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

Herausgeber: Geobotanisches Institut, Stiftung Rübel (Zürich)

Band: 116 (1994)

Artikel: Pflanzensoziologisch-ökologische Untersuchungen an Schlagfluren im schweizerischen Mittelland über Würmmoränen

Autor: Gilgen, René

Kapitel: 4: Resultate

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-308980

Nutzungsbedingungen

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

Conditions d'utilisation

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

Terms of use

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

Download PDF: 05.12.2025

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

4. RESULTATE

4.1. VEGETATION UND STANDORT DER SCHLAGFLUREN

4.1.1. Übersicht Vegetation

Insgesamt wurden **auf den 113 Schlagflächen 492 Pflanzenarten gefunden.** Diese beachtliche Zahl setzt sich folgendermassen zusammen: Die 99 verholzten Dikotyledonen (20% aller gefundenen Arten) und die elf verholzten Gymnospermen (2%) enthielten 35 Gartenflüchtlinge bzw. Kulturpflanzen (7%). Daneben kamen 267 krautige Dikotyledonen- (54%) und 96 Monokotyledonenarten (20%) sowie sieben verschiedene Farnpflanzen (1%) vor. Zwölf Erdmoose (2%) waren mit einer Deckung von mindestens 1% in einer oder mehreren Aufnahmeflächen vertreten.
In der Tabelle 4 sind die aufgenommenen Pflanzenarten der Schlagflächen mit ihren Stetigkeiten aufgelistet. **Im allgemeinen wiesen die Arten eine geringe Stetigkeit auf** (Fig. 4). Die Untersuchungsobjekte waren also bezüglich Artenzusammensetzung ziemlich heterogen. 48% (235 Arten) der 492 gefundenen Arten wurden in höchstens fünf der 113 Schlagflächen gefunden (Stetigkeit r), 72 % (354 Arten) waren in maximal 20% der Untersuchungsobjekte vertreten (Stetigkeiten r, + und I). Die nachfolgenden Stetigkeiten beinhalteten immer weniger Arten. 52 Arten (11%) hatten die Stetigkeit II, 36 (7%) die Stetigkeit III und 23 (5%) die Stetigkeit IV. Nur 14 Arten (3%) kamen in mehr als 80% der Schlagflächen vor (Stetigkeit V). Die elf sogenannten Randarten (vgl. Tab. 4) wurden nur an Sonderstandorten wie Fahrrinne, Feuerstelle und Randbereich der Schlagfläche zu Wald, Wiese oder Weg gefunden. *Arabidopsis thaliana* und *Lathyrus silvester* s.l. konnten nur im Samenvorratversuch entdeckt werden.
In den 230 Schlagaufnahmen à 50 m^2 erreichten die 492 Arten noch geringere Stetigkeiten als in den gesamten Schlagflächen (vgl. Fig. 4). So wurden nur noch die fünf Arten *Acer pseudoplatanus, Fraxinus excelsior, Rubus fruticosus* s.l., *Rubus idaeus* sowie *Carex silvatica* in mehr als 80% der Aufnahmeflächen gefunden.
Die 113 Schlagflächen hatten eine durchschnittliche Artenzahl von 81.0 Arten (77.3 Arten ohne Randarten). **Die durchschnittliche Artenzahl der 230 Schlagaufnahmen à 50 m^2 betrug 50.3 Arten.** Wie man Figur 5 entnehmen kann, waren die Aufnahmeflächen bezüglich Artenzahl normalverteilt.

Tab. 4. Artenliste mit den ökologischen Gruppen (1-9) und den Stetigkeiten (r, +, I-V, 0, *) der 492 gefundenen Pflanzenarten auf den 113 untersuchten Schlägen.
*List of the 492 plant species found on the 113 investigated woodland clearings with indication of their ecological group (1-9) and constancy (r, +, I-V, 0, *).*

Folgende ökologische Gruppen (Ö) wurden unterschieden: (Anzahl Pflanzen in dieser Gruppe)	
1 Einheimische Bäume (39 Arten)	6 Pflanzen magerer Wiesen und Weiden (18 Arten)
2 Krautige Waldpflanzen (92 Arten)	7 Pflanzen feuchter Wiesen und Sumpfpflanzen (49 Arten)
3 Sträucher und niedere Holzpfl. (36 Arten)	8 Pflanzen fetter Wiesen, Weiden und Rasen (55 Arten)
4 Krautige Schlag- und Saumpflanzen (61 A.)	9 "Standortsfremde": Gartenflüchtlinge und Kulturpflanzen (51 Arten)
5 Unkraut- und Ruderalpflanzen (91 Arten)	

Folgende Stetigkeitsgruppen (S) wurden unterschieden: (Anzahl Pflanzen in dieser Gruppe)	
r Bis 5% (235 Arten)	IV 60.1%-80% (23 Arten)
+ 5.1%-10% (58 Arten)	V 80.1%-100% (14 Arten)
I 10.1%-20% (61 Arten)	0 Pflanzen kamen nur als Randarten vor (11 Arten)
II 20.1%-40% (52 Arten)	* nur im Samenpotentialversuch gefunden (2 Arten)
III 40.1%-60% (36 Arten)	

Ö	S	Krautige Dikotyledonen	Ö	S	Krautige Dikotyledonen	Ö	S	Krautige Dikotyledonen
8	0	*Achillea millefolium*	5	+	*Cerastium glomeratum*	5	r	*Euphorbia platyphyllos*
5	r	*Achillea ptarmica*	8	r	*Chaerophyllum cicutaria*	4	II	*Euphorbia stricta*
2	r	*Actaea spicata*	8	r	*Chaerophyllum silvestre*	7	+	*Filipendula ulmaria*
2	r	*Aegopodium podagraria*	4	r	*Chelidonum majus*	9	r	*Fragaria indica*
6	r	*Agrimonia eupatoria*	5	r	*Chenopodium album*	9	r	*Fragaria x magna*
8	IV	*Ajuga reptans*	5	r	*Chenopodium polyspermum*	2	r	*Fragaria moschata*
8	r	*Alchemilla crinita*	8	r	*Chrysanthemum leucanthemum*	4	V	*Fragaria vesca*
8	r	*Alchemilla glabra*	5	r	*Chrysanthemum parthenium*	5	IV	*Galeopsis tetrahit* s.l.
6	r	*Alchemilla* cf. *minor*	2	r	*Chrysosplenium alternifolium*	5	0	*Galinsoga ciliata*
8	r	*Alchemilla monticola*	2	IV	*Circaea lutetiana*	8	I	*Galium album*
8	r	*Alchemilla* cf. *trunciloba*	5	IV	*Cirsium arvense*	5	I	*Galium aparine*
8	r	*Alchemilla xanthochlora*	7	II	*Cirsium oleraceum*	2	V	*Galium odoratum*
2	r	*Alliaria officinalis*	7	II	*Cirsium palustre*	2	r	*Galium rotundifolium*
5	r	*Anagallis arvensis*	4	III	*Cirsium vulgare*	2	r	*Galium silvaticum*
2	V	*Anemone nemorosa*	5	r	*Convolvulus arvensis*	5	r	*Galium spurium*
2	II	*Angelica silvestris*	4	I	*Convolvulus sepium*	5	r	*Geranium columbinum*
9	r	*Antirrhinum majus*	8	r	*Crepis biennis*	9	0	*Geranium phaeum*
7	r	*Aquilegia atrata*	8	II	*Crepis capillaris*	5	0	*Geranium pyrenaicum*
2	+	*Aquilegia vulgaris*	7	r	*Crepis paludosa*	4	IV	*Geranium robertianum*
5	*	*Arabidopsis thaliana*	5	r	*Crepis taraxacifolia*	7	r	*Geum rivale*
5	r	*Arctium minus*	6	+	*Daucus carota*	2	IV	*Geum urbanum*
4	r	*Arctium vulgare*	9	r	*Delphinium ajacis*	8	II	*Glechoma hederaceum*
2	r	*Aruncus silvester*	9	r	*Digitalis purpurea*	4	r	*Gnaphalium silvaticum*
4	r	*Astragalus glycyphyllos*	5	IV	*Epilobium adenocaulon*	9	r	*Helianthus annuus*
4	II	*Atropa belladonna*	5	II	*Epilobium adnatum*	9	r	*Helianthus tuberosus* s.l.
5	r	*Barbarea vulgaris*	4	III	*Epilobium angustifolium*	2	r	*Hepatica triloba*
8	+	*Bellis perennis*	7	II	*Epilobium hirsutum*	8	I	*Heracleum sphondylium*
9	r	*Calendula officinalis*	5	r	*Epilobium lamyi*	6	r	*Hieracium aurantiacum*
7	r	*Caltha palustris*	4	IV	*Epilobium montanum*	2	+	*Hieracium murorum* s.l.
8	r	*Campanula patula*	7	V	*Epilobium parviflorum*	6	r	*Hippocrepis comosa*
6	r	*Campanula rotundifolia*	5	II	*Epilobium roseum*	7	II	*Hypericum acutum*
2	I	*Campanula trachelium*	5	r	*Erigeron acer*	7	+	*Hypericum desetangsii*
5	r	*Capsella bursa-pastoris*	5	+	*Erigeron annuus*	7	+	*Hypericum erosum*
4	II	*Cardamine flexuosa*	5	II	*Erigeron canadensis*	4	I	*Hypericum hirsutum*
5	+	*Cardamine hirsuta*	5	+	*Erigeron strigosus*	4	I	*Hypericum humifusum*
2	r	*Cardamine impatiens*	7	III	*Eupatorium cannabinum*	2	r	*Hypericum montanum*
8	I	*Cardamine pratensis*	2	r	*Euphorbia amygdaloides*	6	IV	*Hypericum perforatum*
4	II	*Centaurium umbellatum*	6	I	*Euphorbia cyparissias*	8	I	*Hypochoeris radicata*
8	III	*Cerastium caespitosum*	5	r	*Euphorbia peplus*	9	r	*Impatiens glandulifera*

Tab. 4 (Forts. - *continued*)

Ö	S	Krautige Dikotyledonen	Ö	S	Krautige Dikotyledonen	Ö	S	Krautige Dikotyledonen
2	I	*Impatiens noli-tangere*	5	I	*Polygonum persicaria*	2	r	*Teucrium scorodonia*
5	III	*Impatiens parviflora*	5	r	*Potentilla anserina*	5	r	*Thlaspi arvense*
6	r	*Inula conyza*	6	r	*Potentilla erecta*	4	I	*Torilis japonica*
7	r	*Inula salicina*	5	I	*Potentilla reptans*	8	r	*Tragopogon orientalis*
8	r	*Knautia arvensis*	2	III	*Potentilla sterilis*	4	r	*Trifolium campestre*
4	r	*Knautia silvatica*	2	+	*Prenanthes purpurea*	8	0	*Trifolium dubium*
5	I	*Lactuca serriola*	2	II	*Primula elatior*	4	r	*Trifolium medium*
4	+	*Lamium maculatum*	8	IV	*Prunella vulgaris*	8	I	*Trifolium pratense*
2	III	*Lamium montanum*	2	r	*Pulmonaria maculosa*	8	I	*Trifolium repens*
5	r	*Lamium purpureum*	2	II	*Pulmonaria obscura*	5	III	*Tussilago farfara*
4	III	*Lapsana communis*	2	r	*Ranunculus auricomus* s.l.	4	III	*Urtica dioeca*
2	r	*Lathraea squamaria*	2	II	*Ranunculus ficaria*	4	+	*Valeriana officinalis*
2	r	*Lathyrus montanus*	8	I	*Ranunculus friesianus*	4	r	*Verbascum lychnitis*
8	II	*Lathyrus pratensis*	2	r	*Ranunculus lanuginosus*	4	r	*Verbascum nigrum*
4	*	*Lathyrus silvester s.l.*	2	r	*Ranunculus nemorosus*	4	I	*Verbascum thapsus*
5	r	*Lepidium virginicum*	2	r	*Ranunuculus polyanthemophyllos*	5	I	*Verbena officinalis*
5	r	*Linaria minor*	5	III	*Ranunculus repens*	5	r	*Veronica arvensis*
5	+	*Linaria vulgaris*	7	r	*Rhinanthus alectorolophus*	7	+	*Veronica beccabunga*
7	r	*Linum catharticum*	7	r	*Rorippa palustris*	8	II	*Veronica chamaedrys*
2	r	*Lithospermum officinale*	5	r	*Rorippa silvestris*	8	r	*Veronica filiformis*
8	+	*Lotus corniculatus*	8	I	*Rumex acetosa*	2	III	*Veronica montana*
7	III	*Lotus uliginosus*	5	r	*Rumex acetosella* s.l.	2	IV	*Veronica officinalis*
9	r	*Lunaria annua*	5	r	*Rumex crispus*	5	r	*Veronica persica*
7	r	*Lycopus europaeus*	8	III	*Rumex obtusifolius*	5	r	*Veronica serpyllifolia*
2	IV	*Lysimachia nemorum*	4	II	*Rumex sanguineus*	6	r	*Vicia angustifolia*
8	+	*Lysimachia nummularia*	5	r	*Sagina procumbens*	4	r	*Vicia cracca*
7	r	*Lysimachia vulgaris*	4	I	*Sambucus ebulus*	4	+	*Vicia dumetorum*
7	I	*Lythrum salicaria*	2	+	*Sanicula europaea*	5	+	*Vicia hirsuta*
8	+	*Medicago lupulina*	6	r	*Satureja vulgaris*	5	r	*Vicia segetalis*
2	0	*Melampyrum pratense*	7	0	*Scrophularia alata*	8	II	*Vicia sepium*
5	r	*Melilotus albus*	4	IV	*Scrophularia nodosa*	5	r	*Viola arvensis*
5	r	*Melilotus officinalis*	7	r	*Scutellaria galericulata*	2	r	*Viola hirta*
5	r	*Melissa officinalis*	4	I	*Senecio erucifolius*	2	I	*Viola riviniana*
7	I	*Mentha aquatica*	4	r	*Senecio fuchsii*	2	V	*Viola silvestris*
4	r	*Mentha arvensis*	4	r	*Senecio jacobaea*			**Total: 267 Arten**
2	I	*Mercurialis perennis*	4	II	*Senecio silvaticus*			
4	III	*Moehringia trinervia*	5	r	*Senecio viscosus*			**Monokotyledonen**
2	I	*Mycelis muralis*	5	I	*Senecio vulgaris*	4	r	*Agropyron caninum*
5	+	*Myosotis arvensis*	5	r	*Silene alba*	6	r	*Agropyron intermedium*
2	r	*Myosotis silvatica*	9	r	*Silene coronaria*	4	+	*Agropyron repens*
9	r	*Oenothera biennis*	8	+	*Silene dioeca*	5	r	*Agrostis gigantea*
9	r	*Oenothera lamarckiana*	7	r	*Silene flos-cuculi*	5	r	*Agrostis spica-venti*
2	IV	*Oxalis acetosella*	5	r	*Sinapis alba*	4	III	*Agrostis stolonifera*
5	I	*Oxalis europaea*	4	III	*Solanum dulcamara*	4	II	*Agrostis tenuis*
5	0	*Papaver rhoeas*	5	I	*Solidago canadensis*	7	0	*Alisma lanceolatum*
5	r	*Papaver somniferum*	7	III	*Solidago serotina*	2	+	*Allium ursinum*
2	r	*Petasites albus*	2	+	*Solidago virga-aurea*	8	r	*Alopecurus pratensis*
2	III	*Phyteuma spicatum*	5	r	*Sonchus arvensis*	8	r	*Anthoxantum odoratum*
8	r	*Picris hieracioides*	5	III	*Sonchus asper*	8	+	*Arrhenatherum elatius*
8	I	*Plantago lanceolata*	5	+	*Sonchus oleraceus*	2	II	*Arum maculatum*
5	III	*Plantago major*	4	+	*Stachys alpina*	6	r	*Brachypodium pinnatum*
6	r	*Plantango media*	2	III	*Stachys silvatica*	2	IV	*Brachypodium silvaticum*
5	r	*Polygonum aequale*	7	r	*Stellaria alsine*	4	II	*Bromus benekenii*
5	r	*Polygonum aviculare*	2	+	*Stellaria aquatica*	6	r	cf. *Bromus erectus*
5	r	*Polygonum cuspidatum*	8	+	*Stellaria graminea*	8	r	*Bromus mollis*
4	r	*Polygonum hydropiper*	5	II	*Stellaria media*	4	+	*Bromus ramosus*
4	+	*Polygonum minus*	7	r	*Symphytum officinale*	4	IV	*Calamagrostis epigeios*
4	I	*Polygonum mite*	8	V	*Taraxacum officinale*	5	r	*Calamagrostis varia*

Tab. 4 (Forts. - *continued*)

Ö	S	Monokotyledonen	Ö	S	Monokotyledonen	Ö	S	Verholzte Diko. und Gymno.
7	+	*Carex acutiformis*	5	r	*Panicum capillare*	3	r	*Berberis vulgaris*
4	r	*Carex brizoides*	2	II	*Paris quadrifolia*	1	r	*Betula* hybr.
5	r	*Carex contigua*	8	+	*Phleum pratense*	1	III	*Betula pendula*
2	I	*Carex digitata*	7	I	*Phragmites communis*	1	II	*Betula pubescens*
7	r	*Carex elata*	5	III	*Poa annua*	9	I	*Buddleja davidii*
7	+	*Carex flava*	5	r	*Poa compressa*	3	r	*Calluna vulgaris*
2	III	*Carex flacca*	2	I	*Poa nemoralis*	1	III	*Carpinus betulus*
5	+	*Carex hirta*	8	+	*Poa pratensis*	1	r	*Castanea sativa*
7	r	*Carex lepidocarpa*	8	IV	*Poa trivialis*	9	r	*Chaenomeles japonica*
4	II	*Carex leporina*	2	III	*Polygonatum multiflorum*	9	r	*Chamaecyparis nootkatensis*
2	r	*Carex ornithopoda*	5	r	*Schoenoplectus setaceus*	3	I	*Clematis vitalba*
4	r	*Carex pairaei*	7	r	*Scirpus silvaticus*	3	r	*Cornus mas*
4	III	*Carex pallescens*	5	r	*Setaria viridis*	3	II	*Cornus sanguinea*
2	II	*Carex pendula*	2	r	*Tamus communis*	3	r	*Cornus stolonifera*
2	I	*Carex pilosa*	8	r	*Trisetum flavescens*	3	IV	*Corylus avellana*
4	II	*Carex pilulifera*	9	r	*Triticum vulgare*	9	r	*Cotoneaster bullatus*
2	III	*Carex remota*	4	r	*Typhoides arundinacea*	9	r	*Cotoneaster dammeri*
2	V	*Carex silvatica*			**Total: 96 Arten**	9	+	*Cotoneaster horizontalis*
7	r	*Carex stellulata*				9	r	*Cotoneaster integerrimus*
2	+	*Carex umbrosa*			**Pteridophyten**	9	r	*Cotoneaster salicifolius*
4	r	*Colchicum autumnale*	2	IV	*Athyrium filix-femina*	9	r	*Cotoneaster* sp.
8	III	*Dactylis glomerata*	2	II	*Dryopteris dilatata*	3	I	*Crataegus monogyna*
7	III	*Deschampsia caespitosa*	2	II	*Dryopteris filix-mas*	3	II	*Crataegus oxyacantha*
2	r	*Deschampsia flexuosa*	2	III	*Dryopteris spinulosa*	3	+	*Daphne mezereum*
5	r	*Digitaria sanguinalis*	5	+	*Equisetum arvense*	9	r	*Deutzia* sp.
5	r	*Echinochloa crus-galli*	2	r	*Equisetum hiemale*	3	I	*Evonymus europaea*
2	r	*Elymus europaeus*	4	+	*Pteridium aquilinum*	1	V	*Fagus silvatica*
2	r	*Epipactis latifolia*			**Total: 7 Arten**	3	II	*Frangula alnus*
2	r	*Epipactis purpurata*				1	V	*Fraxinus excelsior*
2	IV	*Festuca gigantea*			**Moose**	3	r	*Genista germanica*
2	r	*Festuca heterophylla*	2	+	*Atrichum undulatum*	3	III	*Hedera helix*
8	I	*Festuca rubra*	5	0	*Barbula unguiculata*	1	I	*Ilex aquifolium*
8	r	*Festulolium loliaceum*	2	+	*Brachythecium* cf. *rutabulum*	1	+	*Juglans regia*
9	r	*Galanthus nivalis*	7	r	*Calliergonella cuspidata*	1	II	*Larix* sp.
7	r	*Glyceria fluitans*	6	r	*Eurhynchium hians*	3	I	*Ligustrum vulgare*
7	+	*Glyceria plicata*	2	+	*Eurhynchium striatum*	9	r	*Lonicera henryi*
7	r	*Gymnadenia conopea*	2	r	*Fissidens taxifolius*	9	r	*Lonicera pileata*
8	II	*Holcus lanatus*	5	0	*Funaria hygrometrica*	9	r	*Lonicera* sp.
4	r	*Holcus mollis*	5	r	*Hypnum cupressiforme*	3	II	*Lonicera xylosteum*
7	r	*Iris pseudacorus*	2	r	*Plagiomnium undulatum*	9	r	cf. *Malus silvestris*
7	r	*Iris sibirica*	2	r	*Polytrichum formosum*	9	r	cf. *Paulownia tomentosa*
7	+	*Juncus articulatus*	2	+	*Thuidium tamariscinum*	1	IV	*Picea excelsa*
5	r	*Juncus bufonius*			**Total: 12 Arten**	9	r	*Picea pungens*
7	II	*Juncus conglomeratus*				1	r	*Pinus nigra*
7	V	*Juncus effusus*			**Verholzte Dikotyledonen &**	1	III	*Pinus silvestris*
7	II	*Juncus inflexus*			**verholzte Gymnospermen**	9	r	*Pinus strobus*
5	I	*Juncus tenuis*	1	II	*Abies alba*	1	r	*Populus alba*
8	I	*Lolium multiflorum*	9	r	*Abies nordmanniana*	1	r	*Populus* hybr.
8	I	*Lolium perenne*	1	+	*Acer campestre*	1	+	*Populus nigra*
6	r	*Luzula* cf. *campestris*	1	II	*Acer platanoides*	1	II	*Populus tremula*
4	II	*Luzula multiflora*	1	V	*Acer pseudoplatanus*	1	IV	*Prunus avium*
2	I	*Luzula nemorosa*	9	r	*Ailanthus glandulosa*	9	r	*Prunus laurocerasus*
2	III	*Luzula pilosa*	1	II	*Alnus glutinosa*	1	I	*Prunus padus*
2	II	*Majanthemum bifolium*	1	+	*Alnus incana*	9	r	*Prunus* sp.
2	I	*Melica nutans*	9	r	*Amelanchier* cf. *lamarckii*	3	+	*Prunus spinosa*
2	II	*Milium effusum*	9	r	*Aralia elata*	9	I	*Pseudotsuga taxifolia*
7	r	*Molinia coerulea*	9	r	*Berberis* sp.	9	r	*Pyracantha coccinea*
2	r	*Molinia litoralis*	9	r	*Berberis thunbergii*	1	I	*Quercus petraea*

Tab. 4 (Forts. - *continued*)

Ö	S	Verholzte Diko. und Gymno.	Ö	S	Verholzte Diko. und Gymno.	Ö	S	Verholzte Diko. und Gymno.
1	r	*Quercus pubescens*	3	V	*Rubus fruticosus* s.l.	3	II	*Sambucus racemosa*
1	IV	*Quercus robur*	3	V	*Rubus idaeus*	1	II	*Sorbus aucuparia*
9	+	*Quercus rubra*	9	+	*Rubus laciniatus*	1	r	*Sorbus torminalis*
3	r	*Rhamnus cathartica*	1	+	*Salix alba*	9	r	*Spiraea* sp.
3	r	*Ribes alpinum*	1	I	*Salix alba x fragilis*	1	r	*Taxus baccata*
9	r	*Ribes nigrum*	3	r	*Salix appendiculata*	1	I	*Tilia cordata*
9	r	*Ribes rubrum*	1	V	*Salix caprea*	1	r	*Tilia platyphyllos*
9	r	*Ribes* sp.	3	II	*Salix cinerea*	1	I	*Ulmus scabra*
9	r	*Ribes uva-crispa*	1	r	*Salix elaeagnos*	3	I	*Vaccinium myrtillus*
9	r	*Robinia pseudoacacia*	3	I	*Salix* hybr.	3	I	*Viburnum lantana*
3	II	*Rosa arvensis*	3	r	*Salix nigricans*	3	I	*Viburnum opulus*
3	r	*Rosa canina*	3	I	*Salix purpurea*	3	r	*Vinca minor*
3	r	*Rosa* sp.	1	r	*Salix viminalis*			**Total: 110 Arten**
3	I	*Rubus caesius*	3	III	*Sambucus nigra*			

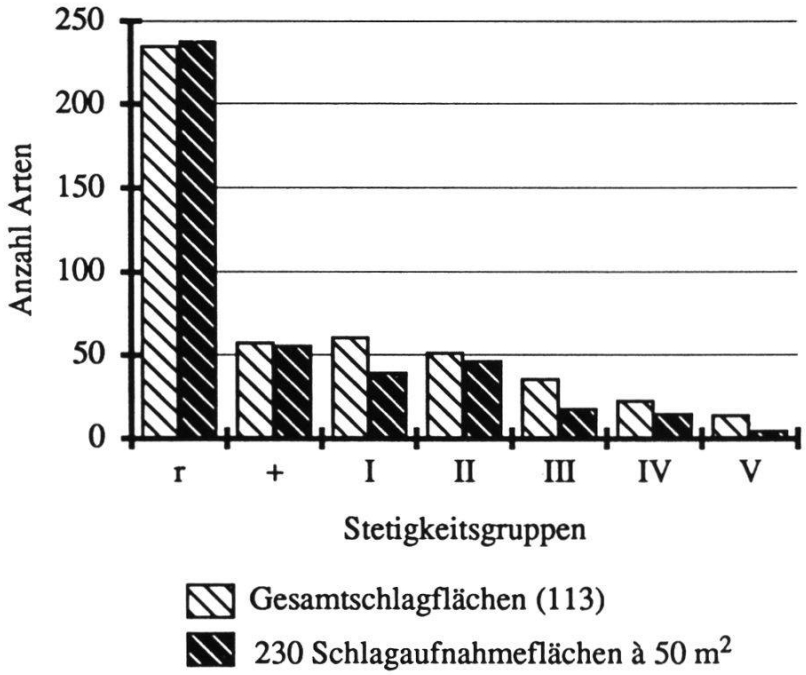


Fig. 4. Stetigkeitsverteilung von 479 bzw. 419 Pflanzenarten bezüglich den 113 Schlagflächen unterschiedlicher Grösse und den 230 Schlagaufnahmen à 50 m^2. Stetigkeitsklassen:
Distribution of the constancy of the 479 plant species found in 113 clearings on areas of different size and of the 419 plant species found in the 230 relevés of 50 m^2. Categories of constancy:
r = bis 5% (sehr selten, *very rare*), + = 5.1% - 10% (selten, *rare*), I = 10.1% - 20% (selten, *rare*), II = 20.1% - 40% (nicht oft vorhanden, *not often present*), III = 40.1% - 60% (öfters vorhanden, *often present*), IV = 60.1% - 80% (meist vorhanden, *mostly present*), V = 80.1% - 100% (stets vorhanden, *always present*).
In dieser Darstellung fehlen die Randarten und die nur im Samenvorratversuch gefundenen Arten *Arabidopsis thaliana* und *Lathyrus silvester* s.l. *The species found only at the border of the clearings, as well as Arabidopsis thaliana and Lathyrus silvester s.l., which where found only in the seed pool experiment, are not included in this graph.*

Die geringste Artenzahl wies die Aufnahme 3531 im Lärchenischlag bei Bülach mit nur 13 Arten auf. Es handelte sich hier um einen relativ bodensauren Schlag (pH 4.5 bis 5.0 nach Hellige in den ersten 50 cm) mit viel "Rindenschnipsel" am Boden, der von *Galeopsis tetrahit* (Deckung 4), *Impatiens parviflora* (Deckung 2) und *Rubus fruticosus* s.l. (Deckung 2) dominiert wurde. Im Frühjahr erreichte zusätzlich *Anemone nemorosa* einen Deckungswert von 3.
Mit 91 Arten auf 50 m^2 war die Aufnahmefläche auf dem Schlag 4221 im Fronwald bei Arni die artenreichste der 230 Schlagaufnahmeflächen. Bereits in den ersten 15 cm konnten in diesem Schlag mit der HCl-Methode Kalk nachgewiesen werden. Als weitere Besonderheit war dieser Standort skelettreich. Der pH-Wert erstreckte sich in den ersten 20 cm zwischen 5.0 und 6.5. Mit den Deckungswerten 4 bzw. 3 dominierten die Arten *Brachypodium silvaticum* und *Carex silvatica.*

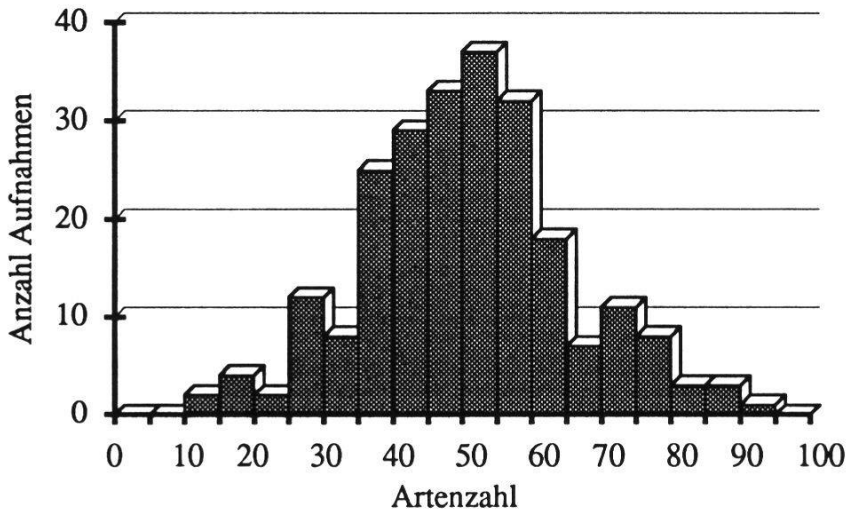


Fig. 5. Histogramm für die Artenzahlverteilung der 230 Schlagaufnahmen à 50 m^2.
Histogram of the number of species in the 230 clearings of 50 m^2 size.

4.1.2. Übersicht Standort

Einige standortskundliche Angaben für die 121 Untersuchungsobjekte (Ortsbezeichnung mit Koordinaten, Höhe über Meer, Exposition, Neigung sowie Geologie) wurden bereits in Tabelle 1 zusammengestellt. Weitere Angaben sind in Tabelle 5 zusammengefasst: Flächengrösse, potentielle natürliche Vegetation, Bestockung vor Schlag, Bodentyp, Karbonatgehalt im Hauptwurzel-

Legende zu Tabelle 5: Standortskundliche Angaben der Untersuchungsobjekte.

Flächengrösse a: Flächengrösse (m^2) des Schlages gleichen Alters auf "homogenem" Standort.
Flächengrösse b: Gesamtgrösse der Schlagöffnungen in m^2 (inklusive benachbarte Schlagflächen von ähnlichem Alter), unabhängig von der Homogenität des Standortes
Die pot. nat. Veg. (potentielle natürliche Vegetation) entstammt der Waldkartierung des Kantons Zürich durch die Beratungsgemeinschaft für Umweltfragen (BGU 1984-88) mit folgenden Waldgesellschaften (nach ELLENBERG und KLÖTZLI 1972, erweitert):
6: Waldmeister-Buchenwald mit Hainsimse; *Galio odorati-Fagetum luzuletosum*
7a: Typischer Waldmeister-Buchenwald, Typische Subassoziation
Galio odorati-Fagetum typicum, Typische Subassoziation
7d: Typischer Waldmeister-Buchenwald, Ausbildung mit Hainsimse
Galio odorati-Fagetum typicum, Ausbildung mit Hainsimse
7e: Waldmeister-Buchenwald mit Hornstrauch; *Galio odorati-Fagetum cornetosum*
7f: Waldmeister-Buchenwald mit Lungenkraut; *Galio odorati-Fagetum pulmonarietosum*
7g: Waldmeister-Buchenwald mit Lungenkraut, Ausbildung mit Wald-Ziest
Galio odorati-Fagetum pulmonarietosum, Ausbildung mit Wald-Ziest
7as: Typischer Waldmeister-Buchenwald, Ausbildung mit Wald-Ziest
Galio odorati-Fagetum typicum, Ausbildung mit Wald-Ziest
*7: Waldmeister-Buchenwald mit Rippenfarn; *Galio odorati-Fagetum blechnetosum*
8a: Typischer Waldhirsen-Buchenwald; *Milio-Fagetum typicum*
9: Typischer Lungenkraut-Buchenwald; *Pulmonario-Fagetum typicum*
11: Aronstab-Buchenwald; *Aro-Fagetum*
26a: Ahorn-Eschenwald, Typische Subassoziation; *Aceri-Fraxinetum typicum*
26g: Ahorn-Eschenwald mit Bärlauch; *Aceri-Fraxinetum* mit Bärlauch
29: Zweiblatt-Eschenmischwald; *Ulmo-Fraxinetum listeretosum*
30: Traubenkirschen-Eschenwald, Typische Subassoziation; *Pruno-Fraxinetum*
Die Bestockung vor dem Schlag ist in vier Klassen angegeben: Lbh = 91-100% Laubholzanteil; Lbh mit Ndh = Laubholzanteil 51-90%; Ndh mit Lbh = Nadelholzanteil 51-90% und Ndh = Nadelholzanteil 91-100%.
Der Bodentyp entstammt den Bodenkarten Uster, Wohlen und Zürich (1:25'000) sowie (mit * gekennzeichnet) der Bodeneignungskarte von Zürich (1:50'000) (FAP-Reckenholz 1981, 1986 und 1988 sowie 1980).
Bodentypen: B = Braunerde, E = Saure Braunerde, F = Fluvisol, K = Kalkbraunerde, T = Parabraunerde, V = Braunerde-Gley und W = Buntgley.
Wasserhaushalt, pflanzennutzbare Gründigkeit:
- Normal durchlässige Böden: a = sehr tiefgründig, b = tiefgründig, c = mässig tiefgründig
- Mässig staunasse Böden: f = tiefgründig, g = mässig tiefgründig
- Mässig grund-/ hangnasse Böden: k = tiefgründig, l = mässig tiefgründig
- Selten bis zur Oberfläche porengesättigte Böden: t = mässig tiefgründig
- Häufig bis zur Oberfläche porengesättigte Böden: w = ziemlich flach- bis flachgründig

a, b, c, f, g, k und l sind "senkrecht durchwaschene Böden", bei t und w handelt es sich um "grund-/ hangnasse und überschwemmte Böden"
Karbonat HWH: Karbonatgehalt im Hauptwurzelhorizont (erste 20 cm)
Karbonat unt. HWH: Karbonatgehalt unter dem Hauptwurzelhorizont. In der Klammer wurde die maximale Tiefe der Messung angegeben oder aber nach "++" die Tiefe der Karbonatgrenze. Falls der HWH bereits stark karbonathaltig war, wurden in dieser Kolonne keine weiteren Angaben gemacht.
pH HWH / bis 40 cm: Die ersten Zahlen geben den pH-Bereich im Hauptwurzelhorizont wieder. Hinter dem Querstrich "/" werden extreme pH-Werte in der Bodenschicht zwischen 20 und 40 cm angegeben, die ausserhalb des Bereiches im HWH liegen.
Rel. Ssd: Die relative Sonnenscheindauer wurde für die Hauptvegetationszeit (März bis September) in Prozent der maximal möglichen Ssd dieser geographischen Breite angegeben.

Tab. 5. Standortskundliche Angaben der Untersuchungsobjekte (vgl. Tab. 1, S. 13ff).
Description of the study objects (cf. table 1, p. 13ff.).

Auf-	Flächengrösse		pot. nat.	Bestockung	Boden-	Karbonat	Karbonat	pH HWH /	rel. Ssd
nahmen	a	b	Veg.	vor Schlag	typ	HWH	unt. HWH	bis 40 cm	in %
1120 (3)	2000	3700	7a	Ndh mit Lbh	bB (cE)	+ bis ++		7.5-8.0	64.6
1123	2000	3700	7a	Ndh mit Lbh	bB (cE)	- bis + (++)	- (40)	7.5-8.0	57.5
1130 (4)	1650	3700	7a	Ndh mit Lbh	gB	-	++ (90)	4.0-4.5	88.5
1139 (W)	-		7a	Lbh mit Ndh	gB (cE)	-	++ (60)	4.0-4.5	-
1140 (2)	2700	6700	7a	Ndh mit Lbh	bB (gB)	-	++ (90)	4.0	84.1
1150 (2)	700	6500	30/7as,(7a)	Ndh	gE	-	++ (110)	5.0-6.0	48.7
1170 (2)	500	1600	7f	Ndh mit Lbh	cB	-	- (60)	5.0-5.5	62.8
1179 (W)	-		7a	Lbh mit Ndh	cB (fB)	-	++ (105)	5.0-6.0/7.0	-
1210 (10)	4600		7f	Lbh	bB	-	- (65)	5.0/6.5	77.9
1230 (7+1)	4600		7f	Lbh	bB	-	++ (70)	5.5/6.5	-
1240 (3)	800		7e	Lbh mit Ndh	cB	-	+ (35)	6.5-7.0/7.5	69.0
1260 (2)	1500		7e	Lbh mit Ndh	cB	-	- (40)	5.0-6.5/7.0	82.3
1270 (2)	2000		7e	Lbh mit ?	cB	- bis (+)	- (30)	6.5-7.0	77.9
1280 (2)	2200	2300	7a,(7as)	Ndh mit Lbh	cB	-	- (50)	5.5-6.5/4.5	63.7
1310 (3)	3500		7f/7a	Lbh	bT	-	- (65)	4.0-6.0	66.4
1320 (4)	1500	3800	7f	Lbh	bE (bT)	+ bis ++		6.5	69.9
1324	1500	3800	7f	Lbh		+ bis ++		6.5-7.0	63.7
1330 (2)	2150		7f	Lbh	bE	-	++ (45)	6.0-6.5	74.3
1340 (4)	2100		7f	Lbh	bT (wW)	+ bis ++		6.5-7.0	61.9
1350 (2)	2250		11,(26g)	Lbh	bT	-	- (40)	5.0-6.0	46.0
1410 (2)	2235		7f,(7g)	Ndh mit Lbh	bB	-	- (55)	4.5-5.5	38.9
1419 (W)	-		7g,(7f)	Ndh mit Lbh	bB	-	- (60)	4.5-5.0/7.0	-
1510 (1)	721		7f	Lbh mit Ndh	bE	-	- (55)	4.0-5.0	50.4
1519 (W)	-		7f	Lbh mit Ndh	bE	-	- (40)	4.0-4.5	-
1520 (2)	1330	6700	7d,(7as)	Ndh mit Lbh	bE	- bis ++	++ (25)	5.0-7.0	72.6
1610 (2)	1600		7a	Ndh mit ?	fB	-	- (42)	6.0-8.0	67.3
1620 (2)	2200		7as/7a	Ndh mit ?	bB/bT	- (bis +)	(+) (35)	4.0-5.5	54.9
1630 (2)	1250		7a	Ndh mit ?	bB/bT	-	- (35)	5.0-6.0	26.5
1640 (2)	1600	2800	7as,(7a)	Ndh mit ?	bB/bT	-	- (60)	4.5/4.0	74.3
1650 (2)	1250		7a	Ndh mit Lbh	gB (bB)	-	- (70)	5.5-6.0	43.4
1660 (2)	3000		7a	Ndh mit ?	gB	- bis +	- bis + (60)	4.5-5.0/5.5	70.8
1670 (2)	4000		7a	Ndh mit Lbh	fB(cB,bT)	-	++ (55)	5.0-5.5/6.5	64.6
1680 (2)	850		7d	Ndh mit Lbh	bB/cE	-	- (55)	4.0-4.5	12.4
1690 (2)	400	2200	7a	Ndh mit Lbh	gB	- bis +	- bis ++ (40)	6.0-6.5	31.9
1710 (2)	1600	5250	7f,(7a,26g)		bB/cE	+ bis ++		6.5-7.0	49.6
1720 (4)	250	18000	29 (7g)		bB/fB	- (bis +)	- (70)	6.0/6.5	66.4
1725	250	18000	29		bB/fB	-	- (60)	5.0-5.5/6.0	51.3
1730 (2)	1200		7f		cE	- - bis +	- (45)	4.5/5.0	61.1
1740 (2)	1100		7a/7as		lB	-	- (60)	4.5/5.0	47.8
1750 (2)	1000		7f		fB	-	- (55)	4.0-4.5	23.0
1760 (1)	400		7e/7f		cB	- (bis +)	- bis + (50)	5.5-6.0	40.7
1770 (2)	400	1600	7a,(7f)		cE/bB	- bis +	- bis + (45)	5.5	58.4
1810 (2)	1000		7as	Lbh mit Ndh	lF/lW (cK)	-	- (43)	4.5-5.0/5.5	27.4
1820 (2)	1300	3250	7d	Ndh mit ?	aT/tW	-	++ (105)	4.0-4.5	71.7
1830 (2)	1550		6,(*7)	Ndh mit Lbh		-	- (50)	4.0	62.8
1840 (2)	2000	?	7d	Ndh mit Lbh		-	- (60)	4.0	77.9
1850 (2)	1525		7d	Ndh mit Lbh		-	- (50)	4.0/5.0	85.8
1860 (2)	2200	3600	7f	Ndh mit Lbh	lF/lW (kB)	+ bis ++		8.5	54.0
1870 (2)	1100	1800	7g	Lbh mit Ndh	cK	- bis+	+ (40)	6.0-6.5	49.6
1880 (1)	700		*7	Ndh		++		7.0	25.7
1890 (1)	1500	3500	*7	Ndh mit ?		-	++ (75)	4.0	49.6
1910 (2)	1860	2360	7a	Ndh mit ?	bT/cK	-	- (50)	4.0	49.6
1919 (W)	-		7e/7a	Ndh mit Lbh	cK (bT)	-	- (28)	4.0	-
1920 (2)	1530	2400	7e	Ndh mit ?	cK (bT)	- bis ++		7.0-8.5	59.3
1930 (1)	1900		7a	Ndh	kB (bT)	-	- (70)	4.5-6.0/7.0	34.5

Tab. 5. (Forts. - *continued*)

Auf-nahmen	Flächengrösse a	b	pot. nat. Veg.	Bestockung vor Schlag	Boden-typ	Karbonat HWH	Karbonat unt. HWH	pH HWH / bis 40 cm	rel. Ssd in %
2110 (1)	3500	4000	7f/26a	Ndh mit ?	bB *	-	++ (35)	5.5/6.5	53.1
2120 (1)	6000	9000	11/7g	Lbh mit ?	bB *	-	- (60)	6.5-8.0	71.7
2129 (W)	-		7g/7a	Ndh mit Lbh	bB *	- bis +	- (140)	4.0	-
2130 (1)	2000	7600	7f,(7g)	Ndh mit ?	bB *	- bis +	++ (85)	5.0-5.5	56.6
2140 (1)	4400	7600	7f	Ndh	bB *	-	- (60)	5.0-5.5/6.0	78.8
2210 (1)	400		7e		bB *	-	++ (100)	6.0/5.5	47.8
2310 (1)	1300	5600	8a	Ndh mit Lbh	aB *	-	- (100)	4.0	66.4
2320 (1)	1200	2200	8a/30		aB *	-	- (140)	4.5-5.0/5.5	56.6
2410 (1)	800	5500	7a	Ndh mit Lbh	cB *	- bis +	++ (110)	4.5	77.0
2420 (1)	1000	5500	7f	Ndh mit Lbh	cB *	- bis ++		5.5-6.0	76.1
2430 (1)	1350		7d/7a	Ndh mit Lbh	aB *	-	++ (140)	4.0-4.5	36.3
2440 (1)	1250	2300	7as,(7a)	Ndh mit Lbh	cB *	- bis +	- (125)	4.0-4.5	28.3
2510 (1)	1250	1900	7f	Lbh mit Ndh	bT *	-	++ (20)	5.5-6.5	32.7
2610 (1)	1320	2000	7g/7a/7f	Lbh	aE	-	++ (115)	4.0-5.0	47.8
2619 (W)	-		7f	Lbh	aE	- bis (+)	- (60)	4.0-4.5/(5.5)	-
2620 (1)	5250		7f,(7a)	Lbh	bE	-	++ (125)	4.0-5.0	57.5
2710 (1)	7000	15400	6,(*7)/7d	Ndh		-	- (124)	4.0	72.6
2720 (1)	6000	15400	6,(*7)	Ndh		-	- (60)	4.0/4.5	61.1
2730 (1)	700	850	6	Ndh mit Lbh		-	++ (95)	4.0/4.5	53.1
2740 (1)	2800	6000	7d,(6,7as)	Ndh mit Lbh		-	+(+) (138)	5.0-7.0/4.5	70.8
2750 (1)	2600	6000	7as/7d	Ndh mit Lbh		-	+(+) (115)	5.0-6.0/4.0	64.6
2810 (1)	1500	2500	7a	Ndh		- bis +	++ (25)	4.5-5.0	51.3
2820 (1)	450		?	?Ndh?		+	++ (30)	6.5-7.0/7.5	7.1
2830 (1)	900	1600	7a/6	Ndh		- bis ++	++ (25)	5.5-6.5/7.5	25.7
2910 (1)	2600	5000	*7,(7d)			-	- (140)	4.0	60.2
2920 (1)	4600	8200	7d			-	- (140)	4.0	61.9
2930 (1)	950	8200	7d			-	- (135)	4.0/4.5	48.7
2939 (W)	-		7d			-	- (60)	4.0-4.5	-
3110 (1)	650	3400	7g	Ndh		-	- (100)	5.5	90.3
3120 (1)	1250	3400	7g	Ndh		-	- (70)	4.5-5.0/5.5	94.7
3130 (1)	2250		7f,(9)	Ndh mit Lbh		- bis ++	++ (95)	5.5-6.0	60.2
3140 (1)	750	2500	7f,(9)	Ndh		-	- (140)	5.0	34.5
3210 (1)	5500		29	Ndh mit Lbh		-	++ (70)	4.5-5.0	66.4
3310 (1)	900	8250	7d	Ndh mit Lbh		-	- (120)	4.0	76.1
3320 (1)	4300	11000	*7	Ndh		-	- (38)	4.0-4.5	60.2
3410 (1)	2380		*7			-	- (65)	4.0/4.5	67.3
3510 (1)	4600	7000	7d/7a			-	- (70)	4.0-5.5	82.3
3520 (1)	1150	3750	7d/7a			-	- (100)	4.5-5.5	49.6
3530 (1)	1350	6350	7a/7d			-	(++) (50)	4.5-5.0	62.8
3540 (1)	4000		7a/7d			-	- (90)	4.0-5.0	74.3
3610 (1)	2700	8000	7d/7as	Ndh mit Lbh		-	++ (30)	4.5-5.5	73.5
3620 (1)	5000		7d	Ndh		- bis ++	++ (50)	5.0-6.5	53.1
4110 (1)	2500					-	- (136)	4.0-5.5	54.0
4120 (1)	1450				cB	-	++ (90)	5.5-8.5	53.1
4130 (1)	1700				cB (cB)	+ bis ++	++ (25)	8.0	68.1
4140 (1)	2400				kB/cE	- bis +(++)	- (45)	5.5-6.0/6.5	69.0
4150 (1)	2800	1500			tV/kB	-	++ (65)	5.5-7.5/8.0	57.5
4160 (1)	2200				cB	-	++ (65)	6.0-7.5/8.0	56.6
4170 (1)	1150				bB	-	++ (85)	5.0-5.5/6.0	73.5
4210 (1)	2100	5200			bE	- (bis ++)	- (50)	5.0-6.0/7.0	53.1
4220 (1)	1400	6500			cB (bE)	- bis ++	++ (30)	5.0-6.5	59.3
4230 (1)	2700	5300			bB *	-	- (135)	4.0	38.1
4240 (1)	1300	2700			cB *	-	- (90)	4.0-5.5	76.1
4250 (1)	3250	6500			bE	-	- (90)	5.0-5.5	43.4
4310 (1)	3750				bB (aT)	-	++ (95)	4.0-4.5	58.4
5110 (1)	1400		29/30	Lbh	cF *	++		6.0-6.5	50.4

Tab. 5. (Forts. - *continued*)

Auf-nahmen	Flächengrösse a	Flächengrösse b	pot. nat. Veg.	Bestockung vor Schlag	Boden-typ	Karbonat HWH	Karbonat unt. HWH	pH HWH / bis 40 cm	rel. Ssd in %
6110 (1)	2000	2700		Ndh mit Lbh		- bis +	- bis ++ (70)	5.0-7.5/8.0	68.1
6210 (1)	1700			Lbh mit ?		++		6.5-7.0	44.2
6220 (1)	3300			Ndh mit Lbh		-	++ (40)	4.0-5.0	83.2
6230 (1)	2300	3200		Ndh		-	- (90)	4.0-4.5	79.6
6310 (1)	9800					-	++ (75)	4.5-5.0/6.5	74.3
6320 (1)	6250	15600				-	++ (115)	4.0-5.0/5.5	90.3
6330 (1)	1250					-	++ (95)	4.0-4.5	65.5
6410 (1)	16000					- bis +	- bis + (90)	4.5-5.0/5.5	77.9
6510 (1)	1700	2600		Lbh		-	- (140)	5.0-6.0/6.5	60.2
6520 (1)	2000			Lbh		-	- (90)	4.0-4.5	40.7
6530 (1)	1600			Lbh		-	++ (80)	4.5-5.0/5.5	45.1
6540 (1)	6000	11600		Lbh mit Ndh		-	++ (55)	4.0-4.5	59.3
7110 (1)	270	1300				+ bis ++		6.0-7.0	57.5
7120 (1)	1600					-	++ (80)	4.0	23.9

horizont, Karbonatgehalt unterhalb 20 cm Bodentiefe, pH im Hauptwurzelhorizont und allfällige Veränderungen in tieferen Schichten (bis 40 cm) sowie die relative Sonnenscheindauer.

In der schweizerischen Forstpraxis sind sehr grosse Kahlhiebe eher selten. Die **durchschnittliche Flächengrösse** einer Winterräumung der 113 untersuchten Schläge lag bei 23 Aren. Die kleinste zusammenhängende Öffnung (Schlag 7110) war nur 2.7 Aren gross (vgl. Tab. 5). Sie stellte aber insofern einen Spezialfall dar, als dass der Schlag auf der anderen Seite der Forststrasse weitergeführt wurde und die Räumung so eigentlich eine Fläche von 13 Aren bedeckte. Die nächstgrösseren Schläge waren 4 Aren gross (Flächen 1690, 1760, 1770 und 2210), wenn bei jeder Fläche nur die Räumung eines Winters berücksichtigt wurde. Es waren aber auch deutlich grössere Kahlflächen bis 160 Aren auszumachen. Zusätzlich führte das Erweitern der Schläge durch direkt angrenzende weitere Räumungen in den Folgejahren oftmals zu grösseren baumfreien Waldgebieten (vgl. Flächengrösse b in Tab 5.).

Die Schlaggrösse hat einen Einfluss auf die **relative Sonnenscheindauer** (rel. Ssd) im Zentrum einer neuen Schlagfläche. Da die rel. Ssd aber auch abhängig von der Form der umgebenden Bestände (Wald oder ältere Schlagfläche, Höhe der Bäume und Sträucher, Dichte des Bestandes) sowie der Hangneigung ist, kann sie in verschiedenen Schlägen von gleicher Grösse stark schwanken (vgl. Fig. 6).

In den 113 Schlägen waren bezüglich rel. Ssd sehr grosse Unterschiede auszumachen. Der geringste Wert wurde mit 7.1% auf der 4.5 Aren umfassenden

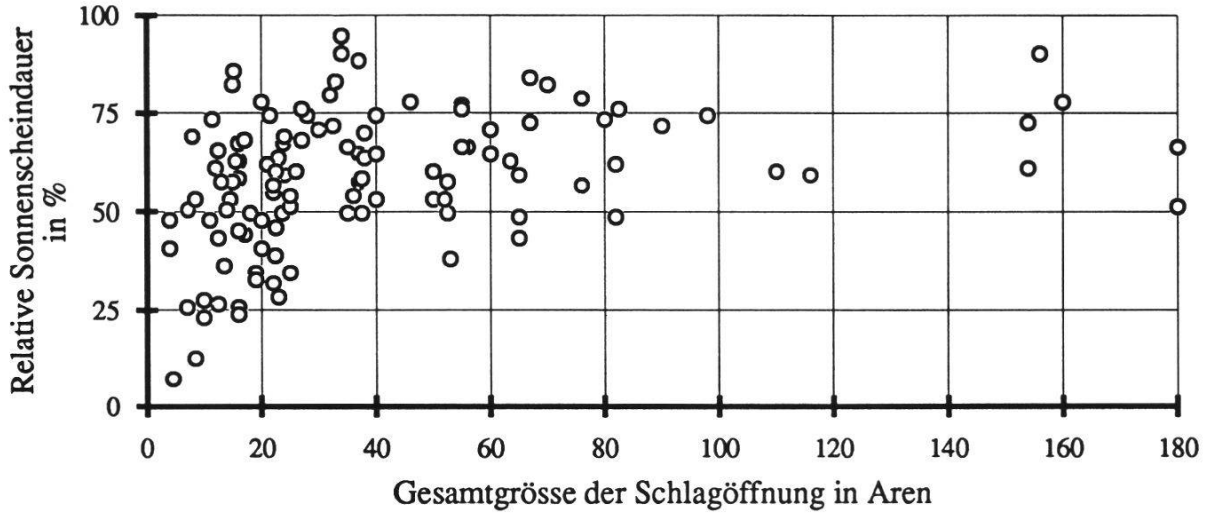


Fig. 6. Beziehung zwischen der relativen Sonnenscheindauer und der Gesamtgrösse der Schlagöffnung in Aren.
Relation between the relative duration of sunshine and the area of the whole clearing in ares (1 are = 119.6 square yards).

Fläche 2820 ermittelt (vgl. Tab. 5). Das Maximum wurde mit 94.7% auf dem Schlag 3120 erreicht. Die durchschnittliche rel. Ssd lag bei 58.6%. Figur 7 zeigt die Verteilung der 113 untersuchten Schlagflächen nach der rel. Ssd. Da beim Messen der rel. Ssd die Beschattung der aufgelaufenen Sträucher nicht mitberücksichtigt wurde (vgl. Kap. 3.2.1.), konnte keine Beziehung zwischen der rel. Ssd und der Artenzahl der Schlagfläche nachgewiesen werden.

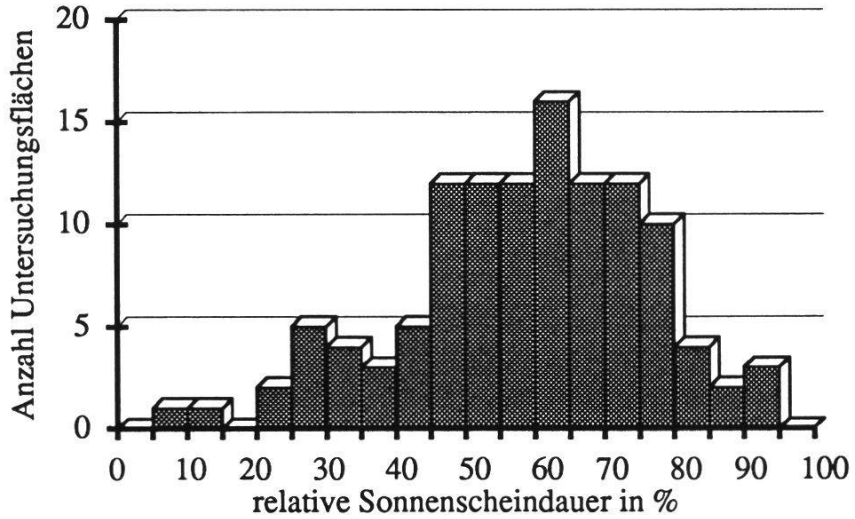


Fig. 7. Verteilung der 113 untersuchten Schläge nach der relativen Sonnenscheindauer.
Distribution of the 113 investigated clearings ordered by the relative duration of sunshine.

Interessant scheint die Frage bezüglich dem Zusammenhang der **potentiellen natürlichen Vegetation** und der sich auf der Hiebfläche entwickelnden Schlagvegetation. Dabei könnte die **Bestockung vor dem Schlag** mit Laub- bzw. Nadelholz eine nicht zu unterschätzende Rolle für die Vegetationsausprägung nach dem Schlag spielen. Während für die potentielle natürliche Vegetation im Kanton Zürich die Waldkartierung der BGU (1984-88) beigezogen werden konnte, wurde die Bestockung vor dem Schlag anhand des in Kapitel 3.2.3. beschriebenen Fragebogens an die Förster sowie der eben erwähnten Kartierung erhoben (Tab. 5). Einige Angaben fehlen, da nicht alle Fragebogen retourniert wurden. Trotzdem wird ersichtlich, dass der kleinste Teil der untersuchten Schlagflächen dominierend mit Laubholz bestockt war. Der meist hohe Nadelholzanteil dieser vorwiegend zur Waldgesellschaft 7 (Waldmeister-Buchenwald) gehörenden Untersuchungsflächen ist unnatürlich, bedingt durch die beträchtliche Pflanztätigkeit des Menschen. Nach dem LFI (MAHRER 1988) sind im schweizerischen Mittelland 43.5% des gleichförmigen Hochwaldes reines Nadelholz (Ndh-anteil über 90%), 24.6% Nadelholz gemischt (Ndh-anteil 51 - 90%), 13.4% Laubholz gemischt (Ndh-anteil 11 - 50%) und 18.5% reines Laubholz (Ndh-anteil 0 - 10%). Im zugänglichen Wald des Mittellandes (ohne Gebüschwald) macht der Nadelholzanteil über 60% aus.

Die **Bodentypen** in der Tabelle 5 konnten nach verschiedenen Bodenkarten (FAP-Reckenholz 1981, 1986 und 1988) und einer Bodeneignungskarte (FAP-Reckenholz 1980) zusammengestellt werden. In der Regel handelte es sich um senkrecht durchwaschene Braunerden. Weniger häufig kamen Saure Braunerden und Parabraunerden vor. Auch Kalkbraunerden, Braunerde-Gleye, Buntgleye und Fluvisole waren vertreten. Die Böden waren meist sehr tiefgründig bis mässig tiefgründig.

Eigentlich war vorgesehen, für jedes Untersuchungsobjekt den **Hauptwurzelhorizont (HWH)** zu ermitteln. Schon bald zeigte sich aber, dass dies weder möglich noch sinnvoll ist. Je nach Pflanzenart in der unmittelbaren Nachbarschaft der Bodenprobe war der HWH innerhalb einer Fläche starken Schwankungen unterworfen. Da, wie oben bereits erwähnt, die meisten Böden senkrecht durchwaschene Böden waren, konnten sich die Wurzeln relativ ungehindert ausbreiten. Der HWH der zahlreichen Stichproben lag in einem Bereich von 7.5 bis 25 cm mit einem Durchschnitt von rund 16 cm. Im folgenden konnte davon ausgegangen werden, dass sich die meisten Pflanzen der Krautschicht die ersten 20 cm des Bodens zunutze machen. Der HWH wurde in der Folge für alle Flächen in den ersten 20 cm des Bodenprofils angesiedelt.

Die **Messungen des Karbonatgehaltes** mit der Salzsäuremethode waren zum Teil nicht bis in die gewünschte Tiefe von 60 cm möglich. Ungünstige Bodeneigenschaften verhinderten ein Vordringen mit dem holländischen Sandbohrer oder dem Pürckhauer bis in diese Tiefe. Andere Bohrungen wurden bei erfolgter Karbonatreaktion abgebrochen. Diese unterschiedlichen Resultate sind in Tabelle 5 dargestellt. In mehr als der Hälfte der Flächen konnte im HWH kein Karbonat nachgewiesen werden. In einigen ausgewählten Untersuchungsobjekten ohne heftige Karbonatreaktion in den ersten 60 cm wurde weitergegraben. 26 Bohrungen erfolgten bis in eine Tiefe zwischen 100 und 140 cm. In 15 dieser Schlagflächen (11 über Würmmoränen, 2 über Rissmoränen und 2 über überfahrenen würmeiszeitlichen Schottern, vgl. Tab. 1 und 5) wurde die Karbonatgrenze aber trotzdem nicht erreicht.

Die **pH-Messungen** nach Hellige in den ersten 40 cm ergaben Werte zwischen 4.0 und 8.5 (Tab. 5). Die meisten Böden wiesen sowohl im HWH als auch in den nächsten 20 cm eine stark bis schwach saure Bodenreaktion auf. Aus zeitlichen Gründen wurde auf genauere pH-Messungen verzichtet. Durch die Änderung des Salzgehaltes und der biologischen Aktivität sowie durch die inhomogene Verteilung von alkalischen und sauren Kompartimenten unterliegen die Böden jahreszeitlichen und örtlichen pH-Schwankungen (SCHEFFER und SCHACHTSCHABEL 1984). Da die pH-Messungen aller Standorte aber sowieso nicht zum gleichen Zeitpunkt und unter gleichen Bedingungen möglich gewesen wären, drängte sich auch keine genauere, zeitaufwendigere pH-Messmethode auf.

Ein Vergleich der pH- und Karbonatmessungen mit der Boden- und Vegetationskartierung liess einige Unstimmigkeiten hervortreten. So wurde zum Beispiel der schwach saure bis neutrale und bereits im HWH karbonatreiche Boden im Schlag 1320 (Chälberhau bei Altstetten) einerseits von der FAP-Reckenholz (1988) als saure Braunerde, andererseits von der BGU (1984-88) aber als basische Pflanzengesellschaft (*Galio odorati-Fagetum pulmonarietosum,* 7f) kartiert (vgl. Tab. 5). Da Kartierungen kleinflächige Veränderungen nicht immer erfassen können, müssen diese Angaben oft mit Vorsicht verwendet werden.

Die Möglichkeit von Bodenveränderungen durch das Schlagereignis werden in Kapitel 4.2.2. und 5.2.2. aufgezeigt und diskutiert.

4.1.3. Syndynamische Bewertung der Schlagflächen

4.1.3.1. Artenverteilung in den ökologischen Gruppen

Um die Entwicklung der Artenzahl und des Deckungsgrades wichtiger Artengruppen zu verfolgen, wurden die 492 Pflanzenarten neun ökologischen Gruppen zugeordnet. Viele Arten müssten wegen ihrem breiten ökologischen Spektrum mehreren Gruppen zugeordnet werden. Dies würde eine Übersicht sehr erschweren (LANDOLT 1991a). Die Einteilung erfolgte deshalb nur nach dem Verbreitungsschwerpunkt der betreffenden Pflanzenart in der Schweiz.

Folgende neun Gruppen wurden unterschieden: (Anzahl Pflanzen in dieser Gruppe)

1 Einheimische Bäume (39 Arten)
Die Gruppe der "einheimischen Bäume" umfasste auch angepflanzte, auf den Untersuchungsflächen standortsfremde Bäume wie *Larix decidua, Picea excelsa, Pinus silvestris* (zumindest auf den mittleren Böden des Untersuchungsgebietes), *Castanea sativa* und *Quercus pubescens*. *Abies alba* war zwar nicht standortsfremd, wurde aber oftmals durch Pflanzungen für das Untersuchungsgebiet unnatürlich vorherrschend.

2 Krautige Waldpflanzen (92 Arten)
Mit 92 Arten bildeten die "krautigen Waldpflanzen" die grössten Gruppe dieser Einteilung. Bei diesen Pflanzen handelt es sich hauptsächlich um ursprünglich einheimische (Idiochorophyten), die natürlicherweise ins Gebiet eingewandert sind (LANDOLT 1991a).

3 Sträucher und niedere Holzpflanzen (36 Arten)
Die "Sträucher und niederen Holzpflanzen" waren meist Licht- oder Halbschattenpflanzen. Ihren Verbreitungsschwerpunkt hatten sie wie die Arten der Gruppe 4 in den Schlag- und Saumgesellschaften. Die immergrüne Liane *Hedera helix* war als Schattenpflanze und bezüglich ihrer Wuchsform eine Ausnahme. Weitere in dieser Gruppe vertretene Schattenpflanzen waren *Cornus stolonifera, Daphne mezereum, Rubus caesius, Vaccinium myrtillus* und *Vinca minor*. Diese sechs Schattenpflanzen wurden in der Auswertung auch als "holzige Waldpflanzen" taxiert. Zusammen mit den "krautigen Waldpflanzen" (ohne die "einheimischen Bäume") ergab dies 98 Waldpflanzen, die in der Auswertung als "Waldpflanzen total" zusammengefasst wurden.

4 Krautige Schlag- und Saumpflanzen (61 Arten)
Schlag- und Saumpflanzen sind meist lichtbedürftige, nährstoffliebende Pflanzen. Durch den Schlag werden die Licht- und Nährstoffverhältnisse am Boden verbessert. Durch das Zurichten und Rücken der Baumstämme wird der Unterwuchs sowie der Boden gestört, also konkurrenzarme Standorte geschaffen (ELLENBERG 1986). All diese Bedingungen ermöglichten vielen Schlag- und Saumpflanzen das Aufkommen.
Insgesamt wurden 61 krautige und 30 holzige Schlag- und Saumpflanzen (die Licht- und Halbschattenpflanzen aus der Gruppe "Sträucher und niedere Holzpflanzen") gefunden.

5 Unkraut- und Ruderalpflanzen (91 Arten)
Die "Unkräuter und Ruderalpflanzen", die mit 91 Arten die zweitgrösste Gruppe dieser Einteilung waren, werden von LANDOLT (1991a) folgendermassen umschrieben: Unkräuter brauchen Standorte, die regelmässig durch den Menschen mechanisch bearbeitet werden (z.B. Umbruch des Bodens). Sie sind Begleiter von Kulturen in Äckern, Weinbergen und Gärten. Ruderalpflanzen dagegen sind Arten, die an offenen, ungenutzten Orten vorkommen: Weg- und Gebüschränder, Trittstellen, Steinhaufen, Schutt- und Ödlandstellen. In der vorliegenden Arbeit wurden die Pionierpflanzen (z.B. verschiedene Arten der Auen) ebenfalls den Ruderalarten zugeordnet. Oft sind die Pflanzen dieser ökologischen Gruppe auf Nährstoffzufuhr angewiesen. Die Abgrenzung zwischen Unkraut- und Ruderalpflanzen ist nicht scharf.
Die "echten" Unkraut- und Ruderalpflanzen sind ursprünglich meist nicht aus unserer Gegend (Neophyten). Bei den zugeordneten Pionierarten handelt es sich aber vorwiegend um echt einheimische Arten (Idiochorophyten, LANDOLT 1991a).
Durch den Schlag wurden für die 91 Arten dieser Gruppe oft günstige Bedingungen geschaffen (vgl. Gruppe 4).

6 Pflanzen magerer Wiesen und Weiden (18 Arten)
Auf den Schlägen waren nur wenige Arten (18) zu finden, die ihre Hauptverbreitung auf mageren, trockenen und wechseltrockenen Wiesen und Weiden haben. Durch das allgemein erhöhte Wasser- und Nährstoffangebot auf den Schlagflächen waren solche Arten zu wenig konkurrenzfähig gegenüber Pflanzen, die solche Bedingungen bevorzugen.

7 Pflanzen feuchter Wiesen und Sumpfpflanzen (49 Arten)
Da auf den Schlagflächen die Transpiration der Bäume fehlt, vernässt der Boden zeitweise (vgl. z.B. BRÜLHART 1969). Dies und die anfänglich meist geringe Konkurrenz anderer Pflanzen auf den Schlagflächen ermöglichte 49 Pflanzen nasser und wechselnasser Standorte ein Aufkommen.

8 Pflanzen fetter Wiesen, Weiden und Rasen (55 Arten)
Die günstigen Bedingungen infolge der rascheren Mobilisierung der Stickstoffvorräte in der Humusdecke und die Konkurrenzarmut (vgl. oben, Gruppe 4) konnten sich viele stickstoffbedürftige Pflanzen zunutze machen.

9 "Standortsfremde": Gartenflüchtlinge und Kulturpflanzen (51 Arten)
Neben fremdländischen, vom Förster angepflanzten Bäumen (*Abies nordmanniana, Picea pungens, Pinus strobus, Pseudotsuga taxifolia* und *Quercus rubra*) gehörten zu dieser Gruppe vor allem auch Gartenflüchtlinge, die auf konkurrenzarmen Standorten aufkommen und sich zum Teil etablieren konnten.

4.1.3.2. Entwicklung der Artenzahl

Die Auswertung der Artenzahlentwicklung nach den sechs Strauchschichtdeckungsgruppen (SsGr) ergab das in Figur 8a dargestellte Bild: Die durchschnittliche Artenzahl nahm mit zunehmender Strauchschichtdeckung annähernd exponentiell von anfänglich beinahe 57 Arten auf rund 44 Arten ab. Statistisch lassen die Angaben in der Tabelle 6 folgende Aussagen zu: Die SsGr 1 (< 1% Deckung) und die SsGr 2 (1% bis < 5% Deckung) wiesen be-

Tab. 6. Signifikanztest (Fischer's PLSD-Test) der Artenzahlauswertung bezüglich sechs Strauchschichtdeckungsgruppen (a) und sieben Schlagaltersgruppen (b).
Multiple comparison test (Fischer's PLSD-test) of the evaluation of the number of species in relation to six groups of shrub layer coverage (a) and seven groups of the age of the clearing (b).
** = p < 0.01; * = p < 0.05; + = p < 0.10; . = nicht signifikant *(not significant)*

a)

Strauchschicht-deckungsgruppen	SsGr 1	SsGr 2	SsGr 3	SsGr 4	SsGr 5	SsGr 6
SsGr 1	-	.	**	**	**	**
SsGr 2		-	.	*	*	*
SsGr 3			-	.	.	.
SsGr 4				-	.	.
SsGr 5					-	.
SsGr 6						-
p-Wert: 0.0011						

b)

Schlagalter	1	2	3	4	5	6	7
1	-	.	+	*	**	*	.
2		-	**	**	**	**	+
3			-	.	.	.	.
4				-	.	.	.
5					-	.	.
6						-	.
7							-
p-Wert: 0.0004							

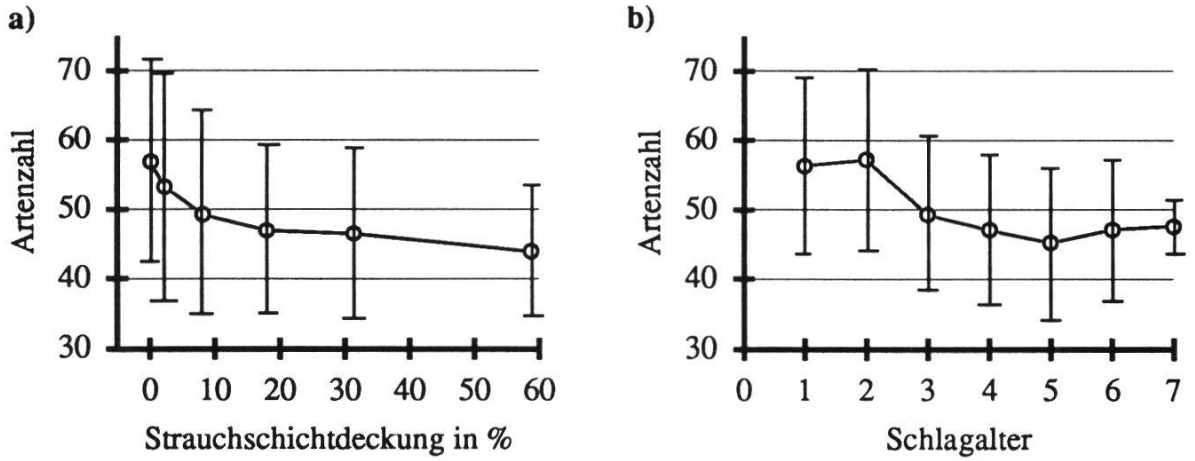


Fig. 8. Entwicklung der durchschnittlichen Artenzahl bezüglich der Strauchschichtdeckung (a) und dem Schlagalter (b).
Development of the average number of species in relation to the coverage of the shrub layer (a) and the age of the clearing (b).
Bei der Auswertung nach Strauchschichtdeckung wurden alle 230 Schlagaufnahmen berücksichtigt, bei der Auswertung nach Schlagalter konnten nur 152 Aufnahmen einbezogen werden.
The evaluation according to the shrub layer coverage was computed with all 230 clearings, and for the evaluation according to the age of the clearing, only 152 relevés could be included.
Folgende durchschnittliche Strauchschichtdeckungswerte wurden von den einzelnen Strauchschichtdeckungsgruppen (SsGr, vgl. Kap. 3.4., S. 28) erreicht: - *The different groups of shrub layer coverage (SsGr, cf. chapter 3.4., p. 28) reached the following average values:*
SsGr 1= 0.11%; SsGr 2 = 2.22%; SsGr 3 = 8.13%; SsGr 4 = 17.9%; SsGr 5 = 31.3% und SsGr 6 = 58.7%.

züglich durchschnittlicher Artenzahl keine statistisch gesicherten Unterschiede auf. Die darauffolgenden SsGr hatten zur ersten Gruppe mit 99%-iger statistischer Sicherheit kleinere durchschnittliche Artenzahlen. Mit 95-%iger Sicherheit waren auch die Unterschiede zwischen der SsGr 2 zu den SsGr 4, 5 und 6 signifikant. Die kleinen Differenzen zwischen den letzten drei SsGr konnten statistisch nicht mehr belegt werden.
In Figur 8b wird die Artenzahlentwicklung nach Schlagalter ersichtlich. Nach einem hohen Artendurchschnitt in den beiden ersten Jahren (ungefähr 57 Arten) nahm die Artenzahl im dritten Jahr stark ab und pendelte dann auf einem tieferen Niveau (ungefähr 47 Arten) ein. Mit 90%-iger statistischer Sicherheit wurde das Artenmaximum auf den untersuchten Schlagflächen bereits im ersten oder zweiten Jahr erreicht (Tab. 6). Die durchschnittliche Artenzahl im zweiten Jahr war mit 99%-iger Sicherheit höher als diejenige in den darauffolgenden Jahren. Zum siebten Jahr ergab sich nur noch eine 90%-ige Sicherheit, da diese Gruppe nur fünf Stichproben beinhaltete, die zudem Extremfälle darstellten. Der Anstieg der durchschnittlichen Artenzahl vom ersten zum zweiten Jahr konnte statistisch nicht belegt werden. Zusätzlich erreichten die kleinen Unterschiede der Artenzahl zwischen dem dritten und dem siebten Jahr untereinander keine statistische Signifikanz mehr.

4.1.3.3. Entwicklung der ökologischen Gruppen

Die nach den in Kapitel 3.4. beschriebenen Auswertungsvarianten erzielten Resultate ergaben die in Tabelle 7 dargestellten Irrtumswahrscheinlichkeiten und zeigten, dass bei der gewichteten Auswertung nach Strauchschichtdeckung am meisten Aussagen mit über 90%-iger statistischer Sicherheit möglich waren. Die ungewichtete Auswertung nach Schlagalter war diesbezüglich nicht viel schlechter, die Entwicklung der ökologischen Gruppen waren zu einem grossen Teil aber weder einleuchtend noch durch klare Tendenzen geprägt. Dies hatte drei Gründe: Erstens konnte bei einzelnen Schlägen das Schlagalter nicht immer klar eruiert werden. Neben eventuellen falschen Zuordnungen konnten zusätzlich 78 Aufnahmen wegen fehlenden Angaben nicht in die Auswertung einbezogen werden. Dies und die grössere Gruppenzahl führte zu einer kleineren Stichprobenzahl in den jeweiligen Gruppen. Zweitens wurden die Bedingungen auf den Schlägen durch die verschiedenen Pflegeeingriffe immer wieder unterschiedlich verändert. So wurde oftmals die Strauchschicht stark zurückgeschnitten, um bestimmten Bäumen durch geringere Konkurrenz ein rascheres Aufkommen zu ermöglichen und die ge-

Tab. 7. Gegenüberstellung der Irrtumswahrscheinlichkeiten der drei gewählten Auswertungsvarianten.
Comparison of the p-value of different interpretation variants.
** = p < 0.01; * = p < 0.10

	p-Werte Schlagalter 1) ungewichtet	**p-Werte** Strauchschichtdeckung ungewichtet	**p-Werte** Strauchschichtdeckung gewichtet
Einheimische Bäume	0.0001 **	0.0001 **	0.0001 **
Krautige Waldpflanzen	0.0828 *	0.3418	0.0367 *
Waldpflanzen total	0.0204 *	0.2682	0.0095 **
Sträucher & niedere Holzpflanzen	0.4124	0.1491	0.073 *
Krautige Schlag- & Saumpflanzen	0.0386 *	0.0031 **	0.0302 *
Schlag- & Saumpflanzen total	0.0897 *	0.6754	0.9778
Unkraut- & Ruderalpflanzen	0.0002 **	0.0002 **	0.0003 **
Krautige Schlag-,Saum-,Unk.-&Rud.pfl.	0.0004 **	0.0001 **	0.0001 **
Pflanzen magerer Wiesen & Weiden	0.9587	0.1245	0.4495
Pflanzen feuchter Wiesen & Sumpfpfl.	0.7897	0.2268	0.0557 *
Pflanzen fetter Wiesen, Weiden & Rasen	0.1809	0.2795	0.3117
Gartenflüchtlinge und Kulturpflanzen	0.0791 *	0.0641 *	0.0412 *
Artenzahl	0.0003 **	0.0011 **	-

1) Für die p-Wert-Berechnung wurden die fünf siebenjährigen Schläge weggelassen, da sie Extremfälle darstellten und dadurch ungerechtfertigterweise zu höheren F-Werten führten

wünschte Artenzusammensetzung in der zukünftigen Baumschicht zu erreichen. Diese sogenannte Mischungsregulierung zog eine Kette von möglichen Folgereaktionen mit sich: Die verbesserten Lichtverhältnisse konnten sich wiederum lichtbedürftige Arten zunutze machen, die erhöhte Einstrahlung führte zu einer Erwärmung des Bodens und damit verbunden zu einer erneuten Nährstofffreisetzung, und die verringerte Transpiration der Strauchschicht ging mit einer Vernässung im Oberboden einher. Der Entbuschungseingriff konnte also gleiche Auswirkungen - eventuell weniger ausgeprägt - wie ein Schlageingriff haben. Das Schlagalter müsste in einem solchen Fall also verringert werden. Dies wurde bei der Schlagalterauswertung aber nicht berücksichtigt. Ein dritter möglicher Grund für die wenig aussagekräftigen Tendenzen der Auswertung nach Schlagalter war, dass der Förster im Wirtschaftswald die sich über Jahre hinziehende Sukzession oftmals abkürzt, indem er nach dem Kahlschlag eine neue Generation Nadelhölzer und oder Laubhölzer pflanzt (ELLENBERG 1986).
Aus diesen Gründen wird im folgenden das Verhalten der einzelnen ökologischen Gruppen nur anhand der gewichteten Auswertungsvariante bezüglich Strauchschichtdeckung - ein Mass für das Schlagalter - beschrieben.
Die Resultate dieser Auswertung liessen für die Entwicklung der "einheimischen Bäume", der "Unkraut- und Ruderalpflanzen", der "Waldpflanzen total"

sowie der Summengruppe "krautige Schlag- und Saumpflanzen inklusive Unkraut- und Ruderalpflanzen" Aussagen mit 99%-iger statistischer Sicherheit zu (Tab. 7). Ausser bei den drei Gruppen "Schlag- und Saumpflanzen total", den "Pflanzen magerer Wiesen und Weiden" und den "Pflanzen fetter Wiesen, Weiden und Rasen" waren sonst Aussagen von mindestens 90%-iger statistischer Sicherheit möglich.
In Figur 9 sind die errechneten Prozentzahlen der einzelnen ökologischen Gruppen bezüglich der gewichteten Gesamtartensumme dargestellt. Die Prozente werden dabei im folgenden mit der Bedeutung dieser ökologischen Gruppen gleichgesetzt.
Die **"einheimischen Bäume"** nahmen kontinuierlich von anfänglich durchschnittlich 12.7% auf 27.9% zu (Fig. 9). Dies war auch zu erwarten, da sie den Hauptteil der Strauchschichtdeckung ausmachten. Meistens waren die einzelnen Durchschnittswerte zueinander zu 99% gesichert (vgl. Tab. 8).
Die **"Sträucher und niederen Holzpflanzen"** erreichten nie die Bedeutung der **"einheimischen Bäume"**. Die Zunahme von 10.7% auf 15.1% konnte nur zu einem kleinen Teil zu 90% oder mehr gesichert werden. So war vor allem der Wert der SsGr 6 zu verschiedenen anderen SsGr signifikant verschieden (vgl. Tab 8).
Die Waldpflanzen ohne einheimische Bäume waren anteilmässig mit durchschnittlich 33.0% (nur krautige Waldpflanzen 31.8%) durchwegs die wichtigste ökologische Gruppe der Schlagflächen. Die Entwicklung der **"krautigen Waldpflanzen"** sowie der **"Waldpflanzen total"** verlief nahezu synchron. Nach einer ziemlich kontinuierlichen Abnahme in den ersten vier SsGr erholten sich die Waldpflanzen wieder leicht. Aus Tabelle 8 wird ersichtlich, dass nur die anfängliche Abnahme (zum Teil bis 99%) statistisch gesichert werden konnte.
Die Bedeutung der **"krautigen Schlag- und Saumpflanzen"** fiel von 14.7% auf 9.1%. Die Werte der letzten beiden SsGr waren zum grössten Teil mit 95%-iger Sicherheit tiefer als die Werte der ersten vier Gruppen (vgl. Tab. 8).
Die **"holzigen und krautigen Schlag- und Saumpflanzen"** waren ziemlich konstant mit durchschnittlich rund 24% an der totalen Artengarnitur vertreten. Der extrem hohe p-Wert von 0.9778 zeigt, dass die Streuung innerhalb der Gruppe beinahe gleich gross war, wie diejenige zwischen den Gruppen. Dies bedeutet, dass zwischen den verschiedenen SsGr keine statistisch gesicherten Veränderungen auftraten. Die Abnahme der **"krautigen Schlag- und Saumpflanzen"** wurde durch die **"holzigen Schlag- und Saumpflanzen"** kompensiert beziehungsweise die krautigen Pflanzen dieser ökologischen Gruppe

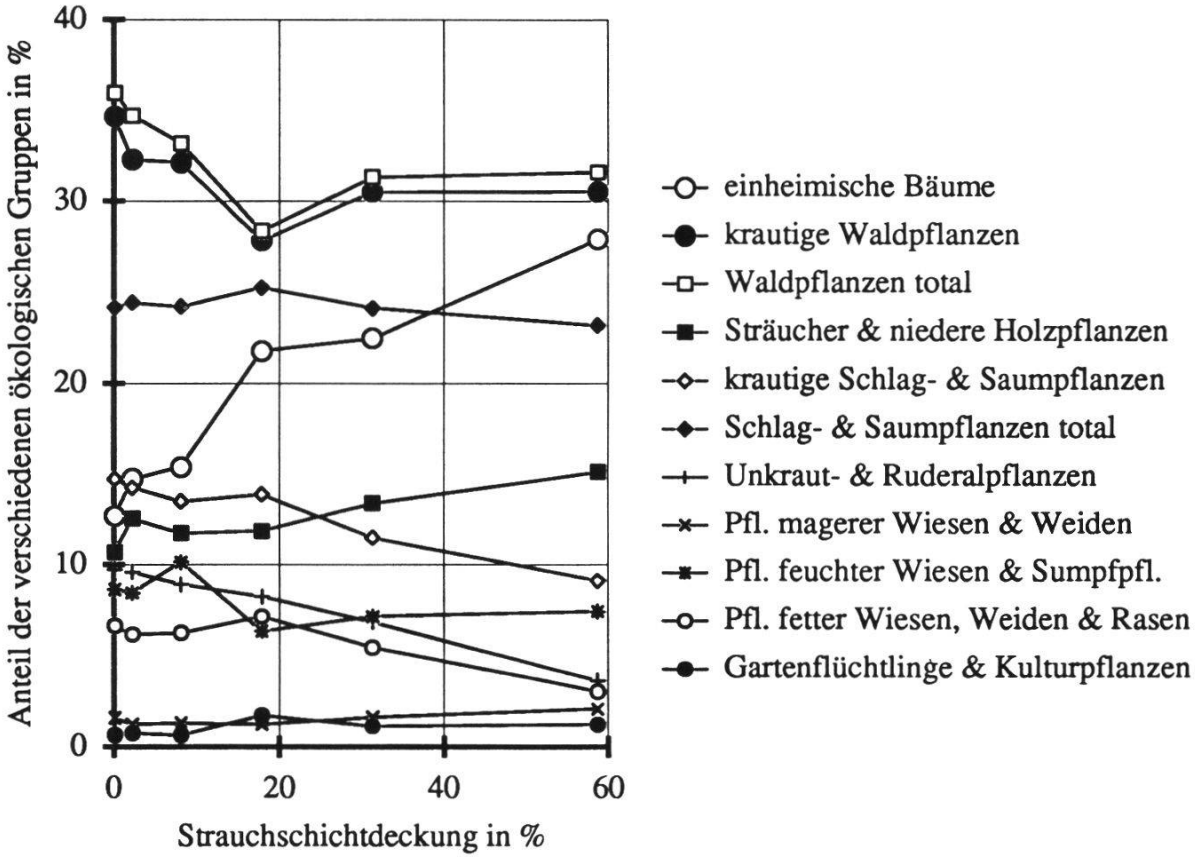


Fig. 9. Entwicklung der ökologischen Gruppen auf Schlagflächen in Abhängigkeit der Strauchschichtdeckung (gewichtete Auswertung). Die Gruppen der "Waldpflanzen total" und der "Schlag- und Saumpflanzen total" enthalten sowohl holzige wie auch krautige Pflanzen ohne die "einheimischen Bäume".
Development of ecological groups on woodland clearings according to the shrub layer coverage (weighted interpretation). The groups "Waldpflanzen total" (all forest species) and "Schlag- und Saumpflanzen total" (species of woodland clearings) include woody plants as well as herbs without the "einheimische Bäume" (indigenous trees).

wurden durch holzige der gleichen Gruppe verdrängt oder ersetzt. Die bekannten Sukzessionstendenzen werden hier also bestätigt.
Mit zunehmender Strauchschicht verloren die **"Unkraut- und Ruderalpflanzen"** deutlich an Bedeutung von ursprünglich 9.7% auf 3.6%. Hier konnten vor allem die beiden letzten Werte mit 99%-iger statistischer Sicherheit gegenüber den anderen Werten belegt werden (vgl. Tab 8).
Bei den **"Pflanzen der mageren Wiesen und Weiden"** konnten keine statistisch gesicherten Veränderungen festgestellt werden (vgl. p-Wert Tab. 7). Auch die Abnahme der **"fetten Wiesen-, Weiden- und Rasenpflanzen"** konnte statistisch nicht gesichert werden. Während die Pflanzen der **"mageren Wiesen und Weiden"** in den verschiedenen SsGr anteilmässig nur zwischen durchschnittlich rund einem und zwei Prozent ausmachten, lag die

Tab. 8. Signifikanztest (Fischer´s PLSD-Test) der Entwicklung verschiedener ökologischer Gruppen bezüglich sechs Strauchschichtdeckungsgruppen.
Multiple comparison test (Fischer´s PLSD-test) for the development of ecological groups in reference to the six groups of shrub layer coverage.
** = p < 0.01; * = p < 0.05; + = p < 0.10; . = nicht signifikant *(not significant)*

Einheimische Bäume

Strauchschicht-deckungsgruppen	SsGr 1	SsGr 2	SsGr 3	SsGr 4	SsGr 5	SsGr 6
SsGr 1	-	.	*	**	**	**
SsGr 2		-	.	**	**	**
SsGr 3			-	**	**	**
SsGr 4				-	.	**
SsGr 5					-	**
SsGr 6						-

p-Wert: 0.0001

Krautige Waldpflanzen

Strauchschicht-deckungsgruppen	SsGr 1	SsGr 2	SsGr 3	SsGr 4	SsGr 5	SsGr 6
SsGr 1	-	.	.	**	*	.
SsGr 2		-	.	+	.	.
SsGr 3			-	*	.	.
SsGr 4				-	.	.
SsGr 5					-	.
SsGr 6						-

p-Wert: 0.0367

Waldpflanzen total

Strauchschicht-deckungsgruppen	SsGr 1	SsGr 2	SsGr 3	SsGr 4	SsGr 5	SsGr 6
SsGr 1	-	.	.	**	**	+
SsGr 2		-	.	**	.	.
SsGr 3			-	*	.	.
SsGr 4				-	.	.
SsGr 5					-	.
SsGr 6						-

p-Wert: 0.0095

Sträucher und niedere Holzpflanzen

Strauchschicht-deckungsgruppen	SsGr 1	SsGr 2	SsGr 3	SsGr 4	SsGr 5	SsGr 6
SsGr 1	-	.	.	.	*	**
SsGr 2		-	.	.	.	.
SsGr 3			-	.	.	*
SsGr 4				-	.	+
SsGr 5					-	.
SsGr 6						-

p-Wert: 0.0730

Krautige Schlag- und Saumpflanzen

Strauchschicht-deckungsgruppen	SsGr 1	SsGr 2	SsGr 3	SsGr 4	SsGr 5	SsGr 6
SsGr 1	-	.	.	.	*	**
SsGr 2		-	.	.	+	*
SsGr 3			-	.	.	*
SsGr 4				-	.	*
SsGr 5					-	.
SsGr 6						-

p-Wert: 0.0302

Unkraut- und Ruderalpflanzen

Strauchschicht-deckungsgruppen	SsGr 1	SsGr 2	SsGr 3	SsGr 4	SsGr 5	SsGr 6
SsGr 1	-	.	.	.	**	**
SsGr 2		-	.	.	*	**
SsGr 3			-	.	*	**
SsGr 4				-	.	**
SsGr 5					-	*
SsGr 6						-

p-Wert: 0.0003

Pflanzen feuchter Wiesen und Sumpfpfl.

Strauchschicht-deckungsgruppen	SsGr 1	SsGr 2	SsGr 3	SsGr 4	SsGr 5	SsGr 6
SsGr 1	-	.	.	.	.	.
SsGr 2		-	.	.	.	.
SsGr 3			-	**	**	.
SsGr 4				-	.	.
SsGr 5					-	.
SsGr 6						-

p-Wert: 0.0557

Gartenpflanzen und Kulturflüchtlinge

Strauchschicht-deckungsgruppen	SsGr 1	SsGr 2	SsGr 3	SsGr 4	SsGr 5	SsGr 6
SsGr 1	-	.	.	**	.	.
SsGr 2		-	.	*	.	.
SsGr 3			-	**	.	.
SsGr 4				-	.	.
SsGr 5					-	.
SsGr 6						-

p-Wert: 0.0412

Bedeutung der **"fetten Wiesen-, Weiden- und Rasenpflanzen"** mit durchschnittlich 6.0% aber schon bedeutend höher.
Die **"Pflanzen feuchter Wiesen und Sümpfe"** wiesen keine klaren Tendenzen auf. So konnte auch nur der tiefere Wert der SsGr 4 und 5 zum höheren Wert der SsGr 3 mit 99%-iger Sicherheit belegt werden. Anteilmässig machten die Pflanzen dieser Gruppe rund 8.3% aus.
Die **"Gartenpflanzen und Kulturflüchtlinge"** waren mit durchschnittlich rund einem Prozent recht unbedeutend vertreten. Es konnten auch keine klaren Veränderungen mit zunehmender Strauchschichtdeckung festgestellt werden. Einzig der höchste Wert in der SsGr 4 war gegenüber den ersten drei Werten zu mindestens 95% gesichert.

4.1.4. Syntaxonomische Beurteilung der Schlagfluren

Nach OBERDORFER (1978) umfasst die Klasse der *Epilobietea angustifolii* Tx. et Prsg. in Tx. 50 (Schlagfluren und Vorwaldgehölze) in Mitteleuropa nur die Ordnung der *Atropetalia*. Diese kann in drei Verbände aufgeteilt werden: Das *Epilobion angustifolii* (bodensaure Schlagfluren), das *Atropion belladonnae* (Tollkirschen- und Hainkletten-Schläge) sowie das *Sambuco-Salicion* (Vorwald-Gesellschaften, Vorwald-Staudengestrüpp).
Bei den in dieser Studie untersuchten Schlägen handelte es sich vor allem um Hiebflächen jüngeren Datums. Zusätzlich unterlagen sie meistens starken menschlichen Einflüssen wie Bepflanzung, Austrichtern und Mahd und vor allem auch dem Zurückschneiden der unerwünschten Strauchschicht aus schnellwachsenden Pionierbäumen wie *Salix-*, *Sambucus-* und *Betula*-Arten (Mischungsregulierung). Aus diesen Gründen fehlte bei den Untersuchungsflächen eine gut ausgebildete *Sambuco-Salicion*-Gesellschaft (vgl. Tab. A im Anhang). Am ehesten konnten noch die von *Rubus fruticosus* s.l. dominierten Bestände (vgl. 2a und 2b in Tab. 9) diesem Verband zugeordnet werden, da diese Schlagflächen trotz der relativ geringen Deckung von *Rubus idaeus* zum *Rubetum idaei* (Pfeiff. 36 em. Oberd. 73) gestellt werden mussten. Die restlichen Aufnahmen gehörten vorwiegend zum *Epilobion* und zum *Atropion*. Die syntaxonomische Gliederung bereitete aber aus Gründen, die in Kapitel 5.5. diskutiert werden, einige Probleme. Wie bei Pioniergesellschaften üblich, musste bei der Charakterisierung der Gesellschaften oftmals vom Optimum und Maximum der Arten ausgegangen werden (vgl. OBERDORFER 1978).

Tab. 9. Schlaggesellschaften des nordöstlichen und östlichen schweizerischen Mittellandes mit den Stetigkeiten von ausgewählten Arten der wichtigsten ökologischen Artengruppen und den hochsteten Begleitarten (Stetigkeit ≥ IV). Bei den vier Aufnahmegruppen à zwei Aufnahmen wurde das Vorkommen der entsprechenden Art in arabischen Zahlen angegeben. Typische Schlagpflanzen sind ***kursiv-fett*** gedruckt.
*Communities of woodland clearings of the northeastern and eastern Swiss Midlands and the constancy of selected species of the most important ecological groups of species and the accompanying species with high constancy (Stetigkeit ≥ IV). In the four groups of two relevés each, the presence of species is indicated in arabic numbers. Typical clearing plants are printed in **bold italic**.*

Schlaggesellschaften - *clearing communities:*

1 ***Carex pilulifera*-Schlaggesellschaft (*Epilobion*) - *Carex pilulifera-clearing community (Epilobion)***
- 1a *Pteridium aquilinum*-Ausbildung mit *Majanthemum bifolium*
  Pteridium aquilinum-variant with Majanthemum bifolium
- 1b Typische Ausbildung - *typical variant*
- 1c Vernässte Variante der typischen Ausbildung - *wet variant of the typical community*

2 ***Rubus*-Schlaggesellschaft (*Sambuco-Salicion*) - *Rubus-clearing community (Sambuco-Salicion)***
- 2a eher saure, artenarme Ausbildung mit *Moehringia trinervia, Dryopteris spinulosa* und *D. dilatata*
  more acid variant, poor in species, with Moehringia trinervia, Dryopteris spinulosa and D. dilatata
- 2b eher basische, artenreiche Ausbildung mit *Ranunculus ficaria*
  variant somewhat richer in bases, rich in species, with Ranunculus ficaria

3 **Mischgesellschaft - *intermediate community***

4 ***Carex silvatica*-Schlaggesellschaft (*Atropion*)**
- 4a wechselfeuchte *Cirsium oleraceum*-Ausbildung - *Cirsium oleraceum- variant with varying humidity*
- 4b *Deschampsia caespitosa*-Ausbildung - *Deschampsia caespitosa-variant*
- 4c gemischte Gruppe mit *Ranunculus ficaria - intermediate group with Ranunculus ficaria*
- 4d gemischte Gruppe ohne *Ranunculus ficaria- intermediate group without Ranunculus ficaria*
- 4e *Mercurialis perennis*-Ausbildung - *Mercurialis perennis-variant*

5, 6 und 7: Einzelaufnahmen ohne klare Zuordnungsmöglichkeiten - *various relevés*

Ö: ökologische Zeigerwerte der Artengruppen nach LANDOLT (1977) - *ecological indicator values of the groups of species after LANDOLT (1977):*

a:	arm - *poor*	r:	reich - *rich*
A:	allgemein verbreitet - *common species*	s:	sauer - *acid*
b:	basisch - *rich in bases*	t:	trocken - *dry*
f:	feucht - *damp*	w:	wechselfeucht - *varying humidity*
ff:	nass - *wet*	( ):	schwache Ausbildung - *non-typical variant*
mes:	mesische Gruppe - *mesic group*		

Stetigkeiten - *constancy:*

r	bis 5%	III	40.1%-60%
+	5.1%-10%	IV	60.1%-80%
I	10.1%-20%	V	80.1%-100%
II	20.1%-40%		

Tab. 9. (Forts. - *continued*)

Soz. Verh.: Soziologisches Verhalten: Verbreitungsschwerpunkte, Charakterart (***kursiv-fette*** Abkürzungen) nach ELLENBERG und KLÖTZLI (1972) und OBERDORFER (1983) - *sociological behaviour: Main distribution, character species (**bold italic** abbreviation) after ELLENBERG and KLÖTZLI (1972) and OBERDORFER (1983).*

A	*Arrhenatheretalia*	Fag	*Fagetalia*
A-C	*Angelico-Cirsietum oleracei*	Fi	*Filipendulion*
A-F	*Alno-Fraxinion*	G	*Glechometalia*
A-R	*Agropyro-Rumicion*	I-N	*Isoëto-Nanojuncetea*
Ag	*Agropyretea*	M	*Molinietalia*
Al	*Alnion*	M-A	*Molinio-Arrhenatheretea*
Ar	*Artemisietea*	M-C	*Montio-Cardaminetalia*
B	*Bidentetalia*	Mes	*Mesobromion*
C	*Carpion*	Mol	*Molinion*
C r-F	*Carici remotae-Fraxinetum (Alno-Fraxinion)*	N	*Nardetalia*
C-E h	*Convolvulo-Epilobietum hirsuti (Convolvulion)*	N-C	*Nardo-Callunetea*
Ca	*Calthion*	P	*Prunetalia*
E-G r	*Epilobio-Geranietum robertiani (Alliarion)*	Pl	*Plantaginetalia*
Ep	*Epilobietea angustifolii*	Q r	*Quercion robori-petraeae*
Ep-J	*Epilobio-Juncetum effusi (Calthion)*	Q-F	*Querco-Fagetalia*
F	*Fagion*	R i	*Rubetum idaei (Sambuco Salicion)*
F-R p	*Frangulo-Rubetum plicati (Frangulo-Rubenion)*	V-P	*Vaccinio-Piceetalia*

hochstete Begleitarten (Stetigkeit ≥ IV) der 113 Vegetationsaufnahmen															
		meistvertretene potentielle Waldgesellschaft	**6, 7d, *7**			**7a**		**7f, 7a, 7e**						**26, 29, 30**	
		Schlaggesellschaft	**1a**	**1b**	**1c**	**2a**	**3**	**4a**	**4b**	**2b**	**4c**	**4d**	**4e**	**5**	**6**	**7**
		Zahl der Aufnahmen	11	7	6	8	2	13	5	6	18	24	11	2	2	2
		mittlere Artenzahl	45	34	62	42	52	69	53	57	54	63	48	50	31	44
Ö	**Soz. Verh.**	**Artengruppen**														
	Fag	*Festuca gigantea*	V	V	**V**	III	1	**V**	IV	IV	IV	IV	IV		1	1
	Fag	*Circaea lutetiana*	II	III	**V**	V		**V**	V	V	V	V	V		2	
w	***Fag***	*Lysimachia nemorum*	IV	III	**V**	IV		**V**	III	IV	III	IV	III		2	1
	Ep-J	*Juncus effusus* ≥1	II	III	**V**	II		**IV**	III	III	II	II	+		1	
	C r-F	*Carex remota*	III	II	**V**	III		**V**	III	V	IV	V	+		1	
w	***Ep***	***Calamagrostis epigeios***	IV	V	III	IV	2	III	II	IV	III	V	III	1	1	
	Fag	*Athyrium filix-femina*	IV	V	V	V	2	V	IV	V	IV	IV	II		2	
A	***Fag***	***Epilobium montanum***	IV	V	V	V	2	V	IV	V	IV	IV	IV		1	1
	C-E h	*Epilobium parviflorum*	IV	III	V	IV	2	V	V	V	V	V	V	2	1	2
	F	*Oxalis acetosella*	IV	V	IV	V	2	V	IV	IV	II	V	IV		1	1
	Ep	*Galeopsis tetrahit* s.l.	V	V	V	II	2	IV	IV	IV	IV	IV	III	1		
	E-G r	***Geranium robertianum***	IV	III	IV	IV	2	V	III	V	IV	IV	V			1
r	***M-A***	*Poa trivialis*	III	IV	V	III	2	V	II	III	III	III	II		2	2
	Fag	***Scrophularia nodosa***	III	IV	V	IV	2	V	IV	IV	III	IV	III		1	2
	A	*Taraxacum officinale*	V	IV	V	V	2	V	V	IV	V	V	IV	1		2

Tab. 9. (Forts. - *continued*)

		meistvertretene potentielle Waldgesellschaft	6, 7d, *7			7a		7f, 7a, 7e						26		
		Schlaggesellschaft	**1a**	**1b**	**1c**	**2a**	**3**	**4a**	**4b**	**2b**	**4c**	**4d**	**4e**	**5**	**6**	**7**
		Zahl der Aufnahmen	11	7	6	8	2	13	5	6	18	24	11	2	2	2
		mittlere Artenzahl	45	34	62	42	52	69	53	57	54	63	48	50	31	44
Ö	**Soz. Verh.**	**Artengruppen**														
	V-P,Q-F	*Polytrichum formosum* ≥1	I													
s/t/a	*Q r*	***Pteridium aquilinum***	V				1					r				
	V-P	*Vaccinium myrtillus*	V	I						I						
	V-P, Q r	*Majanthemum bifolium*	V	II	I	II	1				+	II		1		
	N-C	***Carex pilulifera***	V	V	IV		2				+	r				
	A	***Agrostis tenuis***	V	IV	III					II		II	+			
	I-N	***Hypericum humifusum***	III	IV	IV	I		II		I		+				
s/a	*N*	***Carex leporina***	IV	III	IV	I	1	II			+	r	+			
	N-C	***Luzula multiflora***	IV	III	III			I	I		+	I				
	Q-F	*Atrichum undulatum*	I		II	II										
	B	***Polygonum mite***	II	III	III	I		I				II	+			
(s)	Al	*Dryopteris spinulosa*	IV	III	IV	V	2	III	II	II	I	II	II		2	
	F	*Dryopteris dilatata*	IV	IV	IV	IV		II		I	+	III	II		2	
r/s	*Q-F*	***Moehringia trinervia***	V	V	V	V	2	V		I	II	II	II			2
s/t/a	Q r, Ep, N-C	*Veronica officinalis*	V	V	V	III	2	III	V	II	III	IV	+	1		
	Fag	*Luzula pilosa*	V	IV	V	IV	2	IV	I	II	II	IV	II			
A	*F-R p*	***Rubus fruticosus* s.l. ≥ 4**	+	II		V				V	+	+	+			
	R i	***Rubus idaeus***	V	V	V	V	2	V	V	V	V	V	IV		1	
	Q-F	*Carex silvatica* ≥1	II	II	V	III		V	V	V	V	V	V			
	A, Fag	*Ajuga reptans*	III	II	V	II		IV	III	IV	IV	IV	IV	1	1	2
	M-A	*Prunella vulgaris*	II	I	V	II	1	V	III	V	III	IV	II	1	1	2
	Q-F	*Geum urbanum*	II	II	III	IV	2	V	V	V	IV	IV	IV		1	1
mes	*Fag*	*Galium odoratum* ≥1	I		I	IV	2	IV	III	IV	III	IV	V			
	Q-F	*Anemone nemorosa* ≥2	II	III	II	III		IV	III	V	V	IV	III	1		
	Fag	*Lamium montanum*	+	II	III	III		IV	III	IV	III	IV	V		1	
	Fag	*Viola silvestris* ≥1	I		II			IV	II	IV	IV	IV	V			
	C	*Potentilla sterilis*	II	III	I	I		IV	V	V	IV	IV	III			
	Ep	***Fragaria vesca*** ≥1	II	I	II	I	2	III	II	III	III	IV	III	1		
	Q-F	*Brachypodium silvaticum* ≥1	+			II	1	III	I	III	III	IV	IV	1		
mes/(b)	Ar, Ag, Ep	*Cirsium arvense* ≥1				II	2	II	II	I	IV	IV	III			
	Q-F	*Lonicera xylosteum*		I	I	II	2	I	I	II	IV	III	V	2		
w/b	Mol, Mes	*Carex flacca*	I		I	II		IV	II	II	III	V	IV	2		
	Fag	*Arum maculatum*			I	II		III	III	IV	V	II	III	1		
w/f/(r)	Q-F,M,M-C	*Deschampsia caespitosa* ≥3							V							
	Fag	*Primula elatior*				II		III	III	IV	IV	II	III			1
	Fag	*Pulmonaria obscura*			I	I		III	I	I	III	II	III	1		
b	*Fag*	*Mercurialis perennis*				I		II	I		+	I	IV			
	P	*Clematis vitalba*						II			II	II	III	1		
	C	*Carex pilosa*				I		+	II		III	II	+			
ff/r/b	A-F, Al	*Carex acutiformis*				I		I	I	I				1	1	1
f/r/b	*G*	*Glechoma hederaceum*	I		I		1	II	III	III	II	+	II	1		2
f/r	*A-R*	*Ranunculus repens* ≥1			I	I	1	II		I		I				2
	A-C	*Cirsium oleraceum* ≥1			I			IV			I	I	+	1	1	
	C r-F	***Rumex sanguineus***	+		III	II		IV	III	III	II	III	I		1	
	M	*Angelica silvestris*			III	II		IV	II	III	III	II	II	2	1	
w/r	*Fag*	*Veronica montana*	+		V	II		IV	I	IV	II	III	II			1
	Pl	*Plantago major*	I	II	III	I		V	II	I	III	III	II	1		1
	Fi	*Hypericum acutum*			I	I		V	II	I	II	II	+	1	1	2
	Ca	*Cardamine pratensis*	+		II			II	I	I	I	r	+		1	2
f/r	*Fag*	*Stachys silvatica*	+	I	III	II		V	IV	IV	IV	V	III			1
f/r	*Q-F*	*Ranunculus ficaria*			I	I		IV	IV	V	IV	r	II			

Am besten konnten die zum *Epilobion* gehörenden ***Carex pilulifera*-Schläge** (1a-1c in Tab. 9) von den anderen Aufnahmen getrennt werden. Es handelte sich hier um das *Senecioni silvatici-Epilobietum angustifolii* (Tx. 50), den bodensauren Weideröschen-Schlag. Diese Schlaggesellschaft konnte sich vorwiegend auf den Waldstandorten 6, 7* und 7d ausbilden (vgl. Tab. 5 und Tab. A im Anhang). Da *Epilobium angustifolium* wie *Senecio silvaticus* nur schwache Charakterarten (Schwerpunktarten) sind, die beide auch im *Atropetum* basenreicher Standorte vorkommen, ist die Assoziation am einfachsten an den zahlreichen azidophilen und zugleich schlagbegünstigten Assoziationstrennarten zu erkennen (OBERDORFER 1978). In den untersuchten Schlägen handelte es sich dabei um *Carex pilulifera, Agrostis tenuis, Hypericum humifusum, Carex leporina* und *Luzula multiflora*. Neben der typischen Ausbildung (1b in Tab. 9) kam auch eine vernässte (1c) und eine besonders saure und nährstoffarme Ausbildung (1a) vor. Die letztgenannte zeichnete sich durch die Artengruppe mit *Vaccinium myrtillus, Majanthemum bifolium, Polytrichum formosum* und der zum Teil faziesbildenden Art *Pteridium aquilinum* aus. Diese Ausbildung war ausschliesslich anstelle ehemaliger Nadelholzforste mit zum Teil etwas beigemischtem Laubholz anzutreffen. Manchmal konnte *Majanthemum bifolium* und selten auch *Pteridium aquilinum* kleinflächig auf basenreicheren Standorten gefunden werden. *M. bifolium* beschränkte sich in solchen Fällen aber durchwegs auf die direkte Umgebung eines ehemaligen Nadelholzwurzelstocks.

Atropa belladonna ist nach OBERDORFER (1978) die bezeichnendste Art des *Atropion*. Sie ist aber keineswegs auf diesen Verband alleine beschränkt. Im Untersuchungsgebiet war die Aussagekraft von *A. belladonna* gering, da sie nur mit der relativ geringen Stetigkeit II gefunden wurde (vgl. Tab. 4). Die dem anspruchsvolleren *Atropion* zuzuschreibenden Schläge 4a-4f (vgl. Tab 9) konnten als ***Carex silvatica*-Schlaggesellschaften** beschrieben werden. SSYMANK (1991a) erwähnte eine solche Gesellschaft als homologe Schlaggesellschaft des *Galio-Fagetum* auf nährstoffreichen Böden. Die verschiedenen Ausbildungen dieser Gesellschaft waren recht schwierig zu charakterisieren. Am besten konnte eine wechselfeuchte Ausbildung (4a) mit vielen Arten der *Cirsium oleraceum*-Gruppe abgetrennt werden. Diese Arten erreichten zum Teil auch höhere Deckungswerte. Weiter konnte eine Vergrasungsvariante mit *Deschampsia caespitosa* (4b) ausgemacht werden. In der gemischten Gruppe 4c kam wie bei 4a und 4b *Ranunculus ficaria* mit Stetigkeit V vor (vgl. Tab. 9). Demgegenüber fehlte dieser Frühlingsgeophyt in der gemischten Gruppe 4d. Die *Mercurialis perennis*-Ausbildung (4e) stellte eine etwas

trockenere Variante der *Carex silvatica*-Schlaggesellschaft dar. Aber auch in der wechselfeuchten Ausbildung (4a) war *M. perennis* vertreten.
Im allgemeinen waren die Schlagflächen des *Atropion* sehr artenreich mit vielen Wechselfeuchtigkeitszeigern.
Bei den **von *Rubus fruticosus* s.l. dominierten Beständen** kam eine eher saure, artenarme Ausbildung (2a in Tab. 9) mit *Moehringia trinervia, Dryopteris spinulosa* und *D. dilatata* sowie eine basischere, artenreichere Ausbildung (2b in Tab. 9) mit *Ranunculus ficaria* vor.
Die zwei benachbarten Schläge 2741 und 2751 (Mischgesellschaft 3 in Tab. 9) hatten eine einzigartige Artenkombination. Sowohl die für *Carex pilulifera*-Schläge charakteristischen Säurezeiger wie auch die für die *Carex silvatica*-Schlaggesellschaften bedeutende mesophile Artengruppe waren nur schwach ausgebildet. Dafür waren die Nährstoffzeiger vorherrschend. Diese Artenkombination wurde durch die speziellen Standortsverhältnisse verursacht. Der eigentlich stark saure Boden über Erosionsterrassen in den Niederterrassenschottern (ETS, vgl. Tab. 1 und 5) war im HWH durch den basischen Staub des naheliegenden Kieswerkes leicht sauer bis neutral geworden.
Die restlichen sechs Aufnahmen waren bezüglich ihrer Schlaggesellschaft Einzelfälle, die sich nicht bei den übrigen Aufnahmen einordnen liessen. Bei den Flächen 1721 und 1725 handelte es sich um einen von Staunässe geprägten, lehmigen Boden. Die Aufnahmen 5111 und 6211 wurden auf bereits im HWH stark kalkhaltigen Böden (Alluvialboden bzw. Boden über ETS) durchgeführt. Den beiden Flächen 1881 und 2821 lagen gestörte Standorte zugrunde. Während der Schlag 1881 über einer Pumpstation stockte, kam beim Schlag 2821 ein stark kiesiger und steiniger Boden zum Tragen.

Rund die Hälfte der ausgewählten Arten in Tabelle 9 (Arten der wichtigsten ökologischen Artengruppen der Schlaggesellschaften und hochstete Begleitarten) sind *Querco-Fagetalia*-Arten (50.7%). Gut vertreten sind auch noch Arten mit Verbreitungsschwerpunkt in den Klassen *Molinio-Arrhenatheretea* (15.6%), *Epilobietea angustifolii* (7.8%), *Nardo-Callunetea* (5.2%) und *Artemisietea* (5.2%). Die zur Differenzierung beigezogenen Arten der sauren und nährstoffarmen Ausbildung des *Senecioni silvatici-Epilobietum angustifolii* haben ihren Verbreitungsschwerpunkt im *Vaccinio-Piceetalia* und/oder im Verband *Quercion robori-petraeae (Querco-Fagetalia).* Die restlichen in Tabelle 9 genannten Klassen sind in den untersuchten Schlaggesellschaften von geringer Bedeutung.

4.1.5. Dauerflächenuntersuchungen

4.1.5.1 Entwicklung der Artenzahl

In den 77 ausgewählten Dauerflächenaufnahmen à 50 m^2 wuchsen durchschnittlich 50.2 Pflanzenarten (Blütenpflanzen, Farne und Moose über 1% Deckung). Die maximale Artenzahl erreichte die Fläche 1121 mit 81 Arten im Jahre 1989, im zweiten Jahr nach dem Schlag (Tab. 10). Die geringste Artenzahl (24 Arten) wies die Aufnahme der Fläche 1142 im Jahre 1992, d.h. im sechsten Sukzessionsjahr auf.
Weiter wird aus Tabelle 10 ersichtlich, dass die durchschnittlich höchste Artenzahl auf den jungen Schlagflächen bereits in den ersten beiden Sukzessionsjahren gefunden wurde (57.8 und 59.0 Arten). Danach nahm sie vom dritten Sukzessionsjahr bis ins fünfte Jahr ab, "erholte" sich dann aber wieder langsam bzw. pendelte auf einem tieferen Niveau bei rund 47 Arten pro 50 m^2 ein. Es fragt sich aber, wie sinnvoll ein Herauslesen von allgemeinen Tendenzen bei einer recht kleinen Stichprobenzahl von 14 Untersuchungsobjekten mit doch recht unterschiedlichen Standortsbedingungen überhaupt ist. So wiesen die Dauerflächen 1150 und 1410 überdurchschnittlich nasse Verhältnisse auf. Zusätzlich erschwerend für allgemeingültige Aussagen über Entwicklungstendenzen wirkten sich auch die oftmals doch sehr starken Mahd- und Entbuschungseingriffe aus. So kann der Tabelle 10 entnommen werden, dass die Artenzahl nach solchen "Pflegemassnahmen" kurzfristig wieder ansteigen konnte. Die Zunahme der Artenzahl erfolgte je nach Zeitpunkt des Eingriffes im gleichen oder im darauffolgenden Jahr.
Trotzdem konnten die Dauerflächenuntersuchungen die in Kapitel 4.1.3.2. aus 152 Aufnahmen gewonnenen Resultate zumindest bezüglich der Entwicklung der Artenzahl in den ersten Jahren bestätigen. Die hohe Artenzahl in den ersten beiden Jahren und die nachfolgende Abnahme kam vor allem durch kurzlebige Pflanzen zustande (vgl. Tab. B im Anhang).
Für den leichten Wiederanstieg der Artenzahl nach einigen Jahren bzw. das Einpendeln bei 47 Arten war keine Bestätigung möglich, da neben den Dauerflächenaufnahmen nur wenige zusätzliche Aufnahmen in älteren Schlagflächen durchgeführt wurden. So ist diese Tendenz des Wiederanstiegs der Artenzahl auch im Kapitel 4.1.3.2. vorwiegend den Dauerflächenbeobachtungen zuzuschreiben.

Tab. 10. Artenzahlentwicklung auf den 27 Dauerflächen (DF). Die "Probenzahl (152)" und der "Mittelwert (152)" geben die Resultate der Auswertung mit 152 Aufnahmen (vgl. Kapitel 4.1.3.2.) wieder.
Development of the number of species on the 27 permanent plots (DF). The "Probenzahl (152)" (number of samples) and the "Mittelwert (152)" (mean) show the results of the evaluation of 152 relevés (cf. chapter 4.1.3.2.).
Die beiden Artenzahlextremwerte sind ***kursiv-fett*** hervorgehoben. *The extremata are printed in* ***bold italic****.*
EG: grössere Mahd- und Entbuschungseingriffe - *Major interventions of mowing and shrub-clearing* **AZ:** Artenzahl - *number of species*

Schlagalter	1		2		3		4		5		6		7	
Schlagnummer	EG	AZ	EG	AZ	EG	AZ	EG	AZ	EG	AZ	EG	AZ	EG	AZ
1121			+	***81***	-	78	+							
1122			+	69	-	60	+							
1141							-	56	-	43	-	40		
1142							-	32	-	29	-	***24***		
1151									-	51	-	52	-	44
1152									-	62	-	65	-	43
1215							-	42	+	35	-	43		
1216							-	38	+	36	-	46		
1241							-	43	+	46	-	54		
1242							-	36	+	37	-	42		
1261							-	57	+	47	-	47		
1262							-	52	+	43	-	49		
1271			-	50	+	61	-	47						
1272							-	48	+	47	-	40		
1312			-	54	-	39	-	35						
1313			-	58	-	43	-	46						
1324									-	56	+	56	-	51
1325									-	49	+	52	-	50
1333			-	58	-	43	-	37						
1334			-	55	-	43	-	44						
1341	-	50	-	41	-	38								
1342	-	56	-	53	-	49								
1351	-	45	-	56										
1352	-	59	-	55										
1411			-	54	-	49	+	72						
1412			-	64	-	56	+	66						
1511	-	79	-	78	-	61								
Probenzahl (DF)	5		14		12		16		13		13		4	
Mittelwert (DF)	**57.8**		**59.0**		**51.7**		**46.9**		**44.7**		**46.9**		**47.0**	
Probenzahl (152)	11		41		26		28		24		17		5	
Mittelwert (152)	56.4		57.2		49.3		47.1		45.3		47.1		47.6	

4.1.5.2. Auffälligste Veränderungen auf den einzelnen Dauerflächen

Die Deckungswertschätzungen erfolgten auch auf den Dauerflächen nach der wenig differenzierenden Methode von BRAUN-BLANQUET (1964). Dies ermöglichte relativ wenige Aussagen über die Sukzession, da Änderungen von einer Deckungseinheit im Grenzbereich von geringen Fluktuationen oder auch von

Schätzungsungenauigkeiten herrühren könnten. Erst grössere Veränderungen von mindestens zwei Deckungseinheiten konnten auch als solche interpretiert werden. Dafür war bei den BRAUN-BLANQUET-Deckungswerten die Gefahr einer Fehlbeurteilung fluktuationsbedingter Unterschiede geringer.
Im folgenden wird auf die charakteristischen Eigenschaften und die auffälligsten Veränderungen der einzelnen Dauerflächenvegetationen eingegangen (vgl. Tab. B im Anhang). Dabei wurden vor allem die dominanten Arten berücksichtigt. Da die mit dem Schlagalter zunehmende Dominanz der Sträucher keine neuen Erkenntnisse mehr lieferte, konnte sie an dieser Stelle vernachlässigt werden. Auch die vielen Arten mit geringer Deckung blieben hier unberücksichtigt, da sie als Einzelarten aus den obengenannten Gründen für die Beschreibung sukzessionsbedingter Veränderungen ungeeignet waren. Sie konnten aber als Artenkombination bei der bereits in Kapitel 4.1.5.1. diskutierten Entwicklung der Artenzahl Hinweise zum Sukzessionsverlauf liefern.
Bei den Aufnahmen in der Fläche **1120** handelte es sich um einen jungen Schlag mit Kalk im Oberboden. Die detaillierten Aufnahmen des Jahres 1991 fehlen, da die Fläche in diesem Jahr kurz vor dem Aufnahmezeitpunkt gemäht und entbuscht wurde. Trotzdem konnte in den drei beobachteten Vegetationsperioden eine markante Zunahme der Segge *Carex pilosa* vom Deckungswert 2 auf 4 bzw. 5 festgestellt werden. Der Aspekt wurde aber auch durch die grosswüchsigen Arten *Cirsium arvense, Atropa belladonna* und *Calamagrostis epigeios* geprägt. Beide direkt benachbarten 50 m^2-Aufnahmeflächen waren artenreich. In der Artenzahl konnten aber zwischen ihnen recht deutliche Unterschiede ausgemacht werden (Tab. 10). Während die leicht dichter mit Holzpflanzen bewachsene Fläche im zweiten Sukzessionsjahr zwölf Arten weniger aufwies, waren es im dritten Jahr bereits 18 Arten weniger.
Die bodensaure, im Jahre 1989 bereits vierjährige Fläche **1140** (vgl. Tab. 5) wurde von einer sich rasch ausbreitenden Strauchschicht aus *Picea excelsa, Fagus silvatica, Betula pendula* und *Larix decidua* dominiert. In der Krautschicht war *Carex pilosa* mit den Deckungswerten 3 bis 5 vorherrschend. Die Fläche unterlag während der Beobachtungsdauer keinem Mahdeinfluss; die Artenzahl nahm während dieser Zeit kontinuierlich ab (vgl. Tab. 10). In der Dauerfläche 1141 konnten gegenüber der Fläche 1142 durchwegs zwischen 14 und 16 Arten weniger nachgewiesen werden. Während die Monokotyledonendeckung zwischen 55 und 85% lag, nahm die Dikotyledonendeckung während der Beobachtungszeit auf 1% oder weniger ab.
Die beiden Aufnahmeflächen auf dem nassen Untersuchungsobjekt **1150** waren sehr unterschiedlich ausgebildet. In der Fläche 1151 war die Deckung der

Dikotyledonen (v.a. durch *Mentha aquatica* und *Lotus uliginosus*), der Monokotyledonen (v.a. durch *Juncus effusus*) und der Moose ausgeprägter als in der deutlich stärker mit *Rubus fruticosus* s.l. und *R. idaeus* bewachsenen und anfänglich artenreicheren Fläche 1152 (Tab. 10). Im siebten Sukzessionsjahr konnte bei beiden Flächen eine deutliche Artenabnahme verzeichnet werden, verbunden mit einer Nivellierung der Artenzahl beider Aufnahmeflächen bei 43 bzw. 44 Arten. Zusätzlich konnte eine kontinuierliche Abnahme der Monokotyledonendeckung beobachtet werden.

Die beiden Dauerflächen des Untersuchungsobjektes **1210** wiesen zueinander nur geringe Unterschiede in der Artenzahl auf. Nach einer anfänglichen Abnahme konnten durch den Mahd- und Entbuschungseingriff im Jahre 1990 in der Vegetationsperiode 1991 deutlich mehr Arten wachsen (Tab. 10). Am auffälligsten an diesem Schlag war die ausgeprägte Zunahme von *Rubus fruticosus* s.l. und *R. idaeus*. Die anfänglich alleinige Dominanz von *Carex silvatica* wurde durch einen leichten Rückgang dieser Art und das starke Aufkommen von *Carex pilosa* etwas gedämpft.

Die Untersuchungsobjekte **1240** und **1260** waren direkt benachbarte Schläge gleichen Alters. Sie zeichneten sich durch das Vorkommen verschiedener Kalksträucher aus. Auch *Rosa arvensis* war gut vertreten. Die Zunahme der Strauchschicht und von *Rubus fruticosus* s.l. ging mit einer Abnahme in der Monokotyledonen- und Dikotyledonendeckung einher. In der Fläche 1260 erfolgte der Rückgang allgemein weniger ausgeprägt. Die Strauchschicht war hier aber auch noch weniger entwickelt.

In den Aufnahmeflächen 1241 und 1242 herrschten im ersten Beobachtungsjahr bedeutend artenärmer Verhältnisse als in denjenigen des Untersuchungsobjektes 1260 (vgl. Tab. 10). Während sich der starke Entbuschungseingriff im fünften Sukzessionsjahr auf dem Schlag 1240 noch im selben, aber auch im darauffolgenden Jahr in der Artenzahl bemerkbar machte, führte er auf dem Schlag 1260 erst im sechsten Sukzessionsjahr zu einer durchschnittlichen Artenerhöhung. Allgemein konnte im letzten Beobachtungsjahr durch den intensiven "Pflegeeinsatz" ein Ausgleich in der Artenzahl der Aufnahmeflächen dieser benachbarten Schläge festgestellt werden.

Der dritte als Dauerfläche untersuchte Schlag in der Nähe des Dolders (**1270**) war gekennzeichnet durch seine strukturelle Inhomogenität. Dabei handelte es sich eigentlich um zwei Schlagflächen. Der ursprüngliche Hieb (Fläche 1272) wurde zwei Jahre später noch einmal vergrössert. Auf diesem neuen Standort erfolgte die Aufnahme 1271. Auf beiden Flächen ging die Abnahme der Dikotyledonendeckung mit einer Zunahme derjenigen der Monokotyledonen

einher. Im vierten Sukzessionsjahr erreichte *Deschampsia caespitosa* auf der Fläche 1271 eine Deckung von über 50%. Zusätzlich wiesen *Carex flacca, C. pendula* und *C. silvatica* grössere Deckungswerte auf. Bei der Fläche 1272 erlangten die vier erwähnten Arten ebenfalls höhere Deckungswerte, keine wurde aber dominant.
Beim Untersuchungsobjekt **1310** war das auffälligste neben der üblichen *Rubus fruticosus* s.l.-Ausbreitung und der Abnahme in der Artenzahl (Tab. 10) der Zusammenbruch der *Hypericum perforatum-, H. hirsutum-* und der *Brachypodium silvaticum*-Populationen sowie dem Verschwinden des im zweiten Sukzessionsjahr in der Fläche 1313 den Deckungswert 2 erreichenden Grases *Agrostis stolonifera. Cirsium arvense* konnte sich mit über 25% Deckung halten.
Speziell am 1989 vierjährigen Untersuchungsobjekt **1320** war eine starke "Vergrasung" (v.a. durch *Brachypodium silvaticum* und *Festuca rubra* s.l.) anstelle der oft üblichen Zunahme von *Rubus fruticosus* s.l. Die Artenzahl dieses Bestandes war - wie auch diejenige des nassen Schlages 1150 - im Vergleich zu den anderen Hiebflächen derselben Alterskategorie eher hoch.
Schon im zweiten Sukzessionsjahr erreichte der Schlag **1330** sehr hohe *Rubus*-Deckungswerte (55% bzw. 80%). Während *Rubus idaeus* bereits im dritten Jahr wieder zurückging, breitete sich *Rubus fruticosus* s.l. weiter aus. Von den im zweiten Sukzessionsjahr dominierenden Dikotyledonen konnte sich nur *Cirsium arvense* auch im vierten Jahr noch mit über 25% Deckung halten. *Epilobium parviflorum* und *Hypericum hirsutum* nahmen deutlich ab, *Cirsium vulgare* verschwand sogar ganz aus den Aufnahmeflächen. Bei den Monokotyledonen verzeichnete *Carex silvatica* prozentmässig den grössten Rückgang. Wie in der Fläche 1310 verschwanden auch hier zwischen dem zweiten und dritten Sukzessionsjahr viele Arten (vgl. Tab. 10).
Das charakteristische an der Schlagfläche **1340** war, dass sich die *Rubus*-Arten nicht ausbreiten konnten. Im Gegenteil, ihre Deckungswerte waren zwischen dem ersten und dritten Sukzessionsjahr sogar rückläufig. Die Aufnahmeflächen "vergrasten" vor allem durch *Brachypodium silvaticum* stark, verbunden mit einem Rückgang der Dikotyledonendeckung. Gleiche Tendenzen konnten schon bei der Fläche 1320 festgestellt werden. Der bereits im zweiten Jahr zu beobachtende Artenrückgang setzte sich im dritten Sukzessionsjahr fort (vgl. Tab. 10).
Vom Untersuchungsobjekt **1350** liegen nur die Daten von zwei Jahren vor, da der Schlag erst 1990 erfolgte. Bereits im ersten Sukzessionsjahr bestand eine üppige verholzte Krautschicht, dominiert von *Acer pseudoplatanus* und *Ru-*

bus fruticosus s.l. Auch wuchsen schon ziemlich viele verschiedene Pflanzenarten. In der darauffolgenden Vegetationsperiode konnten sich einige Arten deutlich ausbreiten: *Rubus fruticosus* s.l., *Glechoma hederaceum, Hypericum hirsutum, H. perforatum, Brachypodium silvaticum* und *Festuca gigantea.* Im Frühjahr aspektbildend war aber *Allium ursinum* mit zum Teil über 75% Deckung.
Die grundwassernasse Fläche **1410** war geprägt durch eine sich kaum ausbreitende *Rubus*-Schicht. Bei den Dikotyledonen stand der Vermehrung von *Cirsium arvense, C. palustre, Viola silvestris, Circaea lutetiana* und *Epilobium adenocaulon* eine Abnahme von *Impatiens parviflora* gegenüber. Gesamthaft resultierte in den drei Beobachtungsjahren eine deutliche Zunahme der Dikotyledonendeckung von rund 15 auf 50%. Ermöglicht wurde diese Entwicklung durch den Mahdeingriff im Jahre 1991 und die damit verbundene starke Abnahme der vorgängig deutlich dominierenden Binse *Juncus effusus* mit den Deckungswerten 5 bzw. 4 auf die neuen Werte 3 bzw. 2.
Wegen der standörtlichen Inhomogenität des Schlages **1510** konnte nur eine Dauerfläche ausgeschieden werden. Mit der oft beobachteten *Rubus*-Ausbreitung ging eine Abnahme in der unverholzten Zweikeimblättrigenschicht einher, vor allem durch den Deckungsverlust bei *Atropa belladonna* und *Cirsium palustre.* Demgegenüber konnten sich die Einkeimblättrigen ausbreiten. Die grössten Zunahmen verzeichneten dabei die Arten *Brachypodium silvaticum, Carex pendula* und *Calamagrostis epigeios.*

Allgemein konnten sich auf den nur leicht sauren bis basenhaltigen Dauerflächen (einzige Ausnahme war die stark saure Fläche 1140, vgl. Tab. 5) bereits in den ersten zwei bis fünf Sukzessionsjahren eine oder mehrere Arten durchsetzen. Es waren **zwei mögliche Sukzessionstypen** zu erkennen. Entweder setzte sich bereits in den ersten Jahren *Rubus fruticosus* s.l. (auf elf Dauerflächen) durch oder es fand eine "Vergrasung" statt (14 Dauerflächen). Für die "Vergrasung" kamen verschiedene Arten in Frage: *Carex pilosa, C. silvatica, C. flacca, C. pendula, Brachypodium silvaticum, Deschampsia caespitosa, Juncus effusus, Festuca rubra* s.l. oder *Calamagrostis epigeios.* Einzig im noch jungen Untersuchungsobjekt 1350 waren am Ende der Beobachtungszeit (zweites Sukzessionsjahr) noch krautige Dikotyledonen vorherrschend. Bereits zeichnete sich aber eine Dominanz von *Rubus fruticosus* s.l. ab.

4.2. VERGLEICH DER WALDBESTÄNDE MIT DEN SCHLAGFLÄCHEN

4.2.1. Mikroklimatische Untersuchungen

4.2.1.1. Untersuchungsbedingungen

Die mikroklimatischen Untersuchungen wurden im Jahre 1991 auf dem Schlag 1120 und der unmittelbar benachbarten Hochwaldprobefläche 1139 im Zürichberg (Banholz) durchgeführt. Die Schlagfläche wies eine üppige, den Boden beinahe vollständig bedeckende Krautschicht (inklusiv unverholzte Pflanzen) und eine reichstrukturierte Strauchschicht auf. Demgegenüber war der Boden des künstlichen Fichten-Buchenmischwaldes nur zu etwa 4% von Kräutern, Gräsern und holzigen Pflanzen der Krautschicht bedeckt. Die Strauchschicht (0.5%) fehlte nahezu vollständig.
Die Messperiode vom 5. August 18^{15} bis 9. August 12^{15} war anfänglich durch einen langsam über Europa ostwärts ziehenden Azorenhochausläufer geprägt, der sonniges und warmes Wetter - am 7. August allgemein über 30°C - brachte. Eine zu einem Skandinavientief gehörende und von Regenschauern und Gewittern begleitete Kaltfront erreichte am 8. August die Schweiz und blieb über der Alpennordseite liegen. Sie schwächte sich am 9. August ab (SMA 1991).

4.2.1.2. Temperatur

Der Temperaturverlauf der Thermistorenmessungen auf gleichem Standort und in entsprechender Höhe stimmte durchwegs gut überein. Durch den Ausfall einiger Thermistoren gab es bei der Waldmessung auf 100 cm nur eine Kurve, in 30 cm Höhe derselben Probefläche fehlten die Thermistorenmesswerte gänzlich. Bei den übrigen Messungen mit Wiederholungen wurden für die nachfolgenden Auswertungen zum Teil die gerechneten Mittelwerte beigezogen.
In Figur 10 ist der **Temperaturverlauf im Wald** auf verschiedenen Höhen (Thermohygrometermessungen auf 40 cm, 90 cm und 200 cm sowie Thermistorenmessungen auf 100 cm und 200 cm) abgebildet. Dabei waren beinahe keine Unterschiede bezüglich Höhe der Messung auszumachen. Die Temperaturen wiesen im Wald zu einem bestimmten Zeitpunkt zwischen 40 und 200

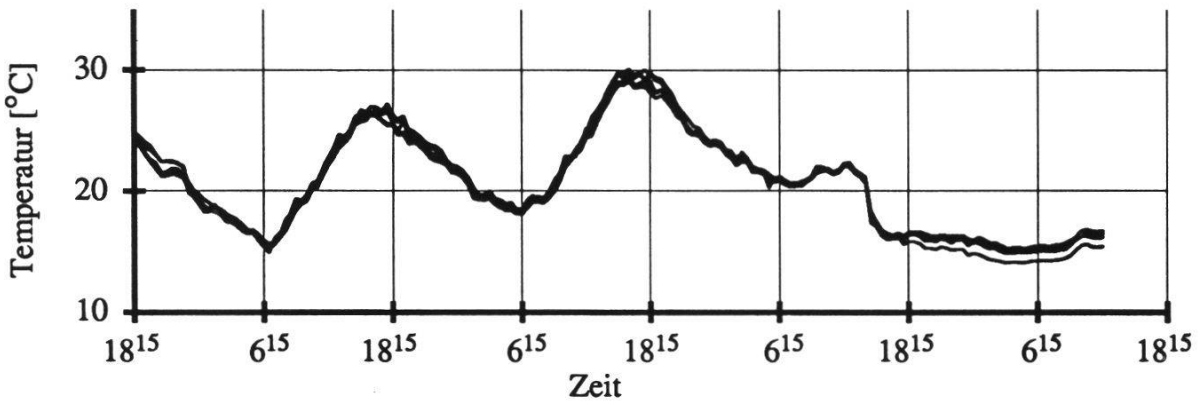
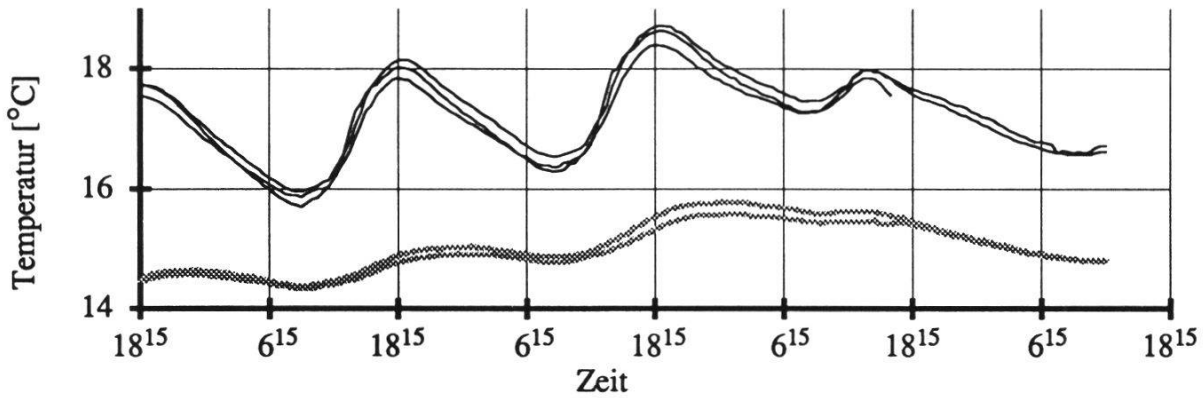


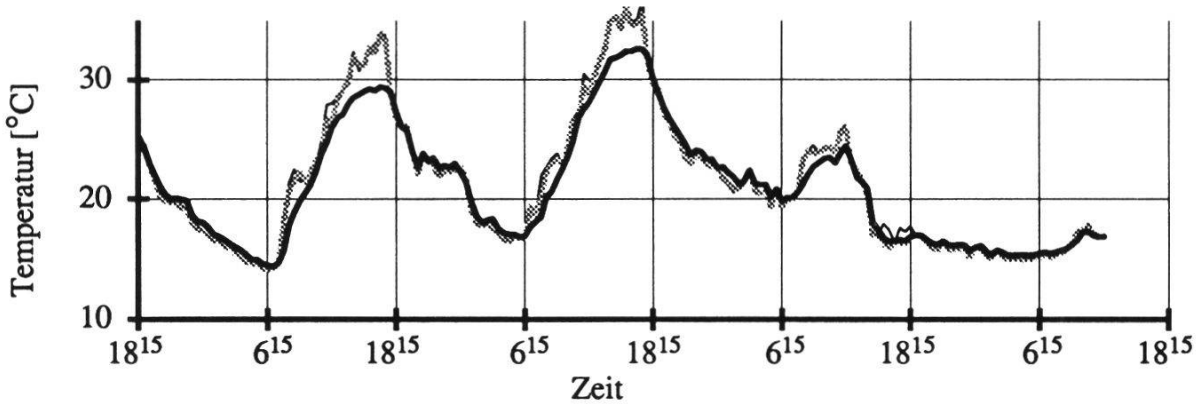
Fig. 10. Temperaturverlauf auf verschiedenen Messhöhen im Waldbestand 1139. Thermohygrometermesswerte auf 40 cm, 90 cm und 200 cm; Thermistorenmessungen auf 100 cm und 200 cm (zwei Messungen).
Daily fluctuations of temperature at different heights in the forest plot 1139. Measurements with air temperature and humidity sensor at 40 cm, 90 cm und 200 cm; measurements with thermistor at 100 cm and 200 cm (two measurements).

cm also keine nennenswerten Schichtungen auf. Anders präsentierte sich der zeitliche Verlauf: Neben der normalen Tag-Nachtrhythmik erhöhte sich die durchschnittliche Tages- und Nachttemperatur während den ersten Tagen der Messperiode bis zum von Niederschlägen begleiteten Wetterumbruch vom 8. August 1991 ständig um einige Grad. Diese Temperaturerhöhung wie auch die Tag-Nachtrhythmik manifestierten sich auf tieferem Niveau und in kleinerem Rahmen auch im Boden (Fig. 11). Die Extremwerte in 10 cm Tiefe wurden aber durchwegs erst drei Stunden (Minimum) bis acht Stunden (Maximum) nach den minimalen bzw. maximalen Lufttemperaturwerten erreicht (vgl. Fig. 10 und 11). Der Temperatursturz erfolgte im Boden weniger abrupt.
Bei den **Temperaturmessungen auf dem Schlag** waren in den Tagesstunden zwischen den Messerien der Thermistoren und denjenigen der Thermohygrometern in 100 cm und 200 cm Höhe deutliche Unterschiede auszumachen (vgl. Fig. 12). Diese Diskrepanz wurde durch die unterschiedliche Abschirmung der Messonden gegen direkte Sonnenbestrahlung verursacht. Während die Bauweise der Thermohygrometersonden eine direkte Sonnenbestrahlung ausschloss, konnte die Besonnung der Thermistoren nur durch die Vegetation verhindert werden. Dies führte vor allem in den strahlungsintensiven Mittags- und Nachmittagsstunden in 100 cm und 200 cm Höhe zu höheren Temperaturwerten der Thermistorenmessungen. In 30 bzw. 40 cm waren die verschiedenen Temperaturkurven wegen der starken Beschattung der Thermistoren durch die Strauch- und Krautschicht identisch. Die Bewölkung der Schlechtwetterfront hatte eine ausgleichende Wirkung auf die Temperaturablesungen der beiden Messmethoden.



Bodentemperaturmessungen Wald ------; Bodentemperaturmessungen Schlag——

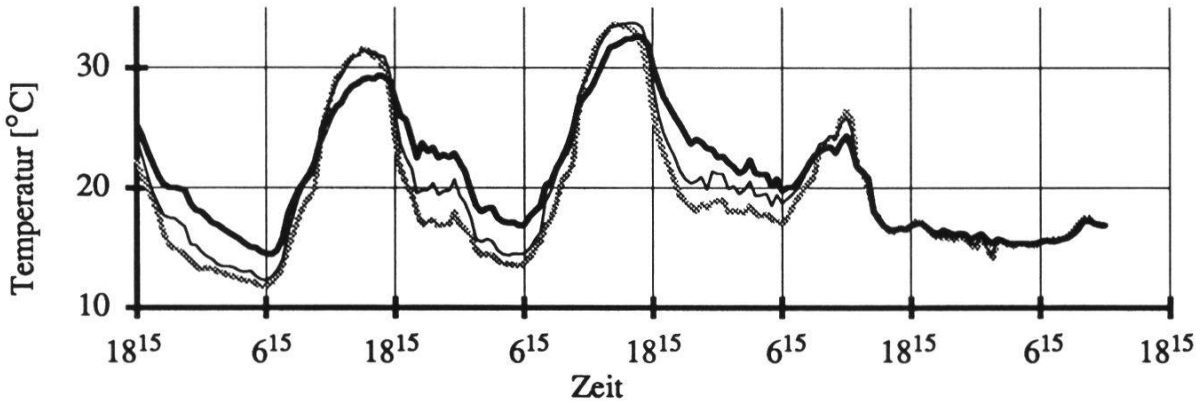
Fig. 11. Vergleich der Bodentemperaturen im Wald und in der Schlagfläche in 10 cm Tiefe.
Comparison of the soil temperature in the forest and in the clearing at 10 cm depth.



Thermistorensonden: —— und ------; Thermohygrometersonde: ▬

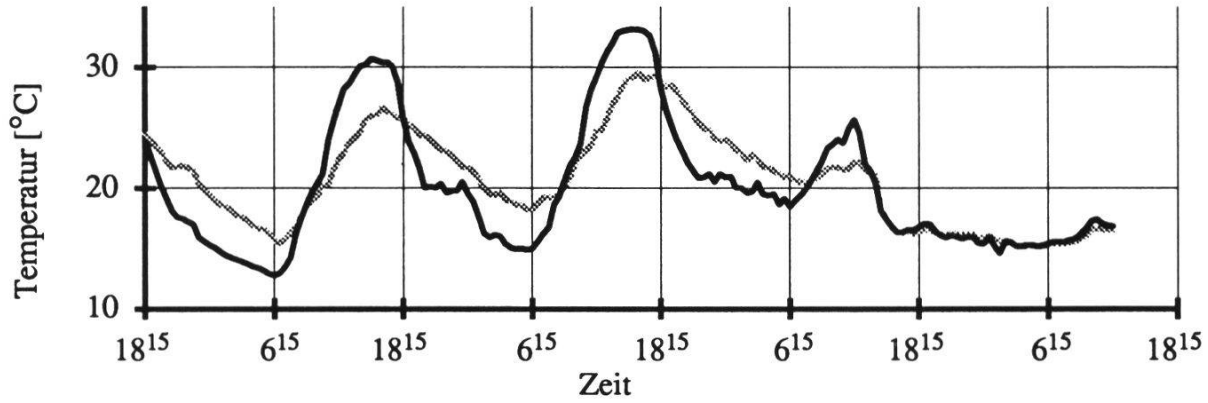
Fig. 12. Vergleich der Thermistoren- und Thermohygrometertemperaturmessungen in der Schlagfläche 1120, 200 cm über Boden.
Comparison of the temperatures measured with the thermistor and the air temperatur and humidity sensor in the clearing plot 1120 at 200 cm above the soil.

Im folgenden wurden die durch Besonnung überhöhten Temperaturwerte der Thermistorenmesserien nicht mehr berücksichtigt. Es wurden nur noch die Thermohygrometermessungen miteinander verglichen.
Allgemein konnte auf dem Schlag eine ausgeprägte, vertikal differenzierte Temperaturschichtung in den kältesten und wärmsten Stunden nachgewiesen werden (Fig. 13). Die tiefsten Lufttemperaturen wurden in den frühen Morgenstunden in der bodennahen Messerie (40 cm) nachgewiesen, die höchsten



Thermohygrometermesswerte: 40 cm; 100 cm und 200 cm über Boden.

Fig. 13. Temperaturverlauf auf verschiedenen Messhöhen in der Schlagfläche 1120.
Daily temperature fluctuations at different heights in the clearing plot 1120.



Temperaturdurchschnitt Wald ; Temperaturdurchschnitt Schlag

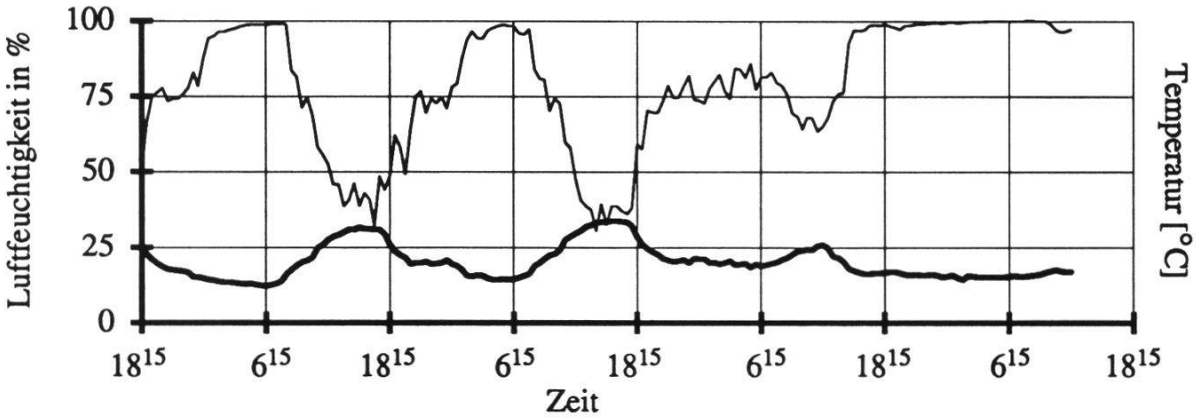
Fig. 14. Vergleich der Temperaturdurchschnitte im Wald und auf der Schlagfläche. Die Durchschnittswerte wurden aus den Thermohygrometermesserien in drei verschiedenen Höhen ermittelt.
Comparison of the mean temperatures in the forest and in the clearing. The means were computed from measurements at three different heights.

Werte in 40 cm und 100 cm während den Nachmittagsstunden. In 200 cm waren weniger grosse Schwankungen zu verzeichnen. Die grösseren Luftbewegungen in dieser Höhe wirkten während den Tagesstunden abkühlend. Zusätzlich waren hier gegenüber dem dichteren Bestand in 40 cm und 100 cm die Wärmeabstrahlung der lichtabsorbierenden Pflanzen geringer. Nach erfolgtem Wetterumsturz konnte keine Temperaturschichtung mehr festgestellt werden.

Ein **Vergleich der beiden Standorte** ergab folgendes Bild: Auch auf der Schlagfläche war neben der normalen Tag-Nachtrhythmik während den ersten Tagen eine Erhöhung der Tages- und Nachtdurchschnittstemperaturen bzw. der Tages- und Nachtextreme zu beobachten (Fig. 12, 13 und 14). Die Temperaturkurven waren im **Wald** aber ausgeglichener als auf dem **Schlag**. Dies galt für alle gemessenen Höhen und demzufolge auch für den Durchschnitt (Fig. 14). Auf dem Schlag war die Nacht also kälter und der Tag heisser als im Wald, es herrschten bezüglich Temperatur kontinentalere Verhältnisse. Dieses Fazit ergaben auch die beiden Minimum-Maximumthermometer auf 150 bzw. 170 cm Höhe (vgl. Tab. 2). Im Wald lag die maximale Temperatur der Messperiode bei 28.5°C, im Schlag 3.5° höher auf 32°C. Dementsprechend konnte im Waldbestand eine minimale Temperatur von 15.5°C abgelesen werden. Diejenige auf der Räumungsfläche war 2.25° kühler (13.25°C).
Beim von Niederschlägen begleiteten Kaltfronteinbruch glichen sich die Lufttemperaturen aller Messungen (Fig. 12, 13 und 14) auf beiden Untersuchungsobjekten aus. Die grossen Lufttemperaturunterschiede zwischen Schlag und Wald wie auch die Temperaturschichtung innerhalb des Schlages scheinen sich also auf Schönwetterphasen zu beschränken.
In 10 cm Tiefe hingegen waren die **Bodentemperaturen** in der Schlagfläche sowohl während dem Tag wie auch in der Nacht und nach erfolgtem Wetterumschlag höher als diejenigen im Wald. Zusätzlich waren die Schlagwerte stärkeren Tag-Nachtrhythmen unterworfen (Fig. 11). Der Temperaturverlauf in 10 cm Bodentiefe war auch im Schlag gegenüber demjenigen der Luft verspätet. Entgegen den unterschiedlichen Verzögerungen im Waldboden zwischen drei Stunden und acht Stunden betrug sie in der Hiebfläche konstant drei Stunden.

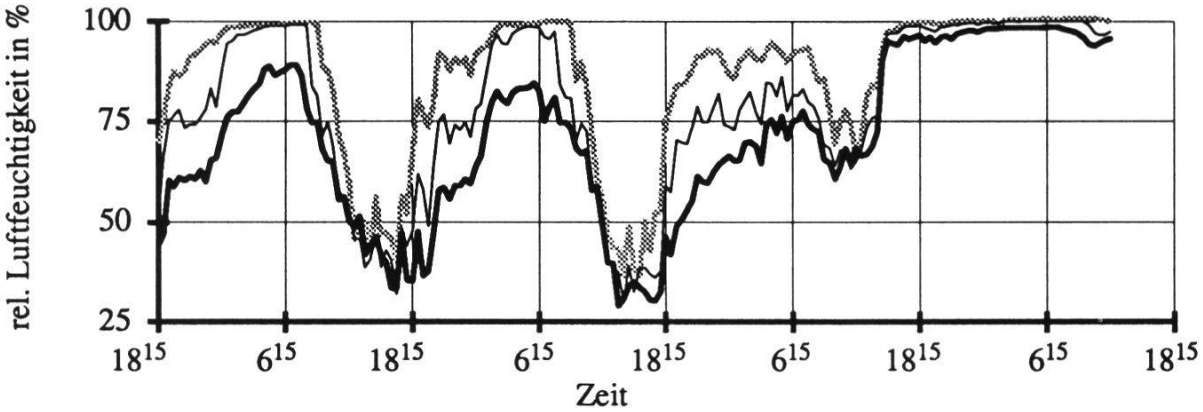
4.2.1.3. Luftfeuchtigkeit

Bis zum Beginn der Niederschläge war bezüglich relativer Luftfeuchtigkeit sowohl im Wald wie auch in der Schlagfläche eine starke Tag-Nachtrhythmik auszumachen, die extrem temperaturabhängig war. Figur 15 zeigt beispielhaft die Verhältnisse der Schlagfläche auf 100 cm Höhe.
Im Wald wies die **relative Luftfeuchtigkeit** in den drei Messhöhen während der Untersuchungsperiode keine relevanten Unterschiede auf. Demgegenüber konnten **im Schlag** deutliche Differenzen in den einzelnen Messhöhen ausgemacht werden (Fig. 16). Auf 40 cm war die relative Luftfeuchtigkeit durch



Bodentemperatur in °C ——; relative Luftfeuchtigkeit in % ——

Fig. 15. Abhängigkeit der relativen Luftfeuchtigkeit von der Lufttemperatur. Werte aus der Schlagmesserie in 100 cm Höhe.
Dependence of the relative atmospheric humidity on the air temperature. Values from the clearing measurement series at 100 cm.

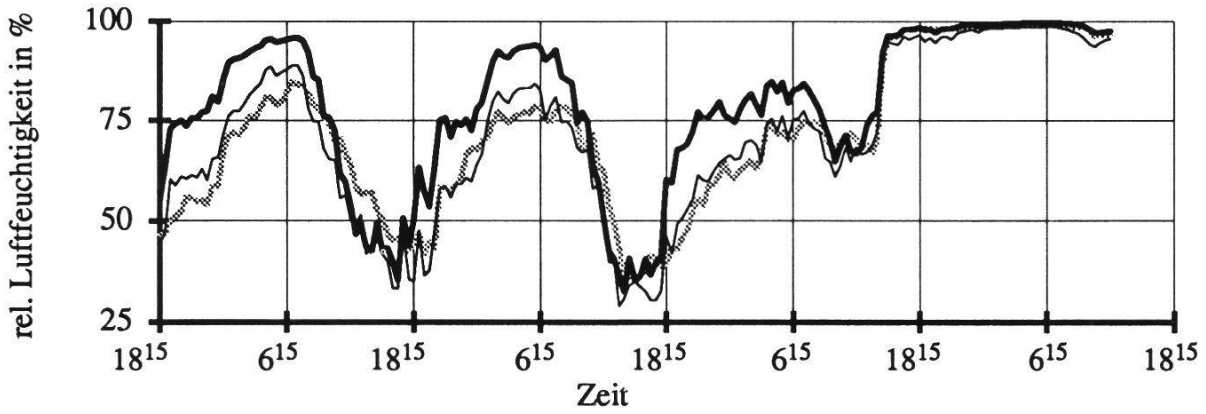


Luftfeuchtigkeit in %: ····· 40 cm; —— 100 cm und —— 200 cm über Boden.

Fig. 16. Tagesverlauf der relativen Luftfeuchtigkeit in % in verschiedenen Höhen auf der Schlagfläche 1120.
Daily fluctuations in relative atmospheric humidity (in %) at different heights over clearing plot 1120.

die Transpiration der Vegetation allgemein höher als in 2 m Höhe. In den frühen Morgenstunden erreichte die Luft in 40 cm wie auch in 100 cm durch den starken Temperaturabfall beinahe "Wassersättigung". Sonst lagen die Werte der mittleren Messstelle (100 cm) zwischen den beiden anderen Kurven.

Die stark temperaturabhängigen Messwerte lassen sich nach den Umrechnungstabellen von SLAVIK (1974) in temperaturunabhängige absolute Werte umrechnen. Auch bei diesen Luftfeuchtigkeitswerten bestätigte sich der oben beschriebene Sachverhalt: In den tieferen Schichten des Schlages wurden höhere Luftfeuchtigkeiten nachgewiesen.
Allgemeingültig konnte für die beiden Untersuchungsflächen weiter bilanziert werden, dass die relative Luftfeuchtigkeit durchschnittlich auf dem **Schlag** höher war und grösseren Schwankungen unterlag als diejenige im **Wald** (Fig. 17). Vor allem während den auf dem Schlag kühleren Abend-, Nacht- und frühen Morgenstunden war die relative Luftfeuchtigkeit auf dieser Fläche deutlich höher als im ausgeglicheneren Waldbestand. Die auf der Räumungsfläche durchschnittlich wärmeren beziehungsweise heisseren Tagesstunden brachten dem bezüglich Temperatur kontinentaleren Standort aber eine vergleichsweise leicht geringere relative Luftfeuchtigkeit.
Die Messwerte der einzelnen Höhen zeigten, dass der Kurvenverlauf des Schlages in 200 cm Höhe vergleichbar ausfiel zu denjenigen der Waldsfläche (Fig. 17). Erst in den tieferen Schichten des Schlages manifestierte sich der oben beschriebene Unterschied deutlich.



rel. Luftfeuchtigkeit in %: Walddurchschnitt ; Schlagdurchschnitt ;
Schlag 200 cm

Fig. 17. Durchschnittlicher Tagesverlauf der relativen Luftfeuchtigkeit in % auf der Schlag- und Waldfläche (gemittelt aus den Messungen in drei verschiedenen Höhen). Zum Vergleich wurde auch die Kurve der Schlagmesserie in 200 cm Höhe dargestellt.
Average daily fluctuations of the relative atmospheric humidity in % in the clearing and forest area (computed from measurements at three different heights). Measurement in the clearing at the height of 200 cm. for comparison.

4.2.1.4. Lichtverhältnisse

Die Lichtverhältnisse im **Wald** lagen während der ganzen Untersuchungsdauer im Bereich der Nachweisgrenze der Quantenfühler. Sie waren während der ganzen Messperiode sehr gering. Auf 110 cm lagen die Tag-Nacht-Differenzen bei rund 0.003 mMol/m^{2}s. Am Boden wurde ein Spitzenwert von 0.014 mMol/m^{2}s gemessen (Fig. 18).
Ebenfalls geringe Lichtverhältnisse wurden am Boden der **Schlagfläche** nachgewiesen (Fig. 19). Der Spitzenwert am frühen Nachmittag erreichte mit 0.42 mMol/m^{2}s aber immerhin das 30-fache des höchsten im Wald gemessenen Lichtflusses.

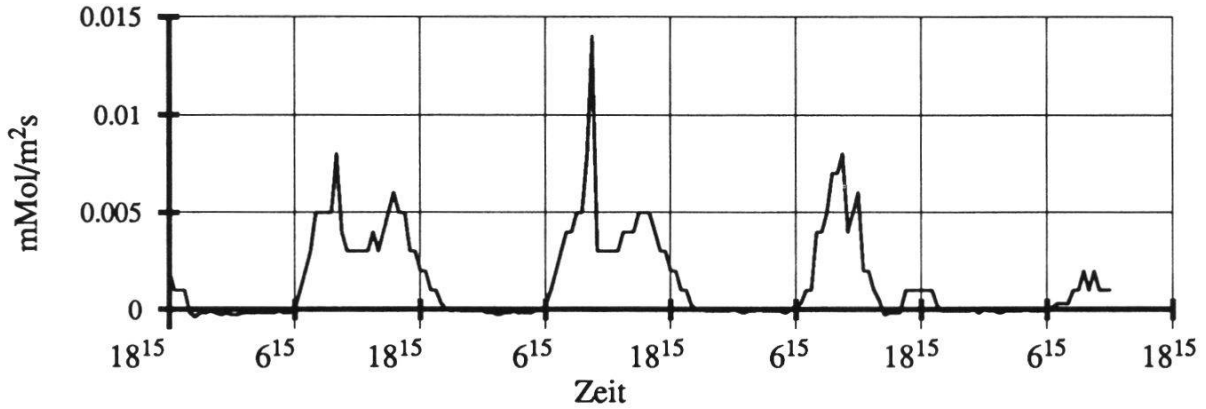
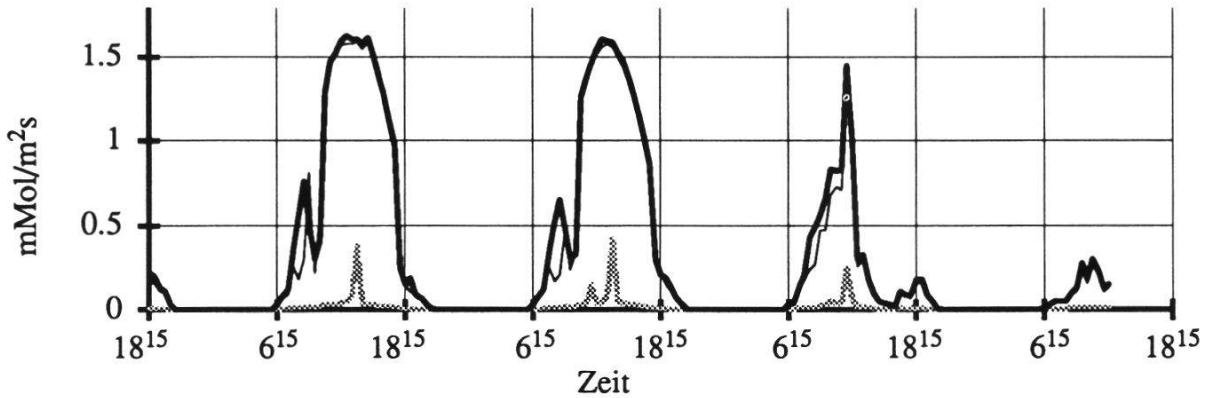


Fig. 18. Lichtfluss auf dem Boden des Waldbestandes 1139 in mMol/m^{2}s.
Flux of photons at the soil surface of the forest plot 1139 in mMol/m^{2}s.



Lichtfluss: ····· Boden; —— 110 cm und ▬ 210 cm über Boden.

Fig. 19. Lichtfluss auf der Schlagfläche 1120 in drei verschiedenen Höhen.
Flux of photons in the clearing plot 1120 at three different heights.

In 110 cm und 210 cm Höhe hingegen waren die Lichtverhältnisse der Schlagfläche sehr gut mit Spitzenwerten in den späten Morgen und in den Nachmittagsstunden (Fig. 19). Der Kurvenverlauf der Quantenfühlermesswerte war in diesen beiden Höhen nahezu identisch. Die höchsten Werte erreichten rund 1.63 mMol/m^{2}s, was dem 116-fachen des höchsten Waldwertes entsprach. Tatsächlich waren die Lichtverhältnisse auf dem Schlag noch um einiges besser, da der Waldspitzenwert ein einmaliges Ereignis bei den halbstündlichen Messungen ohne vergleichbaren Wert bei den übrigen Messungen darstellte.

4.2.1.5. Windverhältnisse

Wie Figur 20 aufzeigen kann, waren die halbstündlich aufsummierten Windgeschwindigkeiten auf dem Schlag im Durchschnitt höher als im Wald (vgl. MITSCHERLICH et al. 1965/66). Die Spitzenwerte wurden aber im Wald (am 8. und 9. August) registriert. Offensichtlich traten im Wald stärkere Böen auf.

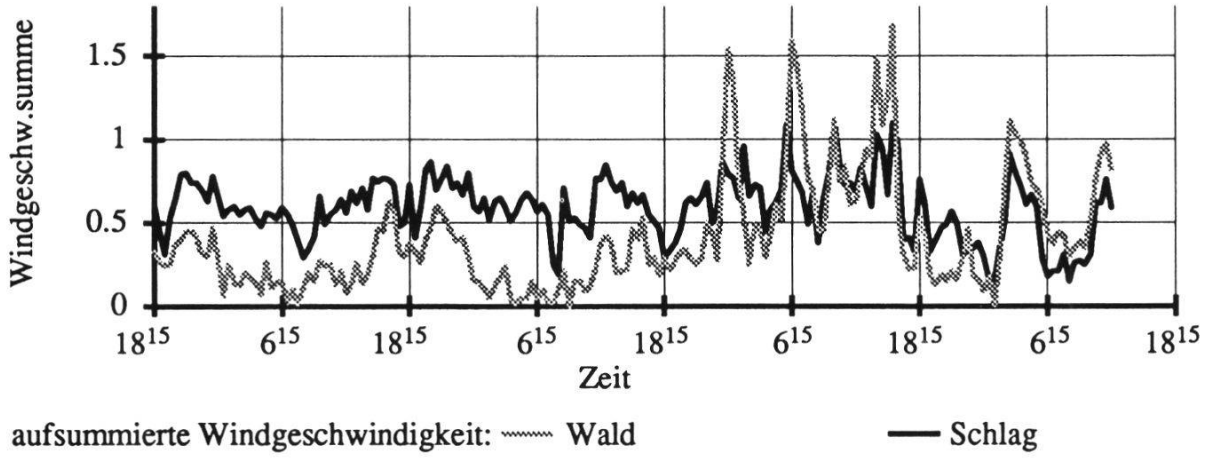


Fig. 20. Vergleich der halbstündlich aufsummierten Windgeschwindigkeiten im Waldbestand und auf der Schlagfläche in 220 cm Höhe.
Comparison of half hourly totaled wind speeds in the forest and the clearing at the height of 220 cm.

4.2.1.6. Regenmessung

Die Regenmessungen liessen keine schlüssigen Aussagen zu, da die Probenzahl - bei der wegen unterschiedlichem Traufwasser wahrscheinlich sehr inhomogenen Verteilung der Regenmenge - zu gering war und zusätzlich im

Wald ein Regenmesser ausfiel. Im Schlag wurden mit den zwei Regenmessern 7.3 mm und 9.1 mm Niederschlag registriert, im Wald waren es 7.1 mm. Die in der Nähe liegende SMA-Messstelle Zürich meldete für diesen Tag einen Wert von 10.3 mm.

4.2.2. Bodenkundliche Untersuchungen

Auf einer Schlagfläche werden die Stickstoffvorräte der Humusdecke infolge der stärkeren Erwärmung und mechanischer Verletzungen rascher mobilisiert als im Wald. Dieser günstige Zustand dauert aber nicht lange. Die rasch mobilisierten Nährstoffe sind bereits nach zwei bis drei Jahren wieder aufgebraucht (ELLENBERG 1986). Mindestens vier der acht genauer untersuchten Schläge hatten zum Zeitpunkt der Bodenprobennahme altershalber dieses Stadium des Nährstoffreichtums bereits überschritten (vgl. Tab. 11). An dieser Stelle sollte aber nicht die Nährstofffreisetzung unmittelbar nach einem Schlag gemessen werden, sondern die durch Hieb verursachten, über Jahre noch andauernden und feststellbaren Boden- und Nährstoffveränderungen an solchen Standorten. Die Resultate stellten dabei eine Momentaufnahme des Frühjahrzustandes anfangs März 1992 in den ersten 40 cm des Bodenprofils dar (Tab. 11).
Sowohl im Wald wie auch auf den Schlagflächen war in den meisten Fällen in zunehmender Tiefe eine deutliche Abnahme der **Nährstoffkonzentrationen** zu verzeichnen (Tab.11). Ausser beim Kalkgehalt war die Nährstoffversorgung in den ersten 40 cm zu diesem Zeitpunkt in der Regel im obersten Horizont am besten. Dies kann folgendermassen erklärt werden: Beim Abbau verschiedener Pflanzenteile vom Spätsommer bis ins Frühjahr wurden vor allem an der Bodenoberfläche Nährstoffe freigesetzt, die erst wieder in der nach der Bodenprobennahme beginnenden Vegetationszeit gezehrt wurden. Anscheinend fand auch keine massive Verlagerung der Nährelemente statt.
Weitere Tendenzen konnten beim Vergleich der Werte von Schlag und Wald beobachtet werden:
Bei den acht **Waldböden** war eine einheitliche **pH-Schichtung** mit saureren Werten im Oberboden festzustellen (Tab. 11), verursacht durch die intensivere Auswaschung in Oberflächennähe (SCHEFFER und SCHACHTSCHABEL 1984). Die Differenz zwischen der obersten und der untersten der untersuchten Schichten betrug durchschnittlich 0.9 pH-Einheiten. Während die ersten zwei Horizonte meist geringe Unterschiede aufwiesen, wurden in 40 cm bereits deutlich höhere pH-Werte gemessen. Demgegenüber wiesen die **pH-Werte**

Tab. 11. Bodenkundliche Untersuchungen auf je acht Schlag- und acht direkt benachbarten Waldflächen auf vergleichbaren Standorten.
Characteristics of the soil of eight clearings and eight adjacent and comparable forest plots.

Probefläche/ Horizont	Schlag-alter	Proben-Tiefe in cm		pH		Kalkversorgungsgrad	
		Schlag	Wald	Schlag	Wald	Schlag	Wald
1130/1		0-6	0-4	5.9	4.8	normal	arm
1130/2	7	8-16	6-12	4.6	4.6	arm	arm
1130/3		24-40	24-40/30	4.8	5.7	arm	mässig
1170/1		0-5	0-5	6.6	5.5	normal	arm
1170/2	6	5-10	5-10	6.3	5.4	normal	arm
1170/3		20-40/30	20-40/30	6.1	6	normal	normal
1410/1		0-4	0-4	6.2	5.3	normal	arm
1410/2	4	-5-10	5-10	5.3	5.1	arm	arm
1410/3		20-40/30	20-40/30	5.6	6.2	mässig	normal
1510/1		0-6	0-8	5.3	4.7	arm	arm
1510/2	3	10-20	10-20	5.1	5	arm	arm
1510/3		20-40	20-40/30	5.5	6.2	arm	normal
1910/1		0-6	0-4	4.1	4.1	arm	arm
1910/2	6	~10	4-10	4.5	4.6	arm	arm
1910/3		25-35/30	20-40/30	5.7	5.1	mässig	arm
2120/1		0-5	0-5	7	4.7	normal	arm
2120/2	3	5-10	5-10	5.9	4.7	normal	arm
2120/3		20-40/30	20-40/30	5.8	5	mässig	arm
2610/1		0-5	0-10	5.2	5.3	arm	arm
2610/2	2	6-17	10-20	5	5.3	arm	arm
2610/3		20-30	20-40/30	5.4	6.6	arm	normal
2930/1		0-4	0-4	5	3.7	arm	arm
2930/2	1	5-15	5-10	4.8	4.4	arm	arm
2930/3		(20)30-45	20-40	5.2	4.5	arm	arm

Probefläche/ Horizont	mg P_2O_5 pro 100g		mg K_2O pro 100g		mg Mg pro 100g		Wassergehalt in %	
	Schlag	Wald	Schlag	Wald	Schlag	Wald	Schlag	Wald
1130/1	1.66	1.05	8.9	4.2	19.3	26.3	62.2	52
1130/2	0.05	0.11	0.6	0.8	2.8	10.9	20.2	22.5
1130/3	0.06	0.07	0.4	0.4	4.5	27.8	16.1	16.4
1170/1	0.23	0.12	7	1.8	24.8	25.7	37.3	34.8
1170/2	0.09	0.06	3.1	0.6	20.2	21.8	30.1	27.1
1170/3	0.06	0.05	0.3	0.5	18.6	24.8	19.5	18.9
1410/1	0.07	0.12	1.9	1.4	21.8	22.9	42.5	32.1
1410/2	0.08	0.08	1.7	0.6	15.4	21.9	28.8	27.3
1410/3	0.05	0.05	0.3	0.3	17.7	20.7	22.9	21.7
1510/1	0.14	0.08	2.8	2.8	21.5	15.4	36	27.1
1510/2	0.05	0.06	0.7	0.7	19.3	11.8	25.8	19.6
1510/3	0.05	0.10	0.6	0.4	21.2	15	19.3	18.9
1910/1	1.72	1.19	5.8	5.2	16.5	18.3	56.3	45.9
1910/2	0.07	0.06	0.4	0.4	2.9	10.1	28.8	23.5
1910/3	0.05	0.05	0.3	0.1	1.4	10.3	19.7	15.6
2120/1	0.17	0.14	2.1	1.8	16.5	10.6	35.1	34
2120/2	0.11	0.06	1	0.4	13.6	5.8	31.9	23.8
2120/3	0.06	0.12	0.4	0.1	8.5	5.4	26	21.2
2610/1	0.10	0.30	5.1	2.9	15.6	8.6	36.4	23.5
2610/2	0.04	0.05	1.9	0.9	7.4	5.7	23.6	22.1
2610/3	0.07	0.05	0.3	0.6	8.3	5	21.6	18.2
2930/1	1.18	0.32	7	3.2	20.4	8	51	46.8
2930/2	0.06	0.07	0.5	0.2	2.7	1.6	24.4	23.5
2930/3	0.05	0.06	0.1	0.1	2.3	0.7	20.8	18.9

Tab. 11 (Forts. - *continued*)

Probefläche/	NO_3-N in mg pro kg TS		NH_4-N in mg pro kg TS		Nmin in mg pro kg TS		Humusgehalt in %	
Horizont	Schlag	Wald	Schlag	Wald	Schlag	Wald	Schlag	Wald
1130/1	5.4	18.5	6.5	11.6	11.9	30.1	31.2	20.7
1130/2	1.6	2.6	6.8	3.2	8.4	5.7	2.6	3.1
1130/3	1.9	0.7	4	3	5.9	3.7	1.3	3.2
1170/1	4.5	6.1	17.1	7.3	21.6	13.5	13.4	11.1
1170/2	0.6	1.4	4.9	7.4	5.5	8.8	6.5	4.6
1170/3	1.8	2.5	0.8	2.9	2.7	5.4	1.9	2.5
1410/1	6.5	3.6	5.2	4.5	11.7	8.1	11.9	8.8
1410/2	4.5	3.3	3.5	6.3	8	9.7	5	8.1
1410/3	1.6	1.2	2.6	3.1	4.2	4.4	2.3	4.8
1510/1	6.2	1.9	9.1	4.2	15.3	6.2	9.8	6.5
1510/2	2	2.1	4.9	5	6.9	7.1	5.4	2.7
1510/3	3.7	1.9	3.8	6.9	7.6	8.8	3.9	2.9
1910/1	17.6	19	26.4	13.4	44.1	32.3	27.8	27.7
1910/2	0.8	1.6	11.3	5.8	12.1	7.4	4.4	4
1910/3	0.3	2.9	1.4	2.2	1.7	5.1	2.9	1.6
2120/1	0.7	10.8	3.1	5.9	3.8	16.6	6.9	9.4
2120/2	2	5.8	4.7	4.2	6.7	10.1	6.6	5.7
2120/3	0.2	2.2	2.2	4.5	2.4	6.7	3.1	2.2
2610/1	2	4.9	3.8	3.7	5.8	8.5	8	5
2610/2	1.6	4.1	3.1	5	4.7	9.1	3.9	3
2610/3	1.8	0.9	6.5	4.3	8.3	5.2	3.3	1.9
2930/1	2.2	7.4	7	6.4	9.2	13.8	26	22
2930/2	1.6	0.9	3.1	2.9	4.7	3.8	6.1	2.2
2930/3	0.5	0.2	2.5	3	3.1	3.2	2.6	0.9

Probefläche/	Bodenart Körnung		Bodenart Humus	
Horizont	Schlag	Wald	Schlag	Wald
1130/1	Schluffboden	Schluffboden	Humusboden	Humusboden
1130/2	toniger Lehm	toniger Lehm	schwach humos	schwach humos
1130/3	Lehmboden	toniger Lehm	humusarm	schwach humos
1170/1	lehmiger Schluff	lehmiger Schluff	humusreich	humusreich
1170/2	Schluffboden	lehmiger Schluff	humos	schwach humos
1170/3	toniger Lehm	lehmiger Ton	humusarm	schwach humos
1410/1	toniger Lehm	Schluffboden	humusreich	humos
1410/2	lehmiger Ton	Schluffboden	humos	humos
1410/3	lehmiger Ton	lehmiger Ton	schwach humos	schwach humos
1510/1	Lehmboden	Lehmboden	humos	humos
1510/2	lehmiger Schluff	toniger Lehm	schwach humos	schwach humos
1510/3	toniger Lehm	toniger Lehm	schwach humos	schwach humos
1910/1	Schluffboden	Schluffboden	Humusboden	Humusboden
1910/2	lehmiger Schluff	Schluffboden	schwach humos	schwach humos
1910/3	Lehmboden	Lehmboden	schwach humos	humusarm
2120/1	toniger Schluff	sandiger Lehm	humos	humos
2120/2	toniger Schluff	toniger Schluff	humos	humos
2120/3	toniger Lehm	toniger Schluff	schwach humos	schwach humos
2610/1	toniger Lehm	Lehmboden	humos	humos
2610/2	Lehmboden	Lehmboden	schwach humos	schwach humos
2610/3	toniger Lehm	toniger Lehm	schwach humos	humusarm
2930/1	Schluffboden	Schluffboden	Humusboden	Humusboden
2930/2	toniger Lehm	Lehmboden	humos	schwach humos
2930/3	Lehmboden	Lehmboden	schwach humos	humusarm

in den Schlagböden keine einheitliche Schichtung auf. Sie waren aber in der Regel basischer als diejenigen der Waldböden. Nur auf der Räumungsfläche 2610 wurden im Vergleich zum direkt benachbarten Waldbestand durchwegs saurere Bedingungen gemessen. Die Ursachen dieser Unterschiede werden in Kapitel 5.2.2. diskutiert.

Auch bezüglich **Kalkversorgung** waren die Waldböden einheitlicher (Tab. 11). Falls in der untersten Schicht dieser Böden keine Zunahme des Versorgungsgrades zu verzeichnen war, so blieben die Verhältnisse wenigstens konstant. Im Schlagboden wurden alle möglichen Fälle von Zunahme über Konstanz bis zu Abnahme der Kalkversorgung in den untersten Schichten beobachtet. Gegenüber dem Wald war hier der Kalkgehalt in den obersten Schichten aber eher besser, in 20 bis 40 cm eher schlechter. Allgemein waren die Probeflächen meistens "arm" an Kalk, zum Teil aber auch "mässig" bis "genügend/normal" versorgt.

Die **Phosphor**- und **Kalium**gehalte der verschiedenen Untersuchungsobjekte erreichten sehr unterschiedliche Werte. Sie waren aber in der obersten Schicht der Schlagfläche meistens höher als in der entsprechenden Schicht der Waldfläche (Tab. 11).

Beim **Magnesium** waren die Werte der vier jüngeren Schläge für alle Horizonte höher als diejenigen der entsprechenden Waldbestände. Bei den vier älteren Schlägen präsentierte sich genau das gegenteilige Bild.

Die **Humusgehalte** erreichten auf den Schlagflächen meistens höhere Werte als im Wald. Dieses eher überraschende Resultat kam durch die Art der Probennahme zustande. Der im Wald vermehrt vorliegende Rohhumus - vor allem aus Laub- und Nadelstreu bestehend - wurde weggewischt. Die selektive Entnahme der obersten Bodenschicht berücksichtigte also nur Mull- und zum Teil Moderhumusformen.

Die verschiedenen **Stickstoffwerte** konnten keine klaren Tendenzen aufzeigen. Durch die hohe räumliche und zeitliche Variabilität der Stickstoffwerte sind allgemeingültige Aussagen schwierig zu belegen (vgl. BILO 1987). Gemäss ELLENBERG (1986) lässt sich das Phänomen der Mineralstickstoff-Mobilisation beim Kahlschlag aber auch nicht durch blossen Vergleich nebeneinanderliegender Probeflächen erklären. Für schlüssige Aussagen über die Dynamik der Mineralstickstoff-Mobilisation beim Kahlschlag wären jahrelange Untersuchungen in ein und derselben Probefläche erforderlich. GLAVAC und KOENIES (1978) gingen sogar noch weiter: Nach ihnen muss bei einem gleichzeitigen Studium der N-Mineralisationsvorgänge in vollbestockten Waldbeständen und benachbarten Kahlschlagflächen die sehr grosse räumliche Varia-

bilität der aktuellen Nmin-Gehalte und der N-Nettomineralisation auch auf kleinstem Raum berücksichtigt werden. Dabei gibt es aber keine Gewissheit, dass sich die Untersuchungen auf die gleiche Grundgesamtheit, d.h. auf einen Boden mit gleicher Entstehungsgeschichte und vergleichbaren Eigenschaften bezieht. Die zweite Möglichkeit ist das Studium ein und derselben Bodenfläche vor und nach Aufräumung des Baumbestandes. Auch hier besteht nach GLAVAC und KOENIES (1978) aufgrund ungleicher Witterungsbedingungen, die die Mineralisationsvorgänge stark beeinflussen, keine Vergleichbarkeit. Deshalb haben sie sich entschieden, die Unterschiede des Mineralstickstoffgehaltes und der N-Nettomineralisation im Wald und auf dem Schlag anhand einer künstlichen Versetzung von Waldbodenmonolithen in benachbarte Schlagflächen zu untersuchen.
Die **Wassergehalte** nahmen nicht nur bei allen untersuchten Bodenprofilen in tieferen Schichten deutlich ab, sie waren auf dem Schlag mit Ausnahme der unteren Schichten der Probefläche 1130 auch durchwegs höher als im benachbarten Wald.
Weiter finden sich in Tabelle 11 Angaben über die Bodenart bezüglich Körnung und Humusgehalt.

4.2.3. Vegetation

Die folgenden Resultate entstammen acht Schlagaufnahmen und den acht zum Vergleich beigezogenen direkt benachbarten Waldflächen auf ähnlichem Standort. Die 16 Vegetationsaufnahmen sind in Tabelle C im Anhang dargestellt.
Auf den acht Schlagaufnahmeflächen à 50 m^2 wurden durchschnittlich rund 57 Pflanzenarten gefunden (Fig. 21). Die ganze Fläche wies im Schnitt ungefähr 23 weitere Arten (sogenannte "Zusatzarten") auf. Gesamthaft ergab dies pro Schlag 80 Arten bei einer mittleren Hiebflächengrösse von 1950 m^2.
Die acht Waldaufnahmen erreichten bei einer mittleren Aufnahmeflächengrösse von 280 m^2 einen Schnitt von 34 Pflanzenarten (Fig. 21). Ganz allgemein konnten also in den durchschnittlich 5.6 mal kleineren Schlagaufnahmeflächen rund 1.7 mal soviel Pflanzenarten gefunden werden.
Für einen Vergleich der Artenverteilung bezüglich den ökologischen Gruppen wurden je die Arten der acht Wald- und der acht Schlagaufnahmen zusammengezählt. Mehrfachnennungen waren möglich, d.h. eine Art, die in allen acht Aufnahmeflächen vorkam, wurde auch achtmal gezählt. Beim nachfolgenden Vergleich wird in Klammern die Differenz der Artenzahlen vom

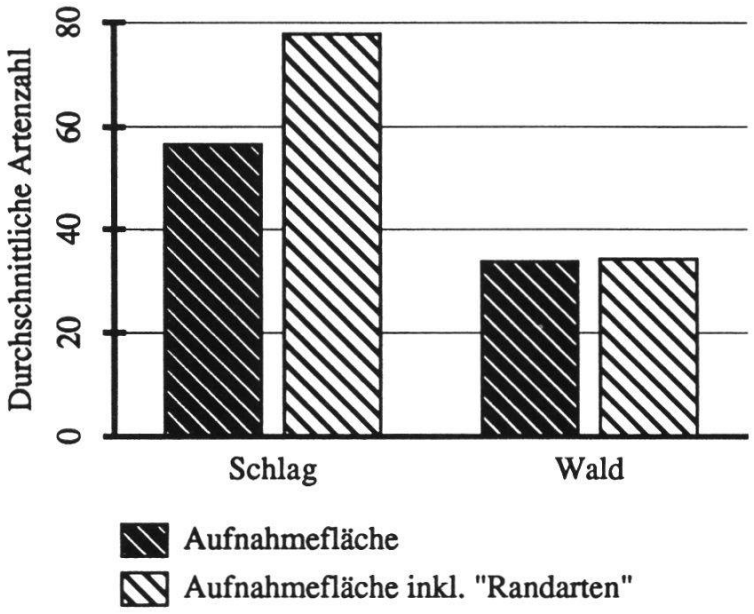


Fig. 21: Vergleich der durchschnittlichen Artenzahl auf den acht Schlag- und den acht direkt benachbarten Waldflächen.
Comparison of the average number of species on the eight clearing areas and in the eight adjacent forest areas.

Schlag zum Wald (Artenzahl Schlag minus Artenzahl Wald) der einzelnen ökologischen Gruppen dargestellt.
Es zeigte sich, dass in den beiden unterschiedlichen Ökosystemen gesamthaft beinahe gleichviele Arten von "einheimischen Bäumen" (+5), "Sträuchern und niederen Holzpflanzen" (-3) sowie "krautigen Waldpflanzen" (-9) wuchsen (Fig. 22 oben). Der grosse Unterschied in der Artenzahl zwischen den Schlägen und den Waldflächen kam vor allem durch die Gruppe der "krautigen Schlag- und Saumpflanzen" (+74), der "Unkraut- und Ruderalpflanzen" (+54), der "Pflanzen feuchter Wiesen und Sumpfpflanzen" (+26) sowie der "Fettwiesenpflanzen" (+28) zustande. Die "Pflanzen magerer Wiesen und Weiden" sowie die "Standortsfremden" ("Gartenflüchtlinge und Kulturpflanzen") waren bei beiden Ökosystemen wegen der geringen Artenzahl und der geringen Stetigkeit vernachlässigbar.
Die relativen Zahlen der ökologischen Gruppen machten die Dominanz der "krautigen Waldpflanzen" in den untersuchten Waldbeständen deutlich (Fig. 22 unten). Mehr als 50% aller Arten der acht Aufnahmeflächen gehörten in diese Gruppe. Auch in den Schlägen konnten die meisten Pflanzenarten den "krautigen Waldpflanzen" zugeordnet werden (28.6%). Sie waren aber auf diesen Pionierstandorten weniger dominierend.
Während im Ökosystem Wald artenzahlmässig auch noch die "einheimischen Bäume" (23.5%) und die "Sträucher und niederen Holzpflanzen" (12.1%) mit

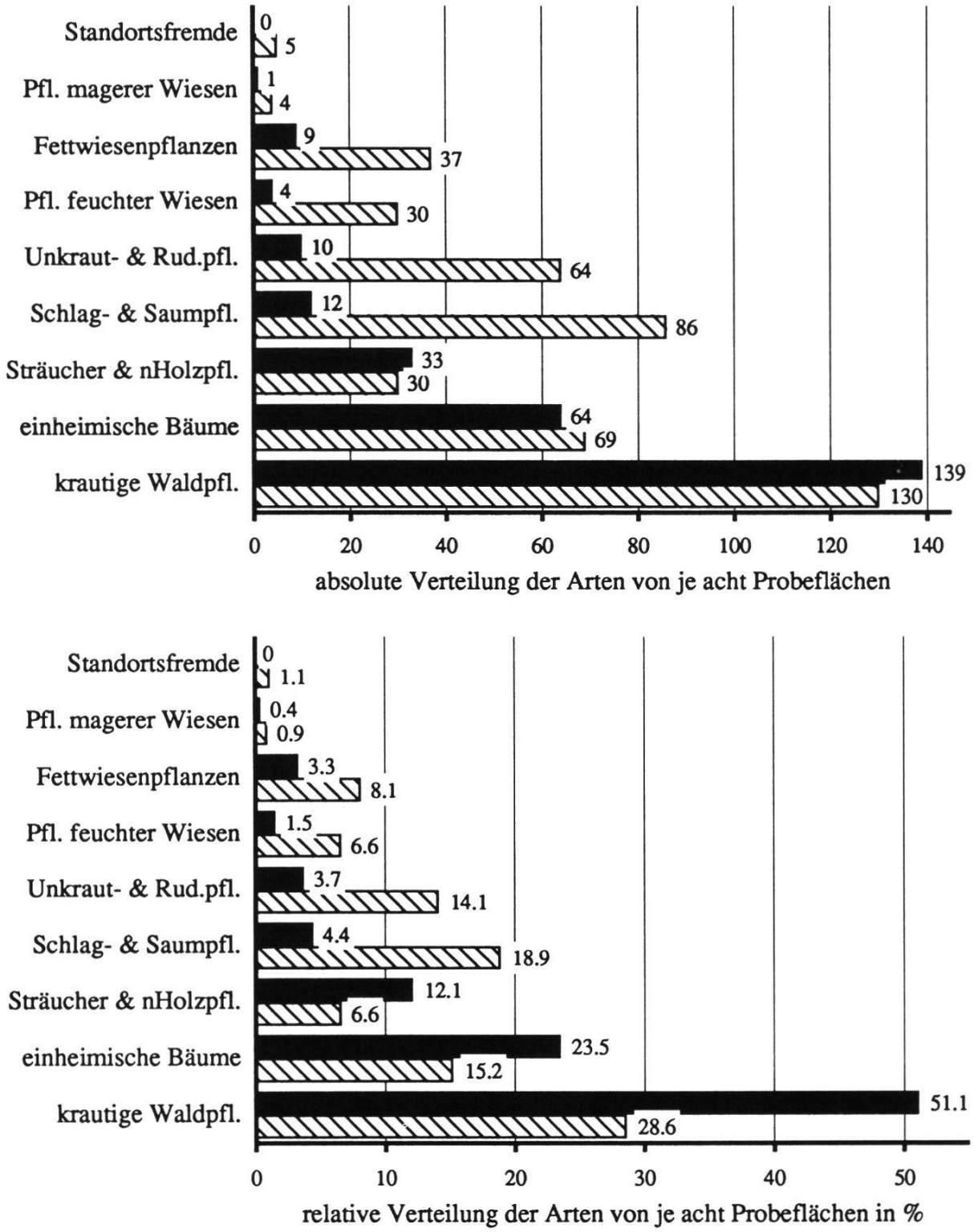


Fig. 22: Verteilung der Pflanzenarten von acht untersuchten Waldbeständen und acht direkt benachbarten Schlägen bezüglich ökologischen Gruppen (in %).
Sträucher & nHolzpfl.: Sträucher und niedere Holzpflanzen
Oben: absolute Verteilung, unten: relative Verteilung.

Waldbestände - *forest stands* Schlagflächen - *woodland clearings*

Distribution of plant species according to ecolocigal groups in eight investigated forest stands and eight adjacent clearings (in %).
Top, absolute distribution; below, relative distribution.

über 10% zu Buche standen, überboten diese Marke in den Schlägen neben den "einheimischen Bäumen" (15.2%) zusätzlich noch die "krautigen Schlag- und Saumpflanzen" (18.9%) und die "Unkraut- und Ruderalpflanzen" (14.1%).
Zusammenfassend kann aus diesen Resultaten geschlossen werden, dass durch die neuen Bedingungen auf dem Schlag nur wenige Pflanzenarten des vorgängigen Waldes verschwanden. Durch das Aufwachsen vieler neuer Arten aus den Gruppen "krautige Schlag- und Saumpflanzen", "Unkraut- und Ruderalpflanzen", "Fettwiesenpflanzen" sowie "Pflanzen feuchter Wiesen und Sumpfpflanzen" entstanden aber ganz neue Pflanzenbestände, die den ehemaligen Bestand in der Krautschicht sozusagen überlagerten.

4.3. SAMENVORRAT

4.3.1. Keimling- und Artenzahlen aller 120 Proben

Gesamthaft keimten in den 120 Proben 6286 Samen von mindestens 86 verschiedenen Arten (Tab. 12). Zusätzlich konnten auf allen Untersuchungsobjekten aus Sporen hervorgegangene Farnpflanzen und auch zum Teil Moose nachgewiesen werden. Sie wurden jedoch aus den in Kapitel 3.3. genannten Gründen nicht weiter berücksichtigt.
69.4% aller Keimlinge (4362 Individuen) wurden im ersten Jahr (1991) protokolliert (Tab. 12). Sie gehörten mindestens 67 verschiedenen Arten an. Im zweiten Jahr keimten 19 neue Arten, gesamthaft mindestens 69 verschiedene Arten. Die 1924 Individuen des zweiten Jahres machten noch 30.6% der Keimlinge beider Jahre aus.
Das Bestimmen der zarten kleinen Pflänzchen bereitete zum Teil einige Schwierigkeiten und war manchmal auch gar nicht möglich. Die Gattungszugehörigkeit konnte aber meistens festgestellt werden. Nur bei 34 Keimlingen (Sp. sp.) war aus verschiedenen Gründen überhaupt keine Bestimmung möglich (Tab. 12). Auf eine Unterscheidung von *Viola silvestris* und *V. riviniana* sowie *Juncus effusus* und *J. conglomeratus* wurde verzichtet, da der meist geringe Entwicklungsstand der Individuen keine sichere Zuordnung zuliess. Besondere Probleme bereitete auch das Ansprechen der *Betula*- und *Sambucus*-Arten. Sie wurden deshalb als *Betula* sp. und *Sambucus* sp. zusammengefasst und nur als eine Art in der Auswertung berücksichtigt. Bei den wegen ungenügendem Entwicklungsstand nicht genau identifizierbaren

Arten der Gattungen *Epilobium, Hypericum, Poa* und *Sonchus* dürfte es sich um keine neuen Arten, sondern um in einem anderen Entwicklungsstand bereits eindeutig identifizierte Keimlinge gehandelt haben. Die anderen nur auf Gattungsniveau erfolgten Bestimmungen waren wahrscheinlich zusätzliche Arten.
Das Auszählen der Keimlinge war nicht immer einfach. Probleme tauchten vor allem bei der horstbildenden Art *Poa annua* und dem ausläufertreibenden Gras *Calamagrostis epigeios* auf. Da die Pflanzen zum Bestimmen auswachsen gelassen wurden, konnte bei der Kontrolle zum Teil nicht mehr sicher festgestellt werden, ob es sich um Seitentriebe oder um gekeimte Neupflanzen handelte. Da bei den nachfolgenden Auswertungen nur Präsenz oder Absenz einer Art pro Probe berücksichtigt wurde, spielte diese Fehlerquelle aber nur beim Bestimmen des Samenvorrates eine Rolle.

4.3.2. Keimlingzahlen (Samendichte) und Artenzahlen der einzelnen Untersuchungsobjekte

Die Bodenproben aller Untersuchungsobjekte wiesen untereinander eine sehr grosse Heterogenität bezüglich Keimling- und Artenzahl wie auch Keimlingverteilung bezüglich der Arten auf (vgl. Fig. 23 und Tab. 13). Die extremsten Proben wurden im Fichtenforst (Ff) gefunden, keimten in einer Probe dieses

Fig. 23. Samenvorratversuch. Heterogenität der Keimlinge in drei verschiedenen Bodenproben vom gleichen Untersuchungsobjekt.
Seed pool experiment. Heterogeneity of seedlings in three different soil samples of the same study site.

Tab. 12. Ergebnisse der direkten Keimungsmethode 1991/1992. Die Keimlingzahlen konnten für jedes der acht Untersuchungsobjekte aus 15 Proben à 950 cm^3, die anfangs März 1991 entnommen wurden, ermittelt werden.
Kursiv-fettgedruckte Keimlingzahlen symbolisieren Arten, die nur im Samenvorratversuch keimten, in der aktuellen Vegetation der entsprechenden Untersuchungsfläche aber fehlten.
Results of the direct germinating method 1991/1992. The number of seedlings from 15 samples of 950 cm^3 from each of the eight study sites were counted. The samples were taken at the beginning of March, 1991.
***Bold italic** numbers show species, which germinated in the seed pool experiment, but were absent in the standing vegetation of the plot.*

Fläche	1130		1139		1120o		1120u		Ff		1511.1		1511.2		1519		Summe		Sum	Ökologische
Art **Jahr**	91	92	91	92	91	92	91	92	91	92	91	92	91	92	91	92	91	92	tot	Gruppen
Acer pseudoplatanus			1														1	0	1	einheimische Bäume
Ajuga reptans															9	5	9	5	14	Fettwiesenpflanzen
Arabidopsis thaliana										***2***							0	2	2	Unkraut- & Ruderalpfl.
Arctium minus							***1***										1	0	1	Unkraut- & Ruderalpfl.
Atropa belladonna	21		***1***		23	1	81	10	***9***	***1***					***1***		136	12	148	krautige Schlag- & Saumpfl.
Betula sp.				***1***					***5***	***1***	2		9		***16***		32	2	34	einheimische Bäume
Brachypodium silvaticum					77	2	16				60	16	2				155	18	173	krautige Waldpflanzen
Buddleja davidii										***1***							0	1	1	Gartenflüchtlinge&Kulturpfl.
Calamagrostis epigeios	261	38			422	75	218	29	***21***	***8***						***7***	922	157	1079	krautige Schlag- & Saumpfl.
Cardamine flexuosa														1	***1***	***5***	1	6	7	krautige Schlag- & Saumpfl.
Cardamine hirsuta							***1***							***2***			1	2	3	Unkraut- & Ruderalpfl.
Carex digitata													13		***11***		24	0	24	krautige Waldpflanzen
Carex flacca			***5***	***12***					***4***	***4***		10	3	8			12	34	46	krautige Waldpflanzen
Carex pallescens		2									1			24			1	26	27	krautige Schlag- & Saumpfl.
Carex pendula			***6***			7			***65***	***10***	4		206	4	5		286	21	307	krautige Waldpflanzen
Carex pilosa	5		15	8	1	4	2	1	***30***	***7***							53	20	73	krautige Waldpflanzen
Carex remota				***2***	7						1						8	2	10	krautige Waldpflanzen
Carex silvatica	***1***		***8***	***5***	14	34	6	9	***9***	***1***	120	81	176	89	103	85	437	304	741	krautige Waldpflanzen
Carex sp.					1						2		1		***2***		6	0	6	Nicht bestimmte Pfl.
Carpinus betulus											2		3		2	1	7	1	8	einheimische Bäume
Centaurium umbellatum														12			0	12	12	krautige Schlag- & Saumpfl.
Cerastium caespitosum					4												4	0	4	Fettwiesenpflanzen

Tab. 12. (Forts. - *continued*)

Fläche	1130		1139		1120o		1120u		Ff		1511.1		1511.2		1519		Summe		Sum	Ökologische
Art **Jahr**	91	92	91	92	91	92	91	92	91	92	91	92	91	92	91	92	91	92	tot	Gruppen
Circaea lutetiana								1									0	1	1	krautige Waldpflanzen
Cirsium arvense	2				64	63	91	23	*2*	*12*	2						161	98	259	Unkraut- & Ruderalpfl.
Cirsium palustre											66	2	3	7			69	9	78	Pfl. feuchter Wiesen
Cirsium vulgare	3				1		2		*1*			1					7	1	8	krautige Schlag- & Saumpfl.
Deschampsia caespitosa									*1*	*1*							1	1	2	Pfl. feuchter Wiesen
Deschampsia flexuosa									*5*								5	0	5	krautige Waldpflanzen
Digitalis purpurea		*1*															0	1	1	krautige Schlag- & Saumpfl.
Epilobium adenocaulon	*1*				3	8		11				*2*	*2*	*8*			6	29	35	Unkraut- & Ruderalpfl.
Epilobium adnatum							1										1	0	1	Unkraut- & Ruderalpfl.
Epilobium montanum						1	1	2			1						2	3	5	krautige Schlag- & Saumpfl.
Epilobium parviflorum					76	91	57	46		*1*	9	7	1	1			143	146	289	Pfl. feuchter Wiesen
Epilobium roseum					3	5	3	8						*1*		*1*	6	15	21	Unkraut- & Ruderalpfl.
Epilobium sp.			*2*		138	33	197	11			5		1				343	44	387	Nicht bestimmte Pfl.
Erigeron canadensis	*2*			*2*		1			*1*	*1*	1	4		1			4	9	13	Unkraut- & Ruderalpfl.
Erigeron sp.		*1*															0	1	1	Unkraut- & Ruderalpfl.
Fagus silvatica	3		2				2										7	0	7	einheimische Waldbäume
Festuca gigantea					8						17						25	0	25	krautige Waldpflanzen
Fragaria vesca									*1*		15	8	3	2	*2*		21	10	31	krautige Schlag- & Saumpfl.
Fraxinus excelsior	1											2		2		2	1	6	7	einheimische Waldbäume
Galium odoratum																2	0	2	2	krautige Waldpflanzen
Geranium robertianum					1												1	0	1	krautige Schlag- & Saumpfl.
Geum urbanum																	0	0	0	krautige Waldpflanzen
Hieracium aurantiacum				*1*													0	1	1	Pfl. magerer Wiesen
Hypericum humifusum																*2*	0	2	2	krautige Schlag- & Saumpfl.
Hypericum perforatum			*3*	*2*	3	2	3	3			3		1	1	*4*	*3*	17	11	28	Pfl. magerer Wiesen
Hypericum sp.				*1*													0	1	1	Nicht bestimmte Pfl.
Impatiens parviflora	4				2	1					14	2	1				21	3	24	Unkraut- & Ruderalpfl.

Tab. 12. (Forts. - *continued*)

Fläche	1130		1139		1120o		1120u		Ff		1511.1		1511.2		1519		Summe		Sum	Ökologische
Art **Jahr**	91	92	91	92	91	92	91	92	91	92	91	92	91	92	91	92	91	92	tot	Gruppen
Juncus articulatus													***1***				1	0	1	Pfl. feuchter Wiesen
Juncus effusus	29	3	***186***	***96***					***145***	***51***	143	3	154	70	***5***	***2***	662	225	887	Pfl. feuchter Wiesen
Lamium montanum															3		3	0	3	krautige Waldpflanzen
Lapsana communis														***2***			0	2	2	krautige Schlag- & Saumpfl.
Lathyrus silvester s.l.												***1***					0	1	1	krautige Schlag- & Saumpfl.
Lotus corniculatus									***2***								2	0	2	Fettwiesenpflanzen
Luzula nemorosa		2				1					***1***						1	3	4	krautige Waldpflanzen
Luzula pilosa	4									***1***	1	1	14		12		31	2	33	krautige Waldpflanzen
Lysimachia nemorum	***1***				2	1	5	1			4	2			3		15	4	19	krautige Waldpflanzen
Moeringia trinervia	***33***	***2***			2	1	1		***2***		***10***		***2***				50	3	53	krautige Schlag- & Saumpfl.
Mycelis muralis					1					***1***							1	1	2	krautige Waldpflanzen
Oxalis acetosella	***2***										6	1		2	11	16	19	19	38	krautige Waldpflanzen
Oxalis europaea		***1***								***9***		***97***		***10***		***31***	0	148	148	Unkraut- & Ruderalpfl.
Paulownia tomentosa									***1***								1	0	1	Gartenflüchtlinge&Kulturpfl.
Phyteuma spicatum												5		1	2	13	2	19	21	krautige Waldpflanzen
Plantago lanceolata														***1***			0	1	1	Fettwiesenpflanzen
Plantago major					34	23	22	29			19		4				79	52	131	Unkraut- & Ruderalpfl.
Poa annua				***1***	36	57	28	12	***4***	***33***	78	14					146	117	263	Unkraut- & Ruderalpfl.
Poa sp.											***8***						8	0	8	Nicht bestimmte Pfl.
Poa trivialis												***1***			***1***		1	1	2	Fettwiesenpflanzen
Potentilla sterilis											5	1	7	2	16	9	28	12	40	krautige Waldpflanzen
Primula elatior																7	0	7	7	krautige Waldpflanzen
Prunella vulgaris					5	8	4	2			16	23					25	33	58	Fettwiesenpflanzen
Rubus fruticosus s.l.	11	1	***12***	***7***		5	1		***1***	***1***	1		1	1	11		38	15	53	Sträucher&niedereHolzpfl.
Rubus idaeus	3		***6***		4		4		***4***		21		15	1	13		70	1	71	Sträucher&niedereHolzpfl.
Rumex sanguineus									***20***	***1***							20	1	21	krautige Schlag- & Saumpfl.
Sagina procumbens										***1***							0	1	1	Unkraut- & Ruderalpfl.

Tab. 12. (Forts. - *continued*)

Fläche	1130		1139		1120o		1120u		Ff		1511.1		1511.2		1519		Summe		Sum	Ökologische
Art / **Jahr**	91	92	91	92	91	92	91	92	91	92	91	92	91	92	91	92	91	92	tot	Gruppen
Salix caprea													1	2			1	2	3	einheimische Waldbäume
Salix sp.					1										***2***		3	0	3	Nicht bestimmte Pfl.
Sambucus sp.					***1***												1	0	1	Sträucher&niedereHolzpfl.
Senecio silvaticus		1												***1***			0	2	2	krautige Schlag- & Saumpfl.
Senecio vulgaris s.l.					4												4	0	4	Unkraut- & Ruderalpfl.
Solanum dulcamara					2	10											2	10	12	krautige Schlag- & Saumpfl.
Solidago canadensis				***1***						***1***						***1***	0	3	3	Unkraut- & Ruderalpfl.
Solidago serotina		***1***										1					0	2	2	Pfl. feuchter Wiesen
Sonchus asper					15	4	17	13	***1***		2	1	1			***1***	36	19	55	Unkraut- & Ruderalpfl.
Sonchus oleraceus	***1***					***6***											1	6	7	Unkraut- & Ruderalpfl.
Sonchus sp.												***2***					0	2	2	Unkraut- & Ruderalpfl.
Sp. sp.		***1***	***1***		***10***		***6***		***1***	***1***	***4***		***6***	***1***	***3***		31	3	34	Nicht bestimmte Pfl.
Stachys alpina	***1***																1	0	1	krautige Schlag- & Saumpfl.
Stellaria media						***4***				***21***		***1***					0	26	26	Unkraut- & Ruderalpfl.
Taraxacum officinale			***1***		5	2	1	1			2						9	3	12	Fettwiesenpflanzen
Veronica montana					2										64	68	66	68	134	krautige Waldpflanzen
Veronica officinalis	2	2	***1***	***2***		1	5	1	***9***	***2***	18	6	9	3	***4***	***3***	48	20	68	krautige Waldpflanzen
Viola silvestris			***10***	***5***	1		1	5			3	18	4	7		36	19	71	90	krautige Waldpflanzen
Keimlingssumme	391	56	260	146	973	451	777	218	344	173	667	313	644	267	306	300	4362	1924	6286	
Keimlingssumme 91+92	447		406		1424		995		517		980		911		606		6286			
Artenzahl	21	13	16	15	34	27	28	20	24	25	35	28	28	28	25	21				
Artenzahl 91+92	29		23		41		30		33		46		40		35					

Bestandes doch nur drei Samen, in einer anderen aber 193 (Tab. 13). Trotzdem konnten im Durchschnitt Unterschiede zwischen den Proben der Schlagflächen und denjenigen der direkt benachbarten Waldbestände beschrieben werden:

- Die **durchschnittliche Samendichte**, ermittelt aus der Anzahl der gekeimten Samen innerhalb zweier Vegetationsperioden in je 15 Proben lag zwischen 2848 (Mischwald 1139) und 9989 Samen pro m^2 (Schlag 1120 oben) (Tab. 14). Sie war auf der Schlagfläche zwischen 1.1 und 2.75 mal so gross wie in der unmittelbar benachbarten Waldfläche. Der kleinste Quotient von 1.1 zwischen dem Schlag 1130 und dem Mischwald 1139 könnte durch die leicht unterschiedliche Behandlung dieser 30 Proben gegenüber den Proben der anderen Untersuchungsobjekte verursacht worden sein. Das leichte Mörsern der harten Erdklumpen vor dem Sieben zerstörte eventuell gewisse keimfähige Samen und führte damit zu einer selektiven Auswahl weniger empfindlicher Samen. In diesem Sinne können aber auch die in diesen Proben geringeren Keimlingzahlen gegenüber den anderen Untersuchungsflächen interpretiert werden.
- Die **durchschnittliche Artenzahl pro Bodenprobe** ergab Werte zwischen 5.4 (Schlag 1130) und 13.1 Arten (Schlag 1511.1) (Tab. 13). In den 30 Proben des Schlages 1120 wurden durchschnittlich mehr Arten pro Bodenprobe gefunden als im danebenliegenden Fichtenforst. Bei den Untersuchungsobjekten in Urdorf waren die Proben mitten im Schlag (1511.1) durchschnittlich artenreicher als im Waldbestand (1519), die Proben des Schlagrandes (1511.2) aber leicht artenärmer. Der Mischwald 1139 war mit durchschnittlich 5.7 Arten leicht artenreicher als der Schlag 1130 (5.4 Arten).
- In den 15 Proben der einzelnen Untersuchungsobjekte keimten **gesamthaft** zwischen 23 (Mischwald 1139) und 47 verschiedenen **Arten** (Schlag 1511.1) (Tab. 13). Ausser in der unten liegenden Fläche des Untersuchungsobjektes 1120 keimten aus den Bodenproben der Schlagfläche total mehr Arten als aus denjenigen der entsprechenden Waldbestände (Tab. 13). Die Unterschiede zwischen den entsprechenden Untersuchungsobjekte waren aber mit sechs bis elf Arten relativ klein. Sie fielen viel geringer aus als die Differenzen zwischen den Artenzahlen der entsprechenden Bestände in der aktuellen Vegetation (Tab. 15). Hier konnte der extremste Fall beim Vergleich des Fichtenforstes mit dem Schlag 1120 beobachtet werden. Während der noch relativ junge Fichtenforst eine reine Monokultur ohne Unterwuchs darstellte, konnten in der Schlagfläche 118 Arten bestimmt werden.

Tab. 13. Minimale, durchschnittliche und maximale Keimlingzahlen sowie Artenzahlen der 15 Bodenproben pro Untersuchungsobjekt.
Zusätzlich wurden die entsprechen Schlag- und Waldproben bezüglich dem Artentotal (AT) miteinander verglichen.
Minimum, mean and maximum number of seedlings and species of the 15 soil samples of each study site investigated. The total number of species (AT) in the clearing and corresponding forest plot samples are compared as well.

Unters.-objekt	Keimlingzahlen der einzelnen Proben				Artenzahlen der einzelnen Proben				Vergleich AT Schlag/Wald
	Min	ø	Max	Total	Min	ø	Max	Total	
1130	6	29.8	99	447	2	5.4	11	29	1.26x
1139 (MW)	7	27.1	51	406	4	5.7	8	23	
1120 o	30	94.9	171	1424	7	12.6	18	42	1.27x
1120 u	7	66.3	175	995	5	9.1	14	30	0.91x
Ff	3	34.5	193	517	2	6.7	13	33	
1511.1	37	65.3	96	980	8	13.1	19	46	1.31x
1511.2	33	60.7	95	911	5	10.0	15	41	1.17x
1519	22	40.4	69	606	7	10.9	15	35	

Tab. 14. Durchschnittliche Samendichte pro m^2 mit Standardabweichung ermittelt aus 15 Bodenproben pro Untersuchungsobjekt.
Average seed pool per m^2 with standard devition computed from results of 15 soil samples per study site.

Untersuchungs-objekt	Samendichte pro m2 (ø)	Standard-Abweich.	Vergleich Schlag/Wald
1130	3136	648.8	1.10x
1139	2848	409.2	
1120 o	9989	1083.5	2.75x
1120 u	6980	1609.5	1.92x
Ff	3627	1280.9	
1511.1	6875	538.5	1.62x
1511.2	6391	627.3	1.50x
1519	4251	412.7	

Tab. 15. Vergleich der Pflanzenarten der aktuellen Vegetation (akt. Veg.) mit den keimfähigen Samenarten in den entsprechenden Bodenproben.
Comparison of the plant species in the standing vegetation (akt. Veg.) and the species which germinated in the corresponding soil samples.

Artenzahl.	1130	1139	1120 o	1120 u	Ff	1511.1	1511.2	1519
- der akt. Veg. ohne Sporenpflanzen	52	14	117	117	1	88	88	35
- der Samen aus 15 Bodenproben	29	23	42	30	33	46	41	35
- der gemeinsamen Arten (a)	16	3	38	27	0	37	31	17
- Arten nur im Samenvorrat (b)	13	20	4	3	33	9	10	18
- Arten nur in Vegetation	36	11	79	90	1	51	57	18
Quotient a/b	**1.2**	**0.2**	**9.0**	**9.0**	**0.0**	**4.1**	**3.1**	**0.9**

4.3.3. Verteilung der gekeimten Arten nach den ökologischen Gruppen

In Tabelle 16 ist die prozentuale Verteilung der gekeimten Arten bezüglich ihren ökologischen Gruppen dargestellt. Die Prozente wurden aber nicht mit den effektiven Keimlingzahlen errechnet, sondern nach Präsenz und Absenz der einzelnen Arten in den 15 Proben ermittelt (vgl. Tab. 17). So konnten überhöhte Keimlingzahlen gewisser Arten in einzelnen Proben ausgeglichen werden. Gesamthaft erlangten die Keimlinge von "krautigen Waldpflanzen" die grösste Bedeutung mit durchschnittlich 31.9%. Aber auch die "Unkraut- und Ruderalpflanzen", die "krautigen Schlag- und Saumpflanzen" sowie die "Pflanzen feuchter Wiesen und Sumpfpflanzen" waren in den einzelnen Proben im Schnitt mit 18.9% bzw. 14.5% und 12.5% gut vertreten.
In den Waldbeständen erreichten die "einheimischen Waldbäume", die "krautigen Waldpflanzen" und die "Sträucher und niederen Holzpflanzen" durchwegs höhere Prozentwerte als in den entsprechenden Schlagflächen (vgl. Tab. 16 und 17). Demgegenüber erlangten in den Schlägen die "krautigen Schlag- und Saumpflanzen" sowie die "Unkraut und Ruderalpflanzen" die grössere Bedeutung. Die anderen Gruppen wiesen im Vergleich Wald-Schlag keine einheitlichen Tendenzen auf. Der Anteil der nicht bestimmbaren Pflanzen lag zwischen 1.2% und 11.7%.

Tab. 16. Prozentuale Verteilung der gekeimten Arten bezüglich ihren ökologischen Gruppen, errechnet nach Präsenz und Absenz in den 15 Proben pro Untersuchungsobjekt. Die Extremwerte jeder Probefläche sind **fett** gedruckt.
Distribution of the germinated species according to their ecological groups in percentage, calculated according to presence and absence in the 15 samples per study site. The extremata are printed ***bold****.*

Untersuchungsobjekt	1130	1139	1120 o	1120 u	Ff	1511.1	1511.2	1519	Total
einheimische Waldbäume	2.5	3.5	0.0	0.7	6.0	2.6	8.7	8.5	4.1
krautige Waldpflanzen	16.0	**44.7**	19.6	12.4	**34.0**	**32.1**	**43.3**	**53.0**	31.9
Sträucher & niedere Holzpfl.	11.1	16.5	3.7	3.6	5.0	6.1	6.7	10.4	7.9
krautige Schlag- & Saumpfl.	**39.5**	1.2	14.8	23.4	15.0	7.7	8.0	6.7	14.5
Unkraut- & Ruderalpflanzen	13.6	4.7	**33.9**	**32.1**	20.0	24.5	12.7	9.8	18.9
Pfl. magerer Wiesen	0.0	5.9	1.1	3.6	0.0	1.5	1.3	1.8	1.9
Pfl. feuchter Wiesen	16.0	17.6	7.9	9.5	15.0	16.8	14.7	2.4	12.5
Fettwiesenpflanzen	0.0	1.2	7.4	2.9	1.0	3.6	0.7	3.0	2.5
Gartenflüchtlinge&Kulturpfl.	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.3
Nicht bestimmbare Pflanzen	1.2	4.7	11.6	11.7	2.0	5.1	4.0	4.3	5.6

Tab. 17. Präsenz der gekeimten Arten in den 15 Proben pro Untersuchungsobjekt. Die Arten sind nach den ökologischen Gruppen geordnet.
In der Kolonne "Wald" ist die Keimlingpräsenz der einzelnen Arten in den Proben der drei Waldbestände (45 Proben) in Prozent angegeben, in der Kolonne "Schlag" dementsprechend für die fünf untersuchten Schlagflächen (75 Proben).
Presence of the germinated species in the 15 samples per study site. The species are classified by ecological groups.
In the column "Wald" the seedling presence of each species in the samples of three forest plots (45 samples) is indicated in percent, and likewise in the column "Schlag" for the five investigated clearings (75 samples).

Art	1130	1139	1120o	1120u	Ff	1511.1	1511.2	1519	Total	Wald	Schlag
Acer pseudoplatanus		1							**1**	2.2	0.0
Betula sp.		1			6	2	6	9	**24**	35.6	10.7
Carpinus betulus						2	2	3	**7**	6.7	5.3
Fagus silvatica	1	1		1					**3**	2.2	2.7
Fraxinus excelsior	1					1	2	2	**6**	4.4	5.3
Salix caprea							3		**3**	0.0	4.0
Total einh. Waldbäume	**2**	**3**	**0**	**1**	**6**	**5**	**13**	**14**	**44**	**8.5**	**4.7**
Brachypodium silvaticum			10	2		12	2		**26**	0.0	34.7
Carex digitata							3	6	**9**	13.3	4.0
Carex flacca		10			5	2	5		**22**	33.3	9.3
Carex pendula		2	1		7	1	13	1	**25**	22.2	20.0
Carex pilosa	2	10	2	3	11				**28**	46.7	9.3
Carex remota		2	3			1			**6**	4.4	5.3
Carex silvatica	1	5	9	3	6	14	15	15	**68**	57.8	56.0
Circaea lutetiana				1					**1**	0.0	1.3
Deschampsia flexuosa					1				**1**	2.2	0.0
Festuca gigantea			4			3			**7**	0.0	9.3
Galium odoratum								2	**2**	4.4	0.0
Geum urbanum						1			**1**	0.0	1.3
Lamium montanum								3	**3**	6.7	0.0
Luzula nemorosa	1		1			1			**3**	0.0	4.0
Luzula pilosa	4				1	1	7	6	**19**	15.6	16.0
Lysimachia nemorum	1		2	4		3		3	**13**	6.7	13.3
Mycelis muralis			1		1				**2**	2.2	1.3
Oxalis acetosella	2					4	1	12	**19**	26.7	9.3
Phyteuma spicatum						3	1	4	**8**	8.9	5.3
Potentilla sterilis						4	6	7	**17**	15.6	13.3
Primula elatior								3	**3**	6.7	0.0
Veronica montana			2					10	**12**	22.2	2.7
Veronica officinalis	2	3	1	1	2	7	6	5	**27**	22.2	22.7
Viola silvestris		6	1	3		6	6	10	**32**	35.6	21.3
Total krautige Waldpfl.	**13**	**38**	**37**	**17**	**34**	**63**	**65**	**87**	**354**	**14.7**	**10.8**
Rubus fructicosus s.l.	6	9	2	1	2	1	2	7	**30**	40.0	16.0
Rubus idaeus	3	5	4	4	3	11	8	10	**48**	40.0	40.0
Sambucus sp.			1						**1**	0.0	1.3
Total Sträucher&nHolzpfl.	**9**	**14**	**7**	**5**	**5**	**12**	**10**	**17**	**79**	**26.7**	**19.1**

Tab. 17. (Forts. - *continued*)

Art	1130	1139	1120o	1120u	Ff	1511.1	1511.2	1519	Total	Wald	Schlag
Atropa belladonna	5	1	8	12	5			1	**32**	15.6	33.3
Calamagrostis epigeios	15		15	14	5			1	**50**	13.3	58.7
Cardamine flexuosa							1	6	**7**	13.3	1.3
Carex pallescens	1					1	1		**3**	0.0	4.0
Centaurium umbellatum							3		**3**	0.0	4.0
Cirsium vulgare	2		1	2	1	1			**7**	2.2	8.0
Digitalis purpurea	1								**1**	0.0	1.3
Epilobium montanum			1	3		1			**5**	0.0	6.7
Fragaria vesca					1	8	3	1	**13**	4.4	14.7
Geranium robertianum			1						**1**	0.0	1.3
Hypericum humisfusum								2	**2**	4.4	0.0
Lapsana communis							2		**2**	0.0	2.7
Lathyrus silvester s.l.						1			**1**	0.0	1.3
Moeringia trinervia	6		1	1	2	3	1		**14**	4.4	16.0
Rumex sanguineus					1				**1**	2.2	0.0
Senecio silvaticus	1						1		**2**	0.0	2.7
Solanum dulcamara			1						**1**	0.0	1.3
Stachys alpina	1								**1**	0.0	1.3
Total krautig Schlagpfl.	**32**	**1**	**28**	**32**	**15**	**15**	**12**	**11**	**146**	**3.3**	**8.8**
Arabidopsis thaliana					1				**1**	2.2	0.0
Arctium minus				1					**1**	0.0	1.3
Cardamine hirsuta				1			1		**2**	0.0	2.7
Cirsium arvense	1		14	14	5	2			**36**	11.1	41.3
Epilobium adenocaulon	1		7	6		1	4		**19**	0.0	25.3
Epilobium adnatum				1					**1**	0.0	1.3
Epilobium roseum			6	5			1	1	**13**	2.2	16.0
Erigeron canadensis	2	2	1		2	4	1		**12**	8.9	10.7
Erigeron sp.	1								**1**	0.0	1.3
Impatiens parviflora	4		2			9	1		**16**	0.0	21.3
Oxalis europaea	1				4	13	8	13	**39**	37.8	29.3
Plantago major			8	2		3	2		**15**	0.0	20.0
Poa annua		1	12	5	3	12			**33**	8.9	38.7
Sagina procumbens					1				**1**	2.2	0.0
Senecio vulgaris s.l.			2						**2**	0.0	2.7
Solidago canadensis		1			1			1	**3**	6.7	0.0
Sonchus asper			9	9	1	2	1	1	**23**	4.4	28.0
Sonchus oleraceus	1		1						**2**	0.0	2.7
Sonchus sp.						1			**1**	0.0	1.3
Stellaria media			2		2	1			**5**	4.4	4.0
Total Unk-&Ruderalpfl.	**11**	**4**	**64**	**44**	**20**	**48**	**19**	**16**	**226**	**4.4**	**12.4**
Hieracium aurantiacum		1							**1**	2.2	0.0
Hypericum perforatum		4	2	5		3	2	3	**19**	15.6	16.0
Total Pfl. magerer Wiesen	**0**	**5**	**2**	**5**	**0**	**3**	**2**	**3**	**20**	**8.9**	**8.0**
Cirsium palustre						14	5		**19**	0.0	25.3
Deschampsia caespitosa					2				**2**	4.4	0.0
Epilobium parviflorum			15	13	1	7	1		**37**	2.2	48.0
Juncus articulatus							1		**1**	0.0	1.3
Juncus effusus	12	15			12	12	15	4	**70**	68.9	52.0
Solidago serotina	1								**1**	0.0	1.3
Total Pfl. feuchter Wiesen	**13**	**15**	**15**	**13**	**15**	**33**	**22**	**4**	**130**	**12.6**	**21.3**

Tab. 17. (Forts. - *continued*)

Art	1130	1139	1120o	1120u	Ff	1511.1	1511.2	1519	Total	Wald	Schlag
Ajuga reptans								4	**4**	8.9	0.0
Cerastium caespitosum			2						**2**	0.0	2.7
Lotus corniculatus					1				**1**	2.2	0.0
Plantago lanceolata							1		**1**	0.0	1.3
Poa trivialis						1		1	**2**	2.2	1.3
Prunella vulgaris			7	2		4			**13**	0.0	17.3
Taraxacum officinale		1	5	2		2			**10**	2.2	12.0
Total Fettwiesenpfl.	**0**	**1**	**14**	**4**	**1**	**7**	**1**	**5**	**33**	**2.2**	**5.0**
Buddleja davidii					1				**1**	2.2	0.0
Paulownia tomentosa					1				**1**	2.2	0.0
Total Gartenfl.&Kulturpfl.	**0**	**0**	**0**	**0**	**2**	**0**	**0**	**0**	**2**	**2.2**	**0.0**
Carex sp.			1			1	1	2	**5**	4.4	4.0
Epilobium sp.		2	15	13		4	1		**35**	4.4	44.0
Hypericum sp.		1							**1**	2.2	0.0
Poa sp.						1			**1**	0.0	1.3
Salix sp.			1					2	**3**	4.4	1.3
Sp. sp.	1	1	5	3	2	4	4	3	**23**	13.3	22.7
Total Nicht bestimmte Pfl.	**1**	**4**	**22**	**16**	**2**	**10**	**6**	**7**	**68**	**4.8**	**12.2**
Total aller Öko Gruppen	**81**	**85**	**189**	**137**	**100**	**196**	**150**	**164**	**1102**	**88.3**	**102.3**

4.3.4. Artenvergleich Samenvorrat - aktuelle Vegetation

Ein Vergleich der Arten im Samenvorrat mit den Arten in der Vegetation auf der entsprechenden Fläche ergab die in Tabelle 15 dargestellten Resultate. Während in den Schlägen - ausser dem leicht gemörserten Spezialfall 1130 - immer die meisten Arten des Samenvorrates auch in der Vegetation vorkamen, konnten in den untersuchten Waldbeständen höchstens rund die Hälfte der im Keimversuch aufgelaufenen Arten auch in der Vegetation gefunden werden (Tab. 15). Im Samenvorrat des Waldbodens konnten also viele Pflanzenarten überdauern, die in der aktuellen Vegetation fehlten. In den drei untersuchten Waldflächen waren dies zwischen 18 und 33 Arten. Aber auch die viel artenreicheren Schläge enthielten im Diasporenvorrat gegenüber der aktuellen Vegetation noch zwischen 3 und 13 zusätzliche Arten.