium (3): z.B. Krattenturmstrasse).

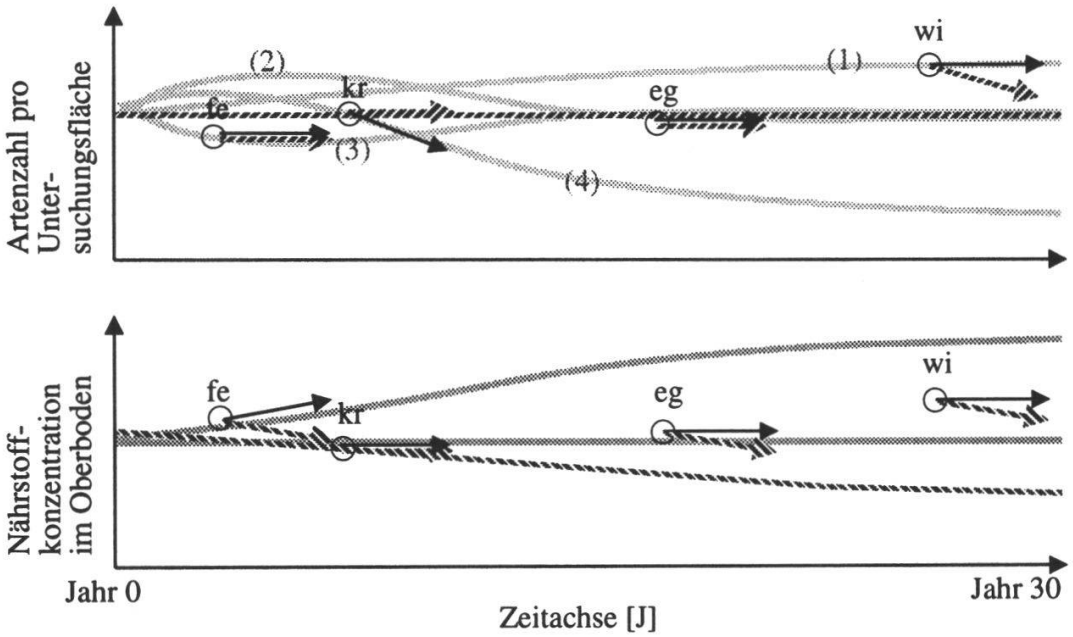


Fig. 30. Schematische Darstellung der Entwicklungstendenz der Artenzahlen und der Nährstoffverhältnisse des Oberbodens magerer Wiesen in der Stadt Zürich unter Schnitt bzw. Beweidung im Verlauf mehrerer Jahre.
Schematic view of the development of number of species in meadows and of nutrient supply in soil under cutting or grazing. Only valid for the City of Zürich.

Szenarien zur Entwicklung der Artenzahlen unter Beweidung:
Scenarios for the development of the number of species under grazing:
(1) langfristige Zunahme – *long-term increase*
(2) kurzfristige Zunahme – *short-term increase*
(3) kurzfristige Abnahme – *short-term decrease*
(4) langfristige Abnahme – *long-term decrease*
der Artenzahl nach einem Wechsel von Schnitt zu Beweidung im Jahr 0
of the number of species after changing management (from cutting to grazing)

Szenarium zur Entwicklung der Artenzahlen unter Schnitt
Scenario for the development of the number of species under cutting

Zwei Szenarien zur Entwicklung der Nährstoffkonzentration unter Beweidung
Two scenarios for the development of the nutrient supply under grazing

Szenarium zur Entwicklung der Nährstoffkonzentration unter Schnitt
Scenario for the development of the nutrient supply under cutting

○ Rückführung der beweideten Fläche (fe: Felsenrainstrasse, kr: Krattenturmstrasse, eg: Eggstrasse, wi: Winzerhalde) zu verschiedenen Zeitpunkten mit Angabe der Entwicklungsdendenz:
Different times of returning grazed plots to cut ones (fe: Felsenrainstrasse, kr: Krattenturmstrasse, eg: Eggstrasse, wi: Winzerhalde). Detail about:
→ Artenzahl oder Nährstoffkonzentration bei Beweidung
number of species and nutrient supply under grazing
Artenzahl oder Nährstoffkonzentration bei Rückführung zu Schnitt
number of species and nutrient supply after return to cutting

Würden die heute beweideten Flächen der Stadt Zürich wieder in Mähwiesen rückgeführt, wäre mit folgenden Problemen zu rechnen:
Die in Arrhenathereten ursprünglich verbreiteten Pflanzen von Waldrändern oder mageren Wiesen könnten aufgrund der Verinselung städtischer Wiesen kaum mehr einwandern. Auch wenn in gewissen Fällen eine Verbindung zu Wald- und oder Wiesenbiotopen vorhanden wäre, ist eine erfolgreiche Rückführung fraglich, da die Nachbarbiotope bezüglich Artenvielfalt oft verarmt sind (SMITH & RUSHTON 1994). Trotz Nährstoffentzug im Oberboden ist also nicht mit einem Anstieg der Artenvielfalt zu rechnen.
Wiesen an Steilhängen, darunter auch rückgeführte Flächen werden aus betriebswirtschaftlichen Gründen oft mit einer Motorsense geschnitten. Der für eine Mähwiese unüblich tiefe Schnitt der Motorsense zerstört bzw. verhindert die Wiederherstellung der Artenzusammensetzung einer traditionellen Magerwiese.
Schafpächter der Stadtweiden sind Abnehmer von Schnittgut der mageren Stadtwiesen. Würden die Schafe aus den Grünflächen der Stadt verdrängt, müsste alles anfallende proteinarme Heu kompostiert werden. Schon heute stellt die Schnittgutverwertung ein Problem dar (WILMANNS 1989). Die zur Zeit übliche zentrale Deponierung oder Kompostierung des Heus kann nur als Notlösung betrachtet werden.
Inwieweit die Schafweiden in einer Stadt wie Zürich auch eine soziale und psychologische Funktion ausüben, welche bei einer entsprechenden Rückführung in Mähwiesen verlorenginge, bleibt noch abzuklären. Verschiedene Untersuchungen zeigen, dass die ideele und psychologische Bedeutung von städtischen Grünflächen nicht unterschätzt werden darf (KREMER 1993, LEH 1993). Schliesslich gilt es auch die erzieherische Komponente von Schafweiden im Umfeld von Schulen zu bedenken (WILHELM *et al.* 1996).

5.4 SCHLUSSFOLGERUNGEN

Im folgenden sind die wichtigsten Forderungen an die Bewirtschaftung städtische Wiesen und Weiden zusammengestellt. Dabei wurden neben den dargestellten Ergebnissen (Kap. 4) auch Angaben aus der Literatur miteinbezogen.

Zielorientierung der Grünlandnutzung und Kriterien zur Beurteilung
In der Grünlandnutzung bestand die Zielsetzung über Jahrhunderte vorwie-

gend darin, einen möglichst hohen Ertrag zu erzielen. Erst in jüngster Zeit kamen im grossen Stil neue Zielsetzungen hinzu. Die Hauptziele der Grünlandnutzung und -pflege im Siedlungsraum lassen sich deshalb in Anlehnung an NITSCHE & NITSCHE (1994) sowie KOWARIK & JIRKU (1988) wie folgt zuammenstellen:

1 Nutzung und Grünflächenpflege im Sinne der Erhaltung der Naturvielfalt;
2 Grünflächenpflege zur städtischen Freiraumerhaltung;
3 Grünflächenpflege zum Schutz von Menschen und Technik (u.a. störungsfreier Betrieb auf Schiene und Strasse);
4 Grünflächenpflege zur Reduzierung von Umweltbelastungen (u.a. Pufferzonen);
5 Grünflächenpflege für optimale Freizeitnutzung (Sport, Spiel, Erholung);
6 Landwirtschaftliche Nutzung mit möglichst hohen Erträgen.

Die Einhaltung des jeweils spezifischen Nutzungsziels einer Wiese muss im Siedlungsraum als primärer Anspruch akzeptiert werden. Gleichzeitig hat aber immer auch eine Beurteilung einer solchen Wiese mittels der nachstehenden Kriterien zu erfolgen (in Anlehnung an SUKOPP 1970, MARTI *et al.* 1991):

a Vielfalt der Vegetation und der Tierwelt;
b Seltenheit von Arten in der Region oder in der gesamten Schweiz;
c Seltenheit der Lebensräume in der Region oder in der gesamten Schweiz;
d Synökologische Bedeutung im Austausch mit anderen Biotopen (Vernetzung);
e Natur- und kulturhistorische Bedeutung;
f Erlebnis- und Rholungswert für den Menschen.

Mahd oder Beweidung mit Schafen?

Die Erhaltung und Förderung der Artenvielfalt auf Grünflächen in der Stadt Zürich ist weder ausschliesslich mit Schnittnutzung noch mit Weidewirtschaft zu erreichen. Die beiden Systeme ergänzen sich, wobei die Beweidung eher die dynamischen Elemente der Grünflächen fördert (Auftreten neuer Arten oder Arten benachbarter Populationen durch Öffnung der Vegetationsdecke, Diasporenaustausch, wechselnde Beweidungsintensitäten usw.) und die Mahd eher die statischen (Erhaltung der standortstypischen Wiesenarten).

Magere Wiesen, die im Sinne der Art- und Biotoperhaltung genutzt bzw. gepflegt werden (Nutzungsziel 1).

☞ *Umnutzungen müssen vermieden werden, keine Dauerbeweidung*
In Zürich handelt es sich dabei um Wiesen in Naturschutzzonen von kommunaler und regionaler Bedeutung, aber auch um Pflegeflächen ohne Schutzverordnung. Im allgemeinen können diese Flächen pflanzensoziologisch eng umgrenzt werden: Pfeifengraswiesen im weiteren Sinne (Nasse Spezialstandorte), Möhren-Salbei-Trespenwiesen sowie teilweise auch Trespenreiche-Odermennigwiesen und Trespenreiche Glatthaferwiesen.

Alte städtische Grünanlagen (v.a. Flussufer, Allmenden sowie oft auch Haus- und Villengärten; Nutzungsziel 2) mit langer Entwicklungszeit sind aufgrund ihrer Vielfalt und Eigenart von Flora und Fauna generell als besonders erhaltenswert einzustufen.
☞ *Umnutzungen sollten vermieden werden*
Für grosse Bereiche der Zürcher Allmend ist die traditionelle Nutzung mit Schafen und ergänzendem Schnitt angebracht. Sie unterstützt den Allmendcharakter (vgl. dazu AGROFUTURA 1991). Ebenso gilt es, die meist traditionelle Mahd von alten Haus- und Villengärten aufrechtzuerhalten.

Parks und Friedhöfe sind Kulturdenkmale und Kunstwerke (Nutzungsziel 2), deren Form und deren natur- und kulturhistorische Qualität erhalten bleiben muss und die mit eingreifenden Nutzungsänderungen zerstört werden (WEND 1991). Der Vorrang der Gartendenkmalpflege schliesst allerdings nicht aus, dass die Pflege naturnäheren Formen angepasst wird: Verzicht auf Düngung und Herbizideinsatz, späterer erster Schnitt usw.
☞ *Umnutzungen sollten vermieden werden*
In Zürich haben in Parks, Friedhöfen und anderen grösseren Gartenanlagen vorwiegend die Mahd und der Rasenschnitt Tradition.

Auf allen anderen Wiesen mit Nutzungszielen wie Schutz vor Mensch und Technik, Reduzierung von Umweltbelastung, Freizeitnutzung oder Ertagsoptimierung (Nutzungsziele 3 bis 6) gibt es weniger Einschränkungen.
☞ *Umnutzungen sind vertretbar*
Es sind grundsätzlich sowohl Beweidung wie auch Mahd angebracht. Jedoch darf die Mahd nicht gegenüber der finanziell interessanteren Schafbeweidung vernachlässigt werden. Mindestens die Hälfte der jeweils pflanzensoziologisch, standörtlich und stadträumlich ähnlichen Flächen sollte weiterhin geschnitten werden.

Art der Mahd?

Damit die Erhaltung und Entwicklung artenreicher Wiesengesellschaften in der Stadt Zürich gewährleistet wird, muss die Düngung und Schnitthäufigkeit den vorhandenen Vegetationstypen angepasst sein. Wiesen können nicht nur zu oft, sondern auch zu selten geschnitten werden. Die Düngungsintensität jedoch kann, auf die Artenvielfalt bezogen, kaum zu niedrig sein.

Möhren-Salbei-Trespenwiesen: Ein Schnitt jährlich ab Mitte Juni; keine Düngung.

Odermennigwiesen, Trespenreiche Glatthaferwiesen: Zweimal jährlich schneiden, erster Schnitt im Juni (BAUDISCH *et al.* 1989); keine Düngung.

Feuchte Glatthaferwiesen: Zweimal jährlich schneiden, erster Schnitt im Juni; zurückhaltende Düngung: maximal 10 t/ha·J gut verrotteter Stallmist (DIETL 1995), kein Handelsdünger.

Tieflagen-Fettweiden: Mehrmals jährlich schneiden; Düngung wenn möglich extensivieren.

Kleinere Wiesen (Begleitgrün von Dienstleistungsgebäuden, Strassenbegleitflächen, Spielplätze usw.) werden in der Stadt Zürich oft ganzflächig geschnitten. Um aber die negativen Auswirkungen der Mahd (Kap. 5.3) auf die Tier- und Pflanzenwelt zu reduzieren, ist aufgrund der starken Isolation städtischer Grünflächen unbedingt eine Streifenmahd bzw. eine zeitlich gestaffelte Nutzung angebracht. Aus den ungemähten (Rand-) Flächen kann eine Wiederbesiedelung der gesamten Wiese durch die darauf angewiesenen Tiergruppen erfolgen. Die Streifenmahd simuliert die früher (bis in die Fünfzigerjahre) übliche Parzellenmahd, bei der eine räumlich und zeitlich getrennte Nutzung erfolgte (HAARMANN & PRETSCHER 1993).

Art der Beweidung?

Die Schafbeweidung kann zur Mahd eine vertretbare Alternative sein, sofern die Forderungen der Nutzungsziele erfüllt sind und folgende Punkte berücksichtigt werden:

Die Besatzdichte der Schafe sollte insbesondere auf den Odermennigwiesen und Trespenreichen Glatthaferwiesen nicht mehr als 4 Schafe/ha·J betragen.

Der Zeitpunkt der ersten Bestossung im Frühjahr sollte von Jahr zu Jahr variieren (Reihenfolge der Abweidung der Koppeln zyklisch vertauschen).

Der Weideführung ist besondere Aufmerksamkeit zu schenken. Je nach Pflegekriterium empfiehlt sich eine Umtriebsweide mit kurzen Besatzzeiten und

grossen Besatzdichten (Schnittsimulation: angemessene Lebensbedingungen für typischen Wiesenpflanzen und einen Teil ihrer Insektenfauna) oder eine Umtriebsweide mit längeren Besatzzeiten und geringerer Besatzdichte (überständige Halme und durchgehendes Blütenangebot: für einen grossen Teil der Insekten-Fauna wichtig). Eine Orientierung für differenzierte Beweidungsintensitäten kann die historische Weidenutzung liefern. In Siedlungs- und Hausnähe erfolgte ein rascher Umtrieb mit relativ hoher Intensität. Abgelegene Teilflächen wurden in grösseren Abständen extensiv beweidet (DOLEK 1994).
Bezüglich der Düngung von städtischen Weiden gelten die gleichen Einschränkungen wie für Wiesen (vgl. oben).
Auf Zusatzfütterung mit Kraftfutter oder Heu ist kurz vor und während der Bestossung von mageren Weiden (z.B. Trespenreiche Glatthaferwiesen und Odermennigwiesen) zu verzichten: Gefahr von externem Nährstoffeintrag.

Weitere Massnahmen zur Erhaltung der Artenvielfalt

Der Vernetzung der Wieseninseln in der Stadt Zürich ist besondere Aufmerksamkeit zu schenken. Dabei spielen insbesondere die Verkehrsbegleitflächen eine wesentliche Rolle als Biotopverbundsystem. Die lineare Struktur von Verkehrsbegleitflächen (Bahnböschungen und Strassenbegleitgrün) bilden für Pflanzen gute Ausbreitungsachsen quer durch die Stadt und vom Stadtrand ins Stadtzentrum. Den Weiterbestand der artenreichen Bahnböschungen gilt es zu sichern. Bei Strassenbauprojekten ist die Anlage von humus- und nährstoffarmen Strassenböschungen und Strassenbegleitflächen zu fördern (GRUNDMANN 1992, BUWAL 1995).
Um auf geeigneten Grünflächen (vgl. Abschnitt: "Mahd oder Beweidung?") beide Vorteile sowohl der Mahd wie auch der Beweidung zu vereinen und deren Nachteile zu minimieren, scheint eine alternierende Bewirtschaftung von Mahd und Weide als Lösung vielversprechend zu sein (WILHELM 1996). Entsprechende Versuche müssten von Fachpersonen begleitet und ausgewertet werden.

ZUSAMMENFASSUNG

Ziel der Untersuchungen war es, Erkenntnisse zu gewinnen, mit welchem Bewirtschaftungstyp eine Erhaltung und Förderung der Pflanzenvielfalt dieser städtischer Wiesen und Weiden am besten erreicht wird. Dazu wurden auf dem Gebiet der Stadt Zürich zwischen 1990 und 1994 insgesamt 241 Wiesen pflanzensoziologisch und ökologisch untersucht sowie auf fünf Dauerflächen Bewirtschaftungsexperimente durchgeführt.

Ergebnisse:

Vegetation und Standorte

- Die klassische Fettwiese (Arrhenatheretum elatioris typicum) gibt es in der Stadt Zürich nicht mehr. Die ehemaligen Ausbildungen wurden aufgrund veränderter Nutzungsziele bei der Grünlandbewirtschaftung entweder intensiviert, so dass sie heute dem artenarmen Lolio-Cynosuretum entsprechen oder sie wurden extensiviert. Die Düngungsextensivierung hat auf den südexponierten Flächen dazu geführt, dass eine Sukzession einerseits zu einer nährstoffärmeren Glatthaferwiesen-Ausbildung mit urbanem Charakter (Neubenennung: Arrhenatheretum elatioris salvietosum, trockenheitsertragende *Trifolium dubium*-Form) und andererseits zu magerrasenähnlichen Gesellschaften erfolgt ist. Die durch die Siedlungswirkung ausgelöste Sukzession führte auf mässig feuchten bis feuchten Standorten zu einer Glatthaferwiesen-Ausbildung mit urbanem Charakter (Neubenennung: Arrhenatheretum elatioris *Lysimachia nummularia* Subass. urbane *Primula vulgaris*-Form). Dieser urbane Charakter zeigt sich an der Ausbreitung wärmebedürftiger Pflanzen, am Aufkommen von Gartenflüchtlingen und an den Ruderalisierungserscheinungen.
- Die Wiesen und Weiden der Stadt Zürich sind sehr artenreich. Auf den 241 Untersuchungsflächen wurden 415 Gefässpflanzen und 31 Moosarten gefunden.
- Artenreiche Bestände kommen in der Stadt Zürich vor allem an steilen Hängen (> 30 % Neigung) südlicher, selten nördlicher Exposition bei nährstoffarmen Bodenverhältnissen (Phosphatgehalt < 25 ppm, in Feinerde in 0 – 10 cm Bodentiefe) und gleichzeitig hohem Calciumgehalt (Caliumgehalt > 20 %) vor. Es handelt sich dabei entweder um halböffentliche, städtisch geprägte Wiesen oder um öffentliche, ländlich geprägte.
  Bestände, die seltenen und gefährdeten Arten ein gehäuftes Aufkommen ermöglichen, weisen nährstoffarme Bodenverhältnisse auf (Gesamtstickstoffgehalt < 0.3 %, Phosphatgehalt < 25 ppm). Gleichzeitig sind sie entweder sehr stark durch die Siedlung beeinflusst oder besonders wenig, dann aber sehr alt (≥ 75 Jahre) und nicht in Privatbesitz. Schliesslich sind auch sie eher an steilen Hängen anzutreffen.

Experimente

- Das auf vier Schafweiden ausgewertete 5-jährige Beweidungs- und Schnittexperiment zeigte, dass sich die Pflanzengemeinschaft unter der wiedereingeführten Mahd in drei Fällen von der bisherigen Weidevegetation wegentwickelte. Gleichzeitig wiesen die weiterhin beweideten Dauerflächen (Kontrollen) eine mehr oder weniger stabile Vegetation auf. Auf einer Dauerfläche fand sowohl auf der wiedereingeführten Mahd wie auch auf den Kontrollflächen eine möglicherweise durch das Siedlungsklima bedingte gleichgerichtete Vegetationsveränderung statt. Wärme- und Trockenheitszeiger nahmen zu.
- Nach der Bewirtschaftungsänderung nahm die Artenzahl auf einer Fläche unter Schnitt um 10 % ab, die der beweideten Kontrollen blieb konstant. Auf einer anderen verhielt sich die Entwicklung der Artenzahlen gerade umgekehrt (Abnahme unter Beweidung um 10 %), und auf zwei weiteren Flächen war überhaupt kein Einfluss festzustellen.

Diese Unterschiede konnten auf die Faktoren Ausgangsvegetation, Standort, ehemalige Beweidungsintensität und Alter der Fläche zurückgeführt werden.

- Arten, die unter dem Einfluss der Beweidung noch nach Jahren ihren Deckungsgrad erhöhten, waren beispielsweise *Agrostis stolonifera, Bellis perennis, Cardamine hirsuta, Cerastium caespitosum* und *Poa trivialis.* Arten, deren Deckungsgrad abnahm waren *Bromus erectus, Galium album* und *Lotus corniculatus.* Arten, die von einem Wechsel von Beweidung zu Schnitt profitierten, waren beispielsweise *Helictotrichon pubescens, Salvia pratensis* und *Medicago lupulina.* Solche, deren Deckungsgrad abnahm, waren *Trifolium dubium, Trifolium repens* und *Ononis repens.*
- Der Kaliumgehalt in 0 – 10 cm Bodentiefe nahm auf den beweideten Kontrollflächen in der Untersuchungsperiode signifikant von 1.5 ppm auf 1.8 ppm zu, jener der geschnittenen Flächen blieb konstant. Der Phosphatgehalt verringerte sich auf den geschnittenen Flächen durch Schnittgutabtransport von 3 auf 2.3 mg/100 g TS, der der Kontrollflächen blieb konstant. Die Veränderungen des Stickstoffgehaltes blieben unter der Nachweisgrenze.

Schlussfolgerungen

- Die Erhaltung und Förderung der Artenvielfalt auf Grünflächen in der Stadt Zürich ist weder ausschliesslich mit Schnittnutzung noch mit Weidewirtschaft zu erreichen. Die beiden Systeme ergänzen sich, wobei die Beweidung eher für die Dynamik verantwortlich ist (Förderung des Auftretens neuer Arten oder Arten benachbarter Populationen durch Öffnung der Vegetationsdecke, Diasporenaustausch durch die Schafe, jährlich wechselnde Beweidungsintensitäten etc.). Die Mahd darf als eher statischer Teil betrachtet werden (Erhaltung der standortstypischen Wiesenarten durch kontinuierliche und mehr oder weniger gleichbleibende Schnittnutzung).
- Die traditionelle Bewirtschaftung von Parkanlagen, Friedhöfen, alten Grünanlagen bzw. Flächen von naturschützerischem Wert sollte möglichst unverändert weiterlaufen. Die Art der Bewirtschaftung und somit auch der Bewirtschaftungsänderung aller andern städtischen Grünlächen ist weniger problematisch. Sie sollte selbstverständlich sowohl den ökologischen Beurteilungskriterien wie auch den Nutzungszielen entsprechen (Kap. 5.4).

SUMMARY

The aim of this thesis is to investigate the optimal management type to increase or preserve plant diversity of urban meadows. Between 1990 and 1994, 241 meadows in the area of the City of Zürich were studied with phytosociological and ecological methods, and with management experiments on five permanent plots.

Results

Vegetation and site conditions

1 In the City of Zürich traditional meadows of a moderately nutrient-rich type (Arrhenatheretum elatioris typicum) are no longer found. Due to altered management practice this grassland type has been transformed into communities with only few species (Lolio-Cynosuretum), either by more intensive management, or by at least temporarily abandonment. The reduction of fertiliser input affected the succession of the Arrhenatheretum, which was either transformed into a nutrient-poor type with an urban character (Arrhenatheretum elatioris salvietosum, drought-resistant *Trifolium dubium* type), or into a nutrient-poor type similar to limestone grasslands. Vegetation changes also occurred on more or less humid sites near settlements on rich urban meadows and pastures (Arrhenatheretum elatioris *Lysimachia nummularia* subass., urban *Primula vulgaris* type). The urban character was indicated by the high frequency of plants with higher temperature requirements, and by the invasion of plants from gardens and by ruderal plants.

2 Most meadows and pastures of the City of Zürich are rich in species. On the 241 plots, 444 plant species were found (413 vascular plants and 31 mosses).

3 Some sites were especially rich in species, particularly on south-facing slopes (> 30%) (rarely north-facing), with calcareous (calcium carbonate > 20%) and nutrient-poor (phosphate < 25 ppm) soil. These meadows were usually found in semi-public urban places or in public rural places.

4 Meadows on urban slopes with nutrient-poor soil (nitrogen < 0.3%, phosphate < 25 ppm) were also sites of rare and endangered plant species, which occurred on older (> 75 years) rural slopes rather than on private property.

Experiments

1 The experiments showed, in three of four cases, that cutting of a former urban pasture leads to losses of typical pasture plants, whereas the vegetation of grazed control plots remained more or less stable. On one plot we observed a parallel variation in the composition of the vegetation. The development in both the grazed control plots and the mowed plots had obviously been caused by strong external influences.

2 In one experimental site the number of plant species increased on all mowed plots after changing the management practice, and remained constant on the grazed ones. In one site we found opposite results, and in two further study areas no variation of richness of species could be observed. These differences were explained by the following factors: nature of the original vegetation, local conditions, former grazing intensity and age of the meadow.

3 Agrostis stolonifera, Bellis perennis, Cardamine hirsuta, Cerastium caespitosum and Poa trivialis are species whose abundance was increasing after several years of grazing. Bromus erectus, Galium album and Lotus corniculatus had decreasing cover-abundance

values. Species which benefitted from the change to mowing are: Helictotrichon pubescens, Salvia pratensis and Medicago lupulina. Trifolium dubium, Trifolium repens and Ononis repens showed a decreasing cover-abundance value in response to the change from grazing to mowing.

4 The concentration of potassium rose significantly from 1.5 to 1.8 ppm on grazed control plots, but not in the mowed plots. Due to the systematic removal of grass cuttings, the concentration of phosphate decreased from 3 to 2.3 mg per 100 g on mowed plots and remained stable on grazed ones. The concentration of nitrogen fluctuated below the limit of detection.

Conclusions

1 It is not possible to preserve or increase the plant diversity of meadows in the City of Zurich exclusively by cutting or by grazing. Both management systems complement each other: grazing stimulates the spread of new plant species and species from adjoining populations (by opening the vegetation, exchange of diaspores by sheep, changing the grazing intensity etc.), while cutting preserves the typical flora of meadows due to a continuous and constant cutting regime.

2 Traditional maintenance should remain the same, not only for grasslands of old cemeteries, public gardens and parks, but also for sites with a value as a natural monument or a natural area. All other types of urban meadows should be subject to management according to ecological principles and economic requirements.

Danksagung

Bei der Durchführung dieser Arbeit habe ich von verschiedenen Personen und Institutionen Unterstützung erhalten, für die ich mich hier ganz herzlich bedanke. Besonderen Dank gebührt Prof. Dr. E. Landolt für die Ermöglichung der vorliegenden Arbeit und für die intensive wissenschaftliche Betreuung. Prof. Dr. A. Gigon danke ich für seine grosszügige Unterstützung im persönlichen und wissenschaftlichen Bereich. Ohne seine Förderung wäre die Arbeit wohl fachlich wie auch finanziell kaum möglich gewesen. Ganz speziellen Dank gebührt auch Prof. Dr. P. J. Edwards für die Begleitung der Arbeit und deren Aufnahme in die Veröffentlichungsreihe des Geobotanischen Institutes sowie Dr. R. Gilgen und Dr. J. Kollmann für ihre kritische Durchsicht des Manuskriptes.

Besondere Erwähnung bedürfen Dr. B. Leuthold, Dr. P. Ryser, Dr. R. Marti, Dr. O. Holzgang, G. Cerletti, B. Stenz und U. Baumann, die in zahlreichen Diskussionen und Anmerkungen den Fortgang der Untersuchungen begleiteten bzw. frühere Fassungen des Manuskripts entscheidend verbessert haben. Bei botanischen Einzelfragen waren mir neben Prof Dr. E. Landolt, Dr. R. Gilgen, Dr. T. Wilhalm und R. Langenauer behilflich. Ausserdem erhielt ich von unzähligen Mitgliedern des Geobotanischen Instituts zahlreiche Tips und Anregungen; hierbei möchte ich besonders Prof. Dr. F. Klötzli, Dr. D. Ramseier, Dr. U. Graf, Dr. H.-R. Binz, F. Andres, Y. Edwards, A. Grundmann, M.-P. Kremer, E. Guggenheim, L. Pazeller, K. Lee und S. Dreyer erwähnen.

M. Hofbauer, M. Baldoma, A. Hegi, R. Graf, S. Locher und M. Fotsch unterstützten mich im Feld bei Zäunungsarbeiten, Heuschnitt, Vegetationsaufnahmen, Bodenprobenahmen oder im Labor bei der Probenaufbereitung und Analyse; ganz herzlichen Dank ihnen allen.

Im weiteren ist es mir ein Anliegen, mich bei allen beteiligten Schafhaltern insbesondere J. Meli, L. Stoop, D. Kubli, H.-P. Brandenburger und D. Kummer für die konstruktive Zusammenarbeit zu bedanken. In diesem Zusammenhang geht mein Dank auch an A. Borer und sein Team vom Gartenbauamt der Stadt Zürich Fachstelle Naturschutz.

Auf einer Forschungsreise im Sommer 1989, die auf Einladung von Prof. Dr. H. Sukopp zustande kam, scheute Dr. R. Böcker von der TU Berlin keinen Aufwand mich in das Forschungsgebiet der Stadtbioökologie einzuführen. Hierfür bedanke ich mich bei ihm und seinen Kollegen ganz herzlich.

Ein ganz liebes Dankeschön für die über Jahre anhaltende persönliche Unterstützung und Geduld gebührt schliesslich meinen Eltern.

LITERATURVERZEICHNIS

AGROFUTURA 1991: Futterbauliche Analyse der Wiesen des Landwirtschaftsbetriebes Allmend-Brunau, Vorschläge für eine naturgemässe Bewirtschaftung. Gartenbauamt Stadt Zürich. 15 S. (Polykopie).

ANDRES F.: Untersuchungen zur Förderung artenreicher Parkrasenvegetation in der Stadt Zürich. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel, Zürich. (in Vorbereitung).

ASMUS U., 1990: Floristische und vegetationskundliche Untersuchungen in der Gropiusstadt (Berlin). Verh. Berl. Bot. Ver., *8*, 97–139.

BAKKER J.P., 1989: Nature Management by Grazing and Cutting. Dordrecht, Groningen. 400 S.

BAKKER J.P., 1993: Nature management in Dutch grasslands. In: HAGGAR R.J. und PEEL S. (eds.), Grassland Management and Nature Conservation. 115–124.

BAUDISCH F., HORSTMANN C., LÜTZOW A., LETSCHERT U. & GERHARDT A., 1989: Wege der Grünflächenpflege – eine vegetationskundliche Untersuchung der Grünflächen in Bielefeld. Verh. Ges. Ökol., *18*, 221–224.

BEER W., 1995: Methodische und standortsökologische Untersuchungen zum Nährstoffumsatz im Grünland. Dissertationes Botanicae, Cramer, Berlin. 216 S.

BERG C., 1986: Zur unterschiedlichen Pflege von Rasen- und Wiesenflächen in Siedlungen und deren Bedeutung für den Naturschutz. Informationsdienst Naturschutz *6/1*. 27 S.

BERG C., 1993: Pflanzengesellschaften der Strassen- und Wegränder im Flach- und Hügelland Ostdeutschlands. Gleditschia, *21*, 181–211.

BERG C. & MAHN E.-G., 1990: Anthropogene Vegetationsveränderungen in den letzten 30 Jahren – die Glatthaferwiesen des Raumes Halle/Saale. Tuexenia, *10*, 185–195.

BGU, 1986: Nutzungskonzept Allmend-Brunau. Gartenbauamt Stadt Zürich. 48 S. (Polykopie).

BLUME H.-P. & SUKOPP H., 1976: Ökologische Bedeutung anthropogener Bodenveränderung. Schr. R. Vegetationskunde, *10*, 75–91.

BOBBINK R., DUBBELDEN DEN K. & WILLEMS J.H., 1989: Seasonal dynamics of phytomass and nutrients in chalk grassland. Oikos, *55*, 216–224.

BOBERFELD O. v., 1986: Grünlandnutzung. In: NÖSBERGER J. und BOBERFELD O.v. (Hrsg.), Grundfutterproduktion. Parey, Berlin. 65–120.

BODENKUNDE, 1975: Bestimmung des Carbonatgehaltes mit der Adsorptionsmethode. Methodiksammlung, Laboratorium für Bodenkunde ETHZ. 3 S. Manuskript.

BÖTTCHER H., GERKEN B., HOZAK R. & SCHÜTTPELZ E., 1992: Pflege und Entwicklung der Kalkmagerrasen in Ostwestfalen. Natur und Landschaft *67*, 276–282.

BRANDES D., 1988: Die Vegetation gemähter Strassenränder im östlichen Niedersachsen. Tuexenia, *8*, 181–194.

BRANDES D., 1992: Flora und Vegetation von Stadtmauern. Tuexenia, *12*, 315–339.

BRAUN-BLANQUET J., 1964: Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde. (3. Aufl.). Springer, Wien. 865 S.

BRAWAND M., 1988: Beziehungen zwischen Wasserqualität und Wasservegetation im Hänsiried (Zürich). Aktueller Stand und Entwicklungstendenzen. 113 S. (Polykopie). Englische Zusammenfassung 1989 in Ber. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel, *55*, 34.

BRIEMLE G., 1988: Ist eine Schafbeweidung von Magerrasen der Schwäbischen Alb notwe-

nig? Veröff. Natursch. Landschaftspfl. Bad.-Württ., *63*, 51–67.

BRIEMLE G., EICKHOFF D. & WOLF R., 1991: Mindestpflege und Mindestnutzung unterschiedlicher Grünlandtypen aus landschaftsökologischer und landeskultureller Sicht. Veröff. Naturschutz Landespflege Bad.-Württ., Beih. 160 S.

BRÖRING U., BRUX H., GEBHARDT M., HEIM R., NIEDRINGHAUS R. & WIEGLEB G., 1989: Grünanlagen zwischen Naturnähe und Erholungsfunktion. Eine floristische-faunistische Untersuchung. Verh. Ges. Ökol., *17*, 689–694.

BRÜCKMANN W., 1928: Vom Zürcher Klima. Zürcher Statist. Nachrichten, *5/1*, 2–17.

BÜCHI, 1988: Stickstoff-Information Nr. 1. Büchi Laboratoriumstechnik AG, Flawil. 10 S. (Polykopie).

BUWAL, 1995: Naturnahe Gestaltung im Siedlungsraum. Leitfaden Umwelt, BUWAL, Bern, *5*, 112 S.

CAMPINO I., HASSELBACH G. & SCHMIDT R., 1986: Veränderungen einiger chemischer und biologischer Parameter des Bodens sowie der Zusammensetzung der Narbe einer Glatthaferwiese bei unterschiedlicher Nutzungs- bzw. Pflegeintensität. Rasen – Turf – Gazon, *17*, 1–14.

CERNUSCA A. & NACHUZRISVILI G., 1983: Untersuchung der ökologischen Auswirkung intensiver Schafbeweidung im Zentral-Kaukasus. Verh. Ges. Ökol., *10*, 183–192.

CHRISTEN M., 1990: Erarbeitung und Darstellung eines Naturschutzkonzeptes am Beispiel der Allmend Zürich. 2. Teil, Didaktische Umsetzung für die Ausstellung Heureka. 86 S. (Polykopie). Englische Zusammenfassung 1991 in Ber. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel, *57*, 40.

DIERSCHKE H., 1974: Zur Aufnahme und Darstellung phänologischer Erscheinungen in Pflanzengesellschaften. In: MAAREL VAN DER E. und TÜXEN R. (Hrsg.), Grundlagen und Methoden in der Pflanzensoziologie. Ber. Int. Symp. Int. Ver. Vegetationsk. Rinteln 1970, 291–311.

DIERSCHKE H., 1994: Pflanzensoziologie: Grundlagen und Methoden. Ulmer, Stuttgart. 683 S.

DIETL W., 1982: Ökologie und Wachstum von Futterpflanzen und Unkräutern des Graslandes. Schweiz. Landw. Fo., *21*, 85–110.

DIETL W., 1995: Wandel der Wiesenvegetation im Schweizer Mittelland. Z. Ökologie u. Naturschutz, *4*, 239–249.

DOLEK M., 1994: Der Einfluss der Schafbeweidung von Kalkmagerrasen in der Südlichen Frankenalb auf die Insektenfauna (Tagfalter, Heuschrecken). Agrarökologie, Haupt, Bern, *10*. 126 S.

DÜLL R., 1993: Exkursionstaschenbuch der Moose. (4. überarb. Aufl.), IDH Bryologie und Ökologie, Bad Münstereifel. 338 S.

EBERT G., 1982: Die Schmetterlinge der Münsinger Alb. In: Münsingen, Geschichte – Landschaft – Kultur. Sigmaringen, 703–718.

EGNER H. & RIEHM H., 1955: Die Doppellactatmethode. In: THUN R. & HERRMANN R. (Hrsg.), Die Untersuchung von Böden. Neumann, Radebeul und Berlin. 271 S.

EFLP, 1978: Humus-Bestimmung nach dem Titrationsverfahren. Eidg. Forschungsanstalt für Landw. Pflanzenbau, Zürich-Reckenholz, Methode *C–1*, 2 S. (Polykopie).

FISCHER A., 1985: Ruderale Wiesen, ein Beitrag zur Kenntnis des Arrhenatherion-Verbandes. Tuexenia, *5*, 237–248.

FISCHER S., POSCHOLD P. & BEINLICH B., 1996: Experimental studies on the dispersal of plants and grassland. J. Appl. Ecol., *33*, 1206–1222.

FRAHM J.-P. & FREY W., 1987: Moosflora. (2. überarb. Aufl.). Ulmer, Stuttgart. 525 S.

FREY D., 1993: Flora und Vegetation auf Bahnarealen in der Stadt Zürich. 49 S. (Polykopie). Englische Zusammenfassung 1994 in Ber. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel, *60*, 40.

FREY H.-U., 1992: Erfahrungen und Probleme mit der "pflanzensoziologischen" Standortserfassung am Beispiel zweier Gebirgsregionen. Schw. Z. Forstwes., *143*, 48–87.

FURRER E., 1942: Anleitung zum Pflanzenbestimmen. Huber, Frauenfeld, Leipzig. 66 S.

GARTENBAUAMT, 1986: Freiraumkonzept Stadt Zürich. Gartenbauamt der Stadt Zürich. 261 S. (Polykopie).

GENSLER G.A., 1987: Das Klima von Zürich. Vierteljahreschr. Naturf. Gesellsch. Zürich, *132*, 1–18.

GERSTBERGER M. & STIESY L., 1987: Schmetterlinge in Belin-West, Teil II. Förderkreis der Naturwissenschaftlichen Museen Berlins e.V. (Hrsg.), Berlin. 96 S.

GIBSON D.J., 1988: The relationship of sheep grazing and soil heterogenity to plant statial patterns in dune grassland. J. Ecol., *76*, 233–252.

GIGON A., 1968: Stickstoff- und Wasserversorgung von Trespen-Halbtrockenrasen (Mesobromion) im Jura bei Basel. Ber. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel, Zürich, *38*, 28–85.

GIGON A., GRAB, G., MARTI R. & WILHELM M., 1997: Kurzpraktikum Terrestrische Ökologie. vdf Praktikum, Zürich. 114 S.

GIGON A. & LEUTERT F., 1996: The dynamic keyhole-key model of coexistence for explaining diversity of plants in limestone and other grasslands. J. Veg. Sc., *7*, 29–40.

GIGON A. & RYSER P., 1986: Positive Interaktionen zwischen Pflanzenarten. Definitionen und Beispiele aus Grünland-Ökosystemen. Veröff. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel, Zürich *87*, 372–387.

GILGEN R., 1994: Pflanzensoziologisch-ökologische Untersuchungen an Schlagfluren im schweizerischen Mitteland über Würmmoränen. Veröff. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel, Zürich, *116*, 1–127.

GÖDDE M., 1987: Mauerpflanzengesellschaften in Düsseldorf. Garten und Landschaft, *7* , 37–40.

GÖDDE M., 1990: Die Berücksichtigung von Flora und Vegetation bei raumrelevanten Planungsvorhaben – insbesondere in der Stadtlandschaft. Natur und Landschaft, *65*, 370–375.

GOODE D.A., 1989: Urban nature conservation in Britain. J. appl. Ecol., *26*, 859–873.

GRABHERR G., 1985: Numerische Klassifikation und Ordination in der alpinen Vegetationsökologie als Beitrag zur Verknüpfung moderner "Computermethoden" mit der pflanzensoziologischen Tradition. Tuexenia, *5*, 181–190.

GRUNDMANN A., 1992: Vegetation der Wiesen auf Bahnböschungen in der Stadt Zürich. 49 S. (Polykopie). Gekürzte Fassung 1993 in Ber. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel, *59*, 79–105.

GUGGENHEIM E., 1991: Mauervegetation in der Stadt Zürich. 53 S. (Polykopie). Gekürzte Fassung 1992 in Ber. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel, Zürich *58*, 164–191.

GUTTE P., 1966: Die Verbreitung der Ruderalpflanzengesellschaften in der weiteren Umgebung von Leipzig. Wissenschaftliche Zeitschrift der Martin-Luther-Universität Halle-

Wittenberg, Math.-Naturwiss. Reihe, Halle, *15*, 937–1010.

GUTTE P., 1990: Der Florenwandel im Stadtgebiet von Leipzig. Tuexenia, *10*, 57–65.

GUTTE P. & KLOTZ S., 1992: Floristisch-vegetationskundliche Grundlagen für Landschaftspflege und Naturschutz in den Städten Ostdeutschlands. Deutscher Rat für Landespflege, *61*, 53–58.

JÄCKLI H., 1989: Geologie von Zürich. Von der Entstehung der Landschaft bis zum Eingriff des Menschen. Orell Füssli, Zürich. 215 S.

HAARMANN K. & PRETSCHER P., 1993: Zustand und Zukunft der Naturschutzgebiete in Deutschland. Schr. R. Landschaftspflege u. Naturschutz, *39*, 1-266.

HAUSMANN A., 1990: Die Bedeutung verschiedener Friedhofstypen als ökologische Zellen in städtischen Ballungsgebieten. Teil 2, Vorschläge zur Verbesserung der ökologischen Voraussetzungen. Das Gartenamt, *39*, 814–818.

HEDINGER Ch., 1983: Magere Schafweiden im Nordwestschweizer Jura. Pflanzensoziologische und ökologische Untersuchungen. Systematisch-Geobotanisches Institut, Universität Bern. 95 S. (Polykopie).

HESS H.E., LANDOLT E. & HIRZEL R., 1976–1980: Flora der Schweiz und angrenzender Gebiete. 3 Bde. (2. Aufl.) Birkhäuser, Basel. 2690 S.

HILLEGERS H.P.M., 1983: Beweidingseffecten van Mergellandschapen in enkele Zuidlimburgse natuurreservaten. Publicaties Natuurhistorisch Genootschap in Limburg, *33*, 24–300, (with summary in English).

HOLDER D., 1984: Vergleichende Standortsuntersuchungen ausgewählter Wiesen im Englischen Garten in München. Institut für Geographie, Ludwig-Maximilians-Univerität München. 205 S. (Polykopie).

HOLGER G., 1978: Wirkungen einiger Landschaftspflegeverfahren auf die Pflanzenbestände und Möglichkeiten der Schafweide auf feuchten Grünlandbrachen. Christian-Albrechts-Universität Kiel. 199 S. (Polykopie).

HUBBARD C.E., 1985: Gräser. (2. überarb. Aufl.). Ulmer, Stuttgart. 475 S.

HUBER H., 1988: Hilfs-Schlüssel für Arten der *Brachytheciaceae*, deren Rippe am Blattrücken mit einem Dorn endet. Universität Zürich, 1–3, (Polykopie).

KIRCHGEORG A., SUKOPP H. & WURZEL A., 1985: Stadtökologie und Stadtplanung. Deutscher Rat für Landespflege, *47*, 725–729.

KLAPP E., 1971: Wiesen und Weiden, eine Grünlandlehre. 4. Aufl., Berlin, Hamburg. 620 S.

KLAPP E. & OPITZ VON BOBERFELD W., 1990: Taschenbuch der Gräser. (12. überarb. Aufl.). Parey, Berlin, Hamburg. 282 S.

KLAUSNITZER B. & RICHTER K., 1983: Presence of an urban gradient demonstrated for carabid associations. Oecologia, *59*, 79–82.

KLÖTZLI F., 1995: Projected and chaotic changes in forest and grassland plant communities. Annali di Botanica, *53*, 137–146.

KLÖTZLI F. & ZIELINSKA J., 1995: Zur inneren und äusseren Dynamik eines Feuchtwiesenkomplexes am Beispiel der "Stillen Rüss" im Kt. Aargau. Schr. Veget. Kde., *27*, 267–278.

KLOTZ S., 1987: Floristische und vegetationskundliche Untersuchungen in Städten der DDR. Düsseldorfer Geobot. Kolloq., *4*, Düsseldorf, 61–69.

KLOTZ S., 1992: Probleme der Vegetationskartierung in Städten. Verh. Ges. Ökol., *21*, 201–206.

KOENIS H., HAKES W., HOLLSTEIN B., LEGNER D. & WASSMANN T., 1991: Halbtrockenrasenpflege mit Schafen. Verh. Ges. Ökol., *19*, 87–98.

KÖLLIKER A., 1839: Verzeichnis der Phanerogamischen Gewächse des Kantons Zürich. Orell-Füssli, Zürich. 154 S.

KÖSTLER E. & KROGOLL B., 1991: Auswirkungen von anthropogenen Nutzungen im Bergland. Zum Einfluss der Schafbeweidung. Ber. Akad. Natursch. u. Landschaftspfl., Beiheft *9*. 74 S.

KOWARIK I., 1986: Vegetationsentwicklung auf innerstädtischen Brachflächen – Beispiele aus Berlin (West). Tuexenia *6*, 75–98.

KOWARIK I., 1988: Zum menschlichen Einfluss auf Flora und Vegetation. Landschaftsentwicklung und Umweltforschung TU Berlin, *56*. 280 S.

KOWARIK I., 1990: Some responses of flora and vegatation to urbanization in Central Europe. - In: SUKOPP H.: Urban Ecology. SPB Academic Publ., The Hague, 45–74.

KOWARIK I., 1992: Das Besondere der städtischen Flora und Vegetation. Deutscher Rat für Landespflege, *61*, 33–47.

KOWARIK I. & BÖCKER R., 1984: Zur Verbreitung, Vergesellschaftung und Einbürgerung des Götterbaums, *Alianthus altissima* (Mill.) Swingle, in Mitteleuropa. Tuxenia, *4*, 9–29.

KOWARIK I. & JIRKU A., 1988: Rasen im Spannungsfeld zwischen Erholungsnutzung, Ökologie und Gartendenkmalplfege. 1. Teil Untersuchungskonzeption und Vegetationsanalysen. Das Gartenamt, *37*, 645–655.

KRATOCHWIL A., 1984: Pflanzengesellschaften und Blütenbesucher-Gemeinschaften: biozönologische Untersuchungen in einem nicht mehr bewirtschafteten Halbtrockenrasen (Mesobrometum) im Kaiserstuhl (Südwestdeutschland). Phytocoenologia, *11*, 455–669.

KREMER M.-P., 1993: Untersuchungen von Parkrasen der Stadt Zürich: Botanische und sozialwissenschaftliche Aspekte. 83 S. (Polykopie). Englische Zusammenfassung 1994 in Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel, Zürich, *60*, 43–44.

KRÜSI B. O., 1981: Phenological methods in permanent plot research. The indicator value of phenological phenomena – A study in limestone grassland in nothern Switzerland. Veröff. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel, Zürich, *75*, 1–115.

KUNICK W., 1985: Gehölzvegetation im Siedlungsbereich. Landschaft und Stadt, *17*, 120–133.

KUNICK W., 1990: Flora und Vegetation städtischer Parkanlagen – Bestand, Bedeutung und Entwicklungsmöglichkeiten. Verh. Berl. Bot. Ver., *8*, 5–19.

LANDOLT E., 1977: Ökologische Zeigerwerte zur Schweizer Flora. Veröff. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel, Zürich, *64*, 1–208

LANDOLT E., 1990: Vegetationsaufnahmen Allmend Zürich. 1 S. (Polykopie).

LANDOLT E., 1991a: Distribution patterns of flowering plants in the city of Zürich. In: ESSER G. and OVERDIEK D., Modern Ecology: Basic and Applied Aspects. Elsevier, Amsterdam, 807–822.

LANDOLT E., 1991b: Die Entstehung einer mitteleuropäischen Stadtflora am Beispiel der Stadt Zürich. Annali di Botanica, *49*, 109–147.

LANDOLT E., 1991c: Rote Liste. Gefährdung der Farn- und Blütenpflanzen in der Schweiz. BUWAL (Hrsg.). EDMZ, Bern. 185 S.

LANDOLT E., 1992: Veränderung der Flora der Stadt Zürich in den letzten 150 Jahren. Bau-

hinia, *10*, 149–164.

LANDOLT E., 1993: Über Pflanzenarten, die sich in den letzten 150 Jahren in der Stadt Zürich stark ausgebreitet haben. Phytocoenologia, *23*, 651–663.

LANDOLT E., 1994: Beiträge zur Flora der Stadt Zürich I. Einleitung; Beschreibung der neuen "Flora"; Pteridophyten und Gymnospermen. Bot. Helv., *104*, 157–170.

LANDOLT E., 1995: Beiträge zur Flora der Stadt Zürich II. Monocotyledonen. Bot. Helv. *105*. 75–95.

LANDOLT E.: Flora der Stadt Zürich. (in Vorbereitung).

LEH H.-O., 1993: Ökologische Aspekte des Stadtgrüns. Das Gartenamt, *4*, 241–249.

LONDO G., 1984: The decimal scale for relevés of permanent quadrats. In: KNAPP R. (ed.), Sampling Methods and Taxon Analysis in Vegetation Science. The Hague, 45–49.

LOSVIK M.H., 1993: Hay meadow communities in western Norway on relations between vegetation and environmental factors. Nord. J. Bot., *13*, 195–206.

LUTZ J., 1990: Eignung verschiedener Nutztierrassen zur Landschaftspflege auf gefährdeten Grünlandstandorten. Mitteilungen aus dem Ergänzungsstudium Ökologische Umweltsicherung, *16*, 1–143.

MAAREL E. VAN DER, 1971: Plant species diversity in relation to management. In: DUFFEY E., und WATT A.S. (eds.), The Scientific Management of Animal and Plant Communities for Conservation. Blackwell Scientific Publications, Oxford, 45–64.

MAAREL E. VAN DER & SYKES M.T:, 1993: Small-scale plant species turnover in a limestone grassland: the carousel model and some comments on the niche conept. J. Veg. Sc., *4*, 179–188.

MARRS H., RIZAND A. & HARRISON A.F., 1989: The effects of removing sheep grazing on soil chemistry, above-ground nutrient distribution and selected aspects of soil fertility in long-term experiments at moor house national nature reserve. J. Appl. Ecol. *26*, 647–661.

MARTI R., 1994: Einfluss der Wurzelkonkurrenz auf die Koexistenz von seltenen mit häufigen Pflanzenarten in Trespen-Halbtrockenrasen. Veröff. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel, Zürich, *123*, 1-126.

MARTI K., SINDELAR K. & WILHELM M., 1991: Vegetation. In: ELBER F., MARTI K. & NIEDERBERGER K. (Red.), Pflanzenökologische und limnologische Untersuchungen des Reussdelta-Gebietes, Kanton Uri. Veröff. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel, *105*, 19–34.

MEDERAKE R. & SCHMIDT W., 1989: Pflegeversuche auf Strassenbegleitflächen. Natur und Landschaft, *64*, 499–506.

MONTASER A. & GOLIGHTLY D.W., 1992: Inductively Coupled Plasma in Analytical Atomic Spectrometry. VCH, Weinheim. 1017 S.

MÜHLENBERG M., 1993: Freilandökologie. (3. überarb. Aufl.). Quelle und Meyer, Heidelberg. 595 S.

MÜLLER H. & STEINWARZ D., 1990: Grünflächenplanung und Pflegemanagement aus tierökologischer Sicht. Natur und Landschaft, *65*, 306–310.

MÜLLER N., 1989: Syntaxonomie der Parkrasen Deutschlands. Tuexenia, *9*, 293–301.

MÜLLER N. & SUKOPP H., 1993: Synanthrope Ausbreitung und Vergesellschaftung des Fadenförmigen Ehrenpreis – *Veronica filiformis* Smith. Tuexenia, *13*, 399–413.

NEITZKE A., 1991: Vegetationsdynamik in Grünlandbracheökosystemen. Arbeitsberichte

Lehrstuhl Landschaftsökologie Münster, *13*, 1–140.

NITSCHE S. & NITSCHE L., 1994: Extensive Grünlandnutzung. Neumann Verlag, Radebeul. 247 S.

OBERDORFER E., 1990: Pflanzensoziologische Exkursionsflora. Ulmer, Stuttgart. 1050 S.

OBERDORFER E., 1993: Süddeutsche Pflanzengesellschaften. (3. Aufl.). Teil 2 und 3, Fischer, Stuttgart. 355 S. und 455 S.

PETERSEN A., 1989: Die Sauergräser, Schlüssel zu ihrer Bestimmung im blütenlosen Zustand. (2. überarb. Aufl.). Akademie, Berlin. 91 S.

PIERROT R., 1988: Beitrag zur Systematik und Bestimmung der europäischen Arten der Gattung *Brachythecium* B., S. & G. (Musci). Universität Zürich, 1–10. (Polykopie).

RAMSEIER D., 1994: Entwicklung und Beurteilung von Ansaatmischungen für Wanderbrachen. Veröff. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel, Zürich, *118*, 1–134.

ROOS L., 1975: Ökologie langjähriger Schafweiden im Mitteland. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel, Zürich. 46 S. (Polykopie).

ROTHMALER W., SCHUBERT R. & VENT W., 1982 (Hrsg.): Exkursionsflora von Deutschland. Kritischer Band. (5. Auflage). Berlin. 811 S.

RUTHSATZ B. & OTTE A., 1987: Kleinstrukturen im Raum Ingoldstadt – Schutz und Zeigerwerte. Tuexenia, *7*, 139–163.

RYSER P. & GIGON A., 1985: Influence of seed bank and small mammals on the floristic composition of limestone grassland (Mesobromion) in Nothern Switzerland. Ber. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel, Zürich, *52*, 41–52.

SAILER U., 1989: Vegetationsentwicklung auf Brachflächen der Stadt Zürich. 92 S. Polykopie) Gekürzte Fassung 1990 in Ber. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel, Zürich, *56*, 78–117.

SAYER M., 1989: Strassenbegleitgrün als Lebensraum für Tiere – Zum Einfluss der Mahd. Verh. Ges. Ökol., *17*, 695–700.

SCAMONI A., PASSARGE H. & HOFMANN G., 1965: Grundlagen zu einer objektiven Systematik der Pflanzengesellschaften. Feddes Repert., *142*, 117–132.

SCHACHTSCHABEL P., 1956: Der Magnesiumversorgungsgras norddeutscher Böden und seine Beziehungen zum Auftreten von Mangelsymptomen an Kartoffeln. Z. Pflanzenernähr. Bodenkd., *74*, 202–219.

SCHEFFER F. & SCHACHTSCHABEL P., 1984: Lehrbuch der Bodenkunde. Enke. Stuttgart, 442 S.

SCHERRER M., 1925: Vegetationsstudien im Limmattal. Veröff. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel, Zürich, *2*, 1–115.

SCHLATTER B., 1975: Zum Stadtklima von Zürich. Geogr. Inst. Univ. Zürich. 113 S. (Polykopie).

SCHNEIDER J., 1954: Ein Beitrag zur Kenntnis des Arrhenatheretum elatioris in pflanzensoziologischer Betrachtungsweise. Beitr. geobot. Landesaufn. Schweiz, *34*, 1-102.

SCHULTE W., FRÜND H.-C., SÖNTGEN M., GRAEFE U., RUSZKOWSKI B., VOGGENREITER V. & WERITZ N., 1989: Zur Biologie städtischer Böden. Kilda-Verlag. 192 S.

SCHULTE W., SUKOPP H. & WERNER P., 1992: Flächendeckende Biotopkartierung im besiedelten Bereich als Grundlage einer am Naturschutz orientierten Planung. Natur und Landschaft, *68*, 491–526.

SHMIDA A. & ELLNER S., 1984: Seed dispersal on pastoral grazers in open mediterranean

chaparral, Israel. Israelien Journal of Botany, *32*, 147–159.

SINIKKA P., 1984: Bestimmungs-Schlüssel der finnischen *Brachythecium*-Arten. Memoranda Soc. Fauna Flora Fennica, *60*, 45–53.

SMA, 1990–1994: Monatlicher Witterungsbericht der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt. (Polykopie).

SMITH R.S. & RUSHTON S.P., 1994: The effects of grazing management on the vegetation of mesotrophic (meadow) grassland in Nothern England. J. Appl. Ecol., *31*, 13–24.

STEUBING L., 1965: Pflanzenökologisches Praktikum. Parey, Berlin, Hamburg. 262 S.

STICHER H., SCHMIDT H.W. & GEISSMANN T., 1971: Agrikulturchemisches Praktikum für Landwirte und Förster. (2. Aufl.). Fachvereine ETH, Zürich. 81 S.

SUKOPP H., 1970: Charakteristik und Bewertung der Naturschutzgebiete in Berlin (West). Natur u. Landschaft, *45*, 133–139.

SUKOPP H., BLUME H-.P., CHINNOW D., KUNICK W., RUNGE M. & ZACHARIAS F., 1974: Ökologische Charakteristik von Grossstädten, besonders anthropogene Veränderungen von Klima, Boden und Vegetation. Zeitsch. d. TU Berlin, *6*, 469–487.

SUKOPP H. & KOWARIK I., 1988: Stadt als Lebensraum für Pflanzen, Tiere und Menschen. Forderungen an die Stadtgestaltung aus ökologischer Sicht. In: WINTER J. & MACK J. (Hrsg.), Herausforderung Stadt. Ullstein-Sachbuch. Frankfurt, 312–323.

SUKOPP H. & WITTIG R., 1993: Stadtökologie. Fischer, Stuttgart. 402 S.

SYKORA K.V., KROGT VAN DER G. & RADEMAKERS J., 1990: Vegetation change on embankments in the south-western part of the Netherlands under the influence of different management practices (in particular sheep grazing). Biological Conservation, *52*, 49–81.

VOSER P., 1985: Neue Magerweisen – (k)ein Modeartikel. Angewandte Ökologie, *4*, 3–6.

WALTER H. & LIETH H., 1967: Klimadiagramm-Weltatlas. Fischer, Jena.

WEGELIN TH., 1984: Schaffung artenreicher Magerwiesen auf Strassenböschungen. Eignung von verschiedenem Saatgut für die Neuschaffung Mesobrometum-artiger Bestände. Eine Untersuchung in der der Nordostschweiz. Veröff. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel, Zürich, *82*, 1–104.

WEND K.-H., 1991: Naturschutzstrategien bei der Anlage und Pflege von Grünflächen. NNA-Mitteilungen, *4/94*, 25–31.

WIESNER M., 1990: Erarbeitung und Darstellung eines Naturschutzkonzeptes am Beispiel der Allmend Zürich. 1. Teil, Erhebung der wissenschaftlichen Daten. 76 S. (Polykopie). Englische Zusammenfassung 1991 in Ber. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel, Zürich *57*, 40.

WILDI O., 1986: Analyse vegetationskundlicher Daten. Theorie und Einsatz statistischer Methoden. Veröff. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel, Zürich, *90*, 1–228.

WILDI O., 1992: Interpretation pflanzenökologischer Daten. Unterlagen zur Vorlesung. 95 S. (Polykopie).

WILDI O., 1994: Datenanalyse mit Mulva-5. Arbeitskopie, WSL. 74 S. (Polykopie).

WILDI O. & ORLOCI L., 1983: Management and Multivariate Analysis of Vegetation Data. 2nd ed. Eidg. Anst. forstl. Versuchswes., Ber. *215*. 139 S.

WILHELM M., 1996: Mähwiesen und Schafweiden in der Stadt Zürich. Welcher Bewirtschaftungstyp wo und wann? Zürich, Gutachten im Auftrag des Gartenbauamtes der Stadt Zürich, FÖN, S.25 (Polykopie).

WILHELM M., HOF T. & KEISER R., 1996: Ökologie als Projekt. Mappe 1, Verlag für Berufs-

bildung, Sauerländer Aarau. 65 S.

WILHELM M. & ANDRES F. 1997: Parkrasen und -wiesen in Zürich. In: KOWARIK I., SCHMIDT E. & SIEGEL B. (Hrsg.), Naturschutz und Denkmalpflege – ein Dialog im Garten (im Druck).

WILLEMS J.H., 1990: Calcareous grasslands in continental europe. In: HILLIER S.H., WALTON D.W.H. und WELLS S.A. (eds.), Calcareous Grasslands – Ecology and Management, Sheffield, 3–10.

WILMANNS O., 1989: Zur Entwicklung von Trespenrasen im letzten Jahrhundert, Einblick – Ausblick – Rückblick, das Beispiel des Kaiserstuhls. Düsseldorfer Geobot. Kolloq., *6*, 3–17.

WILMANNS O. & BRUN-HOOL J., 1982: Plant communities of hunan settlements in Ireland. 1. Vegetation of walls. J.Life Sciences, Roy.Dublin Soc., 79–90.

WILMANNS O. & MÜLLER K., 1976: Beweidung mit Schafen und Ziegen als Landschaftspflegemassnahme im Schwarzwald? Natur und Landschaft, *51*, 271–274.

WISKEMANN CH., 1989: Vegetation auf verdichteten Böden in der Stadt Zürich. 59 S. (Polykopie). Gekürzte Fassung 1990 in Ber. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel, Zürich, *56*, 118–141.

WITTIG R., 1991: Ökologie der Grossstadtflora. Fischer, Stuttgart. 261 S.

WITTIG R., DIESING D. & GÖDDE M., 1985: Urbanophob – Urbanoneutral – Urbanophil. Das Verhalten der Arten gegenüber dem Lebensraum Stadt. Flora, *177*, 265–282.

WOIKE M. & ZIMMERMANN P., 1988: Biotope pflegen mit Schafen AID *1197*, Bonn. 30 S.

WOLF R., 1984: Heiden im Kreis Ludwigsburg. Beihefte zu den Veröff. für Naturschutz und Landespflege in Baden-Württ., *35*, 1–75.

ZIMMERMANN P. & WOIKE M., 1982: Das Schaf in der Landschaftspflege. Landesanstalt für Ökologie, Landesentwicklung und Forstplanung Nordheim-Westfalen, LÖLF Mitteilungen, *2*, 1–13.

ZOLLER H., 1954: Die Typen der *Bromus erectus*-Wiesen des Schweizer Juras. Beitr. geobot. Landesaufn. Schweiz, *33*, 1–309.

ZOLLER H., STRÜBIN S. & AMIET TH., 1983: Zur aktuellen Verbreitung einiger Arten der Glatthaferwiese. Bot. Helv., *93*, 221–238.

Adresse des Autors: Dr. Markus Wilhelm
Geobotanisches Institut ETH
Pflanzenökologie
Gladbachstrasse 114
CH-8044 Zürich

ANHANG

Tab. A.1. Geographisch-standortkundliche Angaben zu den Untersuchungsflächen.
Die Numerierung der Aufnahmeflächen erfolgte mit dreistelligen Zahlen. Die Hunderter codieren die Dauerflächen bzw. die Aufnahmen beteiligter Personen (1, 2, 3, 4 und 5 = Dauerflächen Wilhelm; 6, 7 und 8 = Vegetationsaufnahmen Wilhelm; 9 = Vegetationsaufnahmen Landolt, Andres/Wilhelm, Christen/Wilhelm); die Zehner und Einer entsprechen Laufnummern.

Geographical informatin and description of the plots
The relevé-number is a three-digit code: The first digit stands for the permanent plots and relevés but also the authors (1, 2, 3, 4 and 5 for permanent plots Wilhelm; 6, 7 and 8 = relevé Wilhelm; 9 = relevé Landolt, Andres/Wilhelm, Christen/Wilhelm). The second and third digits stand for running numbers.

Tab. A.2 Veränderungen im Artengefüge der jeweiligen Dauerfläche (Deckung in Prozent und +: < 1 %, r: 1 bis 2 Individuen). Für zurückgehende bzw. zunehmende Arten: Angabe der Mittelwerte pro Jahr der drei jeweiligen Wiederholungen. Für persistente Arten: Angabe des Mittelwertes über die Untersuchungsperiode; wenig deckende Arten (r) sind nicht erwähnt.

Alterations in species composition of the pemanent plots (percentual cover, +: < 1 %, r: 1 to 2 individuals). All increasing and decreasing species are mentioned as averages of the plots for each year. All persistent species are mentioned as averages of the whole period. Species with very low cover (r) are not mentioned.

Tab. A.3 Vegetationstabelle von 241 Wiesen und Weiden der Stadt Zürich.

Vegetation table of mown and grazed meadows in the city of Zürich.

Tab. A.1. Geographisch-standortkundliche Angaben zu den Untersuchungsflächen.

Die Numerierung der Aufnahmeflächen erfolgte mit dreistelligen Zahlen. Die Hunderter codieren die Dauerflächen bzw. die Aufnahmen beteiligter Persons (1,2,3,4 und 5 = Dauerflächen Wilhelm; 6,7 und 8 = Vegetationsaufnahmen Wilhelm; 9 = Vegetationsaufnahmen Landolt, Andres/Wilhelm, Christen/Wilhelm). Die Zehner und Einer entsprechen Laufnummern.

Aufn. nr.	Stadt-kreis	Ortsbezeichnung	Koordinaten	Expo-sition	Neig. in %	Bewirt-schaftungstyp
604	Stadtzentrum 1	Rechberg-Garten	683.830/ 247.560	SW	30	Schnitt
610	1	Pädagogisches Seminar	683.910/ 247.410	WNW	65	Schnitt
634	1	ETH Haupt-Mensa	683.640/ 247.830	WSW	40	Brache/Schnitt
671	1	Rämistrasse	683.930/ 247.315	SO	45	Schnitt
739	1	Alter Botanischer Garten	682.690/ 247.250	S	35	Schnitt
748	1	Alter Botanischer Garten	682.670/ 247.240	S	35	Schnitt
640	Enge/Wollishofen/Leimbach 2	Rieterpark oberhalb Schafweide	682.500/ 245.700	O	63	Schnitt
641	2	Wollishofen neben Kuhweide	682.730/ 243.670	SO	40	Schnitt
642	2	Thujastrasse 12	682.500/ 244.690	SO	45	Schnitt
643	2	Friedhof Manegg	681.990/ 244.550	-	0	Schnitt
644	2	Friedhof Manegg an Autobahn	681.790/ 244.360	SW	25	Schnitt
647	2	Enge Felsenkellerweg Parkrasen	682.330/ 246.380	NW	16	Schnitt
648	2	Enge Felsenkellerweg im Garten	682.350/ 246.300	N	20	Schaf-Mähweide
649	2	An Kurfirstenstrasse/Alp-Weg	682.320/ 244.140	OSO	8	Schnitt
650	2	Tannenrauchstrasse 98	682.470/ 244.200	ONO	50	Schnitt
651	2	Tannenrauchstrasse 106	682.500/ 244.160	NO	50	Schnitt
653	2	Grünfläche Wollishofen bei Elektroturm	682.940/ 243.220	NO	10	Schnitt
654	2	Schulhaus Manegg	682.200/ 244.740	SW	25	Brache
744	2	Höckler Wiesendreieck	681.270/ 243.770	O	20	Schaf-Mähweide
745	2	Bei Rütschibach oberste Spitze	680.900/ 243.150	SW	50	Brache/Schnitt
746	2	Ende der Kleewiesenstrasse	680.760/ 242.680	SW	15	Schnitt
803	2	Rieterpark	682.500/ 245.640	SO	40	Schaf-Mähweide
804	2	Rieterpark fett	682.480/ 245.600	O	10	Schaf-Mähweide
805	2	Muggenbühl Obstgarten	682.170/ 244.900	-	0	Schafweide
806	2	Muggenbühl Hang zu Autobahn N1	682.040/ 244.860	NW	60	Schafweide
807	2	Zwirnerstrasse	681.370/ 243.440	WSW	20	Schnitt
808	2	Zwirnerstrasse hinten	681.380/ 243.470	WSW	20	Schafweide
809	2	Zwirnerstrasse unten	681.370/ 243.510	WSW	40	Schafweide
810	2	Muggenbühl Obstgarten, mager	682.130/ 244.860	-	0	Schafweide
844	2	Wollishofen Eggweg	682.750/ 243.850	ONO	38	Rinder-Mähweid
845	2	Wollishofen Eggweg bei Kirche	682.700/ 243.920	ONO	25	Schafweide
847	2	Felsenkellerweg 16/18	682.370/ 246.250	O	40	Schafweide
848	2	Kilchbergstrasse an Stadtgrenze	683.160/ 244.140	NO	15	Schafweide
849	2	Kalchbühlstrase bei Bushaltestelle	682.560/ 244.000	SW	7	Schafweide
904	2	Höckler	681.100/ 243.900	O	20	Schaf-Mähweide
965	2	Heureka-Hügel Allmend I (16)	681.550/ 244.630	-	0	Schaf-Mähweide
967	2	Heureka-Hügel Allmend I (20)	681.590/ 244.690	-	0	Schaf-Mähweide
968	2	Sihlufer bei Badanstalt Allmend I (26)	681.670/ 245.010	-	0	Brache/Schnitt
982	2	Neben N3 Allmend I (5)	681.820/ 244.940	-	0	Schaf-Mähweide
983	2	Neben N3 Allmend I (6)	681.930/ 244.930	-	0	Schaf-Mähweide
984	2	Heureka-Hügel Allmend I (9)	681.610/ 244.580	-	0	Schaf-Mähweide
989	2	Fettwiese bei Badanstalt Allmend I (19)	681.590/ 244.900	-	0	Schaf-Mähweide
990	2	Gänziloo-Brücke Allmend I (21)	681.510/ 244.750	-	0	Brache/Schnitt
706	Wiedikon 3	Friesenberg steil	680.200/ 245.470	NO	40	Schnitt
707	3	Friesenberg flach	680.130/ 245.570	NO	15	Schnitt
708	3	Friedhof Friesenberg	680.360/ 245.780	NO	5	Schaf-Mähweide
709	3	Spital Triemli	680.100/ 246.575	SO	10	Schnitt
710	3	Schlossweg	681.600/ 246.770	O	40	Schnitt
711	3	Friedhof Sihlfeld gegen Gutstrasse	680.760/ 247.780	-	0	Schnitt
712	3	Friedhof Silhlfeld gegen Gutstrasse	680.740/ 247.660	-	0	Schnitt
713	3	Friedhof Sihlfeld gegen Aemtlerstrasse	680.790/ 247.840	-	0	Schnitt
743	3	Im Wald bei Friesenberg	680.400/ 245.340	NO	5	Schnitt
901	3	Allmend	681.550/ 245.200	-	0	Schaf-Mähweide
902	3	Gänziloo	681.350/ 244.350	O	20	Schaf-Mähweide
903	3	Allmend-Hügel	681.600/ 244.630	-	0	Schaf-Mähweide

Tab. A.1. (Forts.)

Aufn. nr.	Stadt-kreis	Ortsbezeichnung	Koordinaten	Expo.	Neig. in %	Bewirt-schaftungstyp
961	3	Trespenhang Allmend III (1)	681.560/ 245.590	O	20	Schnitt
963	3	Sihlufer unterhalb Gänziloo (14)	681.400/ 244.590	O	10	Schnitt
964	3	Sihlufer unterhalb Gänziloo (15)	681.420/ 244.630	O	10	Schaf-Mähweide
966	3	Ufer bei Trespenwiese Allmend III (17)	681.520/ 245.040	NW	25	Schnitt
969	3	Sihlufer bei Sportpl. Allmend III (27)	681.940/ 245.200	SO	70	Schnitt
981	3	Trespenwiese Allmend III (2)	681.410/ 245.010	-	0	Schaf-Mähweide
985	3	Nähe Saalsporthalle Allmend III (11)	681.670/ 245.340	-	0	Schaf-Mähweide
986	3	Nähe Saalsporthalle Allmend III (12)	681.750/ 245.430	-	0	Schaf-Mähweide
987	3	Trespenwiese Allmend III (13)	681.580/ 245.150	-	0	Schaf-Mähweide
988	3	Trespenwiese Allmend III (17)	681.500/ 245.140	-	0	Schaf-Mähweide
991	3	Wiesendreieck Allmend III (22)	681.590/ 245.250	-	0	Schaf-Mähweide
992	3	Trespenwiese Allmend III (23)	681.480/ 245.050	-	0	Schaf-Mähweide
993	3	Hügel auf Trespenwiese Allmend III (24	681.540/ 245.100	-	0	Brache/Schnitt
994	3	Kurve bei Trespenwiese Allmend III (25	681.390/ 244.950	-	0	Schnitt
102	6	Krattenturmstrasse Resiweiher	684.090/ 249.675	S	40	Schafweide
639	6	Kirche Oberstrass	683.630/ 248.740	SW	60	Schnitt
661	6	Unterhalb Kirche Oberstrass	683.650/ 248.670	O	40	Schnitt
662	6	Stapferstrasse bei Kirche Oberstrass	683.600/ 248.770	O	40	Schnitt
663	6	Huttenstrasse 56	684.050/ 248.260	SW	15	Schnitt
664	6	Irringersteig	684.020/ 248.220	NO	40	Schnitt
717	6	Friedhof Nordheim	682.370/ 251.070	N	45	Schnitt
718	6	Friedhof Nordheim flach	682.420/ 251.960	ONO	12	Schnitt
867	6	Resiweiher intensiv beweidet	684.080/ 249.640	W	30	Schafweide
868	6	Resiweiher offene Wiese	684.050/ 249.560	WSW	30	Schafweide
200	7	Gloriastrasse	684.430/ 247.840	SW	40	Schafweide
605	7	Philosophisches Seminar	684.000/ 247.450	SW	40	Schnitt
614	7	Berghaldenstrasse unten	687.070/ 245.845	SO	14	Schnitt
615	7	Berghaldenstrasse/Lorenstrasse	687.360/ 245.790	S	60	Schnitt
616	7	Oetlisbergstrasse	687.780/ 245.990	W	9	Schnitt
617	7	Hirtenweg	686.400/ 245.880	SSO	10	Schnitt
618	7	Segetenweg	686.790/ 245.450	SSW	40	Rinder-Mähweid
621	7	Wehrenbachhalde	686.370/ 245.580	SSO	18	Schnitt
635	7	Oetlisbergstrasse unter Waldrand	687.930/ 246.130	W	17	Schnitt
656	7	Kreuzung Eleonorenstr./Attenhoferstr.17	684.520/ 247.560	SW	30	Schnitt
657	7	Hofstrasse 69	684.730/ 247.500	SW	30	Schnitt
658	7	Beliostrasse 12, Hang an Hofstrasse	684.850/ 247.660	SO	40	Brache
659	7	Kreuzung Waldhausstr./Tobelhofstr. 2	685.300/ 247.840	SO	15	Schnitt
660	7	Kreuzung Gloriasteig/Nägelistr.	684.340/ 247.770	SW	50	Schnitt
665	7	Voltastrasse NADEL-Gebäude	684.300/ 247.400	SW	15	Schnitt
666	7	Ebelstrasse	685.180/ 247.720	NW	35	Schnitt
667	7	Unterhalb Dolder an der Strasse	685.550/ 247.470	SSW	60	Schnitt
668	7	Adlisbergstrasse bei Rest. Adlisberg	686.540/ 247.680	NNO	10	Mähweide
669	7	Adlisbergstrasse beim Waldrand	686.270/ 247.700	NW	10	Pferdeweide
670	7	Ende von Doldertal (Herr Wehrli)	685.140/ 247.600	NW	65	Schnitt
676	7	Kreuzkirche/Dolderstrasse	684.830/ 247.250	SW	50	Schnitt
677	7	Kreuzkirche/Carmenstrasse	684.790/ 247.220	SW	25	Schnitt
678	7	Kreuzkirche/Carmenstrasse Ost	684.800/ 247.180	SW	40	Schnitt
679	7	Kreuzkirche/Rütistrasse	684.830/ 247.180	SO	65	Schnitt
680	7	Schröterstrasse	685.440/ 247.010	WSW	55	Schnitt
681	7	Witikonerstrasse Familiengärten	685.780/ 246.240	W	45	Schnitt
682	7	Aurorastrasse	685.310/ 247.030	OSO	60	Schnitt
683	7	Tobelhofstrasse Steilhang	685.290/ 247.870	SW	62	Brache/Schnitt
684	7	Zoo, Dreiwiesenstrasse	685.570/ 248.340	-	0	Schnitt
685	7	Dolder oberhalb Golfplatz	685.850/ 247.360	SW	35	Schnitt
690	7	Segetenweg Wiese (Herr Benze)	687.045/ 245.560	S	5	Schnitt
691	7	Segetenweg Steilhang (Herr Benze)	687.020/ 245.530	S	45	Schnitt
692	7	Segeten Wiesendreieck	687.080/ 245.470	SSO	20	Schnitt
693	7	Beim Segetenbach unterste Wiese	687.160/ 245.350	S	20	Schnitt
694	7	Segeten ganz oben (Herr Kuratli)	687.180/ 245.480	SSW	20	Schnitt
695	7	Segeten oben ost (Herr Kuratli)	687.240/ 245.460	SSW	15	Schnitt
696	7	Segeten Steilhang (Herr Kuratli)	687.290/ 245.440	S	60	Schnitt
697	7	Segeten Steilhang bei Obstgarten	687.160/ 245.450	SW	65	Schnitt
698	7	Segeten Wiese bei Obstgarten	687.160/ 245.440	SW	20	Schnitt

Wiedikon

Unter-/Oberstrass

Fluntern/Hottingen/Hirslanden/Witikon

Tab. A.1. (Forts.)

Aufn. nr.	Stadt-kreis	Ortsbezeichnung	Koordinaten	Expo.	Neig. in %	Bewirt-schaftungstyp
699	Fluntern/Hottingen/Hirslanden/Witikon 7	Segeten Wiese bei Obstgarten	687.180/ 245.440	SW	35	Schnitt
700	7	Segeten Feuchtwiese klein	687.170/ 245.360	SSO	35	Schnitt
701	7	Tal unterhalb Pferdefuttergestell	687.050/ 245.380	W	15	Schnitt
703	7	Segeten Feuchtwiese bei Eiche	687.200/ 245.300	SSW	17	Schnitt
733	7	Geeren	688.580/ 247.280	NO	3	Schnitt
734	7	Rüti westlich Geeren	688.400/ 246.930	SW	3	Schnitt
735	7	Witikon bei Sportanlage	687.650/ 246.430	-	0	Schnitt
736	7	Witikon Unterdorf Richtung Loren	687.140/ 246.400	WSW	7	Schnitt
737	7	Elefantenbach Unterdorf	686.940/ 246.290	-	0	Schnitt
747	7	Oetlisbergstrasse neue Fläche	688.060/ 246.120	NO	20	Schnitt
801	7	Bungertwies	684.780/ 247.440	SW	2	Schafweide
802	7	Fluntern flach	684.430/ 247.860	SSW	3	Schafweide
812	7	Moussonstrasse (ETH)	684.270/ 247.890	WSW	95	Schafweide
825	7	Berghaldenstrasse oben	687.350/ 245.830	SO	10	Pferdeweide
826	7	Drusbergstrasse/Waserstrasse	686.320/ 245.890	SO	15	Schafweide
827	7	Hirtenweg/Drusbergstrasse	686.340/ 245.860	SO	15	Schafweide
828	7	Wehrenbachtobel magere Weide	686.290/ 245.390	SSO	16	Schafweide
829	7	Wehrenbachtobel kleiner Hang	686.280/ 245.460	S	50	Schafweide
830	7	Wehrenbachtobel mager oben	686.370/ 245.470	SO	150	Schafweide
839	7	Vordereierbrech	686.290/ 245.700	SSO	15	Schafweide
840	7	Segeten (magere Kuhweide/Mähwiese)	687.120/ 245.480	S	30	Schafweide
851	7	Unterhalb Forchstrasse	685.540/ 245.870	SW	7	Schafweide
852	7	Pferdeweide bei Segetenweg mager	687.050/ 245.530	S	20	Pferdeweide
853	7	Pferdeweide bei Segetenweg	687.020/ 245.530	S	5	Pferdeweide
854	7	Pferdeweide bei Segetenweg unterweide	686.970/ 245.530	S	10	Pferdeweide
855	7	Pferdeweide beim Baum	687.050/ 245.450	SSW	35	Pferdeweide
856	7	Pferdeweide bei den Gärten	687.100/ 245.440	SSW	22	Pferdeweide
857	7	Pferdeweide neben Schafweide	687.110/ 245.440	SSW	24	Pferdeweide
858	7	Pferdeweide oberhalb Stall	687.010/ 245.450	SSO	25	Pferdeweide
859	7	Pferdeweide beim Brunnen	687.070/ 245.450	S	12	Pferdeweide
860	7	Segeten alte Schafweide	687.220/ 245.300	S	12	Schafweide
861	7	Segeten neue Schafweide	687.140/ 245.420	SSO	24	Schafweide
862	7	Segeten oberhalb altem Schafstall	687.230/ 245.350	SSW	65	Schafweide
863	7	Segeten unterhalb neuem Schafstall	687.240/ 245.380	SSO	70	Schafweide
911	7	Kleinjoggsteig, steil	684.525/ 248.500	SW	50	Schnitt
912	7	Kleinjoggsteig, moosreich	684.525/ 248.500	NW	60	Schnitt
913	7	Kleinjoggsteig, flach	684.550/ 248.475	-	0	Schnitt
619	Riesbach 8	Quellwasserfilter Rehalp	686.270/ 245.100	SSW	43	Schnitt
620	8	Gärtnerei Rehalp	686.450/ 245.280	NNW	15	Schnitt
672	8	Hambergersteig	685.040/ 245.190	SO	45	Schnitt
674	8	Lengstrasse Klinik Balgrist	685.730/ 245.340	WNW	15	Schafweide
675	8	Kreuzung Weineggstrasse-Weineggweg	685.150/ 245.910	N	41	Schnitt
689	8	Botanischer Garten Waldlichtung	684.680/ 245.880	WSW	30	Schnitt
705	8	Friedhof Enzenbühl ehemaliger Rasen	686.320/ 244.900	WSW	10	Schnitt
730	8	Friedhof Enzenbühl Teich	686.110/ 244.970	SO	25	Schnitt
850	8	Oberhalb Weineggstr. gegen Bot. Gart.	684.870/ 246.300	NO	15	Schafweide
914	8	Friedhof Enzenbühl	686.200/ 244.850	S	3	Schnitt
622	Altstetten/Albisrieden 9	Werdhölzli Ufer	679.000/ 250.380	N	17	Schnitt
623	9	Bernstrasse bei Platanen-Allee	678.080/ 250.250	N	5	Schnitt
624	9	Strassendreieck bei Autobahn	678.310/ 250.160	-	0	Schnitt
625	9	Autobahn Bernstrasse Süd	678.680/ 249.995	SSW	7	Schnitt
638	9	Bernstrasse (Frau Hagenbuch)	679.610/ 248.790	-	0	Schnitt
645	9	Entlang Limmat bei EAWAG Brücke	679.320/ 250.250	N	20	Schnitt
714	9	Ausgangs Albisrieden rechte Str.-Seite	678.610/ 247.430	NO	13	Schnitt
715	9	Lyrenweg bei Einfamilienhäusern	678.490/ 248.005	NO	20	Schnitt
716	9	Schiessplatz Dunkelhölzli	677.350/ 249.350	SW	60	Schnitt
740	9	Lyrenweg bei CVJM-Haus	677.650/ 248.730	NO	15	Schnitt
741	9	Albisrieden Waldrand	678.730/ 247.250	NO	35	Schnitt
742	9	Sädlen	679.610/ 246.510	NO	30	Schnitt
841	9	EAWAG Tüfenwies flach	679.110/ 250.130	-	0	Schafweide
842	9	EAWAG Tüfenwies Westhang	678.860/ 250.230	W	60	Schafweide
843	9	EAWAG Tüfenwies Nordhang	679.170/ 250.160	N	60	Schafweide
864	9	Dunkelhölzli Allmend	677.420/ 249.200	WSW	15	Schafweide

Tab. A.1. (Forts.)

Aufn. nr.	Stadt-kreis		Ortsbezeichnung	Koordinaten	Expo.	Neig. in %	Bewirt-schaftungstyp
402	Hönggg/Wipkingen	10	Eggbühl Frankental	678.200/ 251.640	S	20	Schafweide
502		10	Winzerhalde	678.850/ 250.860	S	40	Schafweide
602		10	Käferberg Sanatorium	681.300/ 250.370	SSW	35	Schnitt
606		10	Rehsprung	682.370/ 250.320	S	18	Schnitt
607		10	Obere Waid 4647	681.960/ 250.350	S	55	Schnitt
608		10	Obere Waid 4747	681.600/ 250.230	SSW	23	Schnitt
609		10	Rheumastation Käferberg	681.540/ 250.370	SSW	30	Schafweide
611		10	Krankenheim Waid	681.370/ 250.290	SSW	45	Schafweide
612		10	Am Hönggerberg	680.880/ 250.650	SSO	110	Brache/Schnitt
613		10	Stadtspital Waid	681.670/ 250.440	S	32	Schnitt
636		10	zwischen Waidbergweg und Wehrlisteig	680.950/ 250.610	SSO	50	Schnitt
637		10	Talchernsteig	679.200/ 250.720	SSO	57	Schnitt
646		10	Limmat Südseite beim Bad	679.310/ 250.320	S	30	Schnitt
687		10	Tüfenwies Ruderale Wiese	679.190/ 250.430	-	0	Schnitt
719		10	Friedhof Nordheim Krematorium	682.150/ 251.180	ONO	17	Schnitt
721		10	ETH Hönggerberg Versuchswiese UNW	680.880/ 251.580	N	10	Schnitt
722		10	ETH Hönggerberg Versuchswiese UNW	680.850/ 251.140	W	12	Schnitt
727		10	Ausgangs Höngg	679.740/ 250.880	SSO	15	Schnitt
728		10	Regensdorferstrasse Grünwald	678.850/ 252.320	W	3	Schnitt
729		10	Giblenstrasse	679.120/ 251.510	SSW	40	Schnitt
813		10	Wipkingen	682.410/ 249.930	ONO	63	Schafweide
814		10	Im Rehsprung	682.400/ 249.340	SSW	15	Rinderweide
815		10	Rehsprung	682.430/ 249.350	SSW	10	Rinderweide
816		10	Obere Waidstrasse bei Bäumen	681.260/ 250.390	SSW	60	Schafweide
817		10	Obere Waidstrasse steil	681.320/ 250.400	SSW	70	Schafweide
818		10	Spital Waid	681.290/ 250.280	SSW	60	Schafweide
819		10	Spital Waid bei Bäumen	681.310/ 250.270	SSW	32	Schafweide
820		10	Am Hönggerberg mager	681.130/ 250.370	S	35	Schafweide
821		10	Am Hönggerberg fett	681.260/ 250.370	S	35	Schafweide
823		10	Käferberg Rheumabad	681.510/ 250.390	SSW	60	Schafweide
824		10	Wipkingen Süd	682.420/ 249.970	WSW	63	Ziegenweide
832		10	Frankental Nordhang	678.330/ 251.320	NW	25	Schafweide
833		10	Frankental Kuppe	678.290/ 251.310	NO	2	Schafweide
834		10	Frankental Schafhütte	678.270/ 251.330	NO	12	Schafweide
835		10	Winzerhalde West, steil	678.490/ 250.950	OSO	50	Schafweide
836		10	Winzerhalde bei Sitzbank	678.540/ 250.940	S	38	Schafweide
837		10	Winzerhalde feucht	678.790/ 250.870	SO	38	Schafweide
846		10	Winzerhalde/Winzerstrasse	679.680/ 250.430	S	4	Schafweide
866		10	Heizenholz	678.810/ 251.810	W	3	Schafweide
302	Oerlikon/Seebach/ Affoltern	11	Felsenrainstrasse Seebach	683.200/ 252.640	SO	40	Schafweide
601		11	Felsenrainstrasse	683.220/ 252.650	SSW	57	Schnitt
688		11	Seebach unterhalb Schulhaus	683.290/ 252.680	NO	15	Schnitt
720		11	Rebhüsliweg	681.290/ 251.680	N	20	Schnitt
723		11	Hungerbergstrasse	680.050/ 252.550	NO	12	Rinder-Mähweid
724		11	Zentenhausstrasse/Fronwaldweg	680.680/ 253.050	NW	70	Schnitt
725		11	Friedhof Schwandenholz	682.640/ 252.790	SO	20	Schnitt
726		11	Friedhof Schwandenholz fett	682.600/ 252.900	O	3	Schnitt
865		11	Schwandenholzstrasse/Seebachstrasse	682.970/ 252.910	-	0	Schafweide
603	Schwamendingen/ Stettbach	12	Schiessplatz Mattenhof	686.480/ 250.300	SO	60	Schnitt
626		12	Friedhof Schwamendingen Kapelle links	685.680/ 250.640	NO	18	Schnitt
627		12	Friedhof Schwamendingen nass	685.700/ 250.630	NO	18	Schnitt
628		12	Friedhof Schwamendingen feucht	685.680/ 250.620	ONO	18	Schnitt
629		12	Friedhof Schwamendingen	685.690/ 250.560	NO	20	Schnitt
630		12	Friedhof Schwamendingen Wäldchen	685.750/ 250.530	NO	16	Schnitt
631		12	Friedhof Schwamendingen (Parkrasen)	685.620/ 250.650	NO	5	Schnitt
632		12	Friedhof Schwamendingen (Orchideen)	685.730/ 250.600	NO	20	Schnitt
633		12	Winterthurerstrasse	684.750/ 251.010	NO	62	Schnitt
686		12	Friedhof Schwamendingen halb oben	685.730/ 250.570	NO	3	Schnitt
822		12	Mattenhof	686.910/ 250.200	W	30	Schafweide
838		12	Schulhaus Stettbach	686.430/ 250.450	NO	55	Schafweide
652	Kilch-berg		Ecke Seehaldenstrasse-Hornhaldenstr.	683.180/ 242.930	NNW	100	Brache/Schnitt

Tab. A.2 Veränderungen im Artengefüge der jeweiligen Dauerfläche (Deckung in % und +: < 1 %, r: 1 bis 2 Individuen). Für zurückgehende bzw. zunehmende Arten: Angabe der Mittelwerte pro Jahr der drei jeweiligen Wiederholungen. Für persistente Arten: Angabe des Mittelwertes über die Untersuchungsperiode. Wenig deckende Arten (r) nicht erwähnt.

BAHNHALDE																				
KONTROLFLÄCHE: Standweide						SCHNITTVARIANTE: Mai/Juli						SCHNITTVARIANTE: Juni/Aug								
Arten	90	91	92	93	94	Arten	90	91	92	93	94	Arten	90	91	92	93	94
zurückgehende																	
Lolium multiflorum	r					*Lathyrus pratensis*	r					*Phleum pratense*	r				
Veronica serpyllifolia	r					*Trifolium dubium*	r					*Anthoxanthum odoratun*	r				
Robinia pseudo-acacia	r					*Agrostis stolonifera*	4	+				*Myosotis arvensis*	r				
Plantago media	r					*Bromus mollis*	+	1				*Sonchus asper*	r				
Holcus lanatus	2	1	1	+	+	*Robinia pseudo-acacia*	r	r	r			*Trifolium dubium*	r				
Ajuga reptans	2	1	1	1	1	*Bellis perennis*	1	2	1	+	r	*Veronica serpyllifolia*	r				
Carex contigua	3	+	1	+	+	*Glechoma hederaceum*	2	2	r	r	r	*Agrostis stolonifera*	4				
Festuca pratensis	4	2	2	2	2	*Ajuga reptans*	2	3	2	+	1	*Knautia arvensis*	r	r			
Plantago lanceolata	5	3	2	1	+	*Cirsium arvense*	3	3	3	1	1	*Medicago sativa*	+		r		
Arrhenatherum elatius	6	8	4	3	3	*Trifolium repens*	4	3	+	+	r	*Carex* cf. *silvatica*	2	1	+		
						Festuca pratensis	4	5	2	1	1	*Urtica dioeca*	1	1	+	+	
						Veronica filiformis	6	7	1	+	+	*Festuca arundinacea*	2	+	+	+	+
						Lolium perenne	7	5	3	+	r	*Dactylis glomerata*	3	4	2	1	+
						Plantago lanceolata	8	4	3	r	r	*Trifolium repens*	4	2	+	r	r
						Poa pratensis	10	2	4	4	2	*Veronica filiformis*	4	4	1	1	+
												Trisetum flavescens	6	6	6	5	2
												Lolium perenne	6	5	1	1	1
												Plantago lanceolata	9	4	4	+	+
												Poa pratensis	9	2	2	2	3
zunehmende																	
Lolium perenne	11	13	17	17	20	*Galium album*	11	15	45	37	40	*Arrhenatherum elatius*	13	35	70	67	78
Ranunculus friesianus	2	7	6	6	6	*Arrhenatherum elatius*	10	35	70	77	80	*Galium album*	13	20	47	35	40
Trifolium pratense	1	2	4	4	4	*Ranunculus friesianus*	3	5	5	5	6	*Trifolium pratense*	2	4	5	6	5
Bellis perennis	1	2	2	2	2	*Trifolium pratense*	3	5	8	10	8	*Veronica chamaedrys*	1	2	2	2	2
Veronica chamaedrys	+	1	2	4	5	*Rumex acetosa*	+	+	1	1	2	*Ranunculus bulbosus*	+	1	2	3	5
Phleum pratense	r	r	r	1	1	*Sanguisorba minor*	+	1	1	1	2	*Sanguisorba minor*	+	1	2	3	4
Lysimachia nummularia		r		+	+	*Vicia sepium*	+	+	1	1	2	*Vicia sepium*	+	r	+	+	1
						Ranunculus ficaria		+	r	r	r	*Ranunculus ficaria*		+	r	r	r
						Centaurea jacea		r	r	r	r	*Primula vulgaris*		+	+	+	+
						Holcus lanatus		r	r	r	r	*Bromus erectus*		r	+	1	+
						Viola hirta		r	r	r	r	*Equisetum arvense*		r	+	+	+
						Brachypodium silvaticum			r	r	r	*Viola hirta*		r	r	r	r
						Primula vulgaris			r	r	r	*Cardamine hirsuta*		r	r	r	r
						Carex hirta				r	r	*Helictotrichon pubescens*		+	r	+	+
												Acer pseudoplatanus				r	r
persistente																	
Galium album 8, Cirsium arvense 7, Veronica filiformis 7, Daucus carota 6, Prunella vulgaris 6, Potentilla reptans 5, Poa pratensis 5, Trifolium repens 5, Trisetum flavescens 4, Agrostis stolonifera 3, Festuca arundinacea 2, Dactylis glomerata 2, Satureja vulgaris 2, Festuca rubra 1, Lotus corniculatus 1, Glechoma hederaceum 1, Cerastium caespitosum 1, Crepis capillaris 1, Taraxacum officinale 1, Ranunculus bulbosus 1, Medicago lupulina 1, Helictotrichon pubescens +, Potentilla sterilis +, Equisetum arvense +, Sanguisorba minor +, Rumex acetosa +, Poa trivialis +, Bromus erectus +, Vicia sepium +, Crataegus monog. +, Viola hirta +, Chrysanthemum leucanthemum +.						*Carex contigua 7, Daucus carota 5, Potentilla reptans 5, Trisetum flavescens 4, Prunella vulgaris 3, Festuca arundinacea 3, Potentilla sterilis 3, Festuca rubra 3, Dactylis glomerata 2, Satureja vulgaris 1, Veronica chamaedrys 1, Medicago lupulina 1, Lysimachia nummularia 1, Lotus corniculatus 1, Helictotrichon pubescens 1, Poa trivialis 1, Crepis capillaris +, Ranunculus bulbosus +, Cerastium caespitosum +, Taraxacum officinale +, Carex silvatica +, Erigeron annuus +, Chrysanthemum leucanthemum +, Achillea millefolium +, Convolvulus arvensis +, Urtica dioeca +, Hypochoeris radicata +.*						*Carex contigua 7, Daucus carota 5, Potentilla reptans 4, Ranunculus friesianus 4, Prunella vulgaris 3, Satureja vulgaris 3, Festuca rubra 3, Festuca pratensis 3, Ajuga reptans 2, Potentilla sterilis 2, Cirsium arvense 2, Glechoma hederaceum 1, Medicago lupulina 1, Cerastium caespitosum 1, Bellis perennis 1, Poa trivialis 1, Rumex acetosa 1, Achillea millefolium 1, Lysimachia nummularia 1, Lotus corniculatus 1, Crepis capillaris +, Erigeron annuus +, Taraxacum officinale* agg. *+, Convolvulus arvensis +, Chrysanthemum leucanthemum +, Carex hirta +, Hypochoeris radicata +.*					

Tab. A.2 (Forts.)

EGGSTRASSE																				
KONTROLFLÄCHE: Weide						SCHNITTVARIANTE: Mai/Juli						SCHNITTVARIANTE: Juni/Aug								
Arten	90	91	92	93	94	Arten	90	91	92	93	94	Arten	90	91	92	93	94
zurückgehende																	
Acer pseudoplatanus	r					*Carex silvatica*	r					*Cirsium arvense*	r				
Cirsium arvense	r					*Anagallis arvensis*	r	r				*Poa annua*	r				
Anagallis arvensis	r	+				*Veronica serpyllifolia*	+	r				*Sonchus asper*	r				
Viola hirta	r	+	r	r		*Crepis capillaris*	4	2				*Bromus mollis*	r				
Veronica serpyllifolia	+	+	r	r	r	*Cardamine pratensis*	r	+	r			*Carex silvatica*	r				
Chrysanthemum leuc.	1	+	+	+	+	*Lolium perenne*	3	1	r			*Erigeron canadensis*	r				
Lolium perenne	1	1	+	+	r	*Taraxacum officinale*	3	4	2	2	1	*Festuca pratensis*	r				
Medicago lupulina	3	1	1	1	r	*Chrysanthemum leuc.*	2	2	1	1	1	*Anagallis arvensis*	r	+			
Potentilla reptans	3	3	3	2	r	*Crepis taraxacifolia*	5	4	3	3	2	*Taraxacum officinale*	3	2	2	2	1
Plantago media	6	5	4	4	4	*Plantago media*	6	1	2	1	1	*Lolium perenne*	4	+	r	r	r
						Trifolium dubium	6	5	2	1	2	*Trifolium repens*	5	5	+	+	1
						Trifolium repens	6	3	0	0	0	*Festuca arundinacea*	6	8	7	5	4
						Plantago lanceolata	9	2	1	2	1	*Plantago media*	7	2	2	1	1
zunehmende																	
Trifolium dubium	7	3	7	11	42	*Achillea millefolium*	5	10	11	12	9	*Achillea millefolium*	9	9	8	11	12
Bellis perennis	4	13	13	12	12	*Medicago lupulina*	4	1	1	6	15	*Salvia pratensis*	1	3	3	6	11
Crepis capillaris	2	1	22	18	15	*Salvia pratensis*	2	2	3	6	7	*Medicago lupulina*	3	1	1	7	6
Ranunculus bulbosus	2	4	6	5	6	*Lotus corniculatus*	1	1	3	3	3	*Lotus corniculatus*	+	1	1	3	4
Salvia pratensis	1	1	2	3	6	*Daucus carota*	+	2	2	9	7	*Daucus carota*	+	1	1	4	3
Veronica arvensis	1	2	10	9	8	*Centaurea jacea*	+	1	2	1	1	*Centaurea jacea*	+	+	1	1	1
Veronica persica	+	+	2	2	2	*Satureja vulgaris*	+	+	+	1	1	*Silene vulgaris*	+		1	+	1
Hypochoeris radicata	+	+	1	1	1	*Bromus erectus*		r	+	r	r	*Satureja vulgaris*			+	r	+
Cerastium caespitosum	+	+	1	2	2	*Valerianella locusta*				r	r	*Muscari racemosum*			r	r	r
Arenaria serpyllifolia	r	+	1	11	5												
Erigeron annuus		r	+	+	+												
Cerastium glomeratum			1	1	1												
Valerianella locusta			r	r	r												
Allium vineale			r	r	r												
Silene vulgaris				r	r												
persistente																	
Trisetum flavescens 15, Achillea millefolium 11, Prunella vulgaris 11, Poa pratensis/angustifolia 10, Trifolium pratense 7, Festuca rubra 6, Festuca arundinacea 6, Crepis taraxacifolia 6, Plantago lanceolata 4, Taraxacum officinale 3, Trifolium repens 2, Arrhenatherum elatius 1, Lotus corniculatus 1, Ranunculus friesianus 1, Geranium molle +, Daucus carota +, Helictotrichon pubescens +, Veronica chamaedrys +, Dactylis glomerata +, Rumex acetosa +, Bromus erectus +, Ajuga reptans +, Centaurea jacea +, Satureja vulgaris +.						*Poa angustifolia 16, Trifolium pratense 16, Trisetum flavescens 11, Prunella vulgaris 10, Festuca arundinacea 7, Ranunculus bulbosus 6, Festuca rubra 6, Bellis perennis 5, Potentilla reptans 5, Arrhenatherum elatius 5, Veronica arvensis 4, Ranunculus friesianus 3, Veronica persica 2, Cerastium caespitosum 2, Arenaria serpyllifolia 1, Dactylis glomerata 1, Veronica chamaedrys 1, Rumex acetosa +, Silene vulgaris +, Galium album +, Helictotrichon pubescens +, Glechoma hederaceum +, Knautia arvensis +, Allium vineale +, Lysimachia nummularia +, Festuca pratensis +.*						*Poa pratensis/angustifolia 17, Prunella vulgaris 11, Trifolium pratense 10, Trisetum flavescens 9, Trifolium dubium 9, Festuca rubra 8, Ranunculus bulbosus 8, Crepis taraxacifolia 8, Bellis perennis 6, Potentilla reptans 4, Veronica arvensis 4, Veronica persica 4, Arrhenatherum elatius 4, Crepis capillaris 4, Plantago lanceolata 3, Cerastium caespitosum 3, Ranunculus friesianus 2, Chrysanthemum leuc. 2, Dactylis glomerata 1, Rumex acetosa 1, Arenaria serpyllifolia 1, Veronica chamaedrys 1, Helictotrichon pubescens 1, Bromus erectus 1, Glechoma hederaceum +, Cerastium glomeratum +, Hypochoeris radicata +, Verbena officinalis +, Veronica serpyllifolia +.*					

Tab. A.2 (Forts.)

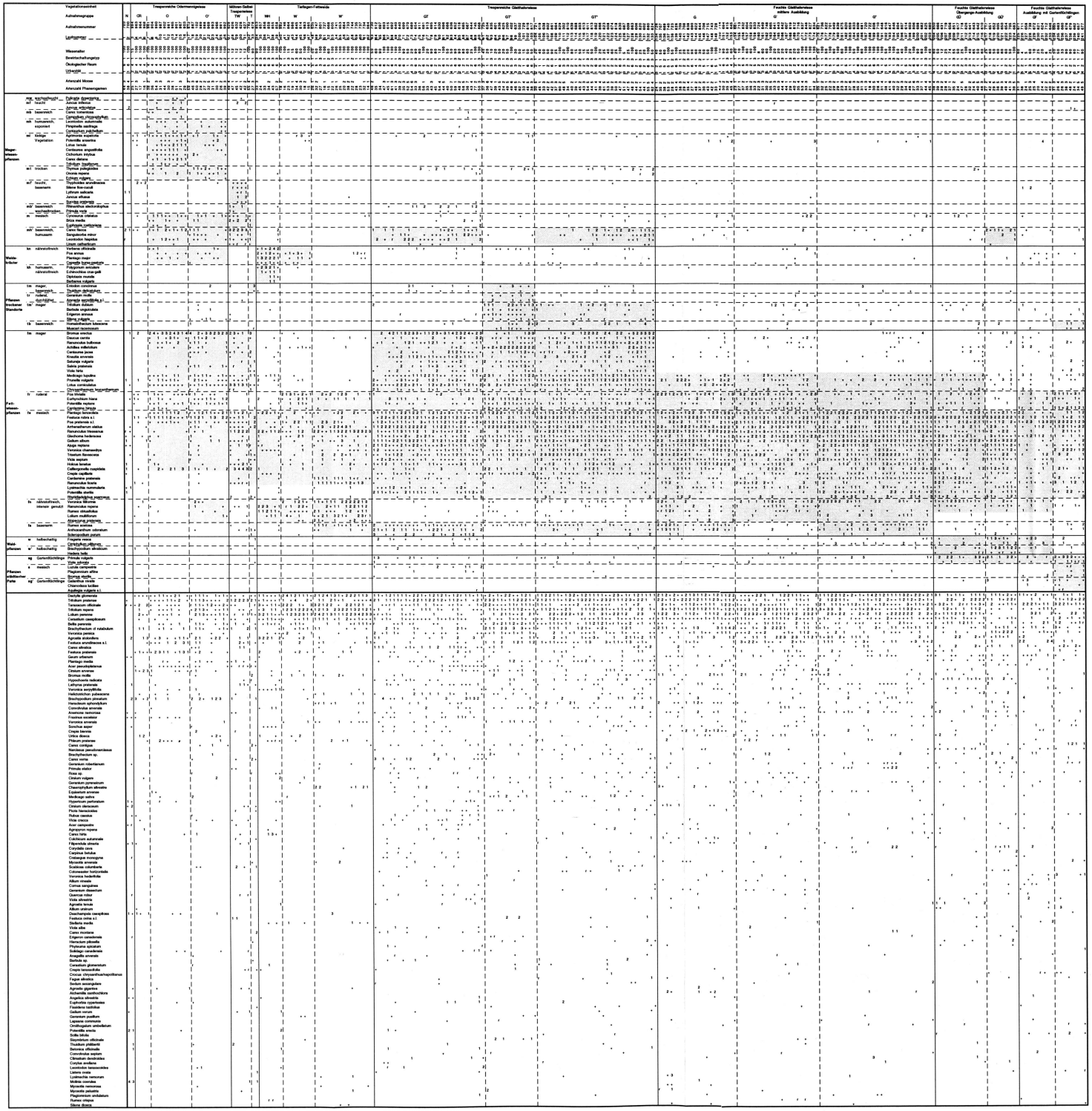
WINZERHALDE

KONTROLFLÄCHE: Standweide					SCHNITTVARIANTE: Mai/Juni					SCHNITTVARIANTE: Juni/Aug				
Arten	90	91	92	93	Arten	90	91	92	93	Arten	90	91	92	93
zurückgehende														
Rumex obtusifolius	r				*Poa annua*	r				*Poa annua*	r			
Cynodon dactylon	r				*Erigeron canadensis*	+				*Sisymbrium officinale*	r			
Quercus robur	r				*Setaria glauca*	+				*Erigeron canadensis*	r			
Festuca pratensis	r				*Arenaria serpyllifolia*	1				*Hordeum murinum*	r			
Helictotrichon pubescen.	r				*Ajuga reptans*	r	+			*Muscari racemosum*	r			
Bromus sterilis	r	r			*Bromus mollis*	3	1			*Verbena officinalis*	r			
Viola hirta	r	r			*Cynosurus cristatus*	3	1			*Bromus sterilis*	r			
Lysimachia vulgaris	r	+			*Lolium perenne*	5	3			*Veronica serpyllifolia*	+			
Veronica serpyllifolia	+	+			*Muscari racemosum*	+	+	r	r	*Viola hirta*	+			
Equisetum arvense	3	1	r	r	*Cerastium caespitosum*	2	3	1	+	*Cynosurus cristatus*	4	+	r	
Festuca arundinacea	7	1	3	2	*Festuca arundinacea*	6	5	3	3	*Taraxacum officinale*	2	r	+	+
Galium album	8	6	5	5	*Trifolium repens*	10	7	1	+	*Lolium perenne*	5	3	+	r
Trifolium repens	12	14	4	2	*Bellis perennis*	17	6	2	1	*Festuca arundinacea*	8	4	4	4
Poa pratensis	17	3	1	3	*Trifolium dubium*	22	+	2	+	*Trifolium repens*	9	8	3	r
										Plantago lanceolata	12	8	7	2
										Bellis perennis	17	6	3	3
zunehmende														
Salvia pratensis	2	3	5	4	*Achillea millefolium*	10	25	25	28	*Salvia pratensis*	8	9	18	25
Carex contigua	2	3	4	4	*Salvia pratensis*	9	9	24	28	*Carex contigua*	3	2	14	9
Veronica persica	2	3	6	5	*Galium album*	5	6	6	12	*Arrhenatherum elatius*	2	17	6	6
Cardamine hirsuta	1	2	6	5	*Trifolium pratense*	5	14	12	26	*Cirsium arvense*	2	3	6	5
Arenaria serpyllifolia	1	r	2	4	*Cirsium arvense*	3	4	10	5	*Potentilla reptans*	2	3	4	9
Crepis capillaris	+	2	18	20	*Potentilla reptans*	2	2	2	4	*Centaurea jacea*	2	2	5	3
Cerastium caespitosum	+	4	3	9	*Lotus corniculatus*	1	4	4	4	*Lotus corniculatus*	1	2	3	3
Geranium molle	+	1	1	4	*Medicago lupulina*	1	1	2	3	*Veronica persica*	1	4	5	5
Erigeron annuus	+	+	1	1	*Veronica arvensis*	1	3	3	4	*Veronica chamaedrys*	1	2	2	4
Acer pseudoplatanus		+	+	+	*Veronica chamaedrys*	1	4	3	3	*Rumex acetosa*	+	2	2	2
Cerastium glomeratum			1	1	*Daucus carota*	1	2	2	4	*Veronica arvensis*	+	5	3	4
Hordeum murinum			+	+	*Satureja vulgaris*	1	1	3	3	*Geranium molle*	+	1	1	2
Senecio vulgaris			r	+	*Dactylis glomerata*	+	1	2	2	*Plantago media*		+	r	r
Veronica filiformis				+	*Geranium molle*	+	+	+	1	*Acer campestre*			r	r
					Geranium dissectum		r	r	r	*Agropyron repens*			r	r
					Helictotrichon pubescens			+	+	*Ranunculus ficaria*				r
					Ornithogalum umbellatum				r					
persistente														
Trifolium dubium 13, Achillea millefolium 11, Plantago lanceolata 10, Bellis perennis 9, Trifolium pratense 8, Trisetum flavescens 7, Lolium perenne 5, Festuca rubra 5, Arrhenatherum elatius 4, Prunella vulgaris 3, Medicago lupulina 3, Taraxacum officinale 2, Cirsium arvense 2, Veronica arvensis 2, Silene vulgaris 2, Bromus mollis 2, Centaurea jacea 2, Potentilla reptans 1, Daucus carota 1, Lotus corniculatus 1, Rumex acetosa 1, Veronica chamaedrys 1, Knautia arvensis 1, Dactylis glomerata 1, Cynosurus cristatus 1, Glechoma hederaceum 1, Satureja vulgaris 1, Ranunculus bulbosus +, Sisymbrium officinalis +, Chrysanthemum leucanthemum +, Geranium dissectum +, Verbena officinalis +, Convolvulus arvense +, Artemisia vulgaris +, Erigeron canadensis +, Ranunculus friesianus +, Setaria glauca +.					*Trisetum flavescens 20, Poa pratensis 12, Arrhenatherum elatius 9, Plantago lanceolata 9, Festuca rubra 4, Centaurea jacea 3, Prunella vulgaris 3, Carex contigua 3, Veronica persica 2, Chrysanthemum leucanthemum 2, Poa trivialis 2, Silene vulgaris 1, Rumex acetosa 1, Cardamine hirsuta 1, Lathyrus pratense 1, Glechoma hederaceum 1, Taraxacum officinale 1, Ranunculus bulbosus 1, Cerastium glomeratum 1, Knautia arvensis +, Crepis capillaris +, Convolvulus sepium +, Erigeron annuus +, Ranunculus friesianus +, Lysimachia nummularia +, Plantago media +.*					*Trisetum flavescens 23, Achillea millefolium 21, Trifolium dubium 18, Poa pratensis 11, Trifolium pratense 7, Galium album 4, Satureja vulgaris 3, Festuca rubra 2, Silene vulgaris 2, Cerastium caespitosum 2, Prunella vulgaris 2, Bromus mollis 2, Cardamine hirsuta 2, Dactylis glomerata 1, Daucus carota 1, Medicago lupulina 1, Glechoma hederaceum 1, Chrysanthemum leucanthemum 1, Cerastium glomeratum 1, Erigeron annuus +, Arenaria serpyllifolia +, Lathyrus pratense +, Ranunculus bulbosus +, Knautia arvensis +, Crepis capillaris +, Helictotrichon pubescens +, Lysimachia nummularia +, Agrostis stolonifera +, Anthoxanthum odoratum +, Convolvulus arvensis +, Equisetum arvense +, Ajuga reptans +, Ranunculus friesianus +.*				

Tab. A.2 (Forts.)

KRATTENTURMSTRASSE

KONTROLFLÄCHE: Standweide						WEIDEVARIANTE: Sommerweide						SCHNITTVARIANTE: Juni/Aug					
Arten	90	91	92	93	94	Arten	90	91	92	93	94	Arten	90	91	92	93	94
zurückgehende																	
Veronica serpyllifolia	r					*Centaurium*	r					*Ranunculus repens*	r				
Cerastium caespitosum	r					*Picris hieracioides*	+					*Anthoxanthum odorat.*	+				
Euphrasia rostkoviana	r					*Euphrasia rostkoviana*	r		r			*Agrostis stolonifera*	3	1			
Galium album	r					*Veronica serpyllifolia*	+	r	+			*Veronica serpyllifolia*	r	r	r		
Ajuga reptans	+					*Dactylis glomerata*	1	1	1	+	+	*Cerastium caespitosum*	+	r	r		
Centaurium pulchellum	+		r			*Lolium perenne*	1	1	+	+	+	*Trifolium dubium*	r		r	r	
Helictotrichon pubesc.	+		+			*Cynosurus cristatus*	2	2	+	+	+	*Bromus mollis*	1	r	r	r	r
Arrhenatherum elatius	+	+	r			*Agrimonia eupatoria*	2	1	1	+	+	*Cynosurus cristatus*	2	r	+	r	r
Lolium perenne	2	1	1	1	1	*Taraxacum officinale*	5	4	3	3	2	*Plantago lanceolata*	3	3	2	r	+
Agrimonia eupatoria	2	2	1	+	1	*Festuca pratensis*	12	7	8	4	4	*Ononis repens*	4	3	3	3	1
Lotus corniculatus	3	3	+	+	1							*Poa pratensis*	5	3	4	1	2
Poa pratensis	4	3	3	2	1							*Trifolium repens*	5	+	1	1	r
Festuca rubra	5	4	2	2	2							*Thymus pulegioides*	5	4	3	2	1
Festuca pratensis	12	7	5	6	6							*Festuca pratensis*	8	9	8	2	2
Bromus erectus	22	12	22	8	8							*Prunella vulgaris*	11	7	5	5	6
zunehmende																	
Prunella vulgaris	9	6	6	7	17	*Daucus carota*	4	5	8	8	7	*Bromus erectus*	22	17	42	24	50
Bellis perennis	3	2	3	5	13	*Bellis perennis*	3	2	6	7	10	*Brachypodium pinnatun*	5	8	27	25	27
Achillea millefolium	r	+	r	1	1	*Acer pseudoplatanus*	+	+	+	2	2	*Salvia pratensis*	4	8	10	7	6
Poa trivialis				r	r	*Achillea millefolium*	+	1	1	1	2	*Trifolium pratense*	2	2	3	4	5
Carex silvatica				r	r	*Arrhenatherum elatius*		+	1	1	+	*Sanguisorba minor*	1	1	2	2	2
Crepis biennis				r	r	*Carex verna*		+	+	+	1	*Achillea millefolium*	+	2	2	2	3
Plantago major					r	*Galium album*		+		+	+	*Festuca arundinacea*	+	+	2	1	2
						Poa trivialis				r	+	*Centaurea jacea*	+	1	2	3	3
												Lolium perenne		+	r	+	+
												Ajuga reptans		r	r	r	1
												Carex verna		+	r	1	2
												Viola hirta		r	r	+	r
												Vicia sepium			r	r	r
												Carex silvatica			+	r	r
												Veronica chamaedrys			r		r
persistente																	
Brachypodium pinnatum 8, Carex flacca 5, Daucus carota 4, Plantago media 4, Salvia pratensis 4, Thymus pulegioides 3, Leontodon taraxacoides 3, Trifolium repens 3, Taraxacum officinale 3, Plantago lanceolata 2, Ranunculus bulbosus 2, Leontodon hispidus 2, Briza media 2, Cynosurus cristatus 2, Agrostis stolonifera 1, Medicago lupulina 1, Sanguisorba minor 1, Ononis repens 1, Crepis capillaris 1, Dactylis glomerata 1, Festuca arundinacea 1, Trifolium pratense 1, Chrysanthemum leucanthemum +, Trifolium dubium +, Vicia cracca +, Trisetum flavescens +, Scabiosa columbaria +, Cichorium intybus +, Centaurea jacea +, Acer pseudoplatanus +, Bromus mollis +, Carex verna +, Veronica filiformis +, Potentilla reptans +.						*Bromus erectus 29, Brachypodium pinnatum 15, Prunella vulgaris 7, Salvia pratensis 6, Thymus pulegioides 5, Carex flacca 5, Plantago media 4, Poa pratensis 4, Medicago lupulina 3, Briza media 3, Lotus corniculatus 3, Leontodon hispidus 3, Festuca rubra 3, Ranunculus bulbosus 3, Ononis repens 2, Trifolium repens 2, Sanguisorba minor 2, Trifolium pratense 1, Plantago lanceolata 1, Festuca arundinacea 1, Chrysanthemum leucanthemum 1, Agrostis stolonifera 1, Centaurea jacea 1, Trisetum flavescens 1, Crepis capillaris 1, Helictotrichon pubescens +, Leontodon taraxacoides +, Cichorium intybus +, Scabiosa columbaria +, Potentilla reptans +, Ranunculus friesianus +, Veronica filiformis +, Bromus mollis +.*						*Plantago media 5, Carex flacca 5, Lotus corniculatus 4, Daucus carota 4, Taraxacum officinale 3, Festuca rubra 3, Briza media 3, Bellis perennis 3, Ranunculus bulbosus 2, Medicago lupulina 2, Dactylis glomerata 2, Vicia cracca 1, Leontodon hispidus 1, Helictotrichon pubescens 1, Cichorium intybus 1, Chrysanthemum leucanthemum 1, Agrimonia eupatoria 1, Acer pseudoplatanus 1, Veronica filiformis +, Trisetum flavescens +, Scabiosa columbaria +, Ranunculus friesianus +, Leontodon taraxacoides +, Galium verum +, Galium album +, Crepis capillaris +, Arrhenatherum elatius +*						



Tab. A.3. Vegetationstabelle der Wiesen und Weiden im Gebiet der Stadt Zürich.
Vegetation table of mowed and grazed meadows in the area of the city of Zurich.

Arten, deren Stetigkeit kleiner als 2% war:

Arten, die 5 mal vorkamen:
Brachythecium salebrosum 815:1, 865:1, 808:1, 200:2, 667:1, Carex pallescens 644:1, 711:+, 632:1, 623:+, 630:+, Circaea lutetiana 676:+, 720:+, 715:+, 740:+, 691:+, Epilobium nasum 853:+, 680:+, 023:+, 692:+, 740:+, Equisetum maximum 733:2, 700:3, 678:2, 745:+, 703:1, Festuca gigantea 707:+, 617:1, 963:1, 747:+, 740:+, Galeopsis tetrahit 855:+, 652:r, 591:2, 696:+, 700:+, Hieracium murorum s.l. 682:r, 654:r, 660:+, 672:+, 679:+, Hypericum desetangsii 852:+, 683:+, 629:+, 703:+, 612:+, Populus nigra 816:+, 618:r, 837:r, 687:+, 745:+, Ranunculus nemorosus 992:+, 961:+, 901:+, 678:1, 745:1, Robinia pseudo-acacia 846:1, 639:r, 667:+, 611:+, 602:+, Rubus fruticosus 677:+, 654:+, 711:r, 660:+, 672:1, Setaria viridis 835:r, 863:1, 724:1, 818:1, 602:1, Solidago serotina 858:+, 654:+, 691:r, 687:+, 703:+, Tragopogon orientalis 686:+, 728:1, 695:+, 712:+, 678:+, Trifolium hybridum 841:r, 719:1, 843:r, 718:1, 687:+, Tulipa sp. 656:r, 707:2, 619:+, 821:r, 718:1, Tussilago farfara 955:+, 720:r, 965:+, 678:+, 687:+, Valerianella locusta 637:+, 607:1, 716:1, 402:+, 816:+,

Arten, die 4 mal vorkamen:
Alliaria officinalis 682:+, 850:+, 670:+, 715:+, Anthyllis vulneraria 914:1, 628:+, 602:2, 629:+, Betula pendula 846:r, 828:r, 838:+, 847:r, Epilobium montanum 670:+, 630:+, 692:+, 700:r, Equisetum camelense 858:+, 824:r, 700:2, 703:1, Hypnum cupressiforme 813:2, 742:1, 993:1, 678:2, Juglans regia 634:r, 820:+, 844:+, 703:+, Laucopum vernum 638:r, 861:r, 705:r, 605:+, Pinus malus 615:r, 847:r, 825:+, 696:+, Mentha longifolia 968:1, 994:1, 961:+, 998:1, Plagiomnium rostratum 809:+, 729:+, 938:+, 611:+, Poa compressa x nemoralis 719:1, 679:+, 718:+, 687:1, Polygonum persicaria 855:+, 629:+, 990:+, 696:+, Quercus robur 627:+, 643:+, 636:+, 700:r, Salix purpurea 993:+, 990:+, 700:r, 687:+, Verbascum thapsus 836:1, 812:+, 829:r, 712:+, Viola riviniana 693:1, 786:r, 837:1, 670:+

Arten, die 3 mal vorkamen:
Aegopodium podagraria 651:r, 677:+, 605:r, Atrichum undulatum 606:+, 659:+, 663:1, Bryum sp. 859:+, 02:+, 969:+, Carex divulsa 803:+, 658:+, 739:2, Carex orthopoda 911:1, 661:1, 692:1, Chenopodium album 844:+, 855:+, 696:r, Convallaria magalis 713:r, 624:+, 712:+, Crocus tommasinianus 608:+, 825:+, 739:2, Euphorbia alnicia 745:1, 830:+, 994:+, Euonymus europaea 628:+, 639:r, 612:r, Hordeum murinum 845:1, 836:+, 502:+, Lysimachia vulgaris 707:+, 627:+, 718:+, Medicago falcata 964:+, 968:1, 612:2, Mentha aquatica 968:1, 700:1, 703:1, Mentha spicata 843:1, 842:1, 843:1, Onobrychis viciifolia 626:2, 634:+, 821:2, Papaver rhoeas 724:r, 940:+, 612:r, Potentilla verna 988:1, 991:1, 990:1, Prunella grandiflora 821:+, 745:1, 612:r, Prunus avium 618:r, 816:2, 860:+, Prunus spinosa 697:r, 611:+, 612:r, Salix caprea 990:+, 700:r, 687:+, Sanguisorba officinalis 743:+, 824:+, 652:+, Senecio erucifolius 965:+, 990:+, 712:+, Silaum silinoides 904:+, 678:+, 745:+, Sirapio arvensis 671:+, 696:+, 612:r, Stachys silvatica 966:+, 615:+, 703:r, Valeriana dioeca 652:2, 740:+, 700:1, Vicia angustifolia 817:+, 823:r, 818:+, Vicia hirsuta 685:+, 695:+, 687:+, Vicia tetrasperma 671:2, 843:r, 623:r

Arten, die 2 mal vorkamen:
Alchemilla glabra 625:+, 740:+, Allium schoenoprasum 688:+, 745:r, Arabis hirsuta 863:r, 630:+, Barbula cf. hornschuchiana 816:1, 721:+, Brachithecium velutinum 822:+, 739:+, Brachypodium pinnatum 842:+, Campanula glomerata 652:+, 745:+, Carex davalliana 700:1, 703:1, Cephalanthera damasonium 696:+, 712:+, Linaria minor 691:+, 696:+, Chaerophyllum aculeatum 747:+, 715:r, Chenopodium polyspermum 674:1, 844:r, Cirsium tuberosum 742:+, 703:+, Clematis vitalba 676:r, 691:r, Cornus mas 843:r, 612:r, Cotoneaster dameri 642:+, 643:+, Cruciata laevipes 828:1, 692:+, Orchis maculata 629:+, 678:+, Fragaria indica 748:1, 712:2, Epilobium hirsutum 697:+, 990:+, Epilobium parviflorum 721:+, 605:r, Polygonum convolvulus 696:+, 745:+, Galium aparine 684:+, 611:+, Geranium silvaticum 652:+, 689:2, Helianthemum ovatum 969:1, 612:2, Hieracium aurantiacum 680:+, 712:1, Inula salicina 858:+, 703:+, Juncus subnodulosus 627:1, 700:+, Juncus tenuis 903:+, 990:+, Lamium album 715:r, 622:+, Malva alcea 663:+, 612:+, Matricaria chamomilla 816:+, 855:r, Melilotus albus 689:+, 745:+, Melilotus officinalis 961:+, 965:+, Molinia litoralis 745:1, 703:1, Mycelis muralis 709:r, 660:r, Oxalis corniculata 812:+, 837:+, Pithagrilles communis 963:+, 994:+, Pimpinella major 820:r, 619:+, Plagiomnium cuspidatum 806:+, 628:1, Polygala amarella 629:+, 678:1, Sedum spurium 607:+, 692:1, Senecio jacobaea 697:r, 991:+, Setaria glauca 864:+, 502:+, Solanum dulcamara 993:+, 712:+, Solanum nigrum 834:+, 691:r, Sonchus oleraceus 631:+, 612:+, Stellaria graminea 685:+, 740:1, Symphytum officinale 629:r, 990:+, Tilaspi perfoliatum 729:2, 630:+, Tilia platyphyllos 648:r, 718:+, Trifolium medium 636:1, 612:+, Weasa longifolia 657:+, 636:1

Arten, die 1 mal vorkamen:
Acroladelium cuspidatum 901:+, Aesculus hippocastanum 679:+, Alchemilla acutiloba 622:1, Alchemilla hybrida 968:+, Allium paradoxum 739:+, Anacamptis pyramidalis 629:+, Anemone ranunculoides 665:+, Anthericum ramosum 678:+, Anthyllis vulgaris 626:1, Arabidopsis thaliana 853:+, Artemisia vulgaris 502:1, Arum maculatum 623:+, Asperula cynanchica 402:+, Avena fatua 630:+, Berberis lunberg 818:+, Bromus inermis 671:1, Bryum capillare 847:+, Calamagrostis epigeios 658:+, Campanula glomerata 678:+, Campanula persicifolia 629:r, Campanula rotundifolia 860:+, Campanula trachelium 605:+, Cardamine flexuosa 829:r, Carex acutiformis 703:1, Carex digitata 683:+, Carex flava s.l. 632:2, Carex leporina 660:+, Carex panicea 503:+, Carex pilulifera 692:+, Carex pendula 687:r, Carex umbrosa 636:r, Centaurea scabiosa 612:+, Centaurium umbellatum 603:r, Cerastium glutinosum 901:+, Chaenomeles japonica 692:+, Chamaecistus sardensis 608:+, Cirsium palustre 703:1, Cotoneaster salicifolius s.l. 602:1, Cotinus coggygria 628:+, Crataegus monogyna 628:+, Cuscuta europaea 635:+, Dactylorhiza sambucina 735:+, Digaucus silvester 842:r, Epilobium adnatum 733:+, Erantihis hiemalis 608:+, Erigeron strigosus 711:r, Euphorbia helioscopia 691:r, Euphorbia platyphyllos 825:+, Filipendula hexapetala 743:+, Galium palustre 740:+, Galium uliginosum 703:2, Geranium rotundifolium 681:+, Geranium sanguineum 629:+, Geum rivale 644:+, Gymnadenia conopsea 688: (r), Helleborus orientalis 605:+, Hippocrepis comosa 612:+, Hippophae rhamnoides 812:+, Hyacinthoides non-scripta 665:r, Ilex aquifolium 679:r, Inula conyza 824:1, Linaria elatine 602:+, Knautia silvatica 824:+, Koeleria pyramidata 658:2, Lamium galeobdolon 659:r, Lamium maculatum 622:+, Lathyrus latifolius 615:+, Linum usitatissimum 988:+, Lotus uliginosus 632:1, Luzula multiflora 619:2, Luzula silvatica 667:+, Melilotus altissimus 687:r, Narcissus poeticus 850:+, Orphalodes verna 718:+, Ononis spinosa 867:1, Ophrys apifera 688: (r), Origanum vulgare 745:2, Oxalis acetosella 850:+, Pinus silvestris 721:r, Plantago intermedia 623:r, Pleurozium schreberi 722:+, Poa compressa 687:3, Poa nemoralis 826:+, Poa palustris 670:+, Polygonatum multiflorum 643:r, Polygonum bistorta 730:+, Potilla sp. 402:+, Pulmonaria obscura 622:+, Rhinanthus minor 711:2, Rosa canina s.l. 966:+, Sambucus racemosa 697:r, Saponaria officinalis 818:1, Scutellaria galericulata 692:+, Sedum telephium 628:+, Senecio aquaticus 745:+, Senecio viscosus 856:r, Sherardia arvensis 818:1, Sisyrinchium angustifolium 608:r, Syringa vulgaris 825:r, Tamus communis 712:+, Tilia cordata 660:+, Tortula sp. 716:+, Trifolium vulgare 696:+, Ulmus scabra 725:+, Valeriana officinalis 622:+, Verbascum nigrum 829:r, Veronica montana 672:+, Viola arvensis 612:+