

Methoden

Objekttyp: **Chapter**

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

Band (Jahr): **116 (1994)**

PDF erstellt am: **03.07.2024**

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.

3. METHODEN

3.1. VEGETATIONSKUNDLICHE METHODEN

Auf den **113 untersuchten Schlagfluren** (vgl. Tab. 1) wurden **230 Vegetationsaufnahmen** nach BRAUN-BLANQUET (1964) leicht verändert durchgeführt. Die Anforderungen an solche offene Aufnahmeflächen sind: eine Mindestgrösse von 25-100 m², Einheitlichkeit bezüglich Neigung, Bodeneigenschaften, Bewirtschaftung etc. sowie Homogenität (LANDOLT, Exkursionsunterlagen). Während die ersten beiden Kriterien durch geeignete Auswahl der Fläche noch erfüllt werden konnten, bereitete die übliche Inhomogenität solcher Vegetationstypen sowohl in ihrer Horizontal- wie auch Vertikalstruktur doch etwelche Probleme bei der Flächenfestlegung. Die subjektive Auswahl erfolgte deshalb nach bezüglich Standort und Vegetation möglichst homogenen, und um Randeffekte zu vermeiden, zentrumnahen Flächen. Da Schlagfluren eine Art Pionierfläche mit einem sehr grossen und von Schlag zu Schlag stark differierenden Minimalareal darstellen, wurde die Vegetationsaufnahme immer in einer Einheitsfläche von rund 50 m² (7 m x 7 m) durchgeführt. Wegen den diversen ökologischen Fragestellungen (vgl. Kap. 1.3.) erfolgte die Flächenfestlegung also nicht nach rein pflanzensoziologischen Gesichtspunkten.

Schwierigkeiten traten zum Teil bei der Aufnahme später Sukzessionsstadien durch die zunehmende Verbuschung auf. Vor allem dichte Brombeerbestände (*Rubus* sp.) konnten ein fast undurchdringbares Hindernis bilden.

Die etwas abgeänderte Methode von BRAUN-BLANQUET (1964) zur Erfassung des Pflanzenbestandes auf der Schlagfläche sah folgendermassen aus:

- Auf die unterste Stufe der Deckungswertskala - das Zeichen r - wurde wegen der oft sehr inhomogenen Verteilung der Individuen verzichtet. So kam es vielfach vor, dass eine Art in der Aufnahmefläche nur mit einem einzelnen Individuum, im umgebenden Bestand aber häufig vertreten war.
- Kleine Farn- und Blütenpflanzen mit mindestens zehn Individuen wurden auch bei einer unter 1% liegenden Deckung mit der modifizierten Deckung 1 aufgenommen. Ab 50 Individuen erhielten diese Pflänzchen trotz einer unter 5% liegenden Deckung einen Deckungswert 2 zugesprochen.
- In der Einheitsfläche wurden auch die Moose aufgenommen. Es wurden aber nur Erdmoose mit einer Deckung von mindestens 1% berücksichtigt, da die ökologische Aussagekraft der Rinden- und Gesteinsmoose wie auch

der Moose mit kleiner Deckung für die Fragestellung dieser Arbeit gering war. Zusätzlich handelte es sich bei den Moosen mit geringer Deckung oftmals um Rindenmoose, die nach dem Vermodern des Holzes eine gewisse Zeit am Boden überdauern konnten.

- Zusätzliche Arten von Farn- und Blütenpflanzen, die ausserhalb der 50 m²-Fläche in einem strukturell aber ähnlichen Teil der Kahlfläche wuchsen, wurden ergänzend mit einem "-" aufgenommen. Die Arten der Sonderstandorte wie Fahrrinne, Feuerstelle und Randbereiche der Schlagfläche zu Wald, Wiese oder Weg wurden mit einem "." in die Artenliste der ganzen Kahlfläche aufgenommen. Diese Angaben waren vor allem wichtig für Aussagen über die Bedeutung der Schlagfluren für das Überleben seltener Pflanzen (Pflanzen der Roten Liste des schweizerischen Mittellandes).

Die Bestimmung und Nomenklatur der Blüten- und Farnpflanzen erfolgte nach HESS et al. (1976-80), ergänzt durch OBERDORFER (1983), diejenige der Moose nach FRAHM und FREY (1987). Für die Weiden wurde auch der Schlüssel von LAUTENSCHLAGER (1989), für die verholzten Gartenflüchtlinge und Kulturpflanzen derjenige von FITSCHEN (1987) beigezogen. Nicht sicher bestimmte Arten wurden mit einem "*" in der Vegetationstabelle vermerkt.

Schwierigkeiten traten vor allem beim Bestimmen der juvenilen *Sambucus*- und *Salix*-Arten wegen ungenügender Merkmalausbildung und -differenzierung auf sowie bei den *Salix*-Arten und den Arten der *Epilobium obscurum*-Gruppe wegen häufig vorliegender Bastardierung.

Sambucus nigra und *S. racemosa* wurden deshalb für die Auswertung als *S. nigra* s.l., der Bastard *Salix x rubens* (*S. alba* x *S. fragilis*) mit *S. alba* zusammengefasst. Weiter konnten viele *Salix*-Individuen nur auf dem Gattungsniveau angesprochen werden. Sie fanden als *Salix* hybr. Eingang in die Vegetationstabelle.

Die Unterscheidung von *Epilobium adenocaulon* zu *E. adnatum* und *E. lamyi* erfolgte konsequent nach den Drüsenhaaren. Während Stengel, Kelch und auch die Kapseln von *E. adenocaulon* oft dicht mit Drüsen besetzt waren, sind *E. adnatum* und *E. lamyi* drüsenlos. Das ausläuferbildende *E. obscurum* konnte in keiner Fläche ausgemacht werden.

Für die Auswertung wurden der Einfachheit halber weitere Arten derselben Gattung zusammengefasst: *Aquilegia vulgaris* und *A. atrata* als *A. vulgaris* s.l. sowie alle *Polygonum aviculare*-Kleinarten als *P. aviculare* s.l. Auch auf eine Unterscheidung von *Hypericum desetangsii* und *H. erosum* sowie *Eriogon annuus* und *E. strigosus* wurde verzichtet. Es handelte sich dabei aus-

schliesslich um je nach Entwicklungszustand nur schwierig zu unterscheidende Arten, die auch ökologisch keine Differenzierung zulassen.

Um den Pflanzenbestand strukturell zu beschreiben, wurde im Sommer die Deckung der Strauchschicht und Krautschicht (Pflanzen bis 100 cm Höhe, aufgeteilt in Rosengestrüpp, *Rubus*-Gestrüpp und sonstige verholzte Pflanzen) aufgenommen sowie die Deckung der Dikotyledonen, Monokotyledonen, Moose und Vegetationslücken. Die Deckungssumme erreichte wegen der Überlappung der einzelnen Schichten zum Teil Werte über 200 %. Die Deckung der Frühlingsaufnahmen mit ihren Geophyten wurde dabei nicht berücksichtigt, um die Summenwerte nicht weiter zu erhöhen.

Schlagflächen sind oft sowohl bezüglich Standort als auch bezüglich Vegetationsdecke sehr inhomogen. Je nach Ausgangssituation und Ausbreitungsstrategie können gewisse Pflanzen immer wieder grössere Herde bilden. **Um die Variabilität der Pflanzendecke von 50 m²-Flächen auf einer Schlagfläche abschätzen zu können, wurden bei 42 Untersuchungsobjekten zwei oder mehr (bis 16) Aufnahmen gemacht.** Diese Aufnahmen waren immer direkt benachbart zur ersten und wurden entlang dem Gefälle in einer Linie angeordnet. Ausnahmen bezüglich direkter Nachbarschaft waren die drei Untersuchungsobjekte 1320, 1340 und 1720 mit strukturell stark verschiedenen Pflanzenbeständen. Bei diesen wurden je zwei Erhebungsflächen im Zentrum der einzelnen Struktureinheiten, d.h. nicht direkt benachbart angelegt.

Die Aufnahmen erfolgten in den Jahren 1989-1992. Alle Flächen wurden mindestens zweimal besucht; einmal im Frühling und einmal im Sommer und oder Spätsommer, um eine möglichst komplette Artenliste der Schlagflächen zu erhalten. Bei entsprechender Wahl der Aufnahmezeitpunkte konnten die meisten Pflanzenarten in ihrem Deckungsmaximum des entsprechenden Jahres erfasst werden. Die Frühlings- und Sommer- oder Spätsommernaufnahmen wurden für die Auswertung zusammengefasst, indem bei mehrmals vorkommenden Arten der höhere Deckungswert berücksichtigt wurde.

Nach einem Kahlschlag setzt auf der bearbeiteten Fläche eine relativ rasch ablaufende, sekundäre Sukzession ein (DIERSCHKE 1988). **Um einige Informationen über den Verlauf der Sukzession zu erhalten, wurden auf 14 Untersuchungsobjekten 27 Dauerflächen à 50 m² eingerichtet.** Sie wurden zwischen Juni 1989 und April 1992 jährlich zweimal besucht, einmal im Frühjahr und einmal im Sommer. Dabei erfolgten die Vegetationsaufnahmen immer in den dem ersten Untersuchungsjahr entsprechenden Wochen.

Zusätzlich wurden zum Vergleich acht Waldflächen (vgl. Tab. 1) untersucht.

3.2. STANDORTSKUNDLICHE METHODEN

3.2.1. Datenerhebungen im Felde

Neben den üblichen Standortsangaben wie **Meereshöhe**, **Exposition**, **Neigung** (mittels Clinometer) und **Lage im Gelände** wurden weitere Messungen im Felde durchgeführt. So wurde auf allen 121 Untersuchungsobjekten (113 Schlag- und acht Waldflächen) mit dem Hellige-Indikator aus mehreren Messungen ein **pH-Profil** und mit der Salzsäure-Methode (10 %ig) ein **CaCO₃-Gehalt-Profil** für die Aufnahmefläche erstellt. Die pH-Messungen erfolgten an mindestens drei Bohrkernen, verteilt auf die Aufnahmefläche. Wegen steinigem Untergrund konnte die gewünschte Bohrkerntiefe von 60 cm mit dem Pürckhauer oft nicht erreicht werden. Für das CaCO₃-Profil wurde mit einem holländischen Sandbohrer, auch Richard-Bohrer genannt, ein Bohrkern entnommen. Die Messungen sollten bis in eine Tiefe von 60 cm oder mindestens bis zu einer Tiefe mit heftiger Karbonatreaktion erfolgen. Von einigen ausgewählten Untersuchungsobjekten ohne heftige Karbonatreaktion wurden weitere Proben aus noch grösseren Tiefen entnommen, um die Lage der Karbonatgrenze festzustellen.

Weiter wurde die **Schlaggrösse** gemessen sowie im Zentrum der Aufnahmefläche die **Sonnenscheindauer** während der für die Vegetation relevanten Zeit von anfangs März bis Ende September mit dem Horizontoskop nach CER-NUSCA (1982) eruiert. Dabei interessierte vor allem die nach erfolgtem Schlag zu Beginn der Sukzession verfügbare Sonnenscheindauer. Deshalb wurden die bereits aufgelaufenen Sträucher nicht berücksichtigt. Um die Messmethode zu vereinfachen, erfolgte die Messung in 1 m Höhe. Das Resultat war bei Nichtbeachtung der Eigenbeschattung (Beschattung durch Schlagflora) im allgemeinen mit der Sonnenscheindauer in unmittelbarer Bodennähe vergleichbar. Für die Auswertung wurde die relative Sonnenscheindauer in Prozent errechnet, d.h. die gemessenen absoluten Werte auf die maximal mögliche Sonnenscheindauer zwischen März und September in dieser geographischen Breite bezogen.

Je nach Wurzeltiefe der Pflanzen können sich die im Profil ändernden Bodenfaktoren unterschiedlich auf die Pflanzen auswirken. Deshalb wurde der durchschnittliche **Hauptwurzelhorizont** der Pflanzen in den einzelnen Untersuchungsobjekten aufgenommen.

All diese Angaben wurden ergänzt durch eine **vergleichende Mikroklimamessung** zwischen einem Schlag und einer benachbarten Waldfläche auf ähn-

lichem Standort. Damit sollte der Einfluss des "Kahlhiebes" auf das Mikroklima aufgezeigt werden. Diese Messerie erfolgte zwischen dem 5. und dem 9. August 1991 auf dem Schlag 1120 und der Waldfläche 1139. Folgende Faktoren wurden dabei untersucht: Luft- und Bodentemperatur, maximale und minimale Temperatur der Versuchsdauer, Luftfeuchtigkeit, Lichtverhältnisse, Windsumme sowie Regenmenge. Die Messungen erfolgten in verschiedenen Höhen und Tiefen (vgl. Tab. 2). Die Serien mit einem Messintervall von 30 Minuten wurden automatisch im Data Logger des Typs Delta Logger von Delta-T-Devices aufgezeichnet.

Tab. 2. Versuchsanordnung bei der vergleichenden Mikroklimamessung zwischen dem Schlag 1120 und der benachbarten Waldfläche 1139 vom 5.8.91 bis 9.8.91.

Arrangement of the comparative measurements of the microclimate in the woodland clearing 1120 and the near forest plot 1139 from August 5, 1991 to August 9, 1991.

Gerät	Messhöhe Schlag (Anzahl Messonden)	Messhöhe Wald (Anzahl Messonden)	Messintervall Wald und Schlag
Thermohygrograph	180 cm	160 cm	dauernd
Regenmesser	auf Boden gestellt	auf Boden gestellt	dauernd
Max/Min-Thermometer	170 cm	150 cm	dauernd
Licht-Quantenfühler	Bodenoberfläche	Bodenoberfläche	30 Min
	110 cm	110 cm	30 Min
	210 cm	210 cm	30 Min
Thermohygrometer	40 cm	40 cm	30 Min
	100 cm	90 cm	30 Min
	200 cm	200 cm	30 Min
Thermistoren	Boden in 10 cm (3)	Boden in 10 cm (2)*	30 Min
	30 cm (2)	- *	30 Min
	100 cm (2)	100 cm (1) *	30 Min
	200 cm (2)	200 cm (2) *	30 Min
Windmeter (Summe)	220 cm	220 cm	30 Min

* Ausfall von Thermistoren

3.2.2. Laborerhebungen

Durch einen Schlag ändert sich auf der behandelten Fläche nicht nur das Mikroklima gegenüber dem Ausgangswald, auch die Bodeneigenschaften werden durch die vermehrte Sonneneinstrahlung und das erhöhte Temperaturangebot, die mechanische Belastung sowie die fehlende Transpiration der Bäume verändert (vgl. ELLENBERG 1986 u.a.). Deshalb wurden auf den acht vege-

tationskundlich untersuchten Waldbeständen und auf ihren acht benachbarten Schlagflächen auf jeweils vergleichbarem Standort zusätzliche Bodenuntersuchungen zu den in 3.2.1. beschriebenen durchgeführt.

Von jeder dieser Probestellen wurden am 3. oder 4. März 1992 mit mindestens sechs Einstichen drei Mischproben entnommen. Die erste entstammte der Bodenoberfläche (0-5 cm Tiefe), die zweite einer humusärmeren Schicht zwischen 5 und 15 cm. Mischprobe Nummer drei wurde in einer Tiefe von 20 bis 40 cm gesammelt. Die Tiefe der Probenentnahme konnte sich um wenige Zentimeter verschieben, falls deutlich sichtbare Horizonte eine andere Einteilung sinnvoll erscheinen liessen.

Die Analysen dieser Mischproben erfolgten durch das Labor Eric Schweizer AG in Thun nach den Methoden der Eidgenössischen Forschungsanstalt für landwirtschaftlichen Pflanzenbau (FAP-Reckenholz, WALTHER et al. 1987). Neben der Bodenart (Fühlprobe) wurden die Mischproben nach Körnung, Skelettanteil sowie Humus- und Wassergehalt untersucht. Weiter wurde der pH-Wert, der Kalkzustand sowie die Nährstoffe K, Mg, P und N-min (mineralisierter Stickstoff) gemessen.

3.2.3. Datenerhebungen mittels Fragebogen

Nicht alle für die Vegetationsentwicklung und den Momentzustand entscheidenden Faktoren konnten direkt im Felde eruiert werden. Einige wichtige Zusatzinformationen mussten mit Hilfe eines Fragebogens an die Förster oder direkt im Gespräch mit diesen gesammelt werden. Die Fragen konnten dabei in drei Kategorien eingeteilt werden: Ausgangslage, Eingriff, Pflege.

Bei der "Ausgangslage" interessierte vor allem die Waldgesellschaft, die vor dem Schlag auf dem Untersuchungsobjekt stockte. Wichtig schien dabei auch die Kenntnis über die vorherrschende Baumart, die Waldbewirtschaftungsform sowie Besonderheiten und Auffälligkeiten der Untersuchungsflächen.

Die Fragen zum Eingriff betrafen den Schlagzeitpunkt, den Maschineneinsatz sowie das Ausmass der Verdichtung, Störung und Veränderung des Bodens bei diesem Arbeitseinsatz.

Nach erfolgtem Schlag übt der Förster durch seine Pflegemassnahmen weiterhin einen Einfluss auf die Vegetationsentwicklung aus. Dies geschieht vor allem durch Einzäunung, Aufforstung, Mahd, Austrichtern und Herbizideinsatz. Damit lenkt der Förster die Sukzession zu einem von ihm erwünschten Waldbild. Diese Überlegungen wurden in der dritten Fragekategorie (Pflege) berücksichtigt.

3.3. SAMENVORRAT

Mit dem Samenvorratversuch sollte abgeklärt werden, ob die erschienenen Pflanzen erst nach erfolgtem Schlag einwanderten oder ob sie bereits an Ort und Stelle als Samen im Boden überdauerten.

Vermehrungs- und Ausbreitungseinheiten (Diasporen) können generativen wie auch vegetativen Ursprungs sein (vgl. POSCHLOD 1991a, 1991b, URBANSKA 1992). Die vegetative Überdauerungsorgane wie Zwiebeln, Knollen, Rhizome wurden wegen ihrer Kurzlebigkeit und dem meist geringen Ausbreitungspotential gegenüber den Samen und Sporen in dieser Arbeit aber nicht berücksichtigt. Bei den Farnpflanzen waren wegen den geringen morphologischen Unterschieden der zierlichen Pflänzchen in den frühen Entwicklungsphasen keine Gattungszuordnungen möglich. Die Anordnung der vereinzelt auftretenden Moose liess eine Kontamination der Bodenproben mit den sehr kleinen Sporen durch das mit einem feinmaschigen Gewebe "verschlossene" Fenster nicht ausschliessen. Aus diesen Gründen wurden die sich durch Sporen ausbreitenden Kryptogamen bei der Auswertung nicht einbezogen. Im Endeffekt wurden also nur die Samen und Früchte von Phanerogamen berücksichtigt, weshalb in diesem Zusammenhang von einem Samenvorratversuch gesprochen werden kann.

Für den Samenvorratversuch wurde auf **acht verschiedenen Untersuchungsobjekten** (vgl. Tab. 3) auf einer möglichst homogenen Fläche **je 15 Bodenproben** entnommen. Die Probenanordnung in drei Linien, die hangabwärts 5 m voneinander entfernt waren, sollte Hinweise bezüglich der räumlichen Varianz des Samenvorrates liefern. Innerhalb der horizontal verlaufenden Linie wurde jeden Meter eine Probe - insgesamt fünf - entnommen.

Tab. 3. Die Untersuchungsobjekte des Samenvorratversuches.
Sites of the seed pool experiment.

Untersuchungsobjektnummer	Kurzbeschreibung der Untersuchungsobjekte (inkl. Lokalität)	Geographische Verwandtschaft
1130	Schlag Zürichberg Banholz (oberhalb Strasse)	
1139	Mischwald (MW) direkt neben 1130	
1120 o	Schlag Zürichberg Banholz unterhalb Strasse (oben)	
1120 u	Schlag Zürichberg Banholz unterhalb Strasse (unten)	
Ff	junger Fichtenforst direkt neben 1120 o (und 1120 u)	
1511.1	Schlag Urdorf Hau	
1511.2	Übergang Schlag-Wald (Waldrand)	
1519	Laubmischwald bei Urdorf Hau (direkt neben Schlag 1511)	

Die Bodenprobennahme erfolgte in der ersten Märzhälfte des Jahres 1991 mit einem Metallzylinder von 11 cm Durchmesser und 10 cm Höhe (Burger-Zylinder). Danach wurden die Proben im Trockenschrank bei 25°C - 30°C während fünf bis sechs Tagen getrocknet. Sprosse, Wurzeln und Rhizome starben dabei ab und konnten anschliessend im 4 mm Sieb wie die Steine und grösseren Pflanzenteile entfernt werden. Grössere Klumpen der stark verhärteten Proben von den Untersuchungsobjekten 1130 und 1139 wurden vorsichtig gemörsert. Da dabei ein Zerstoren von Samen möglich schien, wurden die Klumpen der nachfolgenden Proben nur noch sorgfältig zerdrückt.

Für das Bestimmen des Samenvorrates im Boden gibt es verschiedene Methoden (FISCHER 1987, Methodenzusammenfassung in HATT 1990): Beim Isolieren der Samen unter der Lupe aus unreduzierten Proben und beim Isolieren der Samen aus durch Sieben, Blasen und oder Flottieren reduzierten Bodenproben werden die Samen bestimmt, gezählt und mit einem Tetrazoliumtest oder Keimungsversuch auf ihre Lebensfähigkeit getestet. Bei der weniger aufwendigen direkten Keimungsmethode werden die Proben unter keimungsgünstigen Bedingungen aufbewahrt und die aufgelaufenen Keimlinge bestimmt. Somit wird nur der populationsökologisch relevante Teil der Samen erfasst (FISCHER 1987). Nach NUMATA (1984) ist mit dieser Methode die exakteste Ermittlung der keimfähigen Samen möglich. Trotzdem können die so bestimmten Samenvorräte nur Grössenordnungen angeben, da möglicherweise nicht alle Samen die für die Keimung optimalen Bedingungen vorfanden und andere eventuell in einer Ruhephase waren (FISCHER 1987).

In dieser Arbeit geschah die Erfassung des Samenvorrates durch die **direkte Keimungsmethode**. Dazu konnten die Proben während der zweiten Hälfte des Monats März bis Ende Oktober in einer Gewächshauskammer in Zürich (470 m ü.M.) exponiert werden. Um die Luftdurchlässigkeit und die Wasser-saugfähigkeit der Bodenproben etwas zu erhöhen, wurde ihnen ein wenig Perlit - ein grobkörniges Kunststoffpräparat - beigemischt. Die maximale Schichtdicke der ausgebreiteten Bodenproben - je drei in einer Kunststoffschale - betrug 3 cm. Elektronisch gesteuerte Sonnenstoren sorgten im Gewächshaus für einen kontinuierlichen Tagesgang der Temperatur ohne durch die Sonneneinstrahlung bedingte, überhöhte Werte. Während der ganzen Beobachtungsdauer wurden die Temperatur und die Luftfeuchtigkeit auf einem Thermohygrographen aufgezeichnet. Die Temperaturen variierten während der Expositions-dauer zwischen 2°C und 33°C, die relative Luftfeuchtigkeit zwischen 100% und 35%.

Während der Gewächshauszeit erfolgte ein regelmässiges Giessen und je nach Versuchsphase eine wöchentliche bis monatliche Kontrolle der Proben. Sicher bestimmbare Pflänzchen wurden auf dem Protokollblatt vermerkt und - bevor sie versamen konnten - entfernt. Die Bestimmung erfolgte nach HESS et al. (1976-80) oder MULLER (1978).

Auch nach jahrelanger Beobachtungsdauer ist es möglich, dass gewisse keimfähige Samen noch nicht aufgelaufen sind. FISCHER (1987) fand, dass bei Proben aus Waldgesellschaften auf eine 18-monatige Expositionsdauer nicht verzichtet werden kann, da in einer zweiten Vegetationsperiode bei einigen Arten erhebliche Neukeimungen erfolgen und sich auch qualitativ (Arteninventar) im zweiten Jahr wesentliche Ergänzungen ergeben. Auch in der vorliegenden Arbeit wurden die **Bodenproben während zwei Vegetationsperioden beobachtet**. Da eine Vernalisation weitere Samen zum Keimen bringen sollte, erfolgte die Überwinterung (1991/92) der Bodenproben im Garten des Geobotanischen Instituts Zürich. Neue Sameninputs durch Samenniederschlag konnten während dieser Zeit durch Abdeckung mit einem feinmaschigen Flies verhindert werden. Im Frühjahr 1992 wurden die Bodenproben für sieben Monate neu im Gewächshaus exponiert. Durch ein zusätzliches Sieben und Entfernen der Rhizome, Wurzel- und Sprosssteile Ende November 91 konnte ein Austreiben von Sprossachsen und Rhizomen verhindert werden. Um Literaturvergleiche zu ermöglichen, wurde der durchschnittliche Samenvorrat der 15 Proben in **Anzahl Samen pro m²** angegeben. Dazu wurden die Keimlinge beider Jahre für jede Probe aufsummiert und durch die Probenfläche ($9.5 \times 10^{-3} \text{ m}^2$) geteilt.

3.4. AUSWERTUNG

Gewöhnlich wird aus dem Nebeneinander von Pflanzenbeständen verschieden alter Schlagflächen auf vergleichbaren Böden auf die zeitliche Abfolge geschlossen. Gemäss DIERSCHKE (1978) ist dies sicher eine brauchbare Methode, um die Dynamik der Wiederbewaldung kurzfristig festzustellen. Wegen der kurzen Beobachtungsdauer dieser Arbeit von nur drei Jahren musste auch hier versucht werden, das räumliche Nebeneinander verschieden alter Schlagflächen in ein zeitliches Nacheinander umzusetzen. Dabei sollte die **Entwicklung der Arten verschiedener ökologischer Gruppen auf den Schlägen im Laufe der Zeit (Syndynamik) anhand von drei möglichen Auswertungsvarianten untersucht** werden:

- durchschnittliche prozentuale Verteilung dieser Gruppen bezüglich Schlagalter (ungewichtete Variante),
- durchschnittliche prozentuale Verteilung dieser Gruppen bezüglich Strauchschichtdeckung (ungewichtete Variante) und
- durchschnittliche prozentuale Verteilung dieser Gruppen bezüglich Strauchschichtdeckung (gewichtete Variante).

Bei der ungewichteten Auswertung handelte es sich um reine Präsenz-Absenz-Auswertungen. Die gewichtete Auswertung stellte eine Transformation der Deckungswerte +, 1, 2, 3, 4 und 5 in die Rangzahlen 1, 2, 3, 4, 5 und 6 dar. Die nicht sicher bestimmten Arten ("*") wurden mit 0.5 multipliziert. So konnten diese Arten ebenfalls in der Auswertung berücksichtigt werden, ohne dass bei eventuellen Fehlbestimmungen mit einer grossen Verfälschung des Resultates gerechnet werden musste.

Für die Auswertung nach Strauchschichtdeckung wurden sechs Gruppen verschiedener Strauchschichtdeckungen definiert (SsGr):

SsGr 1: Strauchschichtdeckung < 1% (49 Aufnahmen)

SsGr 2: Strauchschichtdeckung 1% bis < 5% (37 Aufnahmen)

SsGr 3: Strauchschichtdeckung 5% bis < 15% (52 Aufnahmen)

SsGr 4: Strauchschichtdeckung 15% bis < 25% (24 Aufnahmen)

SsGr 5: Strauchschichtdeckung 25% bis < 50% (53 Aufnahmen)

SsGr 6: Strauchschichtdeckung \geq 50% (15 Aufnahmen)

Mit dem FISCHER's PLSD-Test (**Signifikanztest**) mit Programmpaket Stat View ® SE+Graphics konnte das Verhalten der ökologischen Gruppen in den drei verschiedenen Auswertungsvarianten auf ihre Aussagekraft überprüft werden. Bei dem Test werden die F-Werte (Vergleich der Varianzen innerhalb der Gruppen mit denjenigen zwischen den Gruppen) berechnet und die Irrtumswahrscheinlichkeiten (p-Werte) bestimmt.

Für die **syntaxonomischen Betrachtungen** erfolgte ein Vorsortieren der Vegetationsaufnahmen mit umfangreichen multivariaten Statistikprogrammen, den sogenannten "WILDI-Programmen" (WILDI 1986, 1990 und 1992, WILDI und ORLOCI 1983). Vorauswertungen zeigten, dass sich strukturell recht verschiedene Aufnahmen derselben Schlagfläche syntaxonomisch kaum unterscheiden. Deshalb wurde in den späteren syntaxonomischen Auswertungen von mehreren strukturell ähnlichen Vegetationsaufnahmen des gleichen Schlages nur die artenreichste einbezogen. Die tabellarische Feinauswertung erfolgte manuell.