Methoden

Objekttyp: **Chapter**

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

Band (Jahr): **128 (1997)**

PDF erstellt am: **24.05.2024**

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

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-

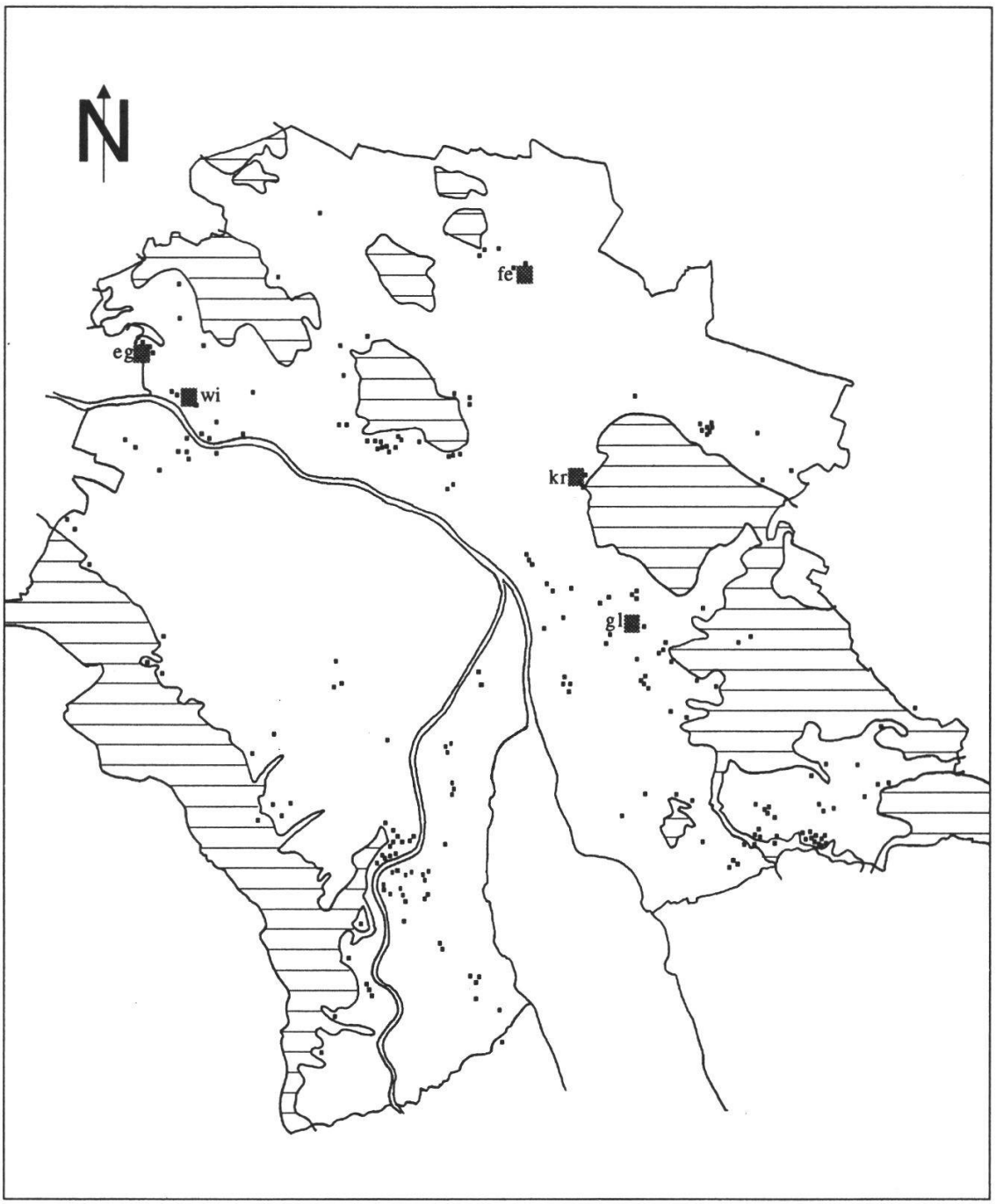


Fig. 4. Lage der Untersuchungsflächen auf dem Gebiet der Stadt Zürich.
Location of the plots investigated in the study area of Zurich.

- 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.

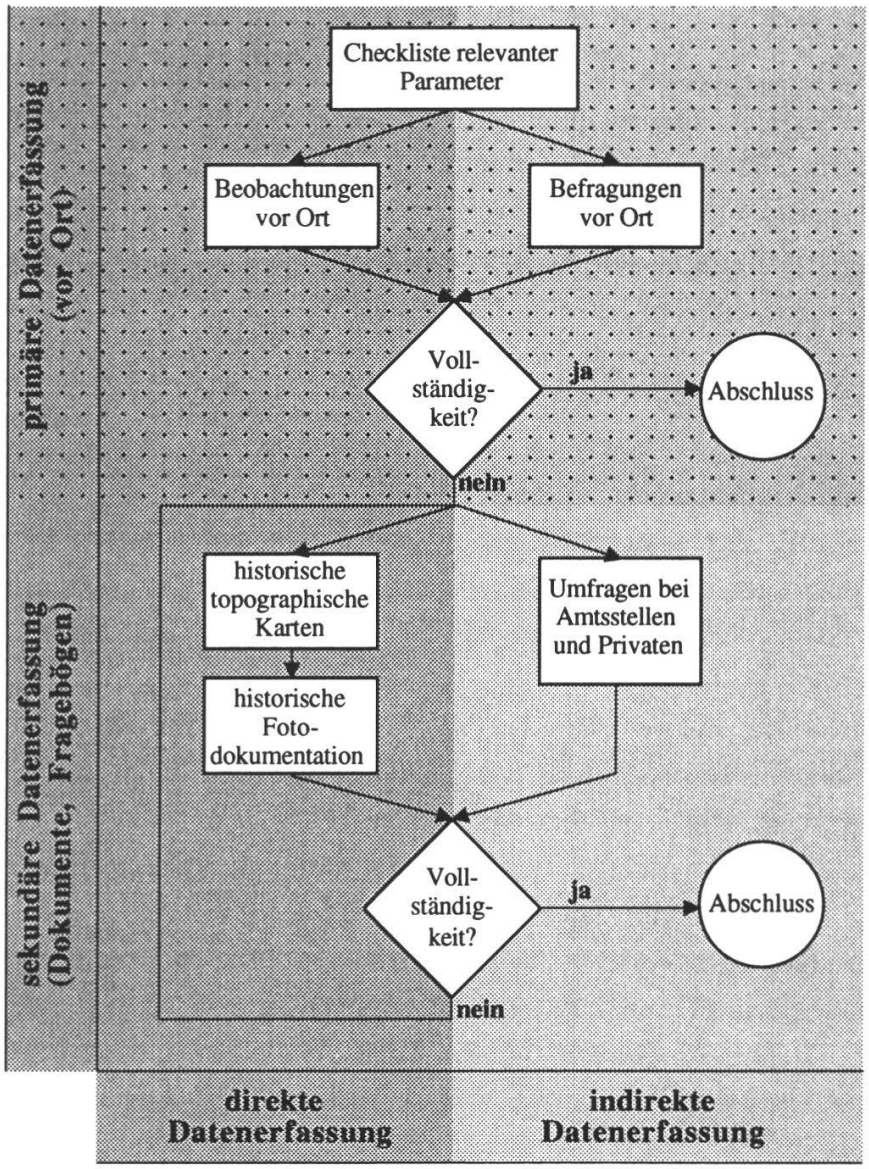


Fig. 5. Ablaufschema bei der Erfassung historischer Daten (zweistufig und methodisch zweiteilig).
Flow chart of the recording of historical data in two steps and in two methodical parts.

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

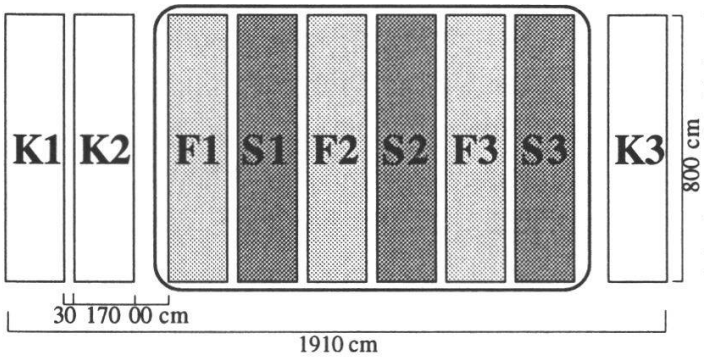
3.2 METHODEN DER BEWIRTSCHAFTUNGS-EXPERIMENTE

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.

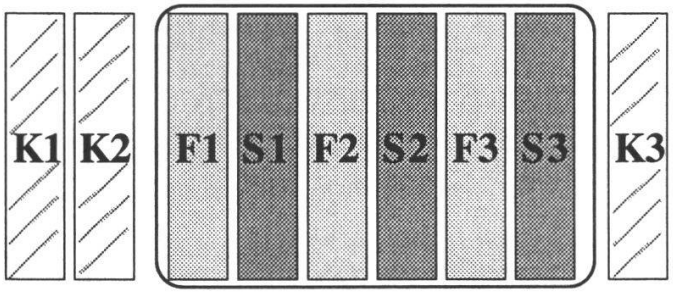
Fig. 6. Schema der Versuchsanordnung auf den fünf Schafweiden. Alle Längenangaben sind Zentimeter. Wiederholungen sind mit den Zahlen 1, 2 und 3 gekennzeichnet. Die Umrandung der Flächen F und S bzw. T und S entspricht dem Zaun.
Schematic view of the experimental design in the five grassland plots. All 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*



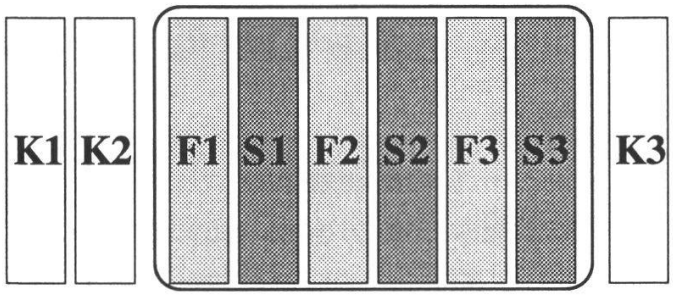
Winzerhalde-Höngg

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



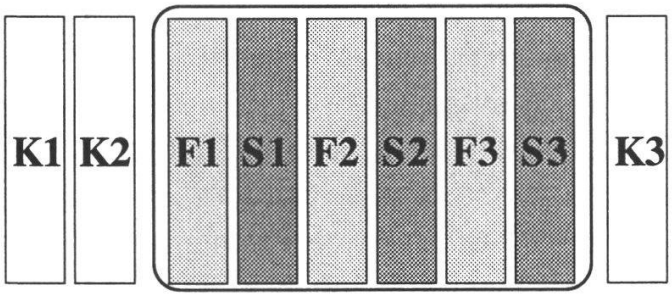
Gloriastrasse-Fluntern

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



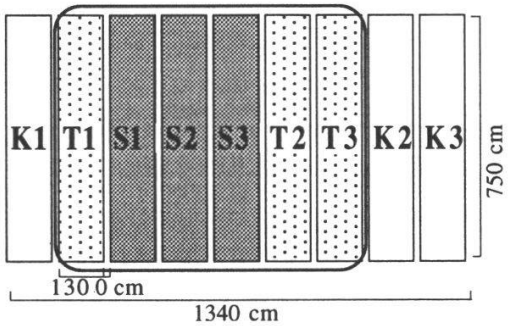
Eggstrasse-Eggbühl

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.